



МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ «АГРООБРАЗОВАНИЕ»



А. К. БОЛОТОВ, А. А. ЛОПАРЕВ, В. И. СУДНИЦЫН

КОНСТРУКЦИЯ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

Допущено Министерством сельского хозяйства
Российской Федерации в качестве учебного посо-
бия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по агроинженерным специальностям



МОСКВА «КолосС» 2006

УДК 631.3(075.8)
ББК 40.72я73
Б79

Рецензенты: профессор *В. Е. Бердышев* (Департамент кадровой политики и образования МСХ РФ); профессор *А. В. Климанов* (кафедра «Тракторы и автомобили» Самарской ГСХА)

Редактор *Н. К. Петрова*

Болотов А. К., Лопарев А. А., Судницын В. И.

Б79 Конструкция тракторов и автомобилей. — М.: КолосС, 2006. — 352 с.: ил. — (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
ISBN 5—9532—0147—8

Рассмотрены устройство и принципы действия тракторов и автомобилей сельскохозяйственного назначения. Указаны возможные неисправности и способы их устранения, а также основные операции технического обслуживания.

Для студентов вузов по агроинженерным специальностям.

УДК 631.3(075.8)
ББК 40.72я73

ISBN 5—9532—0147—8

© Издательство «КолосС», 2006

ВВЕДЕНИЕ

В системе машин сельскохозяйственного производства тракторы и автомобили — мобильные энергетические и транспортные средства. Тракторы предназначены для передачи поступательного и вращательного движения. Их гидравлическая система обеспечивает привод сельскохозяйственных, мелиоративных, дорожно-строительных и других машин и орудий. Автомобили как транспортные средства предназначены для перевозки грузов, специального оборудования и пассажиров по дорогам всех категорий и вне дорог.

Краткий исторический обзор отечественного тракторостроения. В 1785 г. агроном И. М. Комов предложил создать и использовать взамен лошадей тяговые и транспортные самоходы. В 1817 г. В. Гурьев предлагает проект «сухопутного парохода» высокой проходимости и грузоподъемности — своего рода тракторный поезд. В 1837 г. штабс-капитан русской армии Д. А. Загряжский изобретает гусеничный ход (экипаж с подвижными колесами), а в 1879 г. паровой механик Ф. А. Блинов изобрел и построил первый в мире паровой гусеничный трактор мощностью 20 л.с. («вагон особого устройства с бесконечными рельсами»). Схема этого трактора стала классической и до сих пор используется в современных тракторах.

В 1893 г. ученик Ф. А. Блинова талантливый изобретатель Я. В. Мамин построил колесный трактор с двигателем внутреннего сгорания собственной конструкции. Это был первый в мире двигатель, работающий на сырой нефти.

В 1910—1911 гг. Я. В. Мамин на своем заводе в г. Балаково сконструировал и построил для работы в различных по-

чвенно-климатических зонах России колесные тракторы («Русский трактор») мощностью 20, 30 и 60 л.с.

В 1879—1884 гг. О. С. Костович создал двигатель внутреннего сгорания с электрическим зажиганием, работающий на жидком топливе, а 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. Единичные экземпляры этой техники в основном ввозились из-за рубежа. Вскоре после Октябрьской социалистической революции новое правительство уделяет особое внимание созданию отечественного трактор- и автомобилестроения.

С 1918 по 1929 г. налаживается серийный выпуск тракторов. В 1930 г. вступил в строй первый в стране тракторный завод — Сталинградский (ныне Волгоградский), а в 1931 г. — Харьковский. Эти заводы 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 восстанавливались разрушенные предприятия, расширились действующие заводы, строились новые — Минский, Липецкий, Кишиневский. В 70-е годы XX в. начат выпуск энергонасыщенных тракторов на Харьковском и Кировском заводах. С каждым годом увеличивали выпуск тракторов, улучшали их технико-экономические показатели, повышали мощность, скорость движения, надежность и топливную экономичность. В 1986 г. начат выпуск тракторов нового поколения: МТЗ-100, МТЗ-102, ДТ-175С и их модификаций.

Однако за время экономических реформ с 1991 г. в России значительно сократился выпуск тракторов. К тому же Минский, Харьковский и Алтайский тракторные заводы оказались за рубежом. Наступил новый этап в развитии и совершенствовании тракторостроения России.

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

Краткий исторический обзор развития отечественного автомобилестроения. В 1909 г. на Русско-Балтийском вагонном заводе начато изготовление первых автомобилей «Руссо-Балт», причем вначале при сборке использовали много импортных деталей и сборочных единиц. К 1915 г. завод выпустил только 800 машин. Развитие автомобильной промышленности в стране началось после Октябрьской социалистической революции.

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

Расширение Ярославского, реконструкция Московского и запуск Горьковского автозаводов способствовали расширению выпуска отечественных автомобилей.

Послевоенные годы стали периодом интенсивного развития советской автомобильной промышленности. Вновь построенные Кутаисский, Кременчугский, Минский и реконструированные заводы пополнили парк страны автомобилями различного назначения.

В 1971 г. вступил в строй Волжский автомобильный завод (г. Тольятти), выпускающий легковые автомобили малого класса марки «Жигули», а в 1981 г. — Камский автомобильный завод (г. Набережные Челны) по производству большегрузных автомобилей. В 1988 г. начат выпуск бортового грузового дизельного автомобиля ЗИЛ-4331.

Автомобили, предназначенные для работы в сельскохозяйственном производстве, должны быть высокопроходимыми, работать на малых скоростях с

уборочными машинами и выполнять транспортные операции в режиме тягач — прицеп. С этой целью в 90-е годы XX в. продолжались работы по повышению мощности и топливной экономичности двигателей, надежности, комфортабельности, проходимости автомобилей.

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

В период экономических реформ на российском авторынке появились новые автомобили для перевозки мелких партий грузов по всем видам дорог — это автомобили семейства «Газель» и «Соболь», а также для перевозки грузов в составе автопоезда автомобили семейств ЗИЛ-4314 и ЗИЛ-4333.

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

Работы по совершенствованию конструкции автомобиля продолжают-ся в научно-исследовательских институтах и конструкторских бюро под руководством Центрального научно-исследовательского автомобильного и автомоторного института (НАМИ).

Классификация тракторов. Современные тракторы классифицируют по двум основным признакам.

По назначению различают следующие сельскохозяйственные тракторы:

общего назначения — для выполнения работ в растениеводстве и животноводстве, но без возделывания пропашных культур;

универсально-пропашные — то же, что и общего назначения, а также для возделывания и уборки пропашных культур;

пропашные — для возделывания и уборки пропашных культур;

специализированные по назначению — для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур (виноградниковые, свекло-, хлопко-, рисо-, табако- и хмелеводческие);

специализированные по области применения — горные, болотоходные, тепличные, мелиоративные;

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

вспомогательные — подъемно-транспортные и другие машины для внутрихозяйственных подсобных работ;

малогабаритные — для работ на полях, террасах, мелкоконтурных участках;

пешеходные — мотоблоки для работ на машинонепригодных участках и в подсобных хозяйствах.

По типу двигателей тракторы делят на: *колесные* (передвигаются с помощью колесного двигателя); *гусеничные* (передвигаются на гусеничном двигателе) и *полугусеничные* (в них одновременно используются колесные и гусеничные двигатели). Обычно полугусеничный трактор представляет собой модификацию колесного.

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

Каждый класс содержит одну основную (базовую) модель трактора и несколько ее разновидностей (модификаций), которые представляют собой видоизмененные модели базового трактора, сохраняющие ее основные сборочные единицы.

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

В типаже сельскохозяйственных тракторов определены тяговые классы по следующим значениям тягового усилия: 2; 6; 9; 14; 20; 30; 40; 50; 60; 80 кН.

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

Классификация автомобилей. Автомобили классифицируют по следующим основным признакам.

По назначению различают грузовые, пассажирские и специальные автомобили.

Грузовые автомобили различают по массе груза, который можно перевезти

в кузове (по грузоподъемности). Она указана в технической характеристике автомобиля. В зависимости от характера использования автомобили могут быть общего назначения с неопрокидываемым 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 прицепом (полуприцепом) называют автопоездами.

К *пассажирским автомобилям* относятся легковые автомобили и автобусы. Легковые автомобили, вмещающие не более восьми человек с учетом водителя, выпускают с закрытыми и открывающимися кузовами. Автобусы подразделяют по месту их применения на городские, междугородные и туристские.

Специальные автомобили (погрузчики, пожарные машины, автокраны и т. д.) предназначены в основном для нетранспортных работ.

Автомобиль присваивают сокращенное классификационное обозначение. В начале индекса указывают прописными буквами аббревиатуру 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 ГАЗ-33021 означает следующее: автомобиль изготовлен на ОАО «ГАЗ» (Горьковский автозавод); первая цифра 3 — третий класс; вторая цифра 3 — назначение (грузовой); 02 — заводской номер модели; 1 — первая модификация модели 02.

По приспособленности к дорожным условиям различают автомобили нормальной проходимости и повышенной проходимости.

Автомобили нормальной проходимости предназначены для работы на дорогах с твердым и сухим грунтовым покрытием и имеют привод на одну ось

(два колеса). *Автомобили повышенной проходимости* предназначены для движения по плохим дорогам и в условиях бездорожья, имеют привод 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 которых два ведущих, а трактор типа 4К4 — четыре колеса, причем все ведущие. Краткая техническая характеристика некоторых автомобилей, применяющихся в сельском хозяйстве, приведена в таблице 2 приложения.

Основные части трактора и автомобиля. Тракторы и автомобили состоят из многочисленных и конструктивно разнообразных механизмов, гидравлических, пневматических, электрических и комбинированных систем, находящихся в определенном взаимодействии. Расположение основных частей и сборочных единиц гусеничного трактора ДТ-75МВ показано на рисунке 1.

Двигатель 1 преобразует химическую энергию сгораемого топлива в механическую энергию вращения коленчатого вала.

Трансмиссия трансформирует вращательное движение, распределяет его и переносит к ведущим колесам (звездочкам). Она включает в себя муфту сцепления 2, соединительный вал 3, коробку передач 4, планетарные механизмы 6, главную 10 и конечные 9 передачи.

Трансмиссия трактора ДТ-175С гидромеханическая с гидротрансформатором, обеспечивающим автоматическое и бесступенчатое изменение скорости движения трактора в зависимости от тягового усилия на крюке.

Ходовая часть служит для преобразования вращательного движения двигателей в поступательное движение трактора по опорной поверхности. В нее входят остов (рама), подвески и двигатели, включающие в себя ведущие звездочки 5, направляющие звездочки 12, поддерживающие ролики и гусеничные цепи 11.

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

Рабочее оборудование трактора состоит из механизма навески с гидроприводом, прицепного устройства 7, механизма отбора мощности и приводного шкива. Навесная система 8 необходима для крепления навесных машин на трактор и управления их работой. С по-

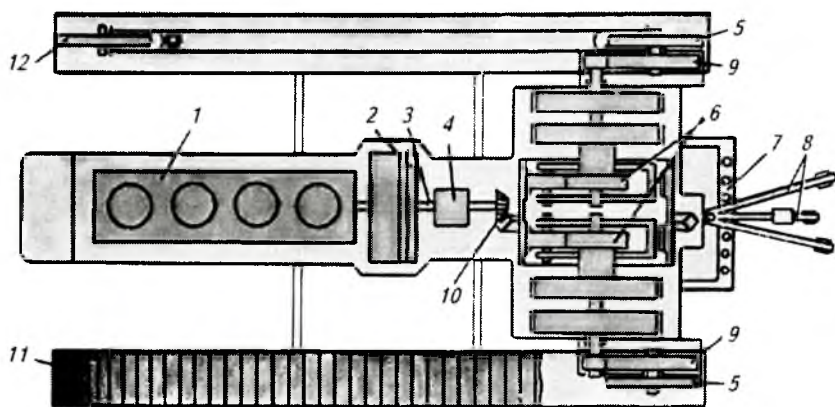


Рис. 1. Расположение основных частей, механизмов и деталей гусеничного трактора ДТ-75МВ:

1 — двигатель; 2 — муфта сцепления; 3 — соединительный вал; 4 — коробка передач; 5 — ведущая звездочка; 6 — планетарные механизмы; 7 — прицепное устройство; 8 — навесная система; 9 — конечные передачи; 10 — главная передача; 11 — гусеничная цепь; 12 — направляющая звездочка

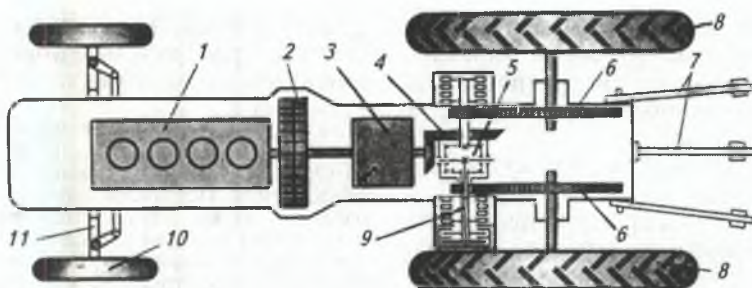


Рис. 2. Расположение основных частей, механизмов и деталей колесного трактора МТЗ-80:

1 — двигатель; 2 — муфта сцепления; 3 — коробка передач; 4 — главная передача; 5 — дифференциал; 6 — конечная передача; 7 — механизм навески; 8 — ведущие колеса; 9 — тормоза; 10 — управляемое колесо; 11 — передний мост

мощью прицепного устройства буксируют различные прицепные машины и транспортные средства.

Механизм отбора мощности (МОМ) и гидросистема отбора мощности (ГСОМ) служат для приведения в действие рабочих органов агрегируемых машин.

Вспомогательное оборудование трактора состоит из кабины с поддрессоренным сиденьем, приборами, вентиляцией и электрооборудованием, капота, системы освещения и сигнализации, компрессора и т. д.

Составные части колесного трактора (рис. 2) имеют то же назначение, что и у гусеничного.

От двигателя 1 крутящий момент через муфту сцепления 2, коробку передач 3, главную передачу 4 и конечные

передачи 6 передается ведущим колесам 8.

Ходовая часть и механизмы управления колесного трактора состоят из остова, переднего моста 11, ведущих 8 и управляемых 10 колес, тормозов 9 и рулевого управления. Между главной 4 и конечными 6 передачами установлен дифференциал 5.

Основные части автомобиля (рис. 3): двигатель 1, шасси и кузов. Шасси автомобиля состоит из трансмиссии, ходовой части и механизмов управления.

Трансмиссия состоит из муфты сцепления 2, коробки передач 3, карданного вала 4, главной передачи 5, дифференциала 6.

Ходовая часть включает в себя раму 9, передние 11 и задние 8 рессоры, передние 12 и задние 7 колеса.

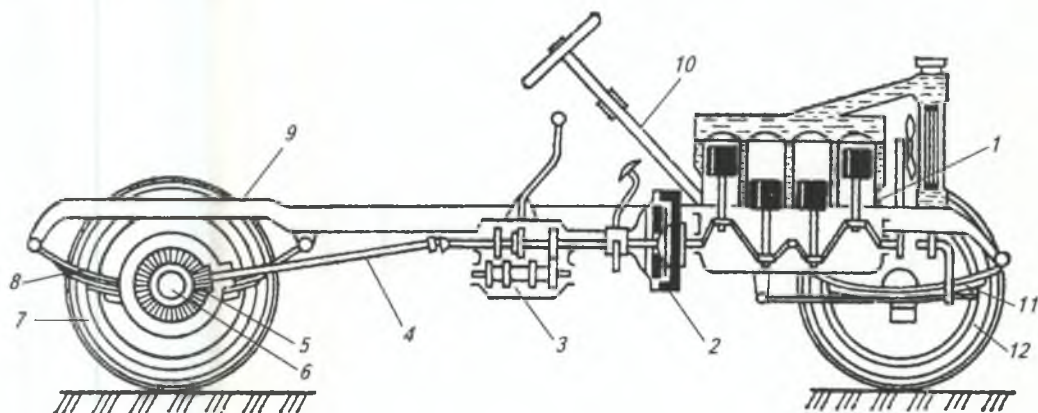


Рис. 3. Расположение основных механизмов и сборочных единиц автомобиля:

1 — двигатель; 2 — муфта сцепления; 3 — коробка передач; 4 — карданный вал; 5 — главная передача; 6 — механизм поворота (дифференциал); 7 — заднее колесо; 8 — рессора заднего колеса; 9 — рама; 10 — вал рулевого колеса с рулевым приводом; 11 — рессоры передних колес; 12 — передние колеса

Управление автомобилем осуществляется с помощью рулевого управления, включающего в себя рулевое колесо с рулевым приводом, управляемых колес 12 и тормозов.

На шасси устанавливают кузов для размещения пассажиров или груза. Для водителя и обслуживающего персонала в грузовом автомобиле имеется кабина. Автомобиль обычно имеет оперение: капот, крылья, подножки. К *вспомогательному оборудованию* автомобиля относятся тягово-сцепное устройство, лебедку, системы отопления и вентиляции, компрессор и т. п.

С 1985 г. отечественная промышленность выпускает переднеприводные автомобили ВАЗ-2108, ВАЗ-2109, Москвич-2141, ВАЗ-21010 и их модификации. Компонировочная схема таких автомобилей отличается от классической (см. рис. 3) тем, что ведущими являются передние колеса. Это позволило изменить расположение двигателя (ВАЗ-2108, ВАЗ-2109), уменьшить мас-

су автомобиля, эффективнее использовать его пространство, повысить устойчивость и проходимость.

Контрольные вопросы и задания. 1. Назовите наших соотечественников — изобретателей прототипов колесных и гусеничных тракторов и автомобилей. 2. Перечислите тракторные заводы и назовите марки выпускаемых ими тракторов. 3. По каким тяговым классам распределены современные тракторы? 4. По каким признакам классифицируют тракторы и автомобили? 5. Перечислите основные сборочные единицы трактора и автомобиля и их вспомогательное оборудование.

Методические рекомендации. При изучении конструкции тракторов и автомобилей необходимо запомнить термины и понятия, конфигурацию, назначение, основные свойства и схемы работы деталей, механизмов и систем. В предлагаемом учебном пособии эта информация по большинству тем программы объединена в общих сведениях. Их следует изучать и запоминать самостоятельно до аудиторных занятий. На занятиях в лабораториях на учебном оборудовании повторить общие сведения, затем изучить конструктивные особенности, основные неисправности и техническое обслуживание механизма или системы.

Глава 1

ДВИГАТЕЛИ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ, РАБОТА И ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДВИГАТЕЛЕЙ

Классификация. Двигатель — это машина, преобразующая какой-либо вид энергии в механическую работу.

В основном широко используют тепловые двигатели, внутри которых происходит сжигание топлива и преобразование части выделившейся теплоты в механическую работу. Их называют двигателями внутреннего сгорания. К ним относят *поршневые*, в которых весь рабочий процесс осуществляется полностью в цилиндрах; *газотурбинные*, в которых рабочий процесс последовательно совершается в воздушном компрессоре, камере сгорания и расширительной машине — газовой турбине, и *реактивные*, в которых расширение продуктов сгорания происходит в реактивном сопле.

На многих современных тракторах и автомобилях установлены поршневые двигатели внутреннего сгорания. Эти двигатели классифицируют по следующим основным признакам:

способу воспламенения горючей смеси (смеси топлива с воздухом в определенных соотношениях) — с *воспламенением от сжатия* (дизели) и с *принудительным воспламенением от электрической искры* (карбюраторные, газовые и инжекторные);

способу смесеобразования — с *внутренним* (дизели) и *внешним* (карбюраторные, газовые и инжекторные) *смесеобразованием*;

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

способу осуществления рабочего цикла — *четырёх- и двухтактные*;

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

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

типу системы охлаждения — с *жидкостным* или *воздушным охлаждением*.

На отечественных тракторах и автомобилях большой грузоподъемности применяют четырехтактные многоцилиндровые дизели, а на автомобилях легковых, малой и средней грузоподъемности — четырехтактные многоцилиндровые карбюраторные, инжекторные и газовые двигатели или дизели.

Основные механизмы и системы. Поршневой двигатель внутреннего сгорания состоит из корпусных деталей (блок или блок-картер, головка цилиндров, поддон, крышки), кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, систем питания, охлаждения, смазочной, зажигания, пуска и регулирования частоты вращения.

Кривошипно-шатунный механизм предназначен для преобразования прямолинейного возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала и наоборот.

Газораспределительный механизм временно соединяет надпоршневой объем с системами впуска свежего заряда и выпуска из цилиндра продуктов сгорания (отработавших газов) в определенные промежутки времени.

Система питания служит для подачи в цилиндры дизеля очищенного воздуха и хорошо очищенного и мелкораспыленного топлива, в карбюраторном и инжекторном — для очистки топлива, воздуха, приготовления горючей смеси и ввода ее в цилиндры, а в газовом — для очистки воздуха, снижения давле-

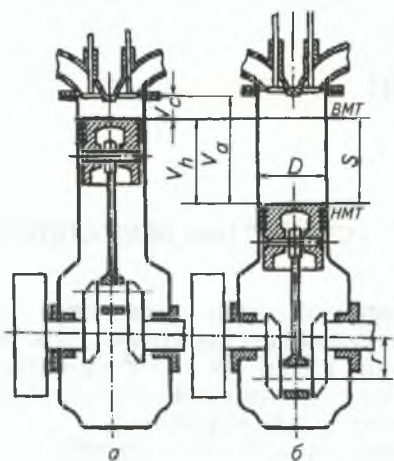


Рис. 4. Схема двигателя внутреннего сгорания:

а — поршень в ВМТ; б — поршень в НМТ

ния газа, приготовления горючей смеси и ввода ее в цилиндры.

Система охлаждения необходима для поддержания оптимального теплового режима двигателя. Избыток теплоты отводится жидкостью или воздухом.

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

Система зажигания служит для своевременного принудительного зажигания горючей смеси электрической искрой в цилиндрах карбюраторного, инжекторного и газового двигателей.

Система пуска обеспечивает устойчивое начало протекания рабочего процесса в цилиндрах двигателя, сообщая ему необходимую частоту вращения коленчатого вала. Пуск может осуществляться электрическим стартером или пусковым двигателем.

Система регулирования частоты вращения — это автоматически действующий механизм, предназначенный для изменения подачи топлива или горючей смеси в зависимости от нагрузки двигателя.

В отличие от карбюраторного, инжекторного и газового двигателей в дизеле нет системы зажигания, а в его си-

стеме питания вместо карбюратора, или смесителя, или инжектора установлена топливная аппаратура (топливный насос высокого давления, топливопроводы высокого давления и форсунки).

Основные понятия и определения. Для описания основных определений, принятых для двигателей, рассмотрим схему одноцилиндрового поршневого двигателя внутреннего сгорания (рис. 4) с центральным кривошипно-шатунным механизмом (когда ось цилиндра пересекает оси поршневого пальца и коленчатого вала).

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

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

Ход поршня S (м) — расстояние по оси цилиндра между мертвыми точками. При каждом ходе поршня коленчатый вал поворачивается на пол оборота, т. е. на угол 180° , следовательно, ход поршня равен двум радиусам r кривошипа коленчатого вала: $S = 2R$.

Рабочий объем цилиндра V_h (м³) — объем цилиндра, освобождаемый поршнем при перемещении от ВМТ до НМТ:

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} S,$$

где D — диаметр цилиндра, м.

Объем камеры сжатия V_c (м³) — объем пространства над поршнем, находящимся в ВМТ.

Полный объем цилиндра V_a (м³) — сумма рабочего объема цилиндра и объема камеры сжатия, т. е. объем пространства над поршнем, находящегося в НМТ:

$$V_a = V_h + V_c.$$

Литраж двигателя V_L (л) — это суммарный рабочий объем цилиндров, выраженный в литрах:

$$V_L = 10^3 V_{hi},$$

где i — число цилиндров двигателя.

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

$$\epsilon = V_a/V_c.$$

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

Во время работы поршневого двигателя внутреннего сгорания в его цилиндре происходит ряд периодически повторяющихся процессов, при которых изменяется состояние рабочего тела (газа).

Рабочий цикл двигателя — комплекс последовательных процессов (впуск, сжатие, сгорание, расширение и выпуск), в результате которых энергия сгораемого топлива преобразуется в механическую энергию поступательного движения поршня.

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

Двигатели, в которых рабочий цикл совершается за четыре хода (такта) пор-

шня или за два оборота коленчатого вала, называют **четырёхтактными**. Двигатели, в которых рабочий цикл совершается за два хода поршня или за один оборот коленчатого вала, называют **двухтактными**.

Работу двигателя за один цикл определяют по индикаторной диаграмме, получаемой с помощью индикаторов. Индикаторная диаграмма представляет собой график зависимости давления p газа в цилиндре от угла α поворота коленчатого вала двигателя. Перестроив диаграмму в pV -координатах, получают площадь, соответствующую в масштабе работе, совершаемой в цилиндре двигателя за один цикл.

Рабочий цикл четырёхтактного двигателя с внешним смесеобразованием. Рассмотрим подробно каждый такт цикла.

Такт впуска. Поршень 3 (рис. 5, а) приводится в действие от коленчатого вала 1 через шатун 2. Поршень движется от ВМТ к НМТ, создавая разрежение в полости цилиндра 7 над поршнем. Впускной клапан 5 открыт, и цилиндр через впускную трубу и карбюратор (или инжектор, или смеситель) сообщается с атмосферой. Под дей-

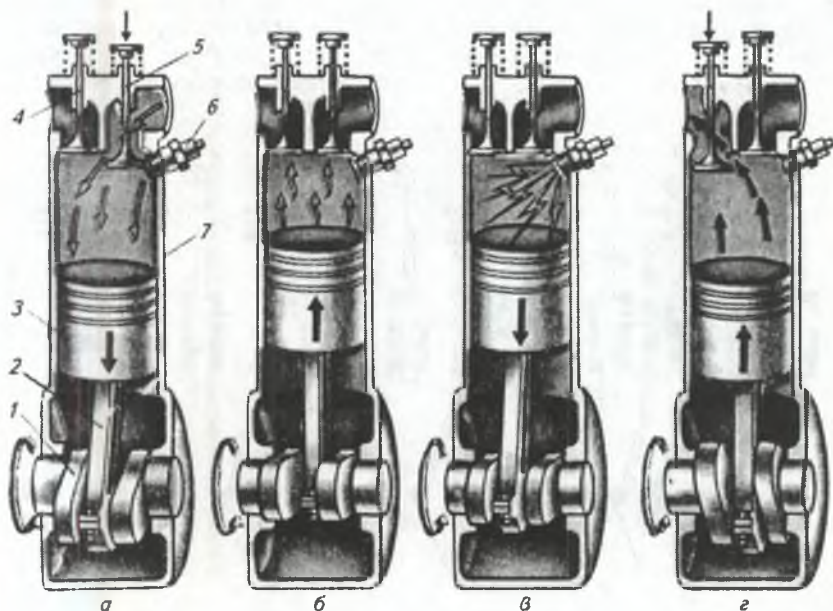


Рис. 5. Рабочий цикл одноцилиндрового четырёхтактного двигателя с внешним смесеобразованием:

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

ствием разности давлений воздух, проходя через карбюратор (инжектор, смеситель), смешивается с топливом, образуя горючую смесь, которая заполняет цилиндр 7 до прихода поршня в НМТ.

К этому моменту времени впускной клапан закрывается. Горючая смесь, заполняя цилиндр, перемешивается с остаточными продуктами сгорания от предыдущего цикла и образует рабочую смесь. Давление в конце такта впуска $0,07...0,09$ МПа, температура рабочей смеси $330...390$ К.

Такт сжатия (рис. 5, б). При дальнейшем повороте коленчатого вала 1 поршень движется от НМТ к ВМТ. При этом впускной 5 и выпускной 4 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, достигая $0,9...1,2$ МПа, а температура — $500...700$ К. В конце такта сжатия между электродами свечи 6 возникает электрическая искра, от которой рабочая смесь воспламеняется. В процессе сгорания топлива выделяется большое количество теплоты, давление продуктов сгорания в цилиндре повышается до $3...4,5$ МПа, а температура — до 2700 К.

Такт расширения (рис. 5, в). Оба клапана закрыты. Под давлением продуктов сгорания поршень движется от ВМТ к НМТ и через шатун 2 приводит во вращение коленчатый вал 1, т. е. совершает полезную работу. К концу такта расширения давление продуктов сгорания в цилиндре уменьшается до $0,3...0,4$ МПа, а температура — до $1200...1400$ К.

Такт выпуска. Когда поршень 3 подходит к НМТ, открывается выпускной клапан 4 и отработавшие газы под действием избыточного давления удаляются из цилиндра в атмосферу через выпускную трубу. Когда же поршень перемещается от НМТ к ВМТ (рис. 5, г), он выталкивает из цилиндра оставшиеся отработанные газы. К концу такта выпуска давление в цилиндре составляет $0,11...0,12$ МПа, а температура — $700...1000$ К.

Далее рабочий цикл повторяется.

Рабочий цикл четырехтактного дизеля. В отличие от двигателя с внешним смесеобразованием в цилиндр дизеля воздух и топливо вводятся отдельно.

Такт впуска. Поршень 3 (рис. 6, а), приводимый в действие от коленчатого вала 1 через шатун 2, перемещается от ВМТ к НМТ. Впускной клапан 5 открыт, и в цилиндр 8 поступает воздух, давление которого в конце такта равно

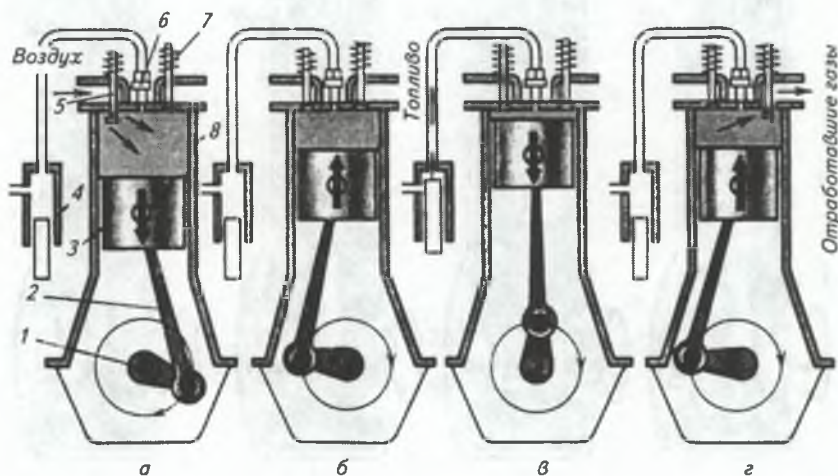


Рис. 6. Рабочий цикл одноцилиндрового четырехтактного дизеля:

а — такт впуска; б — такт сжатия; в — такт расширения; г — такт выпуска; 1 — коленчатый вал; 2 — шатун; 3 — поршень; 4 — топливный насос высокого давления; 5 — впускной клапан; 6 — форсунка; 7 — выпускной клапан; 8 — цилиндр

0,08...0,09 МПа (в случае без наддува), а температура — 320...340 К.

Такт сжатия. Оба клапана закрыты. При перемещении поршня от НМТ к ВМТ (рис. 6, б) воздух, находящийся в цилиндре, сжимается до давления 3,5...4 МПа, так как у дизелей степень сжатия составляет 14...18. Температура воздуха при этом достигает 750...950 К. Это превышает температуру самовоспламенения топлива. При положении поршня, близком к ВМТ, в цилиндр 8 через форсунку 6 впрыскивается мелко распыленное топливо под высоким давлением, создаваемым топливным насосом 4 высокого давления.

Топливо, впрыснутое в цилиндр, смешивается с нагретым воздухом и остаточными газами от предыдущего цикла, образуя рабочую смесь. Большая часть топлива воспламеняется и сгорает, давление газов в цилиндре при этом достигает 5,5...9 МПа, а температура — 1900...2400 К.

Такт расширения. Оба клапана остаются закрытыми. Поршень 3 под давлением газов движется от ВМТ к НМТ (рис. 6, в), при этом сгорает оставшая часть топлива. Коленчатый вал 1 через шатун 2 от поршня запасает энергию, полученную при сгорании рабочей смеси. К концу такта расширения давление газов уменьшается до 0,2...0,3 МПа, а температура — до 900...1200 К.

Такт выпуска. Выпускной клапан 7 открывается. Поршень движется от НМТ к ВМТ (рис. 6, г) и через открытый клапан выталкивает отработавшие газы из цилиндра в атмосферу. К концу такта давление газов в цилиндре составляет 0,11...0,12 МПа, а 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, на заднем конце которого крепят массивный маховик. Этот маховик и запасает энергию сгораемого топлива. При выполнении остальных тактов — выпуска, впуска и сжатия — поршень перемещается за счет кинетической энергии, накопленной маховиком.

Рабочий цикл двухтактного карбюраторного двигателя. Схемы устройства и работы двухтактного карбюраторного двигателя с кривошипно-камерной продувкой изображены на рисунке 7.

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 НМТ к ВМТ (рис. 7, а), перекрывая в начале хода продувочное окно 2, а затем выпускное окно 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 ВМТ, сжатая рабочая смесь воспламеняется электрической искрой от свечи 5. При сгорании смеси давление газов резко возрастает. Под давлением газов поршень перемещается к НМТ (рис. 7, 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. 7, 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 той же последовательности.

Рабочий цикл двухтактного дизеля аналогичен рабочему циклу двухтакт-

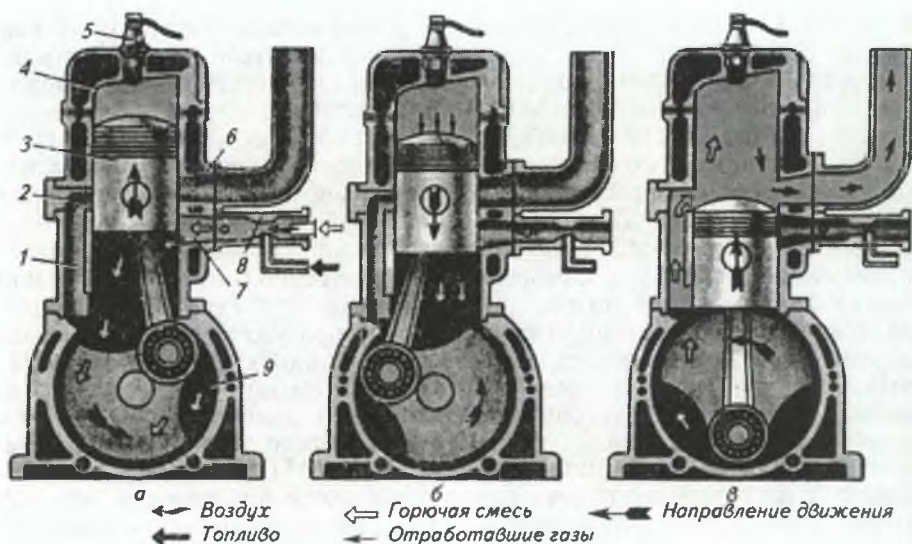


Рис. 7. Схемы устройства и работы двухтактного карбюраторного двигателя:

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

ного карбюраторного двигателя, отличающаяся 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 повышенной прочности, что ведет к увеличению размеров и массы дизеля.

Хорошие экономические показатели дизелей обеспечили им широкое применение.

Двухтактные двигатели менее экономичны, чем четырехтактные, так как их цилиндры хуже очищаются от продуктов сгорания. В большей степени это относится к двухтактным карбюра-

торным двигателям, цилиндры которых продувают горючей смесью.

Особенности работы многоцилиндрового двигателя. Коленчатый вал одноцилиндрового двигателя вращается неравномерно, т. е. ускоренно во время такта расширения и замедленно в остальных тактах, несмотря на наличие маховика. При этом возникают значительные силы инерции, уравновесить которые, особенно у одноцилиндрового двигателя, весьма сложно. Для такого двигателя характерна плохая приемистость (способность быстро увеличивать частоту вращения коленчатого вала).

Чтобы частично устранить эти недостатки, на тракторы и автомобили устанавливают многоцилиндровые двигатели, в которых несколько одинаковых по размерам цилиндров объединены в одном двигателе. В многоцилиндровом двигателе частое повторение тактов расширения обеспечивает более равномерное вращение коленчатого вала. Поэтому с увеличением числа цилиндров двигателя размеры его маховика уменьшаются.

Для равномерной работы многоцилиндрового двигателя необходимо, чтобы такты расширения следовали через

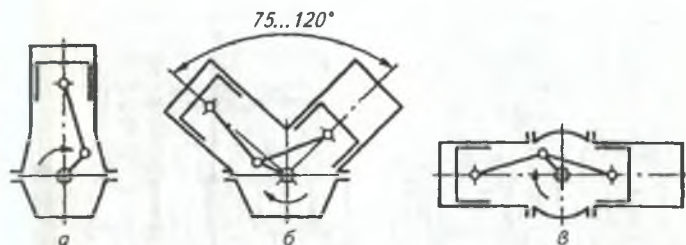


Рис. 8. Схемы размещения цилиндров в многоцилиндровых двигателях:

а — вертикальное в один ряд; б — V-образное; в — оппозитное

равные углы поворота коленчатого вала. Этот угол определяют делением продолжительности цикла, выраженной в градусах поворота коленчатого вала, на число цилиндров двигателя. Так, в четырехтактном четырехцилиндровом двигателе такт расширения в цилиндрах происходит через $180^\circ (720 : 4)$, что соответствует половине оборота коленчатого вала. Следовательно, за каждые два оборота коленчатого вала (за рабочий цикл) такты расширения происходят во всех четырех цилиндрах.

Порядок работы двигателя — это последовательность чередования тактов расширения в цилиндрах. Он зависит от расположения цилиндров, взаимного положения кривошипов коленчатого вала и последовательности открытия и закрытия клапанов механизма газораспределения.

Расположение цилиндров многоцилиндровых двигателей может быть *однорядным* или *двухрядным*. У большинства однорядных двигателей цилиндры размещают вертикально (рис. 8, а), в двухрядных — под углом друг к другу. Если в двухрядном двигателе угол между цилиндрами меньше 180° , то его называют *V-образным* (рис. 8, б). Если же этот угол равен 180° , то такой двигатель называют *оппозитным* (рис. 8, в). Для двигателей с однорядным расположением цилиндров характерны большие габаритные размеры и масса, нежели для V-образных.

Многоцилиндровые двигатели имеют различное число цилиндров — от двух до двенадцати.

Четырехцилиндровый однорядный двигатель (рис. 9) можно представить как соединенные вместе четыре одноци-

линдровых двигателя с одним общим коленчатым валом, кривошипы (колена) которого расположены в одной плоскости. Два крайних колена направлены в одну сторону, а два средних — в противоположную (под углом 180°). Поршни движутся в цилиндрах в одном направлении попарно.

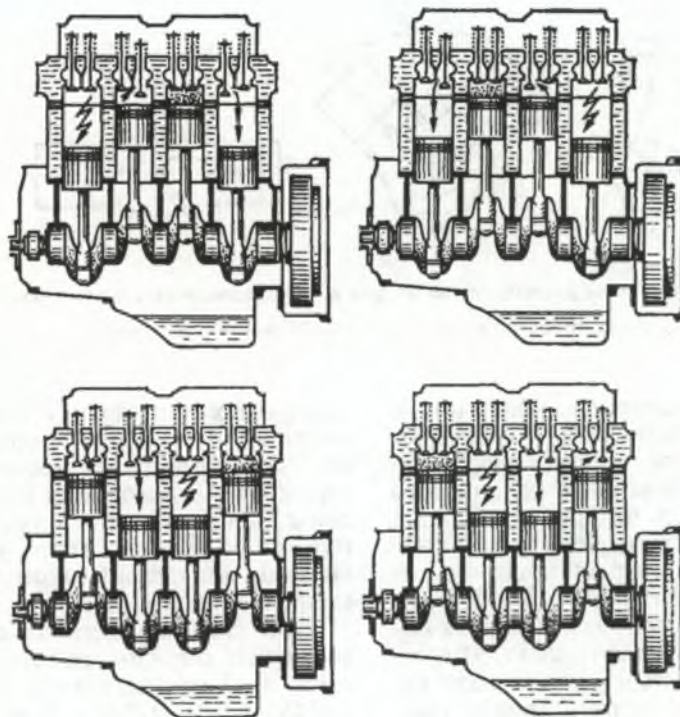
При таком расположении колен возможен порядок работы цилиндров 1—3—4—2 (в двигателях ЗМЗ-4062.10, Д-245, Д-240, Д-144 и А-41) или 1—2—4—3 (в двигателях ЗМЗ-4025.10, ЗМЗ-4147.10).

Чередование тактов в четырехцилиндровом двигателе при порядке работы 1—3—4—2 показано на рисунке 10.

Шестицилиндровый четырехтактный V-образный двигатель имеет угол между осями цилиндров 90° (рис. 11, а). Такое расположение цилиндров позволяет уменьшить длину и массу двигателя. Одна шатунная шейка коленчатого вала воспринимает усилия от двух шатунов. Шатунные шейки коленчатого вала такого двигателя расположены под углом 120° , что приводит к изменению схемы порядка работы цилиндров (рис. 11, б) по сравнению с рядным четырехцилиндровым двигателем.

Восьмицилиндровые четырехтактные V-образные двигатели (ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-508.10, КамАЗ-740.10) имеют порядок работы цилиндров 1—5—4—2—6—3—7—8. Перекрытие тактов расширения в различных цилиндрах происходит в течение поворота коленчатого вала на угол 90° (рис. 12), поэтому вращение вала равномерное.

Двенадцатицилиндровый четырехтактный V-образный двигатель ЯМЗ-240БМ



Условные обозначения:



Рис. 9. Работа четырехцилиндрового четырехтактного двигателя (порядок работы 1—3—4—2)

Обороты коленчатого вала		Цилиндры			
		1	2	3	4
1-й оборот	1-й полу- оборот	Расшире- ние	Выпуск	Сжатие	Впуск
	2-й полу- оборот	Выпуск	Впуск	Расши- рение	Сжатие
2-й оборот	1-й полу- оборот	Впуск	Сжатие	Выпуск	Расши- рение
	2-й полу- оборот	Сжатие	Расши- рение	Впуск	Выпуск

Рис. 10. Чередование тактов че-
тырехцилиндрового двигателя с
порядком работы 1—3—4—2

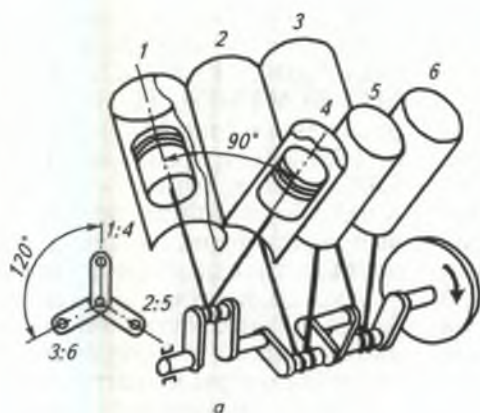


Рис. 11. Шестицилиндровый четырехтактный V-образный двигатель:

а — схема; б — порядок работы; 1...6 — номера цилиндров

Угол поворота коленчатого вала, град	Двигатель СМД-60 и СМД-66 (1-2-3-4-5-6)					
	1	2	3	4	5	6
0...30						
30...60						
60...90						
90...120						
120...150						
150...180						
180...210						
210...240						
240...270						
270...300						
300...330						
330...360						
360...390						
390...420						
420...450						
450...480						
480...510						
510...540						
540...570						
570...600						
600...630						
630...660						
660...690						
690...720						

б

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.

Мощностные и экономические показатели работы двигателя. Часть тепловой энергии, выделяемой в двигателе при сгорании топлива, в процессе рабочего цикла превращается в механическую.

Работа, выполняемая в единицу времени, называется мощностью. Единица измерения мощности — ватт (Вт).

Мощность, развиваемая газами внутри цилиндра двигателя внутреннего сгорания, называется *индикаторной* (N_i). Часть ее расходуется в самом двигателе на преодоление сил трения и привод различных механизмов — это *потери мощности на трение* (N_T).

В результате с коленчатого вала на трансмиссию передается *эффективная (полезная) мощность* (N_e), представляющая собой разность между индикатор-

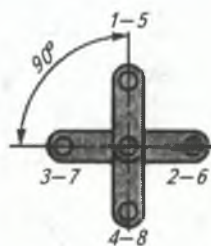


Рис. 12. Схема восьмицилиндрового V-образного двигателя

ной мощностью и потерями мощности на трение:

$$N_e = N_i - N_T.$$

Подвеска двигателей. Несмотря на сравнительно хорошую уравновешенность современных тракторных и автомобильных двигателей, во время их работы все же возникают вибрации, которые не должны передаваться на раму или полураму, а через них — на корпус машины. Поэтому крепление (подвеска) двигателя должно быть таким, чтобы уменьшить передачу вибраций машины и предотвратить появление напряжений в блок-картере в случае возникновения перекосов в раме или полураме при движении машины по неровной опорной поверхности. Двигатели крепят к рамам или полурамам в трех, четырех или пяти точках. Наиболее распространена трехточечная подвеска (рис. 13, а), так как она снижает монтажные напряжения и возникающие напряжения при деформации продольных балок (лонжеронов) рамы.

Трехточечное крепление двигателей выполнено на автомобилях ЗИЛ-4314.10, ЗИЛ-53014, ГАЗ-33021 и тракторах МТЗ-80, МТЗ-100, ДТ-175С, К-701; четырехточечное (рис. 13, б) — на автомобиле ГАЗ-3307 и тракторах ДТ-75МВ, Т-150К; пятиточечное — на автомобиле КамАЗ-5320 (пятая точка крепления выполняет функцию поддерживающей опоры, имеющей амортизатор малой жесткости, и служит для гашения колебаний, возникающих при движении по плохой дороге; в спокойном состоянии эта точка опоры не нагружена).

Упругие элементы подвески обычно выполняют в виде резиновых амортизаторов, привулканизированных к каркасу (рис. 13, в, г). Для максимального поглощения энергии колебаний силового агрегата их изготавливают из специальной резины с большими потерями на гистерезис. Кроме того, опоры, под которыми находятся резиновые амортизаторы, удерживают двигатель от продольного смещения при выключении сцепления, резком разгоне или торможении машины. Для этих же целей двигатель автомобиля ЗИЛ-4314.10

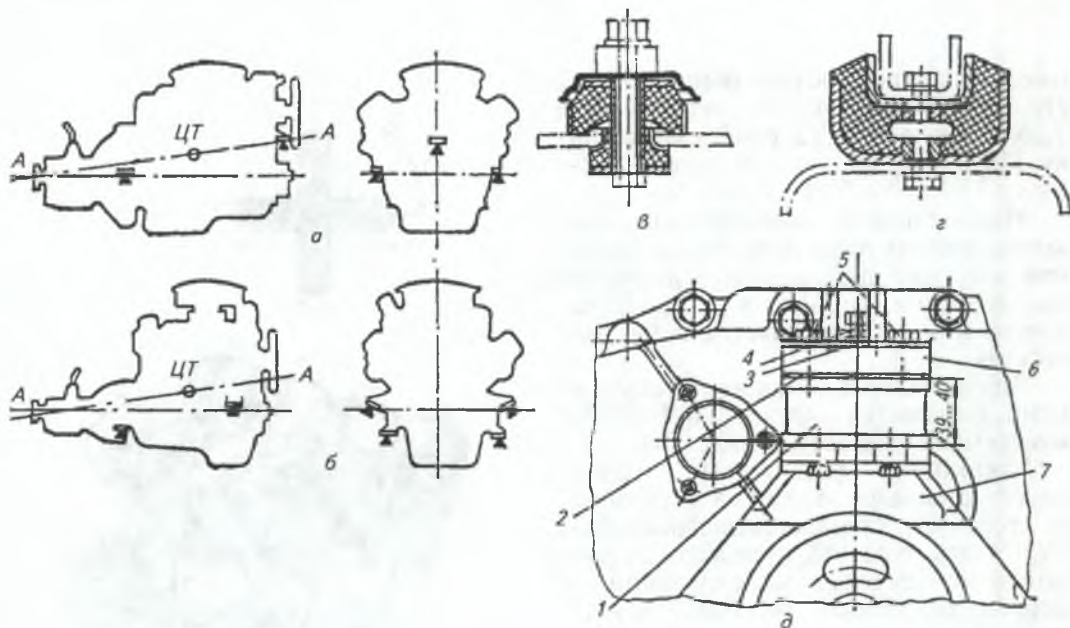


Рис. 13. Схемы подвески и упругих элементов опор автомобильных и тракторных двигателей:

а, б — соответственно трех- и четырехточечная подвески: А—А — естественная ось качания; ЦТ — центр тяжести; в — упругий элемент для поглощения вертикальных колебаний; г — упругий элемент повышенной жесткости в горизонтальной плоскости; д — передняя подвеска дизеля Д-245: 1 — амортизатор; 2 — регулировочные прокладки; 3 — контргайка; 4 — регулировочный болт; 5 — болты крепления; 6 — кронштейн крышки распределения; 7 — передняя опора

соединяют реактивной тягой с передней поперечной рамой.

Дизели Д-240 и Д-245, установленные на полураму трактора, сзади крепят к остоу трактора (фланцем заднего листа к корпусу муфты сцепления), спереди — к брусу полурамы через переднюю подвеску.

При установке двигателя Д-245 на трактор МТЗ-100 необходимо соблюдать следующие *правила регулировки передней подвески*:

на три-четыре оборота отвернуть два болта 5 (рис. 13, д) крепления амортизатора 1 к выступу кронштейна 6 крышки распределения;

затянуть болты крепления передней опоры 7 двигателя к переднему брусу трактора;

отпустить контргайку 3, вернуть регулировочный болт 4 в выступ крышки распределения до упора в верхнюю плиту амортизатора;

вернув регулировочный болт 4 на 2...3 мм (полтора-два оборота), сжать амортизатор, пока его высота не составит 39...40 мм;

в зазор, образовавшийся между выступом кронштейна крышки распределения и верхней плитой амортизатора, поставить необходимое число специальных стальных прокладок толщиной 0,5 мм каждая;

отвернуть на три-четыре оборота регулировочный болт и зафиксировать его контргайкой;

завернуть до отказа болты крепления амортизатора к кронштейну.

В дальнейшем регулировка подвески не требуется.

Передняя опора 14 (рис. 14) дизеля СМД-66 установлена на приваренных к раме накладках с помощью четырех болтов 2. Амортизатор передней опоры дизеля состоит из скобы 11 и подушки 12 и закреплен на передней опоре 14 болтами 13 и корончатыми гайками со шплинтами. Задние кронштейны 4 с установочными штифтами закреплены на дизеле с помощью шпилек и корончатых гаек 3. Задние амортизаторы 7 прикреплены к накладкам, приваренным к раме трактора, болтами 8 и опорными пластинами 9.

Центровку дизеля на раме трактора выполняют с помощью регулировоч-

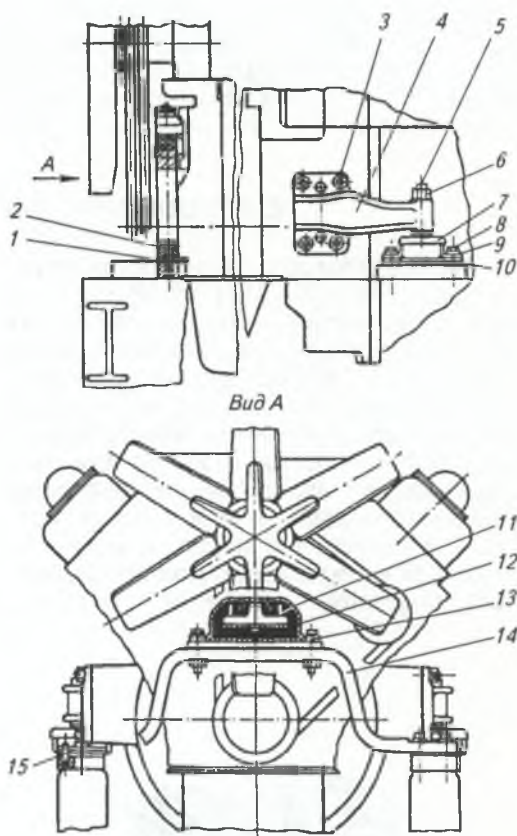


Рис. 14. Установка дизеля:

1 — регулировочные прокладки передней опоры; 2 — болты крепления передней опоры; 3, 6 — корончатые гайки; 4 — задний кронштейн крепления дизеля; 5 — шпилька крепления амортизатора; 7 — амортизатор заднего кронштейна дизеля; 8 — болты крепления амортизатора к накладке рамы; 9 — опорная пластина; 10 — регулировочные прокладки задних опор; 11 — скоба амортизатора передней опоры дизеля; 12 — подушка амортизатора передней опоры дизеля; 13 — болты крепления амортизатора передней опоры; 14 — передняя опора; 15 — штифт

ных прокладок. При этом несоосность осей вала сцепления и вала насосного колеса гидротрансформатора допускается не более 2 мм, а непараллельность оси вала насосного колеса гидротрансформатора — не более 2,4 мм на длине 300 мм.

При центровке дизеля на раме под переднюю и задние опоры устанавливают набор прокладок толщиной по 2 мм. Общая толщина набора регулировочных прокладок 1 у передней опоры — не более 14 мм под каждой лапой, а набора регулировочных прокладок 10

у задних опор — не более 12 мм под каждой из опор. Разность толщин наборов регулировочных прокладок под левой и правой задними опорами должна быть не более 6 мм. После центров-

ки дизеля при общей толщине регулировочных прокладок до 8 мм запрессовывают штифт 15 длиной 40 мм, при толщине 8 мм и более — штифты длиной 50 мм.

2. КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Общие сведения. Кривошипно-шатунный механизм — основной рабочий механизм поршневого двигателя. Он участвует в совершении рабочего цикла двигателя и преобразует прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня, воспринимающего давление расширяющихся газов в такте расширения, во вращательное движение коленчатого вала, а в остальных тактах — вращательное движение коленчатого вала в прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня.

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

К неподвижным элементам механизма относятся цилиндры, головки цилиндров, картер с подшипниками коленчатого вала и связующие детали. Все это образует корпус двигателя. Подвижные элементы механизма: поршни с кольцами и поршневыми пальцами, шатуны с подшипниками, коленчатый вал с маховиком и гасителем крутильных колебаний.

В автотракторных двигателях применяют *центральные (аксиальные)* и *смещенные (дезаксиальные)* кривошипно-шатунные механизмы. Так, в двигателях ЗМЗ-53-11, ЗМЗ-4025.10, ЗИЛ-508.10 и ЯМЗ-240БМ установлен дезаксиальный кривошипно-шатунный механизм (ось отверстия под поршневой палец 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 шума от перемещения поршня от одной стенки гильзы к другой при изменении направления движения поршня.

Корпусные детали образуют остов двигателя. К ним относят цилиндры 4 (рис. 15), головки 3 цилиндров, картер 7, поддон 9, переднюю и заднюю крышки. Внутри и на наружной поверхности остова расположены сборочные единицы и детали механизмов и систем двигателя.

Блок цилиндров и картер большинства автотракторных двигателей (Д-240, Д-245, А-41, ЗИЛ-508.10, ЯМЗ-240БМ, ЗМЗ-4062.10, ЗМЗ-53-11) выполнены в одной отливке, называемой **блок-картером 1** (рис. 16) и обладаемой большей жесткостью. Блок-картеры отливают из серого чугуна (для двигателей Д-240,

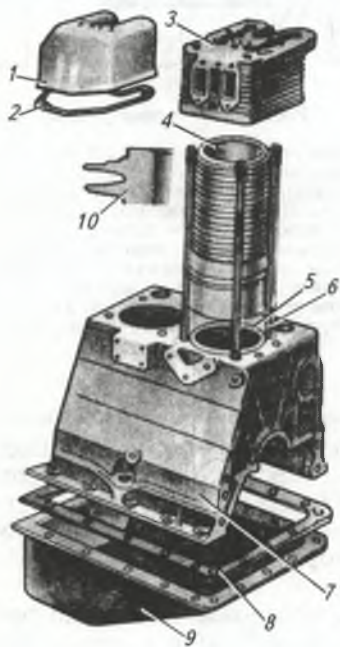


Рис. 15. Детали двигателя Д-21А1:

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

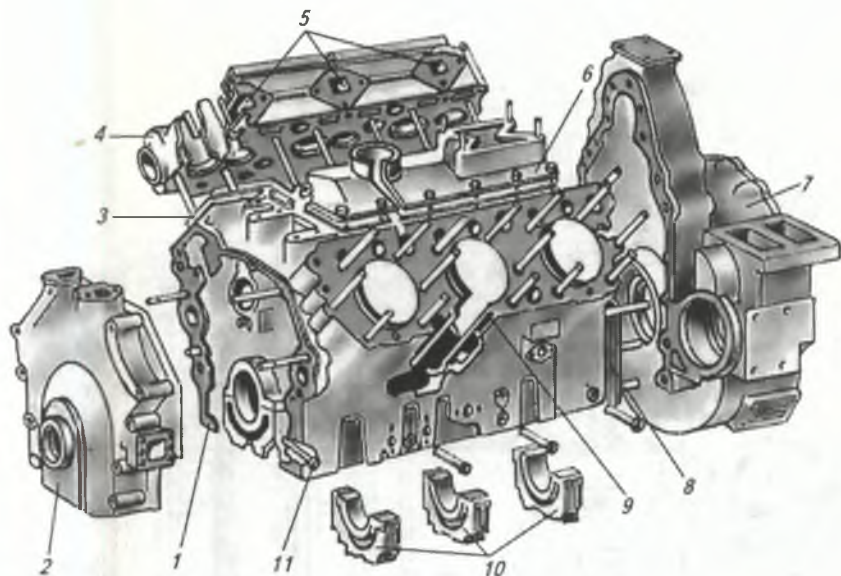


Рис. 16. Составные части блока-картера дизеля:

1 — блок-картер; 2 — передняя крышка; 3 — прокладка; 4 — головки цилиндров; 5 — выпускные окна; 6 — крышка ресивера; 7 — картер маховика; 8 — щит; 9 — гильза цилиндра; 10 — крышки коренных подшипников; 11 — специальный болт

ЯМЗ-240БМ, ЗМЗ-4062.10) или из алюминиевого сплава (для двигателя ЗМЗ-53-11).

Блок-картеры из алюминиевого сплава легко обрабатываемы, хорошо отводят теплоту, значительно легче чугунных и сравнительно дешевы, но их прочность ниже, чем у чугунных.

К верхней обработанной плоскости блок-картера 1 крепят головку 4 цилиндров. При V-образной конструкции блок-картера ряды цилиндров обычно расположены под углом 90° друг к другу, следовательно, у такого блок-картера две головки цилиндров. Из-за установки на каждой шатунной шейке коленчатого вала двух шатунов блоки цилиндров V-образной конструкции смещены один относительно другого на 30...40 мм в продольном направлении, а в развале между блоками цилиндров выполнена полость (ресивер) для воздуха, подаваемого в цилиндры, закрытая сверху крышкой 6.

В картерной части блок-картера имеются вертикальные перегородки. В верхней части каждой перегородки расположены опоры распределительного вала, а в нижней части — опоры колен-

чатого вала. Снизу картер закрыт поддоном 1 (рис. 17), который служит резервуаром для масла и защищает картер от пыли. Поддон большинства двигателей сделан из чугуна, листовой стали или сплава алюминия.

В стенках блок-картера выполнены каналы для подвода масла к трущимся поверхностям деталей и сверления для установки деталей. На внутренних и наружных поверхностях стенок предусмотрены обработанные площадки для крепления различных деталей и сборочных единиц. Так, к передней части блок-картера крепят крышку шестерен распределения 5, водяной насос 7, корпус 8 термостата, к задней части — лист 18.

Цилиндр вместе с поршнем и головкой цилиндра образуют объем, в котором совершается рабочий цикл двигателя. Внутренние боковые стенки цилиндра одновременно служат направляющими поршня при его возвратно-поступательном движении. Поэтому внутреннюю рабочую поверхность цилиндра — зеркало 2 (рис. 18, а) тщательно обрабатывают (ее овальность и конусность должны быть не бо-

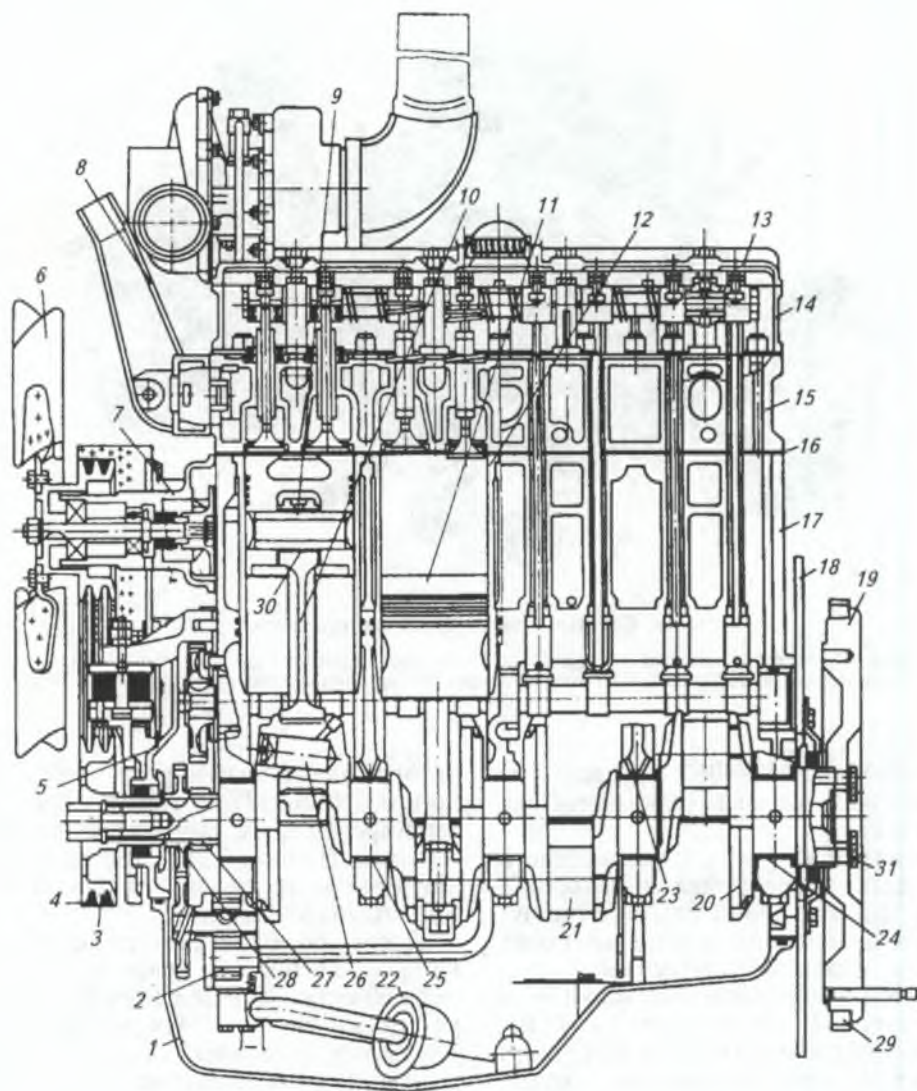


Рис. 17. Дизель Д-245Л (продольный разрез):

1 — поддон; 2 — масляный насос; 3 — шкив коленчатого вала; 4 — ремень вентилятора; 5 — крышка шестерен распределения; 6 — вентилятор; 7 — водяной насос; 8 — корпус термостата; 9 — поршневой палец; 10 — шатун; 11 — поршень; 12 — гильза цилиндра; 13 — колпак; 14 — крышка головки цилиндров; 15 — головка цилиндров; 16 — прокладка головки цилиндров; 17 — блок цилиндров; 18 — задний лист; 19 — маховик; 20 — противовес; 21 — коленчатый вал; 22 — маслоприемник; 23 — форсунка охлаждения поршня; 24 — коренные подшипники; 25 — шатунные подшипники; 26 — полость в шатунной шейке; 27 — шестерня распределения; 28 — шестерня привода насоса; 29 — зубчатый венец маховика; 30 — втулка шатуна; 31 — болт крепления маховика

лее 0,02 мм), чтобы обеспечить легкость движения поршня и плотное прилегание его к цилиндру.

Конструкция цилиндров в основном определяется способом охлаждения. В дизелях с воздушным охлаждением (Д-121, Д-120, Д-144) применяют чугунные ребристые цилиндры 4

(см. рис. 15). Они могут быть изготовлены каждый в отдельности. Тогда их крепят шпильками 6 к картеру 7. Для увеличения поверхности охлаждения цилиндры изготавливают с ребрами 10, литьем и механически не обрабатывают. При жидкостном охлаждении цилиндры выполняют в виде гильз 9 (см.

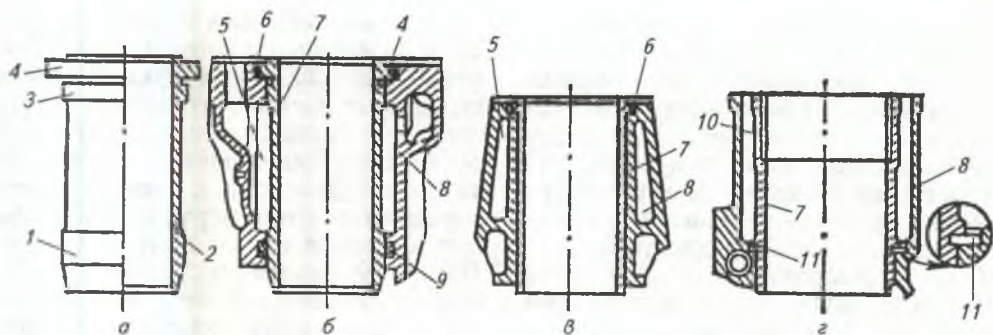


Рис. 18. Гильзы цилиндров:

а — дизеля Д-240; *б* — установка мокрой гильзы в блок-картер дизеля Д-245 с центровкой в двух поясах; *в* — установка сухой гильзы в блок-картер; *г* — установка мокрой гильзы в блок-картер с центровкой в одном пояске; 1, 3 — центровочные пояски гильзы; 2 — зеркало гильзы цилиндров; 4 — буртик; 5 — жидкостная рубашка блок-картера; 6 — прокладка головки цилиндров; 7 — гильза цилиндров; 8 — блок-картер; 9 — уплотняющее резиновое кольцо; 10 — вставка; 11 — уплотняющая медная прокладка

рис. 16), которые устанавливают непосредственно в блок-картер 1. При этом между наружной поверхностью цилиндра и внутренними стенками блок-картера должна быть предусмотрена кольцевая полость (рубашка), заполняемая охлаждающей жидкостью.

Гильзы, 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 гильз не имеют.

Гильзы, омываемые охлаждающей жидкостью с наружной поверхности, называют *мокрыми* (рис. 18, б). Их применяют в большинстве автотракторных двигателей: Д-245, Д-240, ЗМЗ-53-11, Д-260.2, ЗИЛ-508.10, ЗМЗ-4025.10, ЯМЗ-240Б. Толщина стенок мокрых гильз составляет 6...8 мм.

Однако при использовании мокрых гильз уменьшается жесткость блок-картера, возникает необходимость дополнительного уплотнения рубашки охлаждения, возможно кавитационное разрушение поверхностей.

Нижний посадочный пояс гильзы уплотняют резиновыми кольцами, которые устанавливают в выточке нижнего пояса гильзы (ЯМЗ-240Б, ЗИЛ-508.10) или в выточке блок-картера

(Д-240, Д-245). В некоторых двигателях для уплотнения применяют два (ЗИЛ-508.10) или три (ЯМЗ-240Б) резиновых кольца.

Мокрые гильзы устанавливают в гнездо блок-картера (рис. 18, б, г) 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 18, б показана мокрая гильза цилиндра, установленная в блок-картер двигателя Д-245. Нижним пояском буртик 4 опирается на 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 способствует лучшему обжатию прокладки 6 при креплении головки цилиндра и надежному уплотнению, препятствующему прорыву газов из цилиндра. На верхней плоскости торца гильзы выполнен узкий выступающий пояс, через кото-

рый усилия от затяжки гаек на шпильках головки цилиндров передаются на основание цилиндрической выемки блок-картера. Это исключает осевое перемещение гильзы и уменьшает ее деформацию. После установки гильзы цилиндрические поверхности ее буртика 4 и выемки на верхней плоскости блок-картера не должны соприкасаться.

Для карбюраторных двигателей (ЗИЛ-508.10, ЗМЗ-53-11) широко применяют чугунные мокрые гильзы 7 с запрессованной износостойкой вставкой 10 в верхней части. Эти гильзы устанавливают в блок-картере с центровкой в одном (ЗМЗ-53-11) или двух поясах (ЗИЛ-508.10). Гильзы с центровкой в одном нижнем пояске уплотняют медной прокладкой 11 под торцевой плоскостью буртика. Эту прокладку используют также для регулировки положения гильзы 7 по высоте блок-картера 8.

Сухие гильзы (рис. 18, в) устанавливают по всей длине цилиндра или только в его верхней части, где наблюдается максимальный износ. Толщина стенки сухой гильзы составляет 2...4 мм. Окончательно поверхность сухой гильзы обрабатывают после ее запрессовки в блок-картер.

Головка цилиндров вместе с их стенками и днищами поршней образуют камеры сгорания. Конструкция головки цилиндров зависит от формы камеры сгорания, расположения клапанов, наружных трубопроводов и системы охлаждения. Двигатели с внешним смесеобразованием при верхнем расположении клапанов имеют полусферические II (рис. 19, а) камеры сгорания (двустороннее поперечное или одностороннее продольное расположение клапанов) или клиновидные III камеры сгорания (одностороннее расположение клапанов в ряд).

Головки цилиндров двигателя ЗИЛ-508.10 имеют овально-клиновидную, а двигателя ЗМЗ-53-11 — полуклиновидную камеры сгорания с односторонним расположением клапанов в ряд. Их отливают из алюминиевого сплава со вставными седлами и направляющими клапанов, впускные каналы которых создают турбулизацию рабочего заряда и интенсивное его вращение в цилиндре.

Конструкция головки цилиндра дизелей зависит от способа смесеобразования и типа камеры сгорания. В двигателях с непосредственным впрыски-

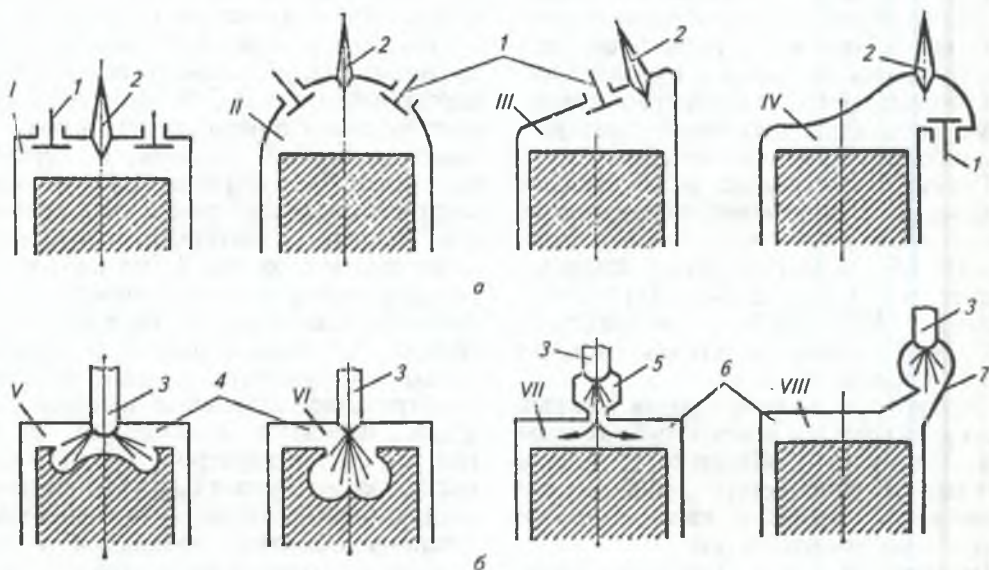


Рис. 19. Формы камер сгорания:

а — карбюраторных двигателей; б — дизелей; I — цилиндрическая; II — полусферическая; III — клиновидная; IV — смешенная (Г-образная); V, VI — неразделенные; VII, VIII — разделенные; 1 — клапан; 2 — искровая свеча зажигания; 3 — форсунка; 4 — камера сгорания; 5 — предкамера; 6 — основная камера; 7 — вихревая камера

ванием (Д-240 Д-245) и во всех дизелях ЯМЗ и КамАЗ двухклапанные головки цилиндров с верхним расположением клапанов имеют сравнительно простую форму: неразделенные *VI* и *VI* (рис. 19, б) камеры сгорания размещают обычно в поршне, форсунку располагают вертикально или наклонно с незначительным смещением от оси цилиндра. Впускные каналы в таких дизелях выполняют тангенциальными или винтовыми для получения интенсивных воздушных вихрей.

Головки цилиндров с разделенными камерами сгорания *VII* и *VIII* (см. рис. 19, б) в современных конструкциях дизелей применяют очень редко. В некоторых моделях однорядных и особенно *V*-образных дизелей наиболее распространены двухклапанные головки с выведенными в разные стороны впускными и выпускными клапанами. Такое расположение позволяет увеличить их поперечное сечение и уменьшить подогрев свежего воздуха.

Головки цилиндров как для одиночных (Д-121, ЯМЗ-240БМ), так и для блочных конструкций (Д-245) отливают из низколегированного серого чугуна.

Головку цилиндров надевают на шпильки, ввернутые в блок-картер, и крепят гайками, которые затягивают динамометрическим ключом равномерно в последовательности, указанной в инструкции завода-изготовителя.

С целью уплотнения между головкой и блок-картером или цилиндрами располагают асбостальную или медно-асбестовую прокладку толщиной 1,5...2 мм. Асбостальная прокладка (рис. 20, б) представляет собой тонкий лист стали — каркас *18*, с обеих сторон которого наложены листы *19* 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 *20*.

Если охлаждение жидкостное, то головку цилиндров выполняют с полосками, называемыми рубашкой, которая соединяется с рубашкой блок-картера. При воздушном охлаждении наружная поверхность головки *3* (см. рис. 15) имеет ребра *10* охлаждения.

Устройство головки цилиндров дизеля Д-245, отлитой из чугуна, показано на рисунке 20, а. Против каждого цилиндра со стороны нижней плоскости головки цилиндров выполнены два отверстия — гнезда, кромки которых скошены под углом 45° и служат опорными поясками для выпускного и впускного клапанов *1* (у двигателей Д-245, 3МЗ-4025.10, ЗИЛ-508.10, КамАЗ-740.10 в головке цилиндров предусмотрены вставные седла клапанов, изготовленные из износостойкого сплава). Над каждым гнездом в верхней части головки в вертикальное отверстие запрессована биметаллическая направляющая втулка *2* клапана.

Внутри головки цилиндров отверстия для клапанов переходят во впускные *8* и выпускные *11* каналы, которые выходят наружу. С одной стороны к головке цилиндров прикреплен выпускной, а с другой — впускной трубопроводы. Сверху на головке цилиндров установлены детали механизма газораспределения и крышка *4*, которая закрывается колпаком *5*.

Через восемь сквозных отверстий, расположенных вдоль правой стенки головки, проходят штанги *14* толкателей. Четыре латунных стаканчика *10* с левой стороны предназначены для установки и охлаждения форсунки.

Каждый цилиндр двигателей ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740 имеет головку определенной формы. У двигателя КамАЗ-740 (рис. 20, в) она изготовлена из алюминиевого сплава. Стык головки с блок-картером уплотнен двумя прокладками, газовый стык — стальной прокладкой, которая деформируется стальным опорным кольцом *16*, запрессованным в специальную расточенную канавку на нижней плоскости головки цилиндров *3*. Соединения каналов для охлаждающей жидкости и масла, а также головка цилиндров по контуру уплотнены формованной резиновой прокладкой.

Головка цилиндров двигателя 3МЗ-4062.10 отлита из алюминиевого сплава, имеет два впускных и два выпускных клапана на каждый цилиндр. В верхней части головки цилиндров размещены два распределительных вала. Отверстия под свечи зажигания находятся в центре камер сгорания.

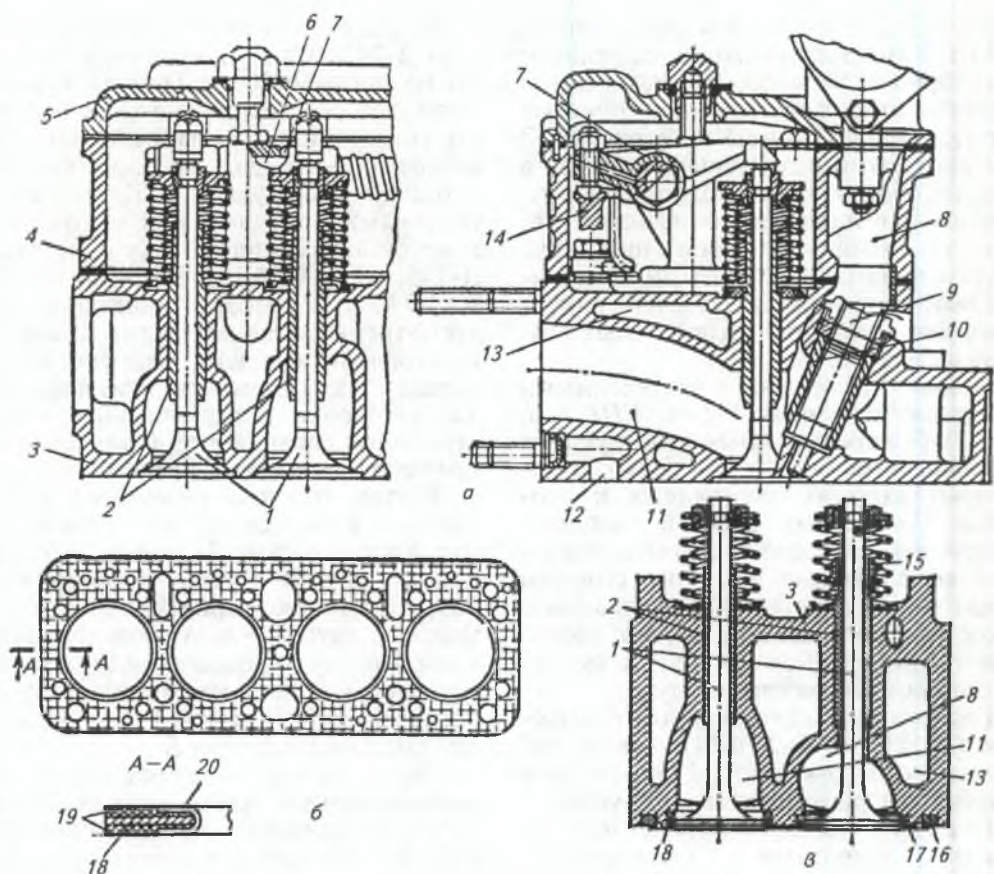


Рис. 20. Головка цилиндров в сборе с клапанным механизмом:

a — дизеля Д-245; *б* — прокладка головки; *в* — дизеля КамАЗ; 1 — клапаны; 2 — направляющие втулки клапанов; 3 — головка цилиндров; 4 — крышка головки цилиндров; 5 — колпак крышки; 6 — ось коромысел; 7 — коромысло; 8 — впускной канал; 9 — форсунка; 10 — стакан форсунки; 11 — выпускной канал; 12 — отверстие для прохода охлаждающей жидкости в блок-картер; 13 — полость для охлаждающей жидкости; 14 — штанга; 15 — манжета с пружиной; 16 — опорное кольцо; 17 — чугунные седла клапанов; 18 — стальная окантовка; 19 — асбестовые листы; 20 — стальная окантовка

Поршень служит для восприятия давления газов и передачи его через поршневой палец и шатун на кривошип коленчатого вала. Поршень подвержен наибольшему воздействию механических (давление на него в дизелях достигает 9 МПа) и тепловых (температура в процессе горения смеси достигает 3000 К) нагрузок. Так как поршень движется возвратно-поступательно, следовательно неравномерно, а около середины хода — с большой скоростью (7...15 м/с), то дополнительно создаются высокие циклические инерционные нагрузки и значительные силы трения боковой поверхности поршня о ци-

линдр. Одновременно поршень выполняет функции уплотняющего элемента кривошипно-шатунного механизма и отводит теплоту от находящихся в надпоршневом пространстве горячих газов. Все это предъявляет высокие требования к конструкции поршня. Материал поршня современного двигателя должен обладать высокими механическими свойствами и износостойкостью, сохранять их при высоких температурах, быть легким, хорошо отводить теплоту.

Поршни современных отечественных автотракторных двигателей отличаются из алюминиевых сплавов с пони-

женным коэффициентом теплового расширения. Для улучшения механических свойств поршни подвергают термической обработке.

В поршне различают днище 9 (рис. 21), уплотняющую 10 и направляющую (юбку) 11 части. Форма днища может быть плоской или сложной. У дизелей днище имеет фасонную форму, зависящую от камеры сгорания 7, направления потока газов и расположения клапанов.

На внутренней стороне юбки имеются два прилива — бобышки 13. Они соединяются симметрично расположенными ребрами с днищем, увеличивая тем самым прочность поршня. В бобышках выполнены отверстия 15 для установки пальца, в которых проточены кольцевые канавки 12 для стопорных колец.

На боковой наружной поверхности уплотняющей части (головке) поршня выполнены канавки, в которые устанавливают поршневые кольца: в верхние канавки — компрессионные 3 и 4, в нижнюю — маслосъемное 2. В головку поршня двигателей КамАЗ-740.10 и Д-245 (см. рис. 21) с целью повышения его долговечности залита чугунная вставка 5 из нирезиста (жаропрочного чугуна), в которой проточена канавка для верхнего компрессионного кольца 4.

Число колец, устанавливаемых на поршне, зависит от типа двигателя и частоты вращения коленчатого вала. Как в карбюраторных, так и в дизелях широко применяют укороченные поршни с двумя компрессионными и одним маслосъемным кольцами, расположенными выше поршневого пальца.

Иногда нижняя кромка канавок для маслосъемных колец имеет фаску. По окружности в канавках и фасках просверлены сквозные радиальные отверстия 15 (дренажные), по которым избыток масла, снимаемый кольцами с рабочей поверхности цилиндра, стекает внутрь поршня, а затем в картер.

У некоторых поршней (двигатели Д-240, Д-245) на торце юбки предусмотрена выточка с острой кромкой для снятия излишков масла с зеркала цилиндра.

Для получения подвижного соединения цилиндр и поршень подбирают

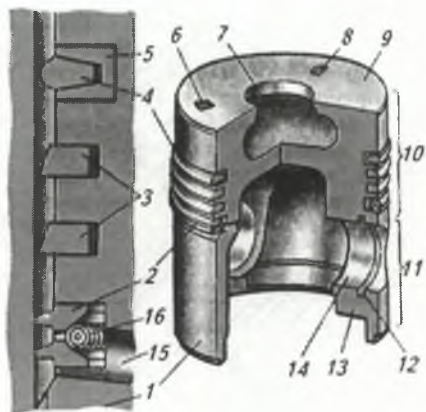


Рис. 21. Поршень и кольцо дизеля Д-245:

1 — поршень; 2 — маслосъемное кольцо; 3, 4 — компрессионные кольца; 5 — чугунная вставка из нирезиста; 6 — метка, обозначающая размерную группу поршня по группе; 7 — камера сгорания; 8 — метка, обозначающая размерную группу поршня по массе; 9 — днище поршня; 10 — уплотняющая часть поршня (головка); 11 — направляющая часть поршня (юбка); 12 — канавка под стопорное кольцо; 13 — бобышка поршня; 14 — отверстие для поршневого пальца; 15 — радиальное (дренажное) отверстие; 16 — спиральный расширитель

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 (головки) поршня выполняют меньшим, чем нижней (юбки). В дизеле типа ЯМЗ предусмотрено также охлаждение днища поршня с внутренней стороны маслом, поступающим из вертикальных каналов перегородок блок-картера по трубке 2 (рис. 22). Для прохода трубки во время движения поршня в его юбке сделаны две прорези шириной 16 мм для обеспечения взаимозаменяемости поршня при установке в любой цилиндр.

Направляющую часть поршней многих двигателей делают овальной формы, а некоторых карбюраторных (ЗМЗ-53-11) — с разрезами. На наружной поверхности в зоне расположения бобышек у поршней двигателей (Д-121,

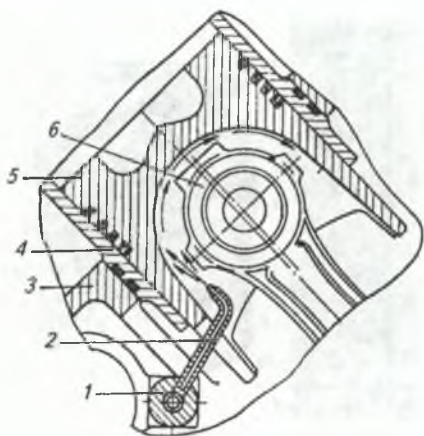


Рис. 22. Схема подачи масла на охлаждение поршня:

1 — перегородка блок-картера; 2 — трубка; 3 — блок-картер; 4 — гильза цилиндров; 5 — поршень; 6 — шатун

Д-240, Д-245 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 — одинаковым. Разрезы придают направляющей части поршня 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, составляет 0,05...0,1 мм. Если же юбка поршня цилиндрической формы и без разреза, то зазор равен 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-66 таких групп две, в дизелях Д-240 и Д-250 — три, в двигателе ЗМЗ-4025.10 — пять, а в дизеле ЯМЗ-240БМ — шесть. Метки размерной группы в этих дизелях нанесены на верхнем торце гильзы цилиндра 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-508.10, ЗМЗ-4025.10, ЗМЗ-53-11, ЯМЗ-240БМ покрывают тонким слоем (0,001...0,006 мм) олова или коллоидного графита (в дизеле КамАЗ-740.10). В двигателях ЗМЗ-53-11, КамАЗ-740.10 для прохода противовесов коленчатого вала при нижнем положении поршня и уменьшения массы поршня часть юбки под бобышками удалена.

Поршни по массе подбирают так, чтобы разность их масс не превышала значения, указанного заводом-изготовителем. Например, у дизеля СМД-66 разность масс поршней должна быть не более 10 г. Подбор поршней по массе нужен для уменьшения вибрации двигателя из-за неодинаковых масс возвратно-поступательно движущихся деталей.

На днище поршня большинства V-образных двигателей выполнена стрелка или метка, указывающая, как правильно устанавливать поршень в цилиндр, а на днище каждого поршня двигателя ЗМЗ-4062.10 сделаны четыре цековки, которые предотвращают касание (удары) о днище поршня тарелок клапанов при нарушении фаз газораспределения.

Поршневые кольца по назначению делят на компрессионные (уплотняющие) и маслосъемные.

Компрессионное кольцо служит уплотнением между поршнем и стенкой цилиндра, предотвращая прорыв воздуха и газов из пространства над поршнем в картер, а также проникновение масла в камеру сгорания. Одновременно компрессионные кольца отводят теплоту от поршня к стенке цилиндра. Для обеспечения необходимой герметичности надпоршневого пространства в двигателях устанавливают два-три компрессионных кольца.

Основной материал компрессионных колец — серый перлитный хромитаномеднистый чугун, легированный молибденом, ванадием или вольфрамом.

В результате непосредственного соприкосновения с горячими газами, а также ввиду большой работы сил трения кольцо подвергается сильному нагреву, поэтому возникают значительные трудности в создании надежного его смазывания, особенно при положении поршня в ВМТ. В этой зоне два первых кольца практически работают в условиях полусухого трения, что вызывает их интенсивное изнашивание вместе с соответствующим участком цилиндра.

Компрессионные кольца для верхней поршневой канавки — обычно прямоугольной или трапецевидной формы. Прямоугольные кольца хорошо уплотняют надпоршневое пространство, просты по конструкции и в изготовлении. Под действием газовых сил кольцо нижним торцом плотно перекрывает зазор между поршнем и цилиндром, что способствует не только хорошему

уплотнению, но и повышенной теплоотдаче поршня (рис. 23, а). Разрез в кольце называют замком. Его делают косым под углом $30...45^\circ$ или прямым (рис. 23, б). Наиболее распространен прямой замок. В рабочем состоянии кольца в цилиндре всегда должен быть зазор в замке, чтобы оно при нагревании не заклинивалось. Значение зазора при установке поршня в цилиндр для различных двигателей находится в пределах $0,15...0,8$ мм.

Чтобы кольца свободно пружинили, их устанавливают в канавках поршня по высоте также с небольшим зазором (для различных двигателей зазор по высоте находится в пределах $0,045...0,23$ мм). Обычно зазоры в замках и по высоте у верхних поршневых колец больше, чем у нижних.

При установке кольца на поршень замки должны находиться на равных расстояниях один от другого (через $90...120^\circ$), чтобы не образовался сплошной канал для газов. В двухтактном двигателе в замки колец вставляют стопорные штифты, препятствующие прокручиванию колец и тем самым пре-

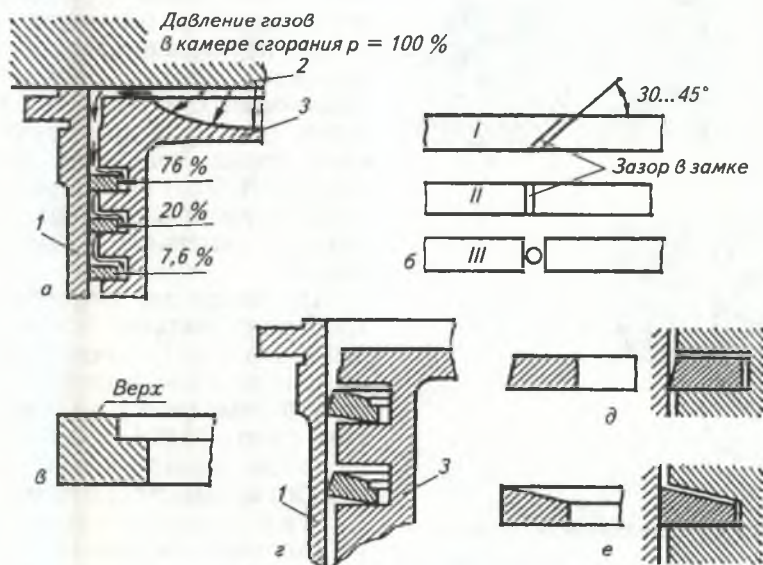


Рис. 23. Компрессионные поршневые кольца:

а — схема уплотняющего действия кольца: 1 — гильза цилиндра; 2 — головка цилиндра; 3 — поршень; б — формы замков колец: I — косой; II — прямой; III — прямой со стопорным винтом; в — скручивающееся кольцо в свободном состоянии; г — скручивающиеся кольца в рабочем состоянии; д — компрессионное кольцо с конической наружной поверхностью; е — компрессионное кольцо, имеющее в поперечном сечении форму односторонней трапеции

дотвращающие касания концом кольца за кромку продувочного или выпускного окна и их поломку.

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 (закоксовыванием) колец*, сопровождается уменьшением мощности двигателя и увеличением расхода масла.

Для обеспечения длительного плотного прилегания поршневых колец к стенке цилиндра при изготовлении колец предусматривают в их конструкции неравномерное радиальное давление по

окружности и наибольшее давление у замка. Такое распределение давлений достигается специальной формой отливки кольца и его механической обработкой.

У двигателей ЗМЗ-53-11, ЗМЗ-4025.10, ЗИЛ-508.10 сверху кольца по внутреннему диаметру имеется выемка (рис. 23, в). Такие кольца, установленные в цилиндр, испытывают деформацию кручения и прилегают к зеркалу цилиндра нижней кромкой (рис. 23, а). Поверхность соприкосновения у скручивающихся колец меньше, давление на стенку цилиндров больше, поэтому они быстрее прирабатываются и лучше уплотняют зазор между поршнем и цилиндром.

В дизелях Д-240, Д-245 наружная поверхность вторых и третьих компрессионных колец коническая (рис. 23, д). Подобные кольца быстро прирабатываются к зеркалу цилиндра, и срок службы их увеличивается.

У дизелей А-41 установлены кольца, имеющие в поперечном сечении форму односторонней трапеции (рис. 23, е) с небольшим углом наклона (до 10°) в сторону внутреннего диаметра. Эти кольца хорошо контактируют с зеркалом цилиндра. Цилиндрическая наружная поверхность верхнего (первого) компрессионного кольца хромирована. Общая толщина хрома равна $0,12...0,20$ 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 вторых и третьих компрессионных колец (двигателей Д-245 и др.) их поверхности, прилегающие к гильзе, выполняют с большой конусностью (до $1,5^\circ$) и покрывают тонким слоем ($0,005...0,006$ мм) олова. У двигателя КамАЗ-740.10 поверхность второго кольца покрыта молибденом.

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 окисляет-

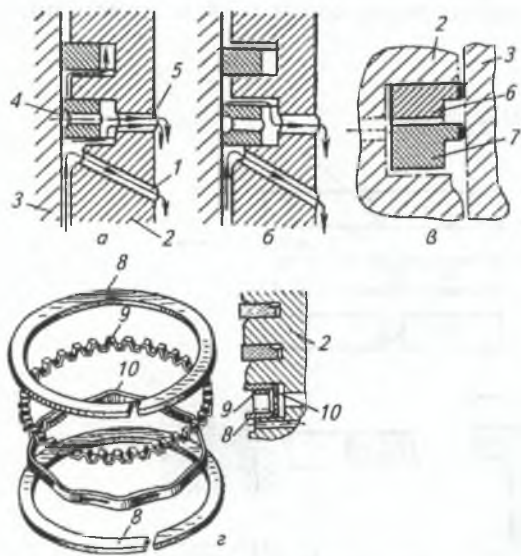


Рис. 24. Маслосъемные поршневые кольца:

а — схема работы маслосъемных колец при движении поршня вниз; б — схема работы маслосъемных колец при движении поршня вверх; в — положение маслосъемных колец скребкового типа в канавке поршня; г — составное маслосъемное кольцо; 1 — маслоотводный канал; 2 — поршень; 3 — цилиндр; 4 — прорез в кольце; 5 — канал в поршне; 6, 7 — маслосъемные кольца скребкового типа; 8 — диски; 9 — осевой расширитель; 10 — радиальный расширитель

ся. Это вызывает повышенный расход масла и образование нагара на днище поршня, головке и стенках цилиндра.

Работа маслосъемных колец показана на рисунке 24. При движении поршня 2 вниз (рис. 24, а) излишки масла снимаются кромками кольца. Через зазор между кольцами и стенкой канавки поршня, а также через прорезь 4 в кольце и канал 5 в поршне масло отводится в картер двигателя. Если в поршне имеются маслоотводные каналы 1 под кольцом, то часть снятого масла стекает в картер по этим каналам. Излишки масла также удаляются в картер при движении поршня вверх (рис. 24, б).

На поршни некоторых тракторных дизелей (Д-240, А-41, ЯМЗ-240Б) устанавливают два маслосъемных кольца: одно — над поршневым пальцем, другое — на направляющей части поршня. Но в большинстве тракторных и автомобильных двигателей (Д-245, ЗИЛ-508.10, ЗМЗ-53-11, ЗМЗ-4025.10, ЗМЗ-4062.10, КамАЗ-740.10 и др.) на поршне имеется по одному маслосъемному кольцу, расположенному над поршневым пальцем.

На поршнях двигателей ЗИЛ-508.10, ЗМЗ-53-11, ЗМЗ-4025.10 устанавливают составное маслосъемное кольцо (рис. 24, з), выполненное из пружинной стали. Кольцо состоит из двух дисков 8, осевого 9 и радиального 10 расширителей. Осевого расширителя 9, расположенный между дисками 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 двигателях ЗМЗ-4062.10 применено составное маслосъемное кольцо только с одним двухфункциональным расширителем.

При сборке маслосъемного кольца замки дисков смещают один относительно другого на угол 180° , а замок расширителя располагают между ними.

Поршневой палец служит для шарнирного соединения поршня с шатуном. Он представляет собой стальной полый цилиндр, стенки которого имеют небольшую толщину. Палец подвергают термической обработке, чтобы получить верхний твердый износостой-

кий слой (1...1,5 мм) и вязкую середину. Для уменьшения трения наружную поверхность пальца полируют.

В зависимости от способа крепления различают поршневые пальцы трех типов: закрепленные в бобышках поршня, закрепленные в верхней головке шатуна и плавающие. Пальцы, закрепленные в бобышках поршня, применяют ограниченно.

В современных двигателях широко распространены поршневые пальцы плавающего типа. От осевых перемещений палец удерживается стопорными пружинящими кольцами, которые вставляют в канавки 12 (см. рис. 21).

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 маслосъемным кольцом и разбрызгиваемым коленчатым валом. У некоторых двигателей в бобышках для лучшего поступления масла к трущимся поверхностям бобышек и пальца сделаны сверления.

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

Поршневые пальцы с плотной посадкой в верхней головке шатуна применяют в двигателях ВАЗ. Они могут поворачиваться только в бобышках поршня.

Поршневые пальцы комплектуют по массе и наружному диаметру.

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

Шатун должен быть прочным, жестким и легким. Его штампуют из высококачественной углеродистой или легированной стали, после чего подвергают механической и термической обработке.

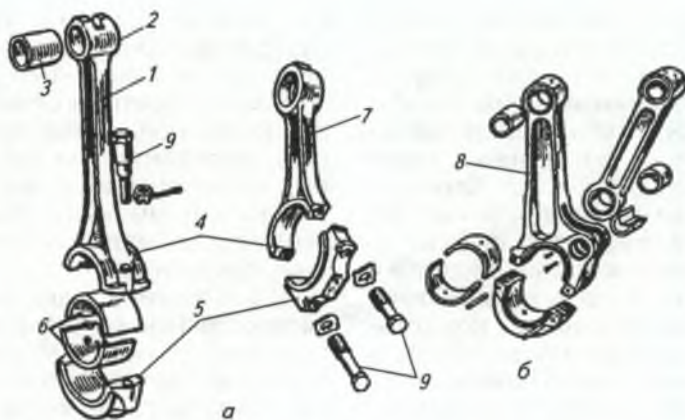


Рис. 25. Детали шатунной группы:

а — рядного двигателя; *б* — V-образного двигателя; 1 — стержень; 2, 4 — соответственно верхняя и нижняя головки; 3 — втулка; 5 — крышка нижней головки; 6 — вкладыши нижней головки; 7 — шатун с косым разъемом нижней головки шатуна; 8 — сочлененный шатунный узел V-образного двигателя; 9 — шатунные болты

Различают следующие элементы шатуна: верхнюю (поршневую) головку 2 (рис. 25), стержень 1 и нижнюю (кривошипную) разъемную головку 4, закрепляемую на шатунной шейке коленчатого вала. Стержень 1 шатуна обычно имеет двутавровое сечение. В верхнюю головку 2 запрессовывают бронзовую или биметаллическую втулку 3.

Длина верхней головки шатуна на 2...4 мм меньше расстояния между торцами бобышек поршня, что исключает возможность трения головки о бобышки поршня. Для смазывания поршневых пальцев в верхней головке и во втулке двигателей ЗИЛ-508.10, ЗМЗ-53-11, ЗМЗ-4025.10, ЗМЗ-4062.10 выполнены сверления. В шатунах дизелей А-41 масло во втулку верхней головки подается принудительно из нижней головки по каналу в стержне шатуна.

Нижняя головка — наиболее сложный конструктивный элемент шатуна. Она должна иметь высокую жесткость для надежной работы шатунных вкладышей, минимальные размеры и массу для снижения инерционных сил, плавные переходы во избежание концентрации напряжений, обеспечивать возможность демонтажа шатуна через цилиндр. Наиболее распространенные шатуны имеют кривошипную головку с прямым плоским разъемом под углом 90° к главной оси шатуна. Однако в двигателях А-41 и ЯМЗ-240БМ разъем

нижней головки шатунов 7 (см. рис. 25) выполнен под углом 55° . Это позволяет устанавливать комплект поршня с шатуном через цилиндр.

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

Крышки шатунов невзаимозаменяемы, поэтому на поверхностях обеих половин нижней головки шатуна с одной стороны ставят одинаковые метки (цифры), в соответствии с которыми соединяют крышку с шатуном. Шатуны подбирают по массе. Например, разность масс шатунов (в комплекте) двигателя СМД-66 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.

В V-образных двигателях могут быть применены как отдельные, так и сочлененные шатуны. Сочлененные шатуны 8 (см. рис. 25) имеют одну общую шатунную головку, к которой один из шатунов крепится шарнирно с помощью пальца. У таких двигателей цилиндры одного ряда не смещены относительно другого в осевом направлении коленчатого вала.

Шатунные подшипники представляют собой тонкостенные вкладыши 6 (см. рис. 25), изготавливаемые из стальной ленты толщиной 1...3 мм. Их внутренняя поверхность для уменьшения трения и износа шеек коленчатого вала покрыта тонким слоем (0,08...0,1 мм) антифрикционного сплава на алюминиевой основе или свинцовистой бронзы.

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

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, называемые холодильниками. Они улучшают отвод масла из подшипника.

Вкладыши по всей поверхности покрывают слоем олова толщиной 0,002...0,003 мм. Лужение способствует быстрой приработке внутренней поверхности вкладышей к шейке коленчатого вала, а следовательно, и надежному отводу теплоты. Между вкладышами шатунного подшипника и шейкой вала предусматривают радиальный зазор для создания масляного слоя: у дизелей СМД-66 — 0,09...0,146 мм, а у карбюраторного двигателя ЗИЛ-508.10 — 0,026...0,083 мм.

Вкладыши шатунных подшипников взаимозаменяемы, т. е. их можно устанавливать в шатун без подгонки по месту и при этом обеспечивается необходимый зазор между подшипником и шейкой вала.

Шатуны противоположных цилиндров V-образных двигателей (ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-508.10 и ЯМЗ-240БМ) закреплены на одной шейке коленчатого вала.

Коленчатый вал относится к наиболее нагруженным и напряженным деталям двигателя. Механическую энергию от цилиндропоршневой группы, коленчатый вал преобразует во вращательное движение и передает это движение трансмиссии. Газовые и инерционные силы создают значительные скручивающие и изгибающие напряжения в коленчатом валу. Кроме того, периоди-

чески изменяющиеся крутящие моменты вызывают его крутильные колебания.

Коленчатый вал состоит из следующих основных элементов: коренных шеек 1 (рис. 26), которыми вал опирается на коренные подшипники, расположенные в картере; шатунных шеек 11; щеки 2, соединяющих коренные и шатунные шейки; носка (переднего конца); хвостовика (заднего конца). Для уменьшения концентрации напряжений места перехода шеек в щеки выполняют в виде закруглений, называемых *галтелями*. Для разгрузки коренных подшипников от действия центробежных сил инерции на щеках коленчатого вала устанавливают противовесы 12.

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 ЗИЛ-508.10, Д-245, КамАЗ-740.10) или отливают из легированного (магниевого) чугуна (для двигателей ЗМЗ-4025.10, ЗМЗ-53-11). Все поверхности коленчатого вала, сопрягающиеся с другими деталями, подвергают механической обработке.

Для повышенной твердости и износостойкости коренные и шатунные шейки коленчатых валов подвергают термической обработке. Затем их шлифуют и полируют. Овальность и конусность шеек новых валов не должны превышать 0,015 мм.

Чтобы достичь 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 щеки (в двигателях ЗИЛ-508.10).

Форма коленчатого вала зависит от числа и расположения цилиндров, порядка работы и тактности двигателя.

При однорядном расположении цилиндров число шатунных шеек равно числу цилиндров. Когда расположение

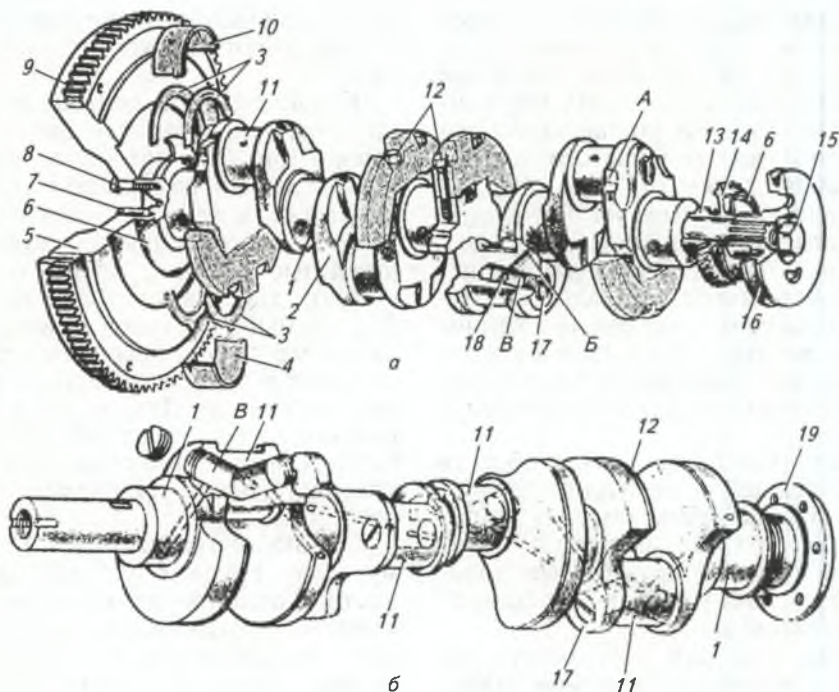


Рис. 26. Коленчатые валы:

а — рядного дизеля Д-245; *б* — V-образного двигателя ЗИЛ-508.10; 1 — коренная шейка; 2 — щека; 3 — упорные полукольца; 4, 10 — нижний и верхний вкладыши коренного подшипника; 5 — маховик; 6 — маслоотражательная шайба; 7 — установочный штифт; 8 — болт крепления маховика; 9 — зубчатый венец; 11 — шатунная шейка; 12 — противовесы; 13 — зубчатое колесо коленчатого вала; 14 — ведущее зубчатое колесо привода масляного насоса; 15 — болт крепления шкива; 16 — шкив; 17 — пробка; 18 — сверление для прохода чистого масла; 19 — фланец; А — место клеймения размерной группы шеек; Б — канал подвода масла в полость шатунной шейки; В — полость шатунной шейки

цилиндров V-образное (ЗМЗ-53-11 и др.), на каждой шатунной шейке коленчатого вала 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 габаритные размеры и стоимость двигателя.

Коленчатый вал, у которого с двух сторон шатунной шейки расположены коренные (в двигателях 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, маслоотража-

тельную шайбу и сальниковое уплотнение. У двигателя СМД-66 зубчатое колесо привода механизма газораспределения размещено на хвостовике коленчатого вала, который оканчивается фланцем для крепления маховика.

Осевые смещения коленчатого вала ограничивают специальным устройством одного из коренных подшипников или другим приспособлением. Так, в двигателях Д-245, А-41 (рис. 26, *а*) для этой цели используют четыре сталеалюминиевых полукольца 3, которые размещают в проточках по торцам задней коренной опоры, а в двигателе ЗМЗ-4062.10 такие полукольца устанавливают на третьей коренной опоре коленчатого вала. В двигателях ЯМЗ-240БМ осевое смещение коленчатого вала ограничивают бронзовые кольца, размещенные в выточках специального корпуса, прикрепленного к переднему

торцу блок-картера. У двигателей ЗМЗ-53-11, ЗМЗ-4025.10, ЗИЛ-508.10 для ограничения осевых смещений коленчатого вала с обеих сторон первого коренного подшипника установлены стальные упорные шайбы, каждая из которых с одной стороны покрыта баббитом.

На носке вала двигателя Д-245 закрепляют одно или два зубчатых колеса 13, 14 для привода механизмов двигателя, маслоотражательную шайбу 6 и шкив 16 привода вентилятора. В двигателях ЗИЛ-508.10, ЗМЗ-53-11 и др. на конце носка устанавливают храповик для проворачивания коленчатого вала специальной рукояткой. За задним коренным подшипником на хвостовике коленчатого вала некоторых двигателей выполнена маслосгонная резьба. В местах выхода из блок-картера передний и задний концы коленчатого вала уплотнены сальниками.

Для подвода моторного масла к коренным и шатунным подшипникам шейки коленчатого вала соединены каналами Б (см. рис. 26, а), проходящими в щеках.

В шатунных шейках коленчатых валов многих автотракторных двигателей предусматривают полости В (рис. 26, а, б) для центробежной очистки масла. Эти полости называют *грязеуловителями*. Масло от коренных шеек вала по каналам поступает в полости В. С торца каждая полость закрыта пробкой 17. При вращении коленчатого вала тяжелые примеси (пыль, коксовые и металлические частицы), имеющиеся в масле, под действием центробежной силы отбрасываются к стенке полости В, а очищенное масло подается по сверлению 18 в шатунный подшипник. У двигателя ЗМЗ-53-11 масло из полости грязеуловителя подается к наружной поверхности шатунной шейки по каналу.

Коренные подшипники коленчатых валов в двигателях могут быть двух видов: скольжения и качения. Подшипники скольжения — это взаимозаменяемые вкладыши, которые конструктивно мало отличаются от вкладышей шатунных подшипников. Для большинства двигателей их изготавливают из облуженной сталеалюминиевой лен-

ты. Толщина слоя алюминиевого сплава составляет 0,5...0,9 мм, олова — 0,003...0,009 мм. Вкладыши коренных подшипников дизеля КамАЗ-740.10 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 вкладыш — в съемную крышку. Вкладыши устанавливают в постели с натягом. Это обеспечивает плотное прилегание вкладышей к постели по всей окружности при затяжке гаек у шпилек коренных подшипников. Проворачивание и осевое смещение вкладышей предотвращаются благодаря натягу и усикам, которые входят в специально сделанные клиновые пазы в постелях блок-картера и крышках коренных подшипников.

Съемные крышки под нижние вкладыши крепят к блок-картеру болтами или шпильками с гайками. Гайки шпилек шплинтуют замковыми шайбами или проволокой. Съемные крышки не взаимозаменяемы.

Радиальный зазор между вкладышами коренного подшипника и шейкой коленчатого вала у дизеля СМД-66 колеблется в пределах 0,1...0,156 мм, а у карбюраторного двигателя ЗИЛ-508.10 — в пределах 0,026...0,065 мм.

Коленчатые валы изготавливают 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.

В двигателе ЯМЗ-240БМ и его модификациях коренными подшипниками 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 смещений стопорными кольцами (внутренние кольца отсутствуют). Ролики катятся непосредственно по беговым дорожкам на коренных шейках. Внутри коленчатого вала предусмотрены 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.

В двигателях ЯМЗ-240БМ и Д-260.2 для снижения амплитуды крутильных колебаний применяют гаситель жидкостного трения. Он представляет собой стальной герметичный корпус с крышкой, внутри которого с зазором 0,1...0,24 мм по всему контуру размещен чугунный диск. Через отверстие в крышке гаситель 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 сил трения в тонком слое вязкой жидкости, находящейся между внутренними стенками корпуса и свободно расположенным в корпусе диском.

Маховик 5 (см. рис. 26) накапливает кинетическую энергию во время такта расширения и расходует ее для враще-

ния коленчатого вала в течение трех вспомогательных тактов. Маховик компенсирует неравномерность вращения коленчатого вала за счет запасенной энергии, облегчая 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 Д-245, маховик крепят болтами 8 к фланцу 19. На наружную цилиндрическую поверхность маховика напрессовывают стальной зубчатый венец 9 с целью вращения коленчатого вала электростартером или пусковым двигателем. В двигателе П-10УД и его модификациях маховик устанавливают на хвостовике коленчатого вала, фиксируют шпонкой и крепят к валу гайкой.

Чтобы при разборке не нарушить взаимное положение маховика и коленчатого вала, болты крепления маховика или его установочные штифты 7 располагают несимметрично.

На маховике монтируют муфту сцепления. 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 двигателя на опорах, которая передается раме и различным сборочным единицам машины. Вследствие вибрации увеличиваются механические потери и износ деталей, ослабляется крепление сборочных единиц, нарушаются регулировки в механизмах.

С целью уравновешивания двигателей выбирают соответствующее число и расположение цилиндров, а также схе-

му расположения кривошипов коленчатого вала, вводят дополнительные массы (противовесы), применяют специальные механизмы.

Полностью уравновешенным считают двигатель, у которого сумма сил инерции и сумма моментов этих сил равны нулю. К таким двигателям относится двенадцатицилиндровый с V-образным расположением цилиндров двигатель ЯМЗ-240БМ. Кривошипы его коленчатого вала расположены под углом 120° один относительно другого. Остальные автотракторные двигатели неуравновешены.

Уравновешивания кривошипно-шатунного механизма не всегда можно достичь за счет установки на коленчатый вал противовесов. Поэтому для некоторых двигателей применяют специальные механизмы уравновешивания. Так, в двухцилиндровом тракторном дизеле Д-21А1 установлен механизм уравновешивания, который состоит из валика 5 (рис. 27), расположенного параллельно оси коленчатого вала, и двух грузов — противовесов 2 и 6, жестко укрепленных на валике. Валик 5 приводится во вращение промежуточной шестерней 3 механизма газораспределения с той же частотой, что и коленчатый вал, но в противоположную сторону.

В четырехцилиндровых дизелях шейки коленчатого вала расположены под углом 180° . Силы инерции, возникающие при движении поршней и шатунов в двух крайних цилиндрах (первом и четвертом), направлены в одну сторону. Силы инерции, возникающие в двух средних цилиндрах (втором и третьем), направлены в противоположную сторону, поскольку противоположно и движение поршней. Так как по массе поршни, пальцы, шатуны подбирают очень тщательно, то силы инерции, которые они вызывают, почти одинаковые. Поэтому силы инерции первого порядка в первом и четвертом цилиндрах уравновешиваются силами инерции первого порядка во втором и третьем цилиндрах.

Для уравновешивания сил инерции второго порядка требуется специальный механизм. В дизеле Д-240 силы инерции второго порядка не уравновешены.

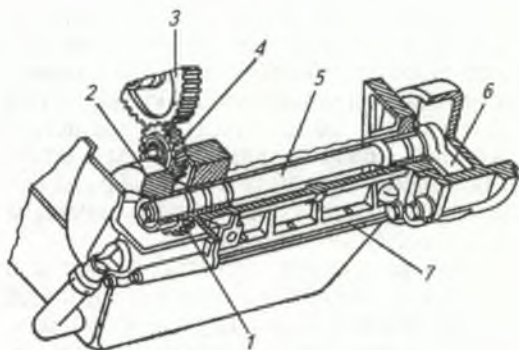


Рис. 27. Механизм уравновешивания дизеля Д-121:

1, 4 — шестерни привода уравновешивающего механизма; 2, 6 — грузы; 3 — промежуточная шестерня механизма газораспределения; 5 — валик; 7 — картер дизеля

Механизм уравновешивания дизеля А-41 расположен в специальном корпусе 1 (рис. 28), прикрепленном к нижней плоскости картера. Механизм состоит из двух дисбалансных грузов 2, выполненных в виде зубчатых колес.

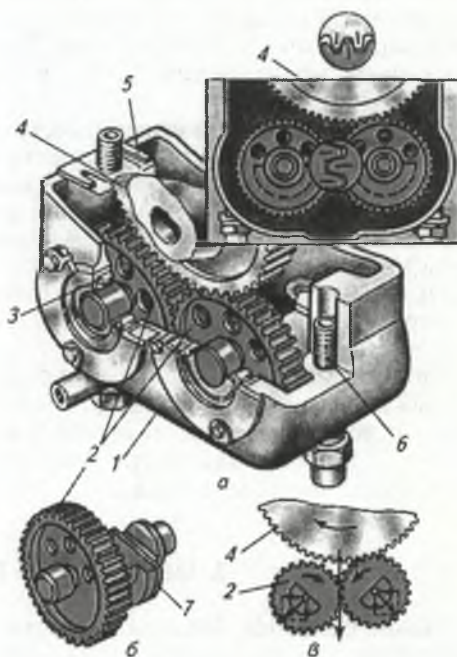


Рис. 28. Механизм уравновешивания сил инерции второго порядка дизеля А-41:

а — механизм уравновешивания; б — зубчатое колесо с грузом; в — схема действия механизма уравновешивания; 1 — корпус; 2 — зубчатые колеса; 3 — подшипник; 4 — зубчатый венец коленчатого вала; 5 — регулировочная прокладка; 6 — болт крепления корпуса; 7 — груз на зубчатом колесе

Зубчатые колеса вращаются на роликовых подшипниках 3 и приводятся в движение от зубчатого венца 4, напрессованного на четвертую щеку (круглую) коленчатого вала. Частота вращения грузов в 2 раза больше частоты вращения коленчатого вала дизеля. Грузы соединены между собой и с коленчатым валом согласно меткам.

При вращении зубчатых колес 2 в противоположные стороны возникают центробежные силы грузов. Если разложить эти силы на вертикальные и горизонтальные составляющие, то горизонтальные силы будут направлены в противоположные стороны и уравновесят одна другую. Вертикальные составляющие складываются в одну силу. Эта сила равна силам инерции второго порядка поршня и шатунов (поскольку массы грузов подобраны соответственно), но направлена в противоположную сторону, т. е. уравнивает их.

Механизм крепят к блок-картеру дизеля болтами 6, которые затягивают с моментом 200...220 Н·м. Боковой зазор в зацеплении зубчатых колес 2 и 4 регулируют прокладками 5. Зазор составляет 0,3...0,45 мм.

Основные возможные неисправности. В процессе эксплуатации двигателя детали кривошипно-шатунного механизма работают надежно и не требуют периодического технического обслуживания. Однако в результате нарушения правил эксплуатации или небрежной сборки возможны неисправности в работе механизма или его преждевременный износ.

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

Шумы и стуки 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 допустимого, то вкладыши следует заменить.

Падение мощности, повышенный расход топлива и масла, дымление из сапуна — это неисправности, обычно появляющиеся одновременно, когда воздух (горючая 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 — эту неисправность устраняют, заменяя поршневые кольца.

Контрольные вопросы и задания. 1. Для чего предназначен кривошипно-шатунный механизм? Из каких основных элементов он состоит? 2. Как устроен блок-картер двигателей жидкостного охлаждения? Какое преимущество дает применение мокрых гильз? 3. Перечислите особенности устройства корпусных деталей двигателей воздушного охлаждения. 4. Для чего нужен зазор между гильзой и поршнем? 5. Каково назначение и устройство компрессионных и маслосъемных колец? 6. Для чего необходимы и как устроены вкладыши шатунного и коренного подшипников? 7. Чем ограничивают осевое смещение коленчатого вала? 8. С какой целью применяют маховик и гаситель крутильных колебаний? 9. Как устроены уравнивающие механизмы? 10. Назовите основные неисправности кривошипно-шатунного механизма. 11. Перечислите главные причины появления неисправностей в деталях кривошипно-шатунного механизма.

3. МЕХАНИЗМЫ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Общие сведения. Механизм газораспределения предназначен для своевременного впуска в цилиндры свежего заряда (горючей смеси или воздуха) и выпуска отработавших газов.

В поршневых двигателях внутреннего сгорания в основном применяют *клапанные* и *золотниковые механизмы газораспределения*. В четырехтактных

автотракторных двигателях в основном используют клапанные механизмы газораспределения, клапаны которых открывают и закрывают впускные и выпускные отверстия. Различают клапанные механизмы двух типов: *с подвесными клапанами*, расположенными в головке цилиндров и открывающимися при движении поршня вниз (в направ-

лении к коленчатому валу), и с боковыми клапанами, расположенными в блок-картере и открывающимися при движении поршня вверх (в направлении от коленчатого вала).

При боковом расположении клапанов высота головки цилиндров и двигателя в целом уменьшается, а устройство механизма газораспределения и привода распределительного вала упрощается. Однако из-за менее компактной формы камеры сгорания экономические показатели таких двигателей ниже, а невозможность достижения высокого коэффициента наполнения при повышенном скоростном режиме работы ограничивает степень их форсирования. Боковое расположение клапанов применяют только в карбюраторных двигателях со сравнительно низкой степенью сжатия и невысокой частотой вращения коленчатого вала.

В двигателях с подвесными клапанами камеры сгорания имеют компактную форму и относительно малые поверхности охлаждения, благодаря чему снижаются тепловые потери и повышаются экономические показатели. Кроме того, в таких камерах значительно сокращается путь пламени от свечи до наиболее удаленных мест распространения рабочей смеси и улучшаются условия процесса сгорания, в связи с чем создаются возможности повышения степени сжатия при топливе того же сорта. Верхнее (подвесное) расположение клапанов позволяет уменьшить длину впускных и выпускных каналов и придать им более выгодные формы. В результате этого снижаются потери на впуске и выпуске, улучшаются наполнение цилиндров свежим зарядом и очистка их от отработавших газов, благодаря чему повышаются мощность и экономичность двигателя, значительно расширяются возможности форсирования его по скоростному режиму. Практически во всех современных двигателях с внешним смесеобразованием применяют механизмы газораспределения с подвесным расположением клапанов.

В дизелях используют механизмы газораспределения только с подвесными клапанами, расположенными в головке блока цилиндров. В состав газо-

распределительного механизма входят впускные и выпускные клапаны с пружинами, передаточные детали от распределительного вала к клапанам, распределительный вал и зубчатые колеса привода.

В пусковых двухтактных двигателях П-10УД и П-350 газораспределение золотниковое (см. рис. 7).

Газораспределительный механизм с подвесными клапанами работает следующим образом. Коленчатый вал через зубчатые колеса 16, 1 и 15 (рис. 29) приводит во вращение распределительный вал 14, каждый кулачок которого, набегая на толкатель 13, поднимает штангу 12. Нижний конец ее упирается в пята толкателя 13, а верхний — в регулировочный винт 9 коромысла 7, установленного на оси 8. Коромысло 7, по-

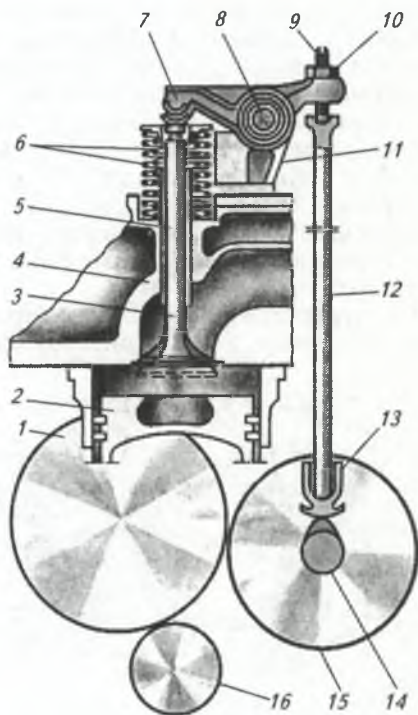


Рис. 29. Механизм газораспределения дизелей Д-240 и Д-245:

1 — промежуточное зубчатое колесо; 2 — поршень; 3 — клапан; 4 — головка блока цилиндров; 5 — направляющая втулка; 6 — пружины клапана; 7 — коромысло; 8 — ось коромысла; 9 — регулировочный винт; 10 — контргайка; 11 — стойка валика коромысла; 12 — штанга; 13 — грибовидный толкатель; 14 — распределительный вал; 15 — зубчатое колесо распределительного вала; 16 — зубчатое колесо коленчатого вала

ворачиваясь вокруг оси 8, бойком отжимает клапан 3 вниз. При этом открывается канал головки цилиндров, а предварительно сжатые пружины 6 (чтобы удержать клапан 3 в закрытом положении) еще больше сжимаются. Стержень клапана движется к направляющей втулке 5.

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

При обратном движении клапана 3 коромысло, штанга и толкатель перемещаются в первоначальное положение.

Чтобы изменение размеров при нагревании деталей механизма газораспределения не нарушало плотной посадки тарелки клапана в гнездо головки цилиндров, между торцом стержня клапана 3 и бойком коромысла 7 предусматривают зазор. При холодном состоянии двигателя этот зазор для впускных клапанов равен 0,15...0,4 мм, для выпускных — 0,2...0,45 мм.

В двигателе 3МЗ-4062.10 распределительные валы 6 и 12 (рис. 30) соот-

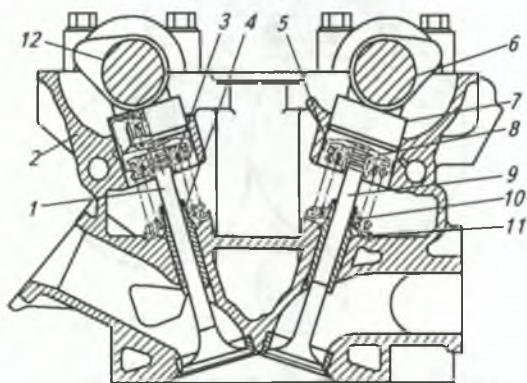


Рис. 30. Привод клапанов:

1 — впускной клапан; 2 — головка цилиндров; 3 — тарелка пружины клапана; 4 — маслоотражательный колпачок; 5 — наружная пружина клапана; 6 — распределительный вал выпускных клапанов; 7 — гидротолкатель; 8 — сухарь клапана; 9 — выпускной клапан; 10 — внутренняя пружина клапана; 11 — опорная шайба пружины клапана; 12 — распределительный вал впускных клапанов

ветственно выпускных и впускных клапанов расположены над головкой цилиндров, приводятся во вращение цепной передачей и воздействуют кулачками на гидротолкатели 7, для которых выполнены направляющие отверстия в головке цилиндров. Применение гидравлических толкателей исключает необходимость регулировки зазоров. Гидротолкатели 7 при набегании на них выступа кулачка перемещаются вниз, отжимая клапаны 1 и 9. При этом открываются каналы в головке цилиндров 2, а предварительно сжатые пружины 5 и 10 еще больше сжимаются.

При сбегаии выступа кулачка с гидротолкателя клапан под действием пружин движется вверх и садится в свое седло, перекрывая каналы.

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.

Характерная особенность механизма газораспределения V-образных двигателей — клапаны обоих рядов цилиндров приводятся в действие от одного распределительного вала, расположенного в развале блока цилиндров.

Чтобы выполнялась наибольшая работа в заданном объеме цилиндра, последний должен максимально заполняться горючей смесью или воздухом. Увеличение продолжительности открытия впускного клапана способствует лучшему наполнению цилиндра двигателя. В связи с этим в автотракторных двигателях впускной клапан открывается на 10...25° раньше (по углу поворота коленчатого вала), чем поршень достигает ВМТ, а закрывается на 40...70° позже прихода поршня в НМТ.

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

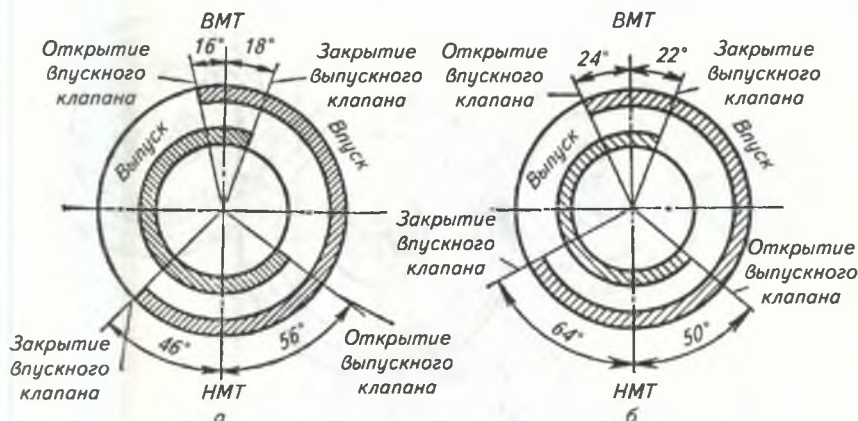


Рис. 31. Диаграммы фаз газораспределения двигателей Д-245 (а) и ЗМЗ-53 (б)

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

Диаграмма фаз газораспределения — это круговая диаграмма, на которой показаны периоды между моментами (фазами) открытия или закрытия клапанов (или окон в двухтактных двигателях), выраженные в градусах поворота коленчатого вала (рис. 31, а, б).

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

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

Наивыгоднейшую диаграмму газораспределения для каждого двигателя определяют экспериментально. Даже при небольших отклонениях от принятой диаграммы газораспределения значительно снижаются мощностные и экономические показатели двигателя.

Чтобы правильно установить периоды между моментами открытия и закрытия клапанов двигателя, необходимо при его сборке совместить специальные метки на шестерне б (рис. 32) коленчатого вала и шестерен 3 промежуточного и 2 распределительных валов.

Основные детали механизма газораспределения. К ним относятся распределительные шестерни и вал, толкатели, штанги, коромысла, клапаны, направляющие втулки, пружины с элементами крепления и седла (гнезда) клапанов.

Распределительные шестерни (см. рис. 32) необходимы для передачи вращения от коленчатого вала к валам: распределительному, топливному насосу, масляного насоса, гидронасоса и других механизмов. Направление вращения распределительного вала и вала топливного насоса у дизелей совпадает с направлением вращения коленчатого вала. Поэтому между шестернями этих валов устанавливают дополнительно промежуточную шестерню 3. Для уменьшения шума шестерни изготавливают косозубыми и у большинства двигателей располагают в передней части в специальном картере. У двигателей КамАЗ-740 и ЯМЗ-240БМ шестерни механизма газораспределения расположены со стороны картера маховика.

Шестерни коленчатого и распределительного валов устанавливают на шпонках, промежуточная шестерня

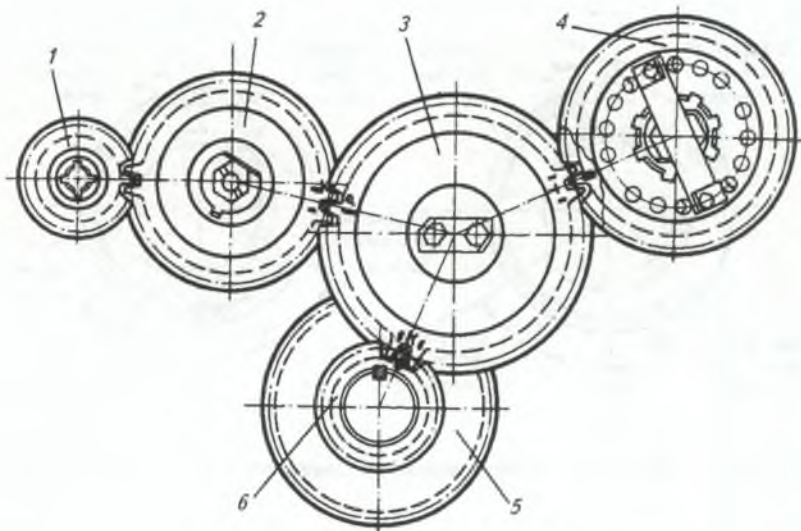


Рис. 32. Схема установки шестерен механизма газораспределения дизелей Д-240, Д-245:

1 — шестерня привода гидронасоса; 2 — шестерня распределительного вала; 3 — промежуточная шестерня; 4 — шестерня привода топливного насоса; 5 — ведущая шестерня привода масляного насоса; 6 — шестерня коленчатого вала

большинства двигателей вращается на неподвижной стальной оси, запрессованной в стенку блок-картера.

Привод распределительных валов двигателя ЗМЗ-4062.10 (рис. 33) — цепной, двухступенчатый. Включает в себя: звездочку 1 коленчатого вала, ведомую 5 и ведущую 6 звездочки промежуточного вала, ведомые звездочки 12 и 15 распределительных валов, две цепи 4 и 10, гидронатяжители 3 и 8, башмаки 2 и 7, успокоители цепей 14, 17 и 18. Натяжение цепи каждой ступени осуществляется гидронатяжителями, размещенными: один — на передней крышке блока цилиндров (крышке цепи), другой — на головке цилиндров. При установке цепей обязательно должны быть совмещены специальные метки на звездочках и на блоке.

Распределительный (кулачковый) вал (рис. 34) служит для управления клапанами с помощью кулачков 6 и 7. Каждый кулачок воздействует через привод (толкатель, штангу и т. д.) на один клапан — впускной или выпускной. Кулачки изготовлены с валом как единое целое и расположены на нем в определенном порядке под разными углами в соответствии с порядком работы ци-

линдров двигателя. Профиль кулачков должен обеспечить работу двигателя с принятыми фазами газораспределения. Широко распространен выпускной (гармоничный) профиль кулачка, который можно применять при толкателе любого вида.

Распределительные валы изготавливают из углеродистых и легированных сталей (двигатели ЗИЛ-508.10, КамАЗ-740, Д-240, Д-245) или модифицированного чугуна (двигатели ЗМЗ-4062.10, ЗМЗ-4025.10). 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 22 из бронзы, антифрикционного чугуна (для двигателей Д-245, Д-240) и стали с антифрикционным покрытием (двигатели ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-508.10).

Распределительные валы двигателей ЗМЗ-53-11, ЗМЗ-4025.10 и ЗИЛ-508.10 изготавливают как единое целое с эксцентриком 5 привода топливного насо-

Рис. 33. Привод распределительных валов:

1 — звездочка коленчатого вала; 2 — башмак гидронатяжителя нижней цепи; 3 — нижний гидронатяжитель; 4 — нижняя цепь; 5 — ведомая звездочка промежуточного вала; 6 — ведущая звездочка промежуточного вала; 7 — башмак гидронатяжителя верхней цепи; 8 — верхний гидронатяжитель; 9 — шумоизолирующая резиновая шайба; 10 — верхняя цепь; 11 — установочная метка на звездочке; 12 — звездочка распределительного вала впускных клапанов; 13 — установочные штифты; 14 — верхний успокоитель цепи; 15 — звездочка распределительного вала выпускных клапанов; 16 — верхняя плоскость головки цилиндров; 17 — средний успокоитель цепи; 18 — нижний успокоитель цепи; M_1 , M_2 — установочные метки на блоке цилиндров

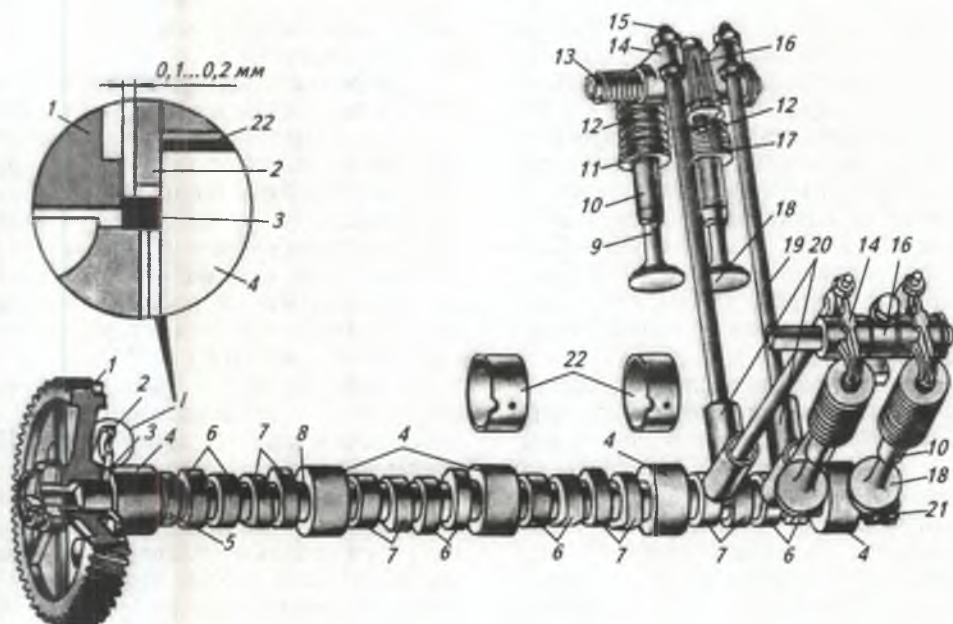
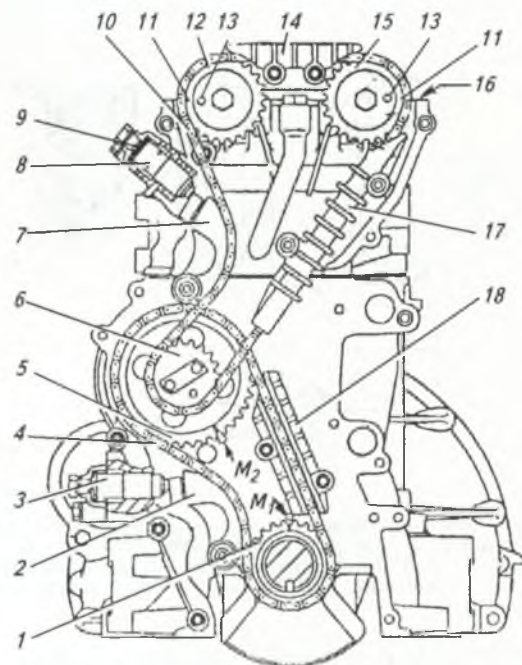


Рис. 34. Механизм газораспределения двигателя ЗИЛ-508.10:

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

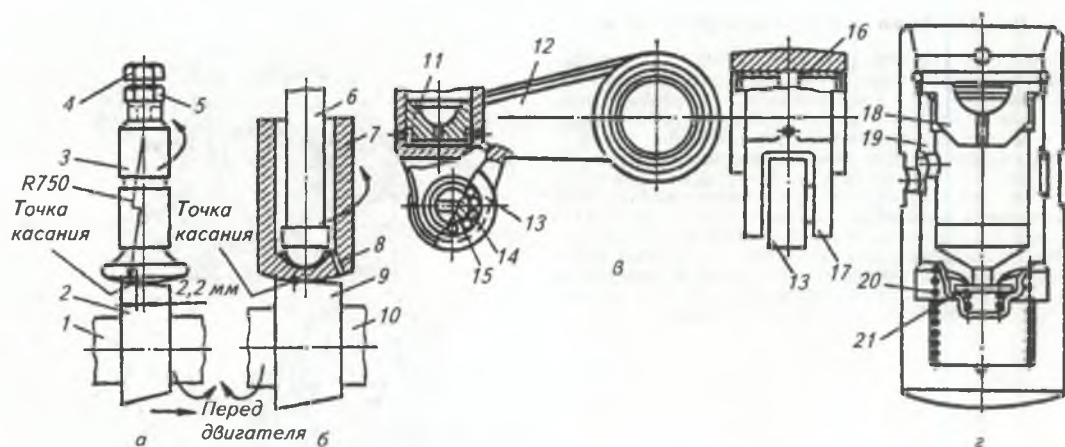


Рис. 35. Конструктивные схемы толкателей:

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

са и зубчатым колесом 21 привода масляного насоса и прерывателя-распределителя.

При сборке распределительный вал вставляют с торца двигателя, поэтому диаметры опорных шеек 4 последовательно имеют меньшие размеры, начиная с передней шейки.

На переднем конце распределительного вала установлено приводное зубчатое колесо 1. Его изготовляют из стали, чугуна или текстолита. Например, в двигателях ЗМЗ-53-11 и ЗМЗ-4025.10 зубчатое колесо распределительного вала текстолитовое. Применение разных материалов для зубчатых колес уменьшает шум при их работе.

Осевое смещение распределительного вала во втулках ограничивают в пределах 0,1...0,5 мм. Для этой цели в двигателях ЗИЛ-508.10 и ЗМЗ-53-11 используют упорный фланец 2, прикрепленный болтами к передней стенке блок-картера. Фланец 2 помещают между торцами передней опорной шейки 4 и ступицы зубчатого колеса 1 привода распределительного вала. Толщина фланца 2 меньше толщины распорного кольца 3. Это обеспечивает необходимый зазор для осевого смещения вала.

Так же работает устройство, ограничивающее осевое смещение распределительного вала в двигателях ЗМЗ-

4025.10, А-41 и ЯМЗ. В двигателях Д-240 и Д-245 от продольного смещения (допускается 0,3...1,04 мм) распределительный вал удерживается упорным кольцом, привернутым двумя винтами к блоку цилиндров.

При размещении распределительного вала в головке цилиндров применяют разъемные подшипники, которые обычно выполняют непосредственно в опорных стойках (если они отлиты из алюминиевого сплава). В разъемных подшипниках осевые усилия могут восприниматься специальными буртами, выполненными на распределительном валу и упирающимися в торцы упорного подшипника (ВАЗ и ЗМЗ-4062.10).

Толкатель 20 (см. рис. 34) передает движение от кулачка распределительного вала к клапану или штанге. В автотракторных двигателях применяют толкатели качающиеся роликовые, грибообразные и цилиндрические. 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 Д-240, Д-245, ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-508.10).

У цилиндрических и грибообразных толкателей (рис. 35, а, б) опорная по-

верхность, воспринимающая давление кулачка, может быть плоской (СМД-60) или сферической (ЗИЛ-508.10, ЗМЗ-53-11, Д-245, СМД-66).

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, а при сферической опорной поверхности — применением кулачков с небольшой конусностью.

Грибообразные толкатели (рис. 35, а) для механизма газораспределения с нижним расположением клапанов имеют болты 4 с контргайками 5, которые ввертываются сверху в торец и предназначены для регулировки теплового зазора в клапанах.

В двигателях с верхним расположением клапанов применяют цилиндрические 7 (рис. 35, б) и грибообразные полые толкатели, в них входят шаровые наконечники штанг 6. Для смазывания такого толкателя в нем просверлены отверстия 8, по которым масло поступает к трущимся поверхностям.

В дизелях А-41 и ЯМЗ-240БМ применяют подвесные роликовые толкатели (рис. 35, в). В отверстие толкателя 12 запрессована бронзовая втулка 16, позволяющая ему свободно качаться на неподвижной оси. Ось 15 ролика 13 вращается на игольчатых подшипниках 14, установленных в вилке 17 толкателя. С целью повышения долговечности толкателя в месте соприкосновения со штангой в него запрессована термически обработанная стальная пята 11 со сферической поверхностью.

Для высокооборотных двигателей наиболее перспективны толкатели с гидравлическим устройством автоматического регулирования теплового зазора (рис. 35, з). Такие толкатели применяются в двигателях ЗМЗ-4062.10.

Штанга 12 (см. рис. 29) представляет собой стальную (в двигателях Д-245 и ЗИЛ-508.10) или из алюминиевого сплава (в двигателях ЗМЗ-4025.10, ЗМЗ-53-11) стержень или стальную

трубку (в двигателях А-41, 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 7 — стальной рычаг с двумя плечами различной длины. В резьбовое отверстие короткого плеча ввернут винт 9, с помощью которого регулируют зазор между утолщением (бойком) коромысла и стержнем клапана. Рабочую поверхность бойка шлифуют и термически обрабатывают. В средней части коромысла выполнено отверстие с запрессованной втулкой. Оно необходимо для установки коромысла на оси 8.

Стальные оси 13 (см. рис. 34), на которых размещены коромысла, закреплены в стойках 16, установленных на верхней плоскости головки цилиндров. Стойки крепят к головке цилиндров шпильками. Продольное смещение коромысел по оси 13 предотвращается распорными пружинами.

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

Детали механизма газораспределения, размещенные на головке цилиндров, закрыты стальными 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. 36, а) и стержня 6. Переход от тарелки к стержню сделан плавным, чтобы обеспечить клапану необходимую прочность, улучшить отвод теплоты от тарелки и уменьшить сопротивление движению газов.

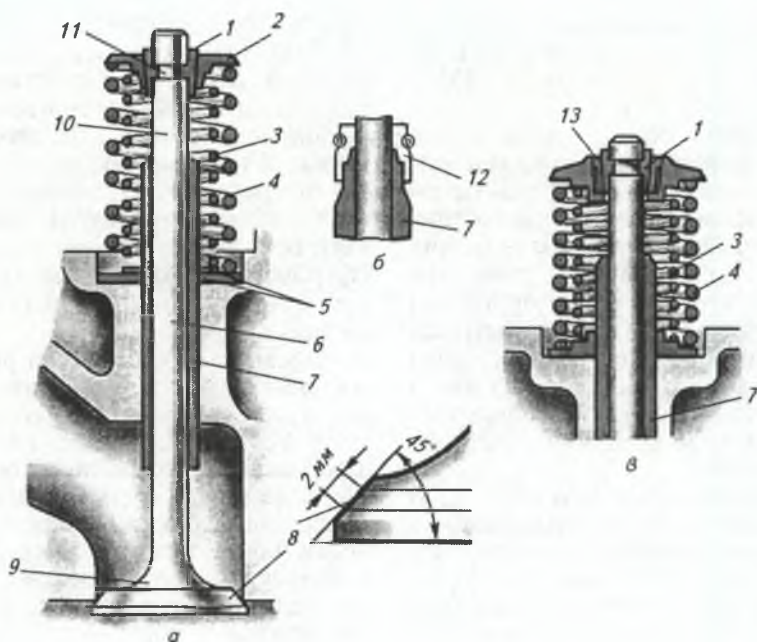


Рис. 36. Детали газораспределительного механизма:

а — клапанный механизм дизеля Д-240; *б* — уплотнение дизеля Д-245; *в* — клапанный механизм дизеля А-41; 1 — сухарь; 2 — верхняя опорная шайба; 3 — внутренняя пружина; 4 — наружная пружина; 5 — нижняя опорная шайба; 6 — стержень клапана; 7 — направляющая втулка; 8 — фаска клапана; 9 — тарелка клапана; 10 — стержень клапана; 11 — выточка; 12 — манжета; 13 — промежуточная втулка

Конусный пояс 8 (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 11, в которую входит выступ разрезанного на две половины конического кольца — так называемые сухари 1, крепящие шайбу 2 на стержне 6. Под выточкой 11 на стержне клапанов некоторых двигателей выполняют вторую цилиндрическую выточку, в которую вставляют пружинное кольцо для предотвращения падения клапана (в случае обрыва) в цилиндр.

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

В двигателях Д-240, Д-245, А-41, ЯМЗ-240БМ, ЗМЗ-4025.10 и ЗМЗ-53-11 пружины 3 и 4 (рис. 36, *а*, *в*) клапана

размещены между нижней 5 и верхней 2 опорными шайбами. Клапан соединен с шайбой 2 посредством конической втулки 13 (см. рис. 36, *в*) (двигатели А-41, КамАЗ-740, ЗМЗ-53-11) и сухарей 1. Втулка 13 опирается на верхнюю опорную шайбу 2 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 направляющей втулки 7.

В двигателях ЗМЗ-4025.10 и ЗМЗ-53-11 для уменьшения просачивания масла в цилиндр через зазор между стержнем и втулкой впускного клапана на стержень надет маслоотражательный колпачок, а в двигателе Д-245 — манжета 12 (рис. 36, *б*) из маслостойкой резины.

Клапаны изготовляют из легированной стали, которая сохраняет механические свойства при высокой температуре и в условиях повышенного трения, обладает антикоррозионными свойствами.

Для уменьшения износа на фаску выпускного клапана 1 (рис. 37, а) у двигателей ЗМЗ-53-11 и ЗИЛ-508.10 наплавляют слой 13 из жаростойкого сплава, а торцы стержней впускных и выпускных клапанов всех двигателей закаливают.

Выпускные клапаны для двигателей ЗМЗ-53-11 и ЗИЛ-508.10 подвергнуты натриевому охлаждению. 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 плавления натрия 97 °С) и в жидком состоянии при движении клапана интенсивно переносит теплоту от тарелки клапана к его стержню и втулке.

Во время работы двигателя ЗИЛ-508.10 каждый его выпускной клапан 1 для увеличения срока службы принудительно поворачивается специальным механизмом, состоящим из неподвижного корпуса 2, в котором по окружности выполнены пять наклонных углублений, пяти шариков 3, возвратных

пружин 10, дисковой пружины 9, упорной шайбы 4 и замочного кольца 5. Шайба 4 и пружина 9 надеты с зазором на корпус 2, установленный в гнездо головки цилиндров. На шайбу 4 давит пружина 6 клапана.

Когда клапан закрыт, усилие пружины 6 (рис. 37, б) через шайбу 4 передается на наружную кромку дисковой пружины 9, которая с противоположной стороны внутренней кромкой опирается на выступ корпуса 2.

При открытии клапана пружина 6 сжимается. Под действием возросшего усилия дисковая пружина 9, опираясь на шарики 3, выпрямляется. Между внутренней кромкой дисковой пружины 9 и выступом корпуса 2 появляется зазор. Шарики 3 (рис. 37, в), преодолевая усилие пружин 10, катятся по наклонным плоскостям углублений корпуса 2 и поворачивают дисковую пружину 9, шайбу 4 и с ними пружину 6 и клапан 1 на некоторый угол.

При закрытии клапана усилие пружины 6 уменьшается и дисковая пружина 9 возвращается в первоначальное положение. При этом освобождаются

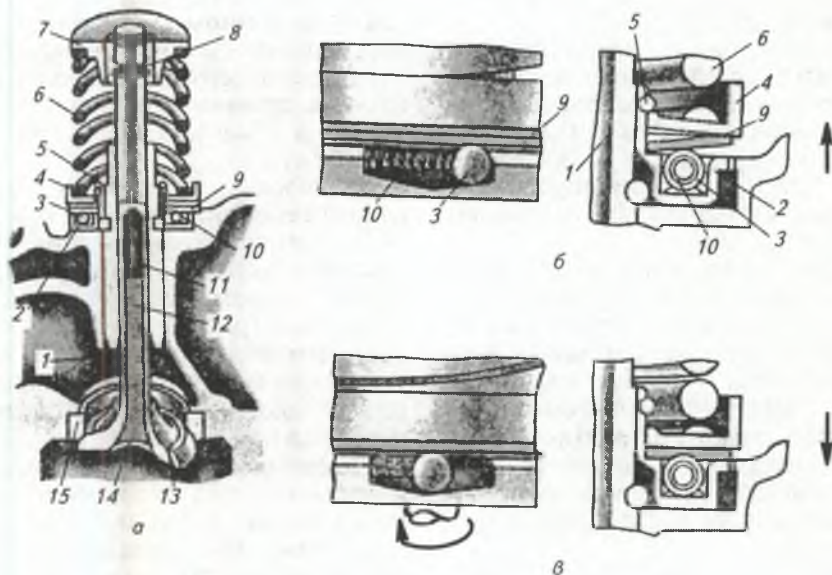


Рис. 37. Выпускной клапан в сборе механизма газораспределения двигателя ЗИЛ-508.10 (а) и схемы поворота клапана при его закрытии (б) и открытии (в):

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

шарики 3 и пружины 10 возвращают их в исходное положение.

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

Седла 15 (см. рис. 37, а) впускных и выпускных клапанов двигателей Д-120, ЗМЗ-53-11, ЗМЗ-4025.10, ЗИЛ-508.10 и ЯМЗ-240БМ выполнены в виде вставных колец из жаростойкого чугуна, запрессованных в головку цилиндров. Вставные кольца двигателя СМД-66 изготовлены из сплава на никелевой основе, причем гнезда впускных клапанов имеют козырьки (ширмы) для направленного входа воздуха в цилиндр. В двигателе А-41 вставные кольца из жаростойкого чугуна предусмотрены только для выпускных клапанов. Вставные седла увеличивают срок службы и облегчают ремонт головки цилиндров.

Направляющая втулка 7 (см. рис. 36, а) обеспечивает осевое перемещение клапана и посадку его в седло без перекоса. Ее изготавливают из чугуна или порошковых материалов (для двигателей ЗМЗ-53-11, ЗМЗ-4025.10, ЯМЗ-240БМ), обладающих высокими антифрикционными свойствами.

Клапанные пружины предназначены для плотной посадки клапанов в седла, а также постоянного беззачерпного контакта передаточных деталей (клапан — коромысло — штанга — толкатель — кулачок). Как правило, на впускные и выпускные клапаны устанавливают одинаковые пружины.

Пружины изготавливают из стальной проволоки. Обычно они бывают витые, цилиндрические с постоянным (в двигателе Д-245) или переменным (в двигателе ЗИЛ-508.10) 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 тарелки клапана.

В двигателях ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-508.10 на каждый клапан установлена одна пружина, в двигателях Д-120, ЗМЗ-4025.10, Д-245, А-41 и др. — две пружины. Чтобы витки внутренней 3 (см. рис. 36) и наружной 4 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) и улучшается резонансная характеристика клапанного механизма. Пружины 3 и 4 центрируют относительно стержня клапана, устанавливая в головку цилиндров специальную опорную шайбу 5.

Декомпрессионный механизм служит для облегчения проворачивания коленчатого вала и связан с работой механизма газораспределения.

При пуске дизеля и регулировке его механизмов прокручивание коленчатого вала требует 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 (процесс декомпрессирования).

Предварительное прокручивание коленчатого вала при включенном декомпрессионном механизме обеспечивает подачу смазочного материала на трущиеся поверхности деталей, частичный их прогрев, снижение потерь на трение и облегчает последующий пуск двигателя.

В дизелях применяют различные декомпрессионные механизмы: с подъемом толкателей 2 (рис. 38, а) декомпрессионными валиками 1; с поворотом коромысел 4 специальной штангой 5 (рис. 38, б) или декомпрессионным валиком 1 (рис. 38, в); с воздействием на коромысла декомпрессионного валика непосредственно или через нажимной болт 6 (рис. 38, г).

Декомпрессионный механизм с подъемом толкателей декомпрессионными валиками применяют в дизеле Д-120 (рис. 39). Механизм состоит из рейки 2 и двух рычагов 1, шарнирно соединенных с рейкой. Рычаги жестко соединены с валиками 8, фрезерованные концы которых входят в проточки толкателей впускных клапанов.

При передвижении рейки 2 поворачиваются рычаги 1 с валиками 8, кото-

периодический осмотр и проверка состояния деталей и креплений механизма;

проверка и регулировка теплового зазора между клапанами и бойками коромысел;

проверка и регулировка осевого смещения распределительного вала (особенно в механизмах, где это смещение ограничивается упорным винтом).

Если выполнение этих операций не приводит к нормальной работе двигателя, то снимают головку цилиндров, очищают стенки камер сгорания и клапаны от нагара, проверяют состояние фасок клапанов и их седел, которые при необходимости притирают и проверяют на герметичность.

Если притиркой невозможно достичь герметичности клапана, то седла фрезеруют конусной фрезой, а фаски клапана шлифуют. После этого, выполнив притирку клапанов, промывают головку цилиндров и устанавливают клапаны на место, не допуская их перестановки в другие седла, проверяют герметичность.

При креплении головки цилиндров на двигателе, а также стоек клапанных коромысел необходимо строго соблюдать последовательность и момент затяжки болтов или шпилек, рекомендуемые заводом-изготовителем. Перед затяжкой стоек клапанных коромысел необходимо увеличить зазор, вывертывая регулировочные болты или винты из коромысел, чтобы исключить возможную деформацию штанг.

Тепловой зазор регулируют только после предварительной проверки затяжки болтов или шпилек крепления головки цилиндров и стоек клапанных коромысел. Затем полностью закрывают клапаны первого цилиндра, чтобы освободить передаточные детали для проверки и последующей регулировки теплового зазора. Для этого устанавливают поршень первого цилиндра в

ВМТ в конце такта сжатия с помощью установочной шпильки на картере маховика или указателя ВМТ на маховике, а также другими способами. Такт сжатия в цилиндре определяют при медленном проворачивании коленчатого вала или закрытием пробкой отверстия для искровой свечи зажигания, или наблюдением за работой клапанов (перед сжатием откроется вначале выпускной, затем впускной клапаны, после чего при сжатии оба клапана закроются). Шупом проверяют зазор во впускном и выпускном клапанах первого цилиндра. Он должен соответствовать данным заводской инструкции. При необходимости регулировки освобождают контргайку регулировочного болта (винта) и проворачивают его до получения нужного зазора. Удерживая болт (винт) от проворачивания ключом или отверткой, затягивают контргайку и снова проверяют зазор.

После регулировки клапанов первого цилиндра регулируют тепловой зазор в клапанах остальных цилиндров. Для этого проворачивают коленчатый вал на угол, равный интервалу чередования рабочих ходов (одноименных тактов), проверяют и регулируют зазоры в клапанах очередного цилиндра в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя.

Одновременно с регулировкой зазоров в клапанах проверяют и регулируют зазоры в декомпрессионном механизме (при его наличии) того же цилиндра.

При переборке двигателя шестерни распределения следует устанавливать в соответствии с имеющимися на них метками, что обеспечивает правильность установки фаз газораспределения. При цепном приводе, кроме установки по меткам звездочки распределительного вала и шкива коленчатого вала, необходимо проверить и отрегулировать натяжение цепи.

4. СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ

Общие сведения. Система питания предназначена для очистки топлива и воздуха, приготовления из них горючей смеси определенного состава и подачи

ее или отдельно топлива и воздуха в необходимом количестве в цилиндры двигателя.

В зависимости от смесеобразования

различают системы питания с внутренним смесеобразованием — в дизелях и внешним смесеобразованием — в бензиновых карбюраторных и инжекторных (с впрыскиванием бензина во впускной трубопровод), а также в газовых двигателях.

Системы питания дизелей различаются незначительно. В качестве примера рассмотрим схему системы питания тракторного дизеля Д-245 (рис. 40). Топливо, заливаемое в бак 1 через

фильтр в его горловине, при открытом кране 2 засасывается подкачивающим насосом 6 через топливопровод 3, фильтр грубой очистки 4, топливопровод 5 и подается под давлением по топливопроводу 10 к фильтру 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

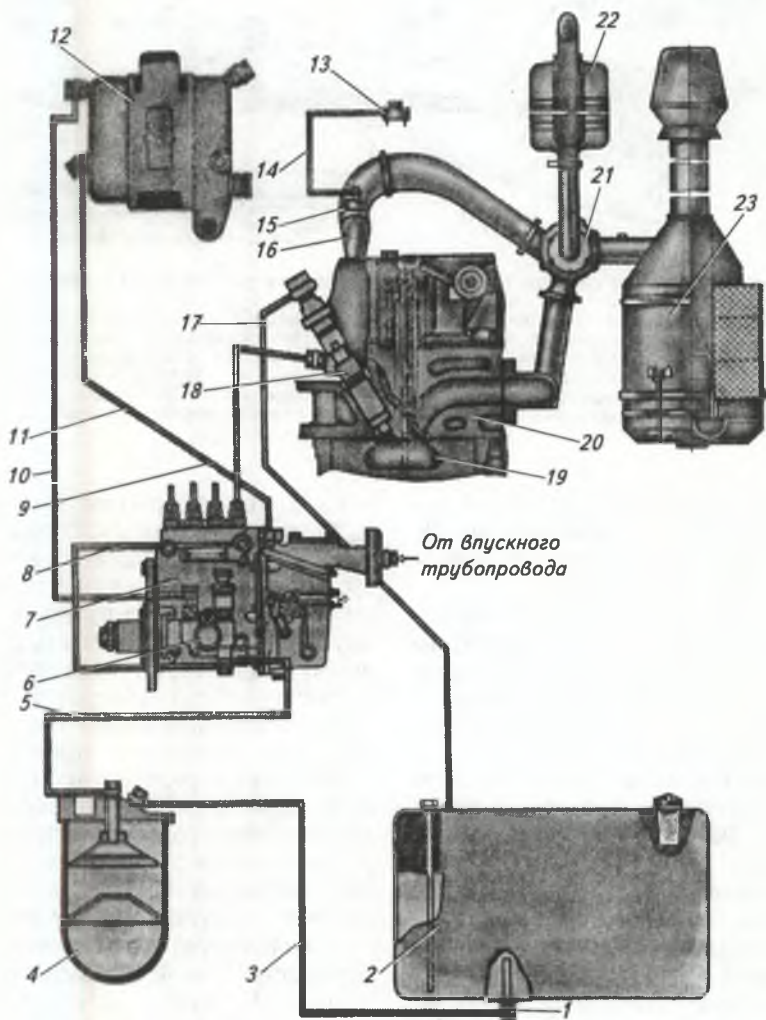


Рис. 40. Схема системы питания дизеля Д-245:

1 — топливный бак; 2 — кран; 3, 5, 8, 10, 11, 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 цилиндра; 21 — турбокомпрессор; 22 — глушитель; 23 — воздухоочиститель

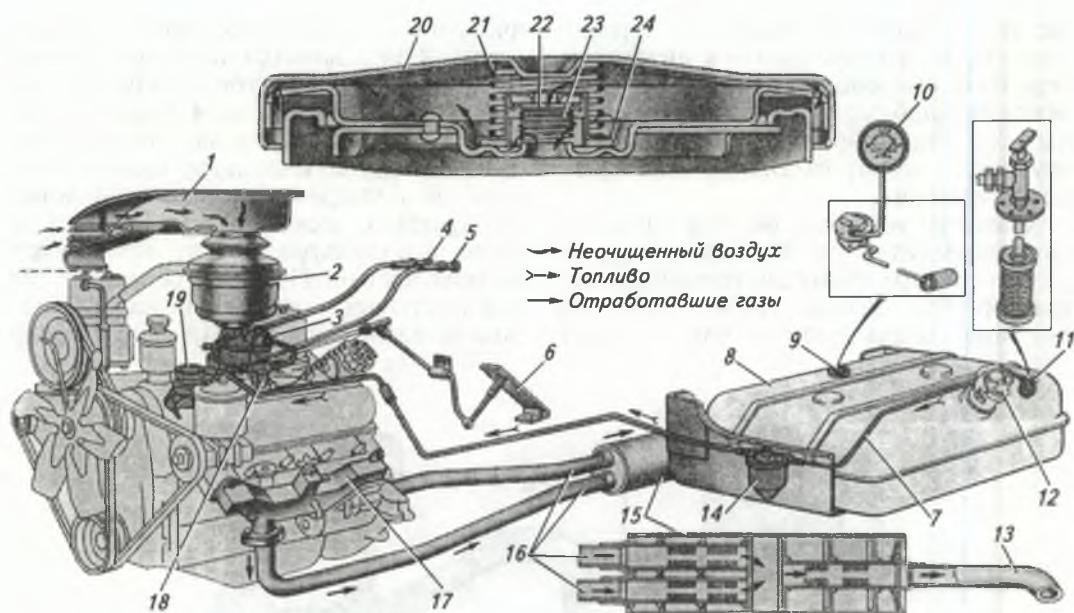


Рис. 41. Агрегат системы питания карбюраторного двигателя ЗИЛ-508.10:

1 — подкапотное (пространство); 2 — воздушный фильтр; 3 — карбюратор; 4 — ручка управления воздушной заслонкой; 5 — ручка управления дроссельными заслонками; 6 — педаль управления дроссельными заслонками (акселератором); 7 — топливопровод; 8 — бак; 9 — датчик указателя уровня топлива; 10 — указатель уровня топлива; 11 — кран; 12 — заливная горловина; 13 — выпускная труба; 14 — фильтр-отстойник; 15 — глушитель; 16 — трубы; 17 — выпускной трубопровод; 18 — фильтр тонкой очистки топлива; 19 — топливный насос; 20 — крышка заливной горловины; 21 — пружина выпускного клапана; 22 — воздушный клапан; 23 — пружина воздушного клапана; 24 — выпускной клапан

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 1. 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 выпускной 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 бензиновых карбюраторных двигателей аналогичны изображенной на рисунке 41 системе питания двигателя ЗИЛ-508.10. Топливо из

бака 8 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 воздушном фильтре 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 12, закрываемую крышкой 20.

Системы питания инжекторных двигателей основаны на впрыскивании бензина во впускной трубопровод, где

происходит образование топливовоздушной смеси. В таких системах нет карбюратора, а бензин впрыскивается специальными форсунками (инжекторами), которыми управляет микро-ЭВМ. По сравнению с системами питания карбюраторных двигателей системы с впрыскиванием бензина более сложны и требуют высококвалифицированного обслуживания при эксплуатации. Несмотря на это они имеют и ряд преимуществ: более равномерное распределение смеси по цилиндрам, что повышает экономичность двигателя; отсутствие карбюратора уменьшает сопротивление впуска топливной смеси, в результате чего улучшается наполнение цилиндров и соответственно повышается мощность двигателя; более точное дозирование воздуха и топлива в составе смеси и корректировка этого состава в зависимости от режима работы двигателя; меньшее содержание вредных примесей в отработавших газах.

Используют самые разнообразные конструкции систем впрыска: одноточечные с центральным впрыском, многоточечные с распределенным впрыском, непрерывным или прерывистым впрыском и др.

В качестве примера рассмотрим систему питания двигателя ЗМЗ-4062.10 (рис. 42), в которой бензин впрыскива-

ется во впускную трубу электромагнитными форсунками, управляемыми микропроцессором. Форсунки 2 установлены в топливопроводе 1 двигателя (рампе), по которому к форсункам подводится топливо под давлением 0,28...0,35 МПа. Распылители форсунок входят в отверстия впускной трубы. При поступлении сигнала от электромагнитного блока управления электромагнит форсунки открывает клапан и топливо распыленной струей под давлением впрыскивается во впускную трубу к впускному клапану; здесь топливо испаряется, перемешивается с поступающим воздухом и в парообразном состоянии всасывается в камеру сгорания при открытии впускного клапана. После прекращения подачи сигнала клапан форсунки под действием пружины закрывается и впрыск топлива прекращается.

Электробензонасос 8 обеспечивает подачу бензина под давлением не менее 0,28 МПа и может располагаться непосредственно в бензобаке.

Системы питания газовых автомобильных двигателей могут работать на сжатом или 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

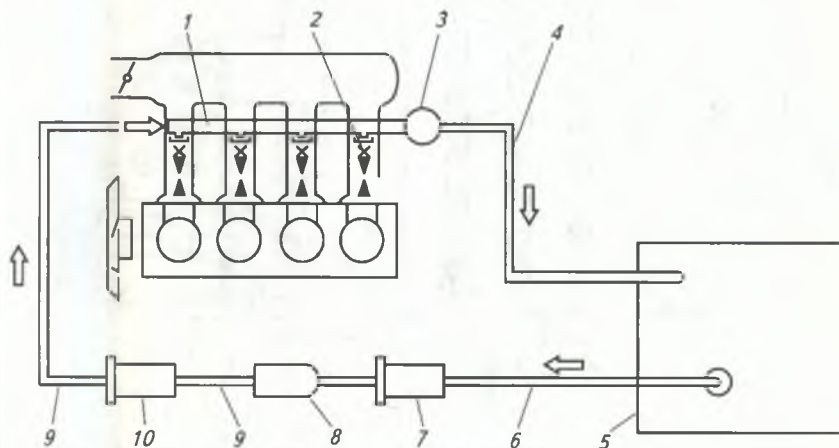


Рис. 42. Схема системы питания двигателя с впрыскиванием бензина во впускной трубопровод:

1 — топливопровод двигателя (рампа); 2 — электромагнитные форсунки; 3 — регулятор давления топлива; 4 — топливопровод отвода топлива в бак; 5 — топливный бак; 6 — топливопровод низкого давления; 7 — топливный фильтр грубой очистки; 8 — электробензонасос; 9 — топливопровод высокого давления; 10 — фильтр тонкой очистки топлива

газ. Сжиженными называют газы, которые переходят из газообразного состояния в жидкое при давлении 1,6 МПа и температуре до 50 °С. Двигатели, работающие на сжатом (ЗМЗ-53-27) и сжиженном (ЗМЗ-53-19) газе, устанавливают на автомобилях ГАЗ-53-12. На сжиженном газе работает также двигатель автомобиля ЗИЛ-4318.

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 43. Из стальных баллонов 1 сжатый газ проходит под большим давлением по газопроводу 2 через расходный клапан (вентиль) 3, подогреватель 17, вентиль 6 и фильтр 9 в редуктор 10. Подогрев газа необходим, чтобы влага, выделяющаяся при снижении давления газа, не превращалась в лед. В двухступенчатом редукторе 10 давление газа снижается до 0,1 МПа, и он через дозирующее устройство 11 по газопроводу 12 поступает в карбюратор-смеситель 13, где образуется горю-

чая смесь. Давление газа в баллонах контролируют по показаниям манометра 7, а в первой ступени редуктора — с помощью манометра 8. Трубка 14 соединяет разгрузочные устройства редуктора с впускным трубопроводом 15 двигателя. Баллоны 1 наполняют через вентиль 3.

Для кратковременной работы на бензине двигатель оснащен системой, состоящей из топливного бака 4, фильтра-отстойника 16, топливного насоса 18 и топливопровода 19.

Система питания двигателя, работающего на сжиженном газе, имеет один баллон 12 (рис. 44), который заполняют через наполнительный 15 и контрольный 14 вентили. Для отбора из баллона 12 газа в жидкой фазе служит расходный вентиль 17. По указателю 16 контролируют количество сжиженного газа в баллоне. Из баллона 12 жидкость при открытом вентиле 17 и включенном электромагнитном клапане 10 поступает в испаритель 6, который подогревается водой из системы охлаждения. Сжиженный газ испаряется и через двухступенчатый редуктор 5, в котором его давление снижается до 0,1 МПа, и газопровод поступает в карбюратор-смеситель 2. Работу редуктора 5 контролируют с помощью манометра 11.

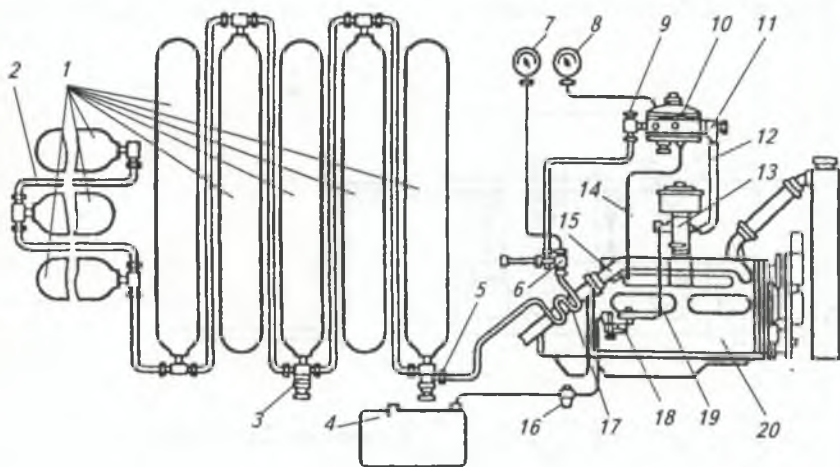


Рис. 43. Схема системы питания двигателя, работающего на сжатом газе:

1 — газовые баллоны; 2, 12 — газопроводы соответственно высокого и низкого давления; 3, 5, 6 — соответственно наполнительный, расходный и магистральный вентили; 4 — топливный бак; 7, 8 — манометры соответственно высокого и низкого давления; 9 — газовый фильтр; 10 — газовый двухступенчатый редуктор; 11 — дозатор; 13 — карбюратор-смеситель; 14 — трубка; 15 — трубопровод; 16 — фильтр-отстойник; 17 — подогреватель; 18 — топливный насос; 19 — топливопровод; 20 — двигатель

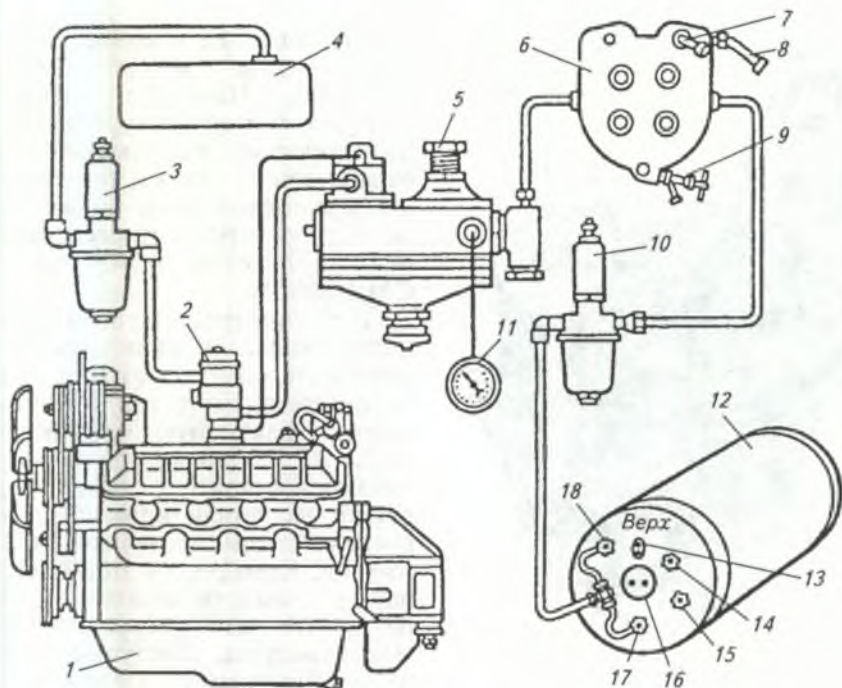


Рис. 44. Схема системы питания двигателя, работающего на сжиженном газе:

1 — двигатель; 2 — карбюратор-смеситель; 3 — электромагнитный клапан, установленный на фильтре-отстойнике; 4 — топливный бак; 5 — газовый редуктор; 6 — испаритель газа; 7, 8, 9 — штуцеры соответственно для подвода, отвода и слива воды; 10 — электромагнитный клапан с фильтром для газа; 11 — манометр; 12 — баллон сжиженного газа; 13 — предохранительный клапан; 14, 15 — соответственно контрольный и наполнительный вентили; 16 — указатель уровня газа; 17, 18 — соответственно жидкостный (расходный) и паровой вентили

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

Пыль, попадая в двигатель, смешивается с маслом. Образуется абразивная смесь, которая способствует быстрому изнашиванию трущихся поверхностей деталей двигателя. Следовательно, воздух, используемый для приготовления горючей смеси, надо тщательно очищать от пыли. Для этого автотракторные двигатели оборудуют воздухоочистителями 23 (см. рис. 40) или фильтрами 2 (см. рис. 41). Помимо высокой степени очистки, воздухоочиститель должен обладать возможно меньшим сопротивлением, чтобы не снижать наполнение цилиндров.

Работа современных автотрактор-

ных воздухоочистителей основана на следующих способах очистки воздуха: инерционном, контактном и фильтрующем. Чтобы повысить степень очистки воздуха, в некоторых воздухоочистителях используют масло для смачивания очищающих элементов. Воздухоочиститель, в котором применяют несколько способов очистки, называют комбинированным. Он обеспечивает высокую степень очистки и поэтому наиболее распространен.

Топливо, используемое в двигателе, не должно содержать механических примесей и воды. В противном случае ухудшается качество горючей смеси, повышается интенсивность изнашивания трущихся поверхностей, а при температуре ниже 0°C в топливопроводах образуются ледяные пробки. Для очистки топлива от механических примесей и воды в систему питания каждой модели двигателя включены фильтры 4,

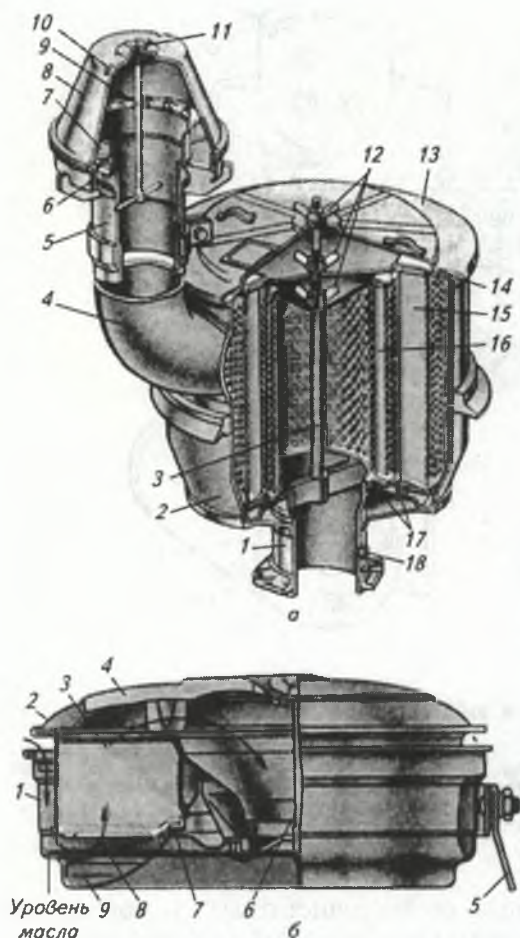


Рис. 45. Комбинированные воздухоочистители:

а — дизеля типа ЯМЗ: 1 — выходной патрубок; 2 — корпус; 3, 9 — шпильки; 4 — входной патрубок; 5 — патрубок моноциклона; 6 — защитная сетка; 7 — завихритель; 8 — колпак; 10 — шель; 11, 12 — барашковые гайки; 13 — крышка; 14 — уплотнительное кольцо крышки; 15 — основной фильтр-патрон; 16 — предохранительный фильтр-патрон; 17 — уплотнительные кольца; 18 — банка для сигнализатора засоренности; *б* — карбюраторного двигателя ЗМЗ-53-11: 1 — корпус; 2 — крышка; 3 — фильтрующий элемент; 4 — шумопоглощающая прокладка; 5 — кронштейн; 6 — стяжной винт; 7 — прокладка; 8 — отражатель; 9 — масляная ванна

12 (см. рис. 40) или 14, 18 (см. рис. 41) соответственно грубой и тонкой очистки топлива. Для подачи топлива через фильтры к ТНВД и карбюратору в системе питания устанавливают подкачивающий насос 6 (см. рис. 40) или 19 (см. рис. 41).

Эффективное средство повышения мощности двигателя — 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. 40), СМД-86 и др.

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-66 воздух после компрессора проходит через специальный охладитель (воздухо-воздушный радиатор).

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

Воздухоочистители. На тракторных дизелях наиболее часто применяют трехступенчатые воздухоочистители. Так как сельскохозяйственные тракторы работают в условиях большой запыленности, то первая ступень очистки воздуха, поступающего в систему питания дизеля, представляет собой инерционный очиститель (или инерционную решетку в двигателе СМД-66), в котором задерживается до 60 % пыли. На дизелях Д-240, Д-245 (см. рис. 40), Д-120, А-41 вторая ступень — масляная ванна (контактный способ очистки), третья ступень — фильтрующие элементы (тоже контактный способ очистки).

На дизелях Д-260 применены воздухоочистители сухого типа с двумя ступенями очистки. Первая ступень — инерционный очиститель (моноциклон), установленный на входном патрубке 4 (рис. 45, *а*). Воздух вследствие разрежения, возникающего при такте впуска в цилиндрах дизеля, засасывается в моноциклон через сетку 6 и, проходя между лопастями завихрителя 7,

начинает вращаться. Под действием центробежной силы тяжелые частицы пыли отлетают к стенкам колпака 8 и через щели 10 выбрасываются наружу (у СМД-66 под действием разрежения, создаваемого эжектором, пыль отсасывается из инерционного очистителя).

Вторая ступень очистителя — два фильтрующих элемента (филтра-патрона) из высокопористого картона, закрепленные барашковыми гайками 12 внутри корпуса 2 на шпильке 3. Наружный фильтр-патрон 15 основной, внутренний 16 — предохранительный. Фильтр-патрон 16 необходим для очистки воздуха от пыли в случае повреждения филтра-патрона 15. Оба филтра-патрона состоят 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 филтры-патроны 15 и 16. В них он очищается от пыли и по патрубку 1 поступает в турбокомпрессор.

На автомобильных двигателях применяют двухступенчатые воздухоочистители; на двигателях ЗМЗ-4062.10, ЗМЗ-4025.10, Д-245.12 (автомобиль ЗИЛ-5301), КамАЗ-740 — воздухоочистители сухого типа с бумажными фильтрующими элементами. Двухступенчатый воздухоочиститель двигателей ЗИЛ-508.10 и ЗМЗ-53-11 (рис. 45, б) закреплен на патрубке карбюратора винтом 6.

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 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 масля-

ную ванну. Таким образом происходит самоочищение фильтрующего элемента. Отражатель 8 препятствует чрезмерному захвату масла воздухом и возникновению колебаний масла при наклонах автомобиля.

Турбокомпрессоры. На дизелях Д-245 установлены турбокомпрессоры ТКР-7Н-4, которые отличаются от турбокомпрессоров для других дизелей только размерами деталей.

Средний корпус 5 (рис. 46) компрессора отлит из алюминиевого сплава. С одной стороны к нему прикреплен корпус 1 турбины с фланцем для присоединения к выпускному трубопроводу, а с другой стороны — внешний корпус 7 компрессора. Корпус турбины чугунный. В нем предусмотрен газоотводящий канал (улитка) и установлен диск, образующий проточную часть на входе в рабочее колесо. Корпус компрессора имеет центральный входной патрубок и спиральный канал (улитку) для вывода воздуха из компрессора. В корпусе компрессора закреплен диффузор 14, образующий с каналом улитки проточную часть компрессора на выходе из рабочего колеса. В среднем корпусе 5 установлен ротор. К валу 19 ротора приварено колесо турбины 2, отлитое из жаропрочного никелевого сплава.

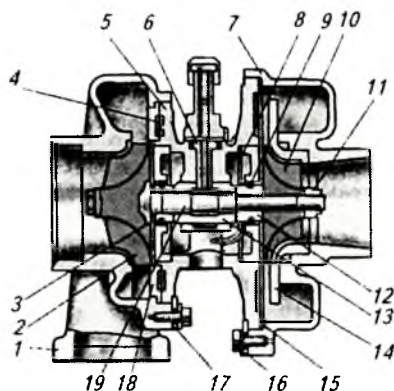


Рис. 46. Турбокомпрессор дизеля Д-245:

1 — корпус турбины; 2 — колесо турбины; 3, 12 — втулки; 4 — прокладка; 5 — средний корпус; 6 — фиксатор; 7 — внешний корпус компрессора; 8 — маслоотражатель; 9 — уплотнительное кольцо; 10 — колесо компрессора; 11 — специальная гайка; 13 — подшипник; 14 — диффузор; 15 — диск; 16 — прижимная шайба; 17 — прижимная планка; 18 — диск соплового аппарата; 19 — вал ротора

С другой стороны на валу с помощью специальной гайки закреплено колесо компрессора 10. Вал турбокомпрессора вращается в бронзовом подшипнике 13, который уплотнен кольцами 9 и установлен в центральной бобышке среднего корпуса с зазором 0,06...0,1 мм. От вращения и осевого смещения подшипник удерживается фиксатором 6, по каналу в котором к подшипнику поступает масло. Пружинные кольца 9, установленные в канавках втулок 3 и 12, уплотняют среднюю часть компрессора. Для повышения эффективности уплотнения зона работы уплотнительного кольца отделена от зоны активного выброса масла из подшипника маслоотражателем 8, образующим дополнительный лабиринт.

Вал турбины вращается с большой частотой (до 11 000 мин⁻¹), что требует высокой точности балансировки. Для надежной работы турбокомпрессора применяется гидродинамическая смазка подшипника.

Принцип работы турбокомпрессора заключается в том, что отработавшие газы из цилиндров под давлением поступают в камеру газовой турбины, а оттуда через сопловый аппарат — на лопатки колеса турбины. Расширяясь, газы вращают колесо турбины с валом, на другом конце которого находится колесо центробежного компрессора. Из турбины отработавшие газы удаляются в атмосферу. Центробежный компрессор, в свою очередь, засасывает воздух через воздухоочиститель, сжимает его и подает под давлением по впускному трубопроводу в цилиндры дизеля. Избыточное давление воздуха за компрессором на номинальном режиме работы составляет 0,055...0,065 МПа.

Впускные и выпускные трубопроводы. По впускному трубопроводу топливовоздушная смесь от карбюратора или карбюратора-смесителя и воздух от воздухоочистителя (в дизелях) поступают в цилиндры, а по выпускному трубопроводу отработавшие газы отводятся из цилиндров. Поэтому формы и сечения этих трубопроводов должны оказывать минимальное сопротивление движению смеси (газа, воздуха) и обеспечивать равномерное распределение ее по цилиндрам.

Для лучшего испарения топлива и предотвращения его конденсации топливовоздушная смесь перед поступлением в цилиндры двигателя нагревается отработавшими газами или жидкостью из системы охлаждения. С этой целью часть впускного трубопровода выполнена с двойными стенками, между которыми циркулируют отработавшие газы или жидкость из системы охлаждения.

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

В двигателях ЗМЗ-53-11 и ЗИЛ-508.10 впускной трубопровод, отлитый из алюминиевого сплава, подогревается горячей водой из системы охлаждения. Для облегчения пуска дизеля Д-245 воздух во впускном трубопроводе подогревается электрофакельным подогревателем.

В дизеле типа ЯМЗ применяют промежуточное охлаждение наддувочного воздуха, так как после сжатия в компрессоре он нагревается до 120...130 °С. Для охлаждения наддувочного воздуха устанавливают воздухо-воздушный радиатор.

Впускные трубопроводы изготавливают, как правило, из чугуна в виде одной общей или двух отдельных отливок. Трубопроводы крепят к блок-картеру или головке цилиндров шпильками и гайками. Под фланцы впускных трубопроводов устанавливают паронитовые прокладки, а под фланцы выпускных — металлоасбестовые.

Если отработавшие газы выпускать непосредственно в окружающую среду, то они, быстро расширяясь, вызовут сильный шум. Поэтому их пропускают через глушитель 22 (см. рис. 40) или 15 (см. рис. 41), 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 дизелей тракторов направлены вверх и снабжены искрогасителями.

Топливные баки. Их изготавливают из двух штампованных из листовой стали и сваренных половин. Внутри бака вварены перегородки, придающие ему необходимую жесткость. Вместимость бака обеспечивает непрерывную работу двигателя с полной нагрузкой в течение 8...10 ч. Расходным краном бак соединен с системой питания, а через сливной кран удаляют отстой топлива. В горловине бака размещают сетчатый фильтр.

В автомобилях с карбюраторными двигателями крышки 20 (см. рис. 41) заливных горловин снабжены воздушным 22 и выпускным 24 клапанами. По мере расходования топлива из герметичного бака давление в нем уменьшается, и при разрежении 0,002...0,004 МПа открывается воздушный клапан 22 — в бак поступает воздух. Если из-за испарения топлива давление в баке превысит атмосферное на 0,01...0,015 МПа, то откроется выпускной клапан 24 и выпустит пары топлива в окружающую среду.

Топливные фильтры. На автотракторных двигателях обычно устанавливают два последовательно работающих топливных фильтра грубой и тонкой очистки.

На дизелях для грубой очистки топлива используют фильтры-отстойники ФГ-25 (СМД-66) и ФГ-75 (Д-245, СМД-86, А-41). Фильтр ФГ-75 действует следующим образом. Топливо, поступая от бака по топливопроводу 7 (рис. 47, а), направляется в кольцевую полость 5 и, пройдя распределитель 3, попадает на отражатель 2, которым отбрасывается к стенкам стакана 1. Основная часть потока топлива, резко изменяя направление, проходит через сетку фильтрующего элемента с отверстиями размером 0,1 мм и отводится из фильтра по топливопроводу 9. Часть топлива с грубыми механическими примесями и водой направляется под успокоитель 13 в полость отстоя.

Фильтр тонкой очистки топлива ФГ-150А (дизели Д-245, А-41) состоит из корпуса 7 (рис. 47, б) и двух бумажных фильтрующих элементов 5, закрытых отделимыми стаканами 4. Каждый фильтрующий элемент марки ЭТФ-75А представляет собой двойные бумажные

шторы, склеенные в цилиндр, гофрированные и сложенные гармошкой для увеличения поверхности фильтрации. Фильтровальная бумага удерживает на поверхности механические примеси размером более 0,002 мм. Наружная шторка — это первая ступень очистки, а внутренняя — вторая.

Фильтрующие элементы включены параллельно. Топливо поступает от подкачивающего насоса по топливопроводу 19 к одному фильтрующему элементу, а затем по соединительной полости — к другому. Очищенное топливо по трубопроводу 8 подается к ТНВД. Очистка топлива происходит в первой ступени фильтрующего элемента. Вторая ступень предохранительная: в случае разрыва шторы первой ступени примеси будут задержаны второй ступенью. Клапан 15, ввернутый в корпус фильтра, предназначен для автоматического удаления воздуха из топливной системы при работе дизеля.

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-508.10 между баком и топливным насосом установлен щелевой пластинчатый фильтр-отстойник, а между топливным насосом и карбюратором — фильтр тонкой очистки топлива, который имеет керамический фильтрующий элемент или элемент в виде стакана из алюминиевого сплава с отверстиями и ребрами, обернутого мелкой латунной сеткой.

Топливоподкачивающий насос предназначен для подачи топлива из бака к карбюратору (в карбюраторных двигателях) или топливному насосу высокого давления (в дизелях).

На большинстве автотракторных дизелях применяют топливopодкачивающий насос *поршневого типа*. Его устанавливают на корпусе ТНВД. В центральном отверстии чугунного корпуса 2 (рис. 48, а) насоса перемещается поршень 1. Пружина 11 прижимает поршень к торцу стержня 6, противоположный торец которого упирается в толкатель 5. На толкатель действует также пружина 3. В корпус установле-

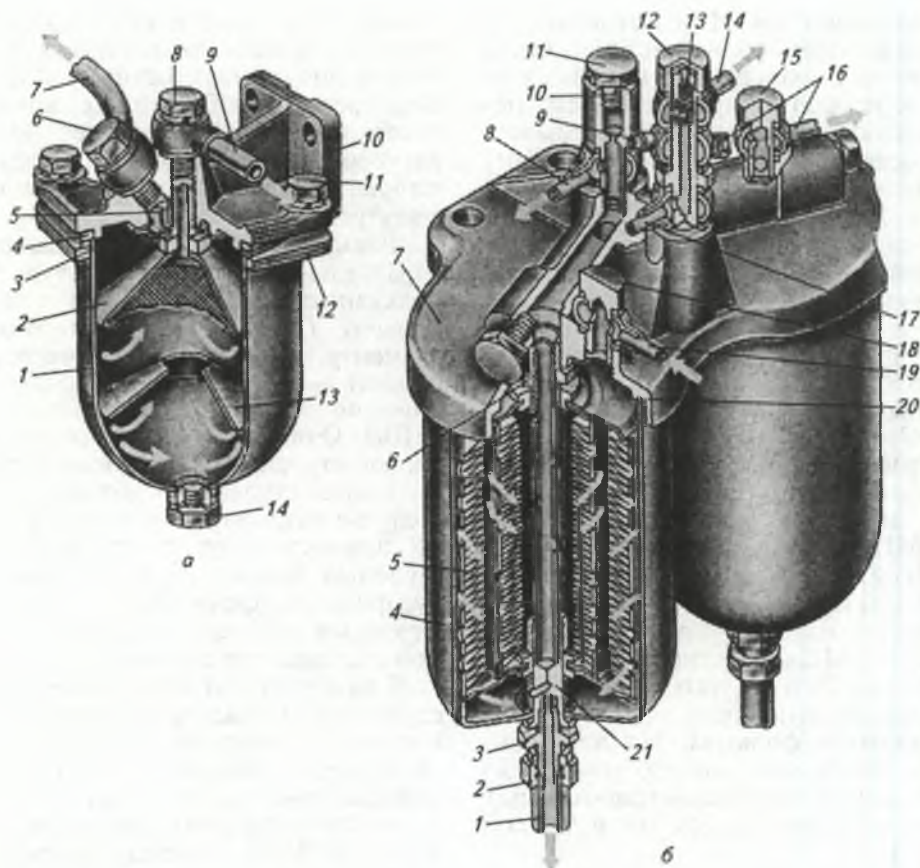


Рис. 47. Фильтры системы питания топливом:

а — ФГ-75 (грубой очистки): 1 — стакан; 2 — отражатель; 3 — распределитель; 4 — уплотнительное кольцо; 5 — кольцевая полость; 6, 8 — болты топливопроводов; 7 — подводящий топливопровод; 9 — отводящий топливопровод; 10 — корпус фильтра; 11 — болт; 12 — прижимное кольцо; 13 — успокоитель; 14 — пробка отверстия для слива отстоя топлива; *б* — ФТ-150А (тонкой очистки): 1 — сливная трубка; 2, 12 — гайки; 3 — запорный болт; 4 — стакан; 5 — фильтрующий элемент; 6 — штуцер; 7 — корпус; 8 — трубопровод отвода чистого топлива к топливному насосу; 9 — топливопровод слива дренажного топлива из форсунок; 10 — переходник; 11 — пробка (на фильтрах для комбайновых дизелей) или датчик засоренности фильтра (на фильтрах для тракторных дизелей); 13 — перепускной клапан в сборе; 14 — топливопровод слива избыточного топлива и выпуска воздуха в бак; 15 — клапан удаления воздуха в сборе; 16 — топливопровод слива топлива и выпуска воздуха при прокачке системы; 17 — топливопровод отвода избыточного топлива от топливного насоса; 18 — болт; 19 — подводящий топливопровод от подкачивающего насоса; 20 — уплотнительное кольцо; 21 — стяжной болт

ны впускной 10 и перепускной 4 клапаны, прижатые к гнездам пружинами 13. К насосу топливо подводится от фильтра-отстойника, а от насоса поступает к фильтру тонкой очистки и далее к ТНВД.

При вращении кулачкового вала ТНВД эксцентрик, набегая на толкатель 5 (рис. 48, б), перемещает стержень 6 и поршень 1 вверх. В полости А над поршнем давление повышается, а в полости Б создается разрежение. Вследствие этого впускной клапан 10

закрывается, а перепускной 4 открывается и топливо из полости А поступает в полость Б.

При сходе эксцентрика с толкателя (рис. 48, в) поршень под действием пружины 11 перемещается в обратном направлении и над поршнем в полости А создается разрежение, а под поршнем в полости Б давление увеличивается. Впускной клапан 10 открывается, и топливо засасывается в полость А. Одновременно топливо, находящееся в полости Б, нагнетается по топливопро-

воду к фильтру тонкой очистки и далее к топливному насосу.

Если по каким-либо причинам (например, вследствие загрязнения фильтра, топливопровода и т. д.) гидравлическое сопротивление для топливоподкачивающим насосом превысит давление (0,15...0,17 МПа), создаваемое пружиной 11, перемещение поршня прекратится и подачи 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 8 (рис. 48, з) поршня 9 вверх в цилиндре под поршнем создается разрежение. В результате этого открывается впускной клапан 10 и топливо засасывается в пространство под поршнем. При ходе поршня вниз давление в пространстве под поршнем возрастает, впускной клапан закрывается, а перепускной 4 открывается и топливо из цилиндра по каналам в корпусе насоса нагнетается в фильтр.

После прокачивания топлива рукоятка 8 должна быть накручена на хвостовик крышки до плотного перекрытия поршнем отверстия в днище цилиндра.

Топливоподкачивающий насос *диафрагменного типа* (рис. 49, а) установ-

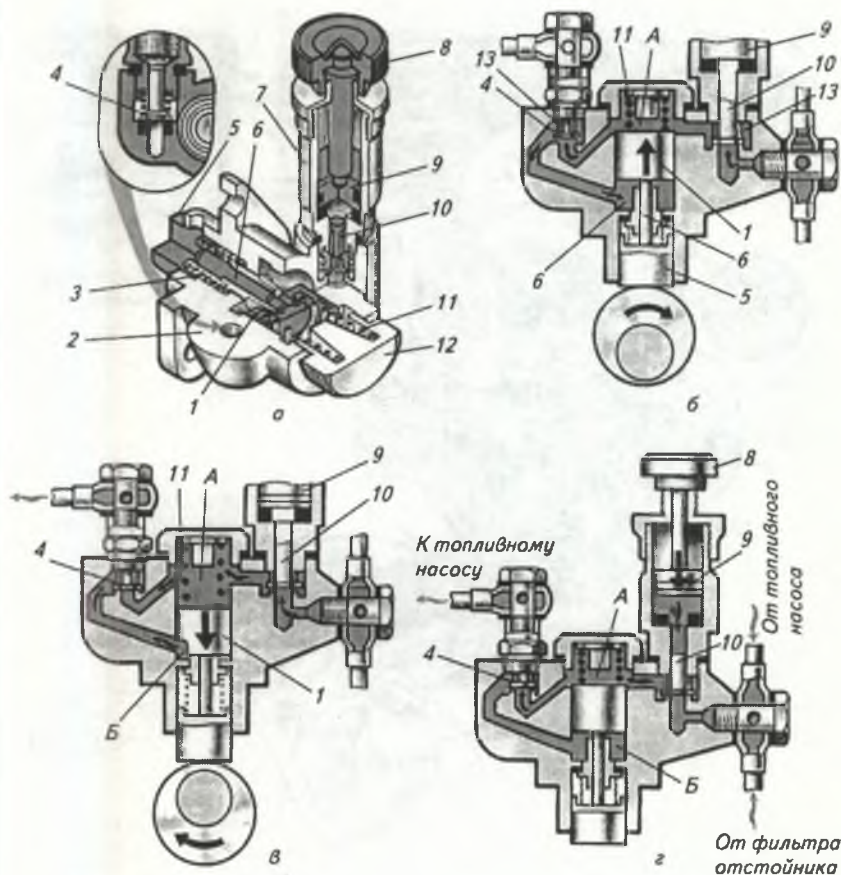


Рис. 48. Поршневой топливоподкачивающий и ручной прокачивающий насосы:

а — устройство подкачивающего насоса; б, в — схемы действия подкачивающего при подготовительном и рабочем ходах поршня; г — схема действия ручного прокачивающего насоса; 1 — поршень; 2 — корпус; 3, 11, 13 — пружины; 4 — перепускной клапан; 5 — толкатель; 6 — стержень толкателя; 7 — цилиндр; 8 — рукоятка насоса; 9 — поршень с резиновым уплотнением; 10 — впускной клапан; 12 — пробка; А, Б — полости

ливают на большинстве карбюраторных двигателей. При вращении распределительного вала его эксцентрик 25 (рис. 49, в) через штангу 24 поднимает коромысло 2. При этом толкатель 7 и диафрагма 11 опускаются. Над диафрагмой создается разрежение, вследствие чего впускные клапаны 22 открываются (рис. 49, б) и топливо из бака по топливопроводу поступает через фильтр грубой очистки и отверстие 17 в камеру над диафрагмой.

Когда эксцентрик «выйдет» из-под штанги (см. рис. 49, в), толкатель 7 под действием пружины 8 займет исходное положение. Диафрагма 11 прогнется вверх, и топливо через открывшийся

клапан 19 вытеснится в пространство над клапаном, откуда через отверстие 13 по топливопроводу поступит к карбюратору. При этом впускные клапаны 22 закрыты вследствие повышенного давления в камере над диафрагмой.

Упругость пружины 8 должна быть такой, 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 (рис. 49, з) качается вхолостую до тех пор, пока не откроется запорная игла карбюратора.

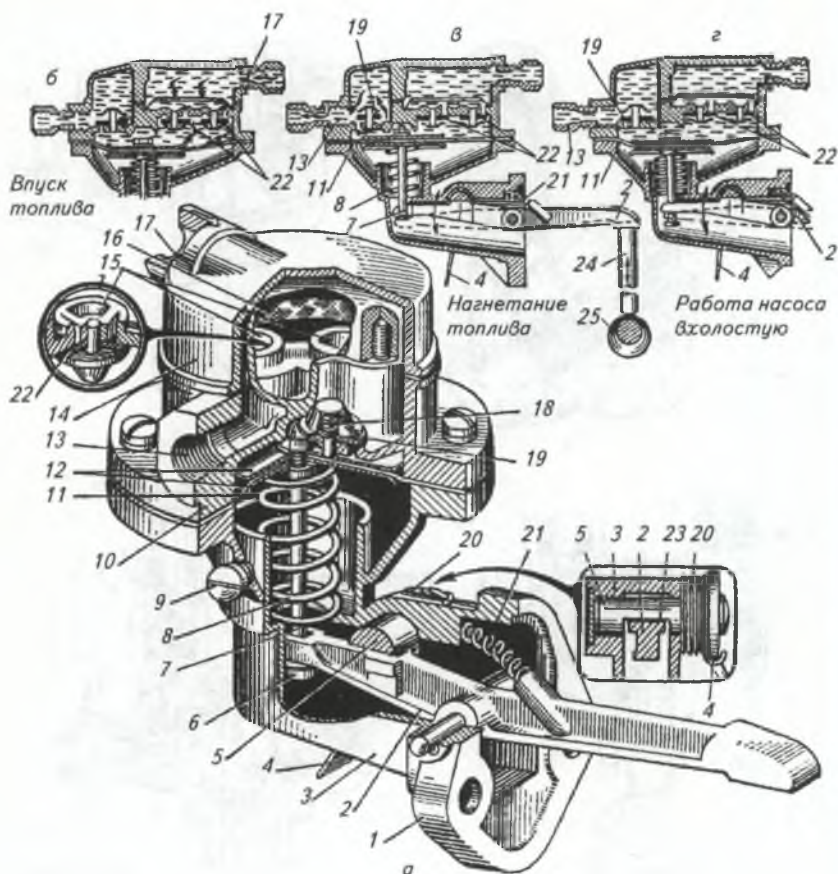


Рис. 49. Топливный насос диафрагменного типа двигателя ЗИЛ-508.10:

а — устройство; б, в, з — схемы работы: 1 — фланец крепления насоса к блок-картеру; 2 — коромысло привода насоса; 3 — корпус насоса; 4 — рычаг ручной подкачки; 5 — валик; 6 — упорная шайба; 7 — толкатель; 8 — пружина толкателя; 9 — пробка; 10 — головка насоса; 11 — диафрагма; 12 — стальные шайбы; 13 — выпускное отверстие; 14 — крышка насоса; 15 — гнезда для 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 — канавка на валике; 24 — штанга; 25 — эксцентрик распределительного вала

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

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 его капли дробятся на мелкие частицы диаметром 0,002...0,003 мм, образующие струю 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 количество кислорода. Добиться такого равномерного распределения распыленного топлива в воздухе, находящемся в камере сгорания, трудно. Поэтому в цилиндр дизеля вводят воздуха больше, чем это необходимо теоретически.

Отношение действительного количества воздуха L_d , подаваемого в цилиндры, к необходимому L_T для полного сгорания заданного часового расхода топлива при заданной частоте вращения коленчатого вала называют *коэффициентом избытка воздуха*

$$\alpha = L_d / L_T.$$

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

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 полностью 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 смесеобразования*. Объемный способ смесеобразования основан на впрыскивании струй непосредственно в сжатый воздух, находящийся в камере сгорания. При 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, т. е. в объеме воздуха распыливается небольшая часть топлива, а 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 одного из этих способов. Камеры сгорания дизелей делят на два типа: *разделенные* (рис. 50, а) и *неразделенные* (рис. 50, б, в, г).

В дизелях применяют объемно-пленочное смесеобразование в неразделенных камерах сгорания, представляющих собой полости, ограниченные днищем поршня и поверхностями головки и стенок цилиндров. 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 ВМТ. Угол, на кото-

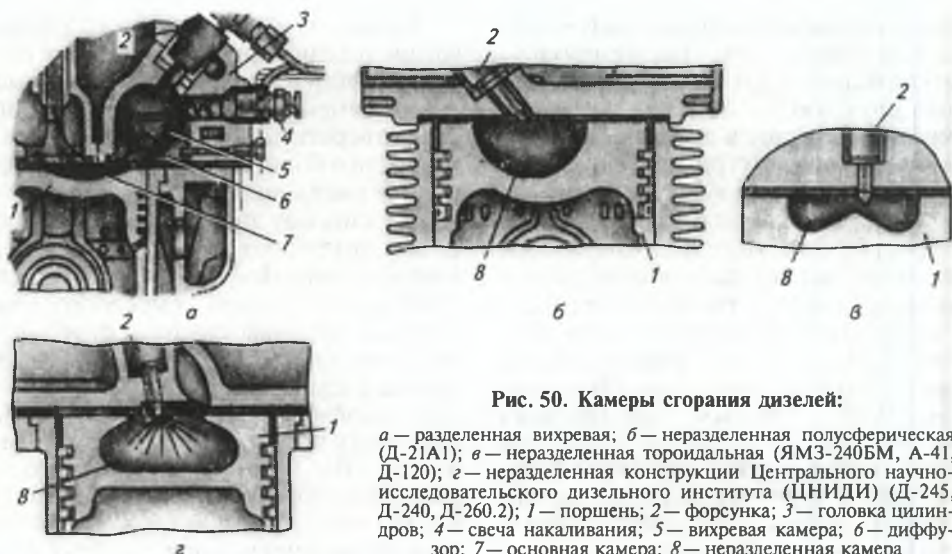


Рис. 50. Камеры сгорания дизелей:

а — разделенная вихревая; б — неразделенная тороидальная (ЯМЗ-240БМ, А-41, Д-120); в — неразделенная конструкции Центрального научно-исследовательского дизельного института (ЦНИДИ) (Д-245, Д-240, Д-260.2); 1 — поршень; 2 — форсунка; 3 — головка цилиндров; 4 — свеча накаливания; 5 — вихревая камера; 6 — диффузор; 7 — основная камера; 8 — неразделенная камера

рый кривошип коленчатого вала дизеля не доходит до ВМТ 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 несколько выше, то работу дизеля условно называют жесткой.

Если топливо впрыснуто рано, то 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 ВМТ в момент начала подачи топлива из топливного насоса, называют *углом опережения подачи топлива* (или установочным углом опережения впрыскивания топлива).

Мощность автотракторных двигателей можно повысить за счет применения газотурбинного наддува. Увеличение количества воздуха, нагнетаемого турбокомпрессором в цилиндры, по-

зволяет подавать также большее количество топлива. Пропорционально этому возрастает мощность двигателя. Так как применение турбонаддува увеличивает тепловые и механические нагрузки, в первую очередь на детали кривошипно-шатунного механизма, то без конструктивных изменений дизеля возможно только применение низкого наддува с давлением на впуске в цилиндр 0,13...0,14 МПа. При этом подача топлива увеличивается на 25...30 %, что вместе с увеличением мощности обеспечивает процесс сгорания с несколько большим коэффициентом избытка воздуха ($\alpha = 1,7...1,9$). Максимальное давление сгорания возрастает с 7,5...8 до 10...11 МПа.

Топливные насосы высокого давления служат для подачи точно отмеренных порций топлива, соответствующих нагрузке, в определенный момент времени и под высоким давлением через топливопроводы и форсунки в камеры сгорания. 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). Различают топливные насосы рядные типа ТН и распределительные типа НД.

Марки насосов имеют определенное значение. Например, 4 УТНМ означает

четырёхплунжерный универсальный рядный топливный насос модернизированный, НД-21/2-4 — насос дизельный распределительного типа, односекционный (21), для двух—четырёх цилиндров, НД-22/6 — насос дизельный распределительного типа, двухсекционный (22), для шести цилиндров.

Рядные насосы. *Насосная секция рядного ТНВД* базовой модели 4УТНМ (рис. 51, а) представляет собой насос поршневого (плунжерного) типа. Циклы наполнения и нагнетания топлива происходят при возвратно-поступательном движении плунжера 1 во втулке (гильзе) 2.

Кулачковый вал ТНВД приводится во вращение шестернями привода, входящими в зацепление с зубчатым колесом, установленным на коленчатом валу дизеля. При этом выступающая часть кулачка 15, набегаая на ролик 11, который катится по поверхности кулачка, перемещает вверх толкатель 10.

Вместе с толкателем поднимается плунжер 1, прижатый пружиной 6 к торцу регулировочного болта 9 толкателя. Перемещение вниз плунжер 1 совершает под действием пружины 6.

В гильзе 2 сделаны два радиальных отверстия: наполнительное 4 (впускное) и отсечное 3 (перепускное). Наполнительное отверстие расположено несколько выше отсечного. Гильзы насосных секций установлены в корпусе, в верхней части которого имеются продольные каналы, заполненные топливом, поступающим из фильтра тонкой очистки. Эти каналы соединены с радиальными отверстиями гильз. Сверху над гильзой установлено седло 14, в которое входит нагнетательный (обратный) клапан 13. Седло прижимается к гильзе штуцером 18, ввернутым в корпус, а нагнетательный клапан — пружиной 17, вставленной в штуцер.

В верхней части плунжера 1 выполнены соединенные между собой и с

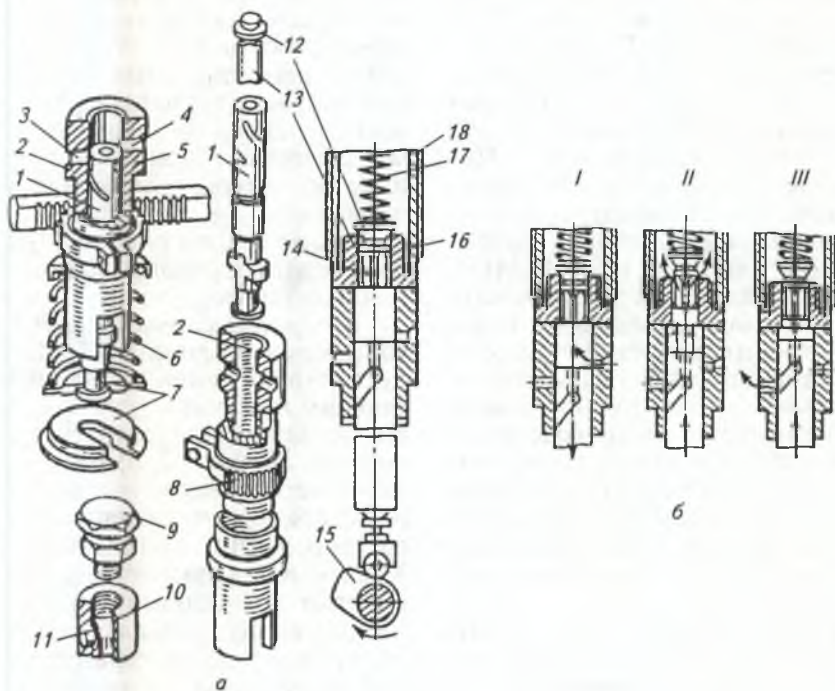


Рис. 51. Насосная секция рядного ТНВД:

а — составные детали насосной секции: 1 — плунжер; 2 — гильза; 3, 4 — соответственно перепускное и впускное отверстия; 5 — отсечной паз; 6, 17 — пружины; 7 — опорная тарелка; 8 — зубчатый венец; 9 — регулировочный болт; 10 — толкатель; 11 — ролик; 12 — запирающий конус; 13 — обратный клапан; 14 — седло нагнетательного клапана; 15 — кулачок; 16 — разгрузочный пояс; 18 — штуцер; б — схема работы: I — впуск топлива в надплунжерную полость; II — подача топлива к форсункам; III — отсечка и выпуск топлива через перепускное отверстие

надплунжерной полостью боковой осевой канал и отсечной паз 5 (по винтовой линии). В средней части плунжера имеется кольцевая выточка, обеспечивающая равномерное распределение по поверхности гильзы топлива, используемого еще и как смазка. Нижняя часть плунжера входит в пазы поворотной втулки с зубчатым венцом 8, соединенной с рейкой насоса. При воздействии на зубчатый венец плунжер 1 может поворачиваться относительно гильзы 2.

Секция насоса работает следующим образом. Топливо от топливоподкачивающего насоса, очищенное в фильтре тонкой очистки, подается в гильзу из продольного канала через отверстие 4 (рис. 51, б, I), когда плунжер находится в нижнем положении, и заполняет надплунжерную полость. При движении плунжера вверх (рис. 51, б, II) под воздействием кулачка 15 дополнительное отверстие 4 перекрывается и топливо под большим давлением (так как жидкость практически не сжимается) открывает нагнетательный клапан 13 и поступает к форсункам. Подача топлива будет происходить при перемещении плунжера до момента соединения кромки отсечного паза 5 (рис. 51, б, III) с перепускным отверстием 3. Поскольку перепускное отверстие связано с каналом подачи топлива от топливоподкачивающего насоса, в котором давление топлива 0,12...0,15 МПа, то топливо из надплунжерной полости, находящейся под давлением более 20 МПа, устремится через центральное отверстие, диаметральный канал и винтовую канавку в перепускное отверстие. Давление в топливопроводе высокого давления резко падает, и под действием пружин закрываются нагнетательный клапан и форсунка. Обратный клапан 13 разделяет надплунжерное пространство гильзы и топливопровод высокого давления.

При опускании обратного клапана 13 вначале в седло входит цилиндрический поясok 16, называемый разгрузочным. Поясок, опускаясь в седло, как поршень в цилиндре, отсасывает часть топлива из топливопровода высокого давления, в результате чего давление в нем резко снижается (приблизительно до 2,0...2,5 МПа) и форсунка быстро

прекращает впрыскивание топлива — происходит отсечка топлива.

Расстояние, проходимое плунжером от положения полного закрытия дополнительного отверстия 4 до положения начала открытия отсечного паза перепускного отверстия 3, называют *геометрическим активным ходом плунжера*, а вытесненный при этом объем топлива — *геометрической цикловой подачей*.

Так как отсечной паз 5 выполнен по винтовой линии, то в зависимости от поворота плунжера относительно гильзы кромка отсечного паза может открывать перепускное отверстие разными своими участками по длине. Таким образом, при постоянном полном ходе плунжера его рабочий ход может быть различным и соответственно разной будет цикловая подача топлива, а следовательно, и крутящий момент дизеля.

Гильзу 2 (см. рис. 51, а), плунжер 1, обратный клапан 13 и его седло 14 изготовляют из высококачественной легированной стали и термически обрабатывают. 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.*

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

Четырехсекционный ТНВД 4УТНМ установлен на дизелях Д-245 и конструктивно соединен с топливоподкачивающим насосом и регулятором частоты вращения (далее регулятором). В корпусе 27 (рис. 52, а) насоса расположены четыре насосные секции, механизм привода плунжеров и механизм регулирования количества топлива. Корпус и крышка насоса отлиты совместно из алюминиевого сплава. Внутри корпус разделен на две полости горизонтальной перегородкой, в отверстия которой установлены толкатели 9. В верхней части корпуса выполнены четыре вертикальные расточки для установки секций топливного насоса. Горизонтальные сверления образуют П-образный топливный канал 2, соединенный топливопроводами с под-

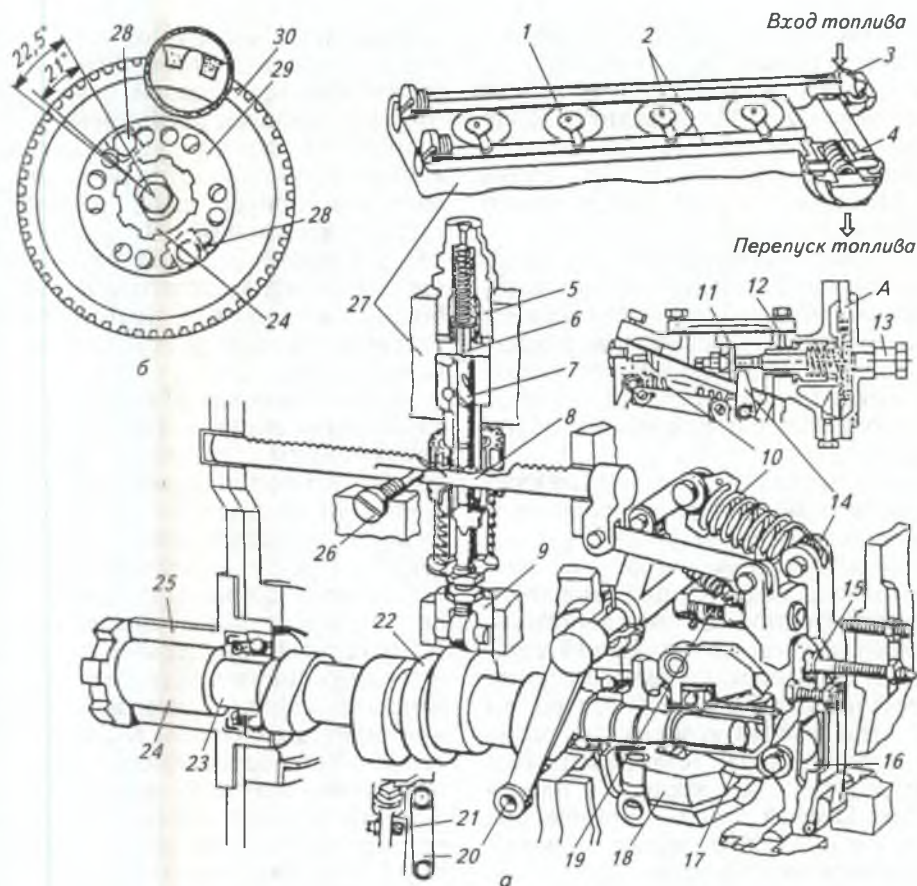


Рис. 52. Рядный топливный насос высокого давления:

а — устройство: 1 — втулка плунжерной пары; 2 — П-образный канал; 3 — топливоподводящий штуцер; 4 и 6 — перепускной и нагнетательный клапаны; 5 — штуцер; 7 — плунжер; 8 — рейка; 9 — толкатель; 10 — пружина; 11 — подвижной упор; 12 — корректор; 13 — штуцер воздухопровода к корректору; 14 и 16 — основной и промежуточный рычаги регулятора; 15 — болт номинальной подачи топлива; 17 — муфта; 18 — груз; 19 — корректор подачи топлива; 20 — рычаг управления; 21 — винт максимальной частоты вращения; 22 — эксцентрик; 23 — кулачковый вал; 24 — шлицевая втулка; 25 — установочный фланец; 26 — стопорный винт; 27 — корпус; *А* — пневмокамера противодымного корректора; *б* — привод насоса: 28 — болт; 29 — шлицевая шайба; 30 — зубчатое колесо

качивающим насосом. Перепускной клапан 4, установленный в штуцере перепуска топлива к подкачивающему насосу, поддерживает в П-образном канале 2 давление около 0,1 МПа.

В нижней половине корпуса насоса на двух шарикоподшипниках размещен кулачковый вал 23 (общий для всех секций насоса). На кулачковом валу расположено четыре кулачка, развернутых один относительно другого под углом 90°. Между вторым и третьим кулачками вала находится эксцентрик 22, который служит для привода подкачивающего насоса.

Кулачковый вал 23 приводится в действие зубчатым колесом 30 (рис. 52, б) привода с помощью шлицевой втулки 24, посаженной на вал посредством шпонки. Зубчатое колесо 30 свободно посажено на ступицу установочного фланца. Шайба 29 установлена относительно втулки в определенном положении благодаря пропущенному («слепому») шлицу. Это положение обеспечивает снятие и установку топливного насоса без нарушения установленного момента подачи топлива.

Общий момент подачи топлива насосными секциями изменяют, поворачи-

чивая шлицевую шайбу 29 относительно шестерни насоса. Для этого в шайбе просверливают ряд отверстий на одном радиусе через 21°. На переднем торце ступицы шестерни выполнены резьбовые отверстия через 22,5°. При таком исполнении можно совместить только два противоположных отверстия.

При повороте шлицевой шайбы 29 по ходу часовой стрелки до совмещения следующей пары отверстий момент подачи топлива к форсунке происходит на 3° раньше. Если повернуть шайбу против хода часовой стрелки, то угол начала подачи топлива соответственно уменьшится.

Момент начала подачи топлива каждой секции изменяют регулировочным болтом толкателя 9 (см. рис. 52, а).

Масло для смазывания деталей топливного насоса подается под давлением из общей смазочной системы двигателя.

Топливный насос дизеля КАМАЗ двухрядный V-образный, по четыре секции в каждом ряду. Кулачковый вал такого насоса вращается в конических роликовых подшипниках, установленных в прикрепленных к корпусу насоса крышках. Осовой зазор в конических подшипниках устанавливают с помощью регулировочных прокладок.

Топливный насос 4ТН9 × 10Т установлен на двигателе А-41, а *насос модели 902* — на дизеле ЯМЗ-240БМ. Секции этих насосов работают так же, как и секции насоса 4УТНМ.

Распределительные насосы. ТНВД, каждая секция которого предназначена для поочередного нагнетания топлива в несколько цилиндров дизеля, называют *распределительным*. Насосы такого типа устанавливают на дизели Д-120 и их модификации. На дизеле СМД-66 применен топливный насос НД-22/6Б4 — двухплунжерный, распределительный, с изменяемым окончанием подачи топлива, снабженный всережимным механическим регулятором прямого действия, поршневым подкачивающим насосом и насосом ручной прокачки топлива.

Топливный насос состоит из двух секций высокого давления 11 (рис. 53), расположенных в вертикальных расточках корпуса 9. Там же находятся

толкатели 36. Корпус отлит из алюминиевого сплава. В горизонтальных расточках корпуса на шариковых подшипниках установлен кулачковый вал 38. В задней полости корпуса размещен механизм регулятора. Для доступа к регулятору в корпусе насоса имеется люк, закрытый крышкой 23. С левой стороны в корпусе расположена рычажная система привода дозаторами, закрытая боковой крышкой. С правой стороны в расточке корпуса установлен подкачивающий насос 26.

Кулачковый вал 38 изготовлен из легированной стали, а его поверхность, за исключением переднего конического резьбового конца, цементирована и закалена. На валу имеются два трехгранных кулачка — каждый для одной из двух секций. Профиль кулачков обеспечивает высокую скорость подъема плунжеров в момент впрыскивания топлива. На переднем коническом конце вала с помощью шпонки установлена автоматическая муфта с кулачками для привода топливного насоса. К пазам заднего торца вала подсоединена ступица конического ведущего зубчатого колеса 33 привода регулятора, закрепленная на эксцентриковом валу 30. Движение от кулачкового вала к плунжерам секций высокого давления передается двумя роликовыми толкателями 36.

Корпус 5 (рис. 54) толкателя изготовлен из стали, цианирован и термически обработан. В прорези корпуса на оси 1 установлен ролик 2. От проворачивания вокруг оси толкатель зафиксирован с помощью установочного винта 3, ввернутого в корпус и входящего цилиндрическим концом в продольный паз корпуса толкателя. Топливо подается и распределяется по цилиндрам секциями высокого давления, которые состоят из втулки 20 и плунжера 12. Плунжер вращается вокруг своей оси с помощью зубчатой втулки 25. На плунжере находится дозатор 11, который перемещается по нему вверх и вниз с помощью поводка 10 привода дозатора. Поводок 10 привода рычагом 8 кинематически связан с концом основного рычага всережимного регулятора. Втулка, плунжер и дозатор являются прецизионными парами, изготавливаются с высокой точностью, и за-

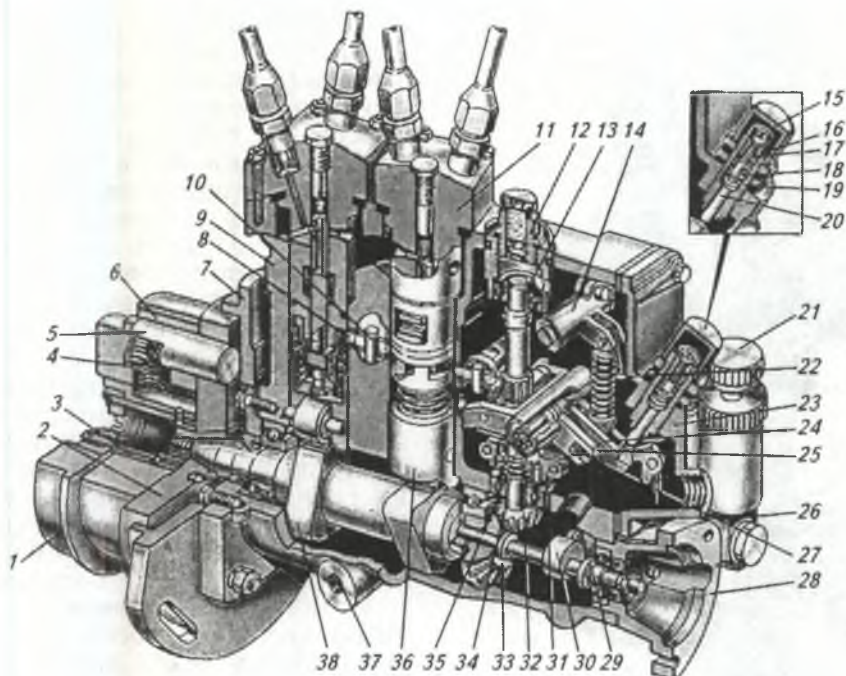


Рис. 53. Топливный насос высокого давления:

1 — ведущая полумуфта; 2 — ведомая полумуфта; 3 — втулка ведущей полумуфты; 4 — пружина автоматической муфты; 5 — ось груза; 6 — груз автоматической муфты; 7 — установочный фланец; 8 — промежуточное зубчатое колесо привода плунжера; 9 — корпус насоса; 10 — кронштейн промежуточного зубчатого колеса; 11 — секция высокого давления; 12 — сапун; 13 — валик регулятора; 14 — рычажная втулка пружины регулятора; 15 — ограничитель хода штока корректора; 16 — гайка; 17 — винт корректора; 18 — пружина корректора; 19 — корпус корректора; 20 — шток корректора; 21 — насос ручной прокачки топлива; 22 — пружина регулятора; 23 — задняя крышка; 24 — рычаг корректора; 25 — вилчатый рычаг регулятора; 26 — подкачивающий насос; 27 — ось серьги пружины; 28 — корпус привода тахометра; 29 — толкатель подкачивающего насоса; 30 — эксцентриковый вал; 31 — ступица регулятора; 32 — ведомое зубчатое колесо; 33 — ведущее зубчатое колесо; 34 — демпферная пружина; 35 — ось вилчатого рычага; 36 — толкатель плунжера; 37 — сливное отверстие; 38 — кулачковый вал

мена их в паре не допускается. Центральное отверстие втулки плунжера закрыто пробкой 19.

Установленное в канавке втулки плунжера резиновое уплотнительное кольцо 22 разделяет топливную и масляную полости насоса.

На нижнюю часть плунжера, в сечении которой квадрат, надета зубчатая втулка 25. Это обеспечивает относительное перемещение плунжера вдоль оси втулки и совместное вращение зубчатой втулки и плунжера. Плунжер опускается с помощью пружины 6, упирающейся верхним торцом в тарелку 7, а нижним — в тарелку 4. Тарелка 7 находится на втулке плунжера, а тарелка 4 с помощью выточки и паза соединена с его хвостовиком. Секция высокого давления в сборе удерживается

монтажной чекой, которую вставляют в отсечное отверстие плунжера при извлечении секции из корпуса насоса. Секцию высокого давления крепят в корпусе насоса с помощью четырех шпилек и уплотняют резиновым кольцом 21. Монтажную чеку хранят в специальном гнезде корпуса насоса.

Всасывание и нагнетание топлива происходят через систему каналов, расположенных во втулке и плунжере.

Во втулке 7 (рис. 55) выполнены напильное 12 и три распределительных 10 отверстий, которые сообщаются с нагнетательными каналами 11, ведущими к штуцеру 24. Осевого канала 17 плунжера-распределителя через паз 9 соединяет надплунжерную полость 18 поочередно с нагнетательными каналами 11. Через отсечное отверстие 16

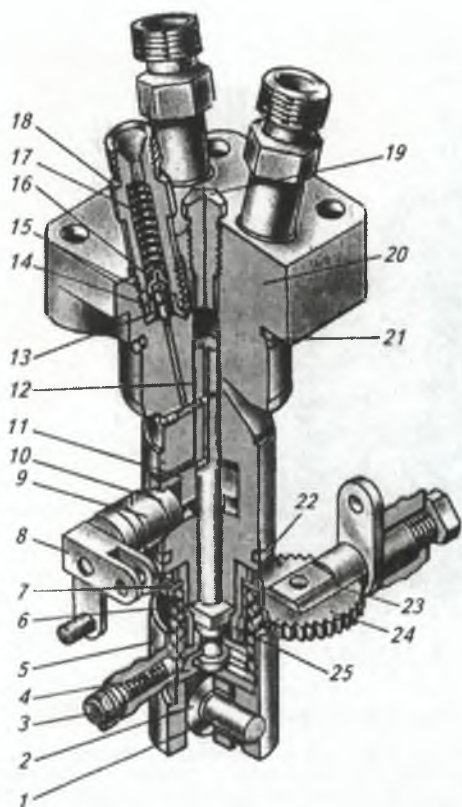


Рис. 54. Секция насоса высокого давления:

1 — ось ролика толкателя; 2 — ролик толкателя; 3 — установочный винт; 4 — нижняя тарелка пружины; 5 — корпус толкателя; 6 — пружина; 7 — верхняя тарелка пружины; 8 — рычаг привода дозатора; 9 — втулка привода дозатора; 10 — поводок привода дозатора; 11 — дозатор; 12 — плунжер; 13 — пружина обратного клапана; 14 — седло нагнетательного клапана; 15 — обратный клапан; 16 — нагнетательный клапан; 17 — пружина нагнетательного клапана; 18 — штуцер линии высокого давления; 19 — пробка втулки плунжера; 20 — втулка плунжера; 21 — уплотнительное кольцо секции; 22 — уплотнительное кольцо втулки; 23 — кронштейн промежуточного зубчатого колеса; 24 — промежуточное зубчатое колесо привода плунжера; 25 — зубчатая втулка

(если оно не закрыто дозатором) канал 17 сообщается с отсечной полостью 8.

При работе распределительного насоса различают ход всасывания и ход нагнетания.

Всасывание осуществляется при опускании плунжера 6. Отсечное отверстие 16 перекрывается дозатором 13, и в надплунжерной полости 18 создается разрежение. В тот момент, когда плунжер открывает наполнительное отверстие 12, в надплунжерную полость втулки из полости низкого давления насоса поступает топливо.

Нагнетание осуществляется при подъеме плунжера 6 толкателем при набегании кулачка 1 на ролик 2. Когда плунжер перекроет наполнительное отверстие 12, в надплунжерной полости создается давление, а распределительный паз 9 вращающегося плунжера приближается к распределительному отверстию 10 втулки. Когда паз подойдет к этому отверстию, топливо из полости 18, пройдя канал 17, паз 9 и отверстие 10, поступает в нагнетательный канал 11. Под давлением топлива, создаваемым плунжером, нагнетательный 22 и обратный 21 клапаны, преодолевая действие пружины 23, приподнимаются, пропуская топливо по трубопроводу высокого давления к форсунке. Подача топлива продолжается до начала выхода отсечного отверстия 16 из дозатора 13 — происходит отсечка топлива.

При отсечке топлива давление в надплунжерной полости 18 и подводящих каналах резко падает. Нагнетательный клапан 22 под действием пружины 23 и давления топлива в трубопроводе садится в седло 19, перекрывая доступ топлива обратно в надплунжерную полость. Под действием избыточного давления в трубопроводе часть топлива поступает по сверлению 25 в нагнетательном клапане к обратному клапану и, преодолевая сопротивление пружины 20, приоткрывает его. Топливо выходит в подклапанную полость, разгружая тем самым топливопровод от избыточного давления. Игла распылителя резко закрывает отверстие форсунки, происходит отсечка подачи топлива в цилиндр. Затем цикл повторяется, но при вращении плунжера топливо подается к следующему цилиндру в соответствии с порядком работы.

Количество топлива, подаваемого в цилиндр, регулируется положением дозатора. Чем выше он находится, тем больше топлива поступает в цилиндр, поскольку увеличивается активный ход плунжера и отсечка наступает позже. Наибольшая подача соответствует крайнему верхнему положению дозатора. При нахождении дозатора в крайнем нижнем положении наполнительное отверстие 12 втулки перекрывается плунжером лишь тогда, когда отсечное отверстие 16 уже выйдет из дозатора.

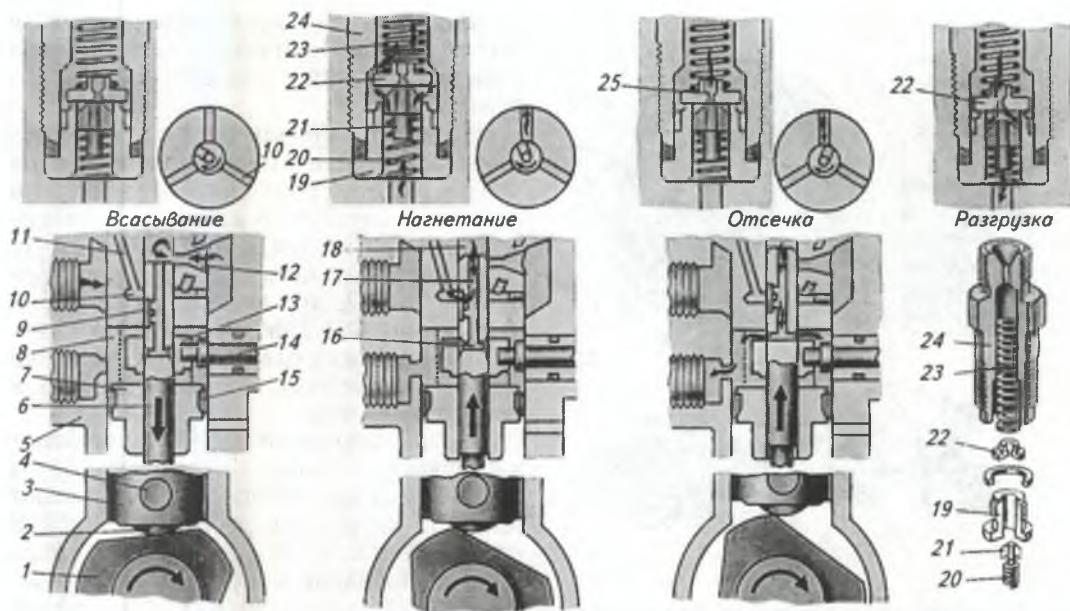


Рис. 55. Схема работы секции распределительного насоса:

1 — кулачок; 2 — ролик толкателя; 3 — корпус толкателя; 4 — ось ролика толкателя; 5 — корпус насоса; 6 — плунжер; 7 — втулка плунжера; 8 — отсечная полость; 9 — распределительный паз; 10 — распределительное отверстие; 11 — нагнетательный канал; 12 — наполнительное отверстие; 13 — дозатор; 14 — поводок дозатора; 15 — уплотнительное кольцо; 16 — отсечное отверстие; 17 — осевой канал; 18 — надплунжерная полость; 19 — седло нагнетательного клапана; 20 — пружина обратного клапана; 21 — обратный клапан; 22 — нагнетательный клапан; 23 — пружина нагнетательного клапана; 24 — штуцер; 25 — сверление в нагнетательном клапане

Подачи топлива не будет, и оно из полости 18 через полость 8 возвратится в подкачивающий насос. В зависимости от режима работы и нагрузки дизеля дозатор устанавливается регулятором в необходимое положение.

Плунжеры приводятся во вращение от вертикального вала 13 (см. рис. 53) регулятора, заодно с которым выполнено зубчатое колесо. Между зубчатой колесом вала регулятора и зубчатой втулкой 25 (см. рис. 54) установлено промежуточное зубчатое колесо 24, а между зубчатыми втулками секций — промежуточное зубчатое колесо 8 (см. рис. 53). Зубчатые колеса установлены на осях в прорезях кронштейнов, которые закреплены в корпусе насоса.

Автоматическая муфта регулирования опережения подачи топлива. Применяя эту муфту, можно улучшить пусковые качества и экономичность дизеля на различных скоростных режимах. В дизелях СМД-66, 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. 56, а, б) с помощью шпонки и гайки закреплена на переднем конце кулачкового вала насоса. На ее резьбу накручен корпус 4, а на ось 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.

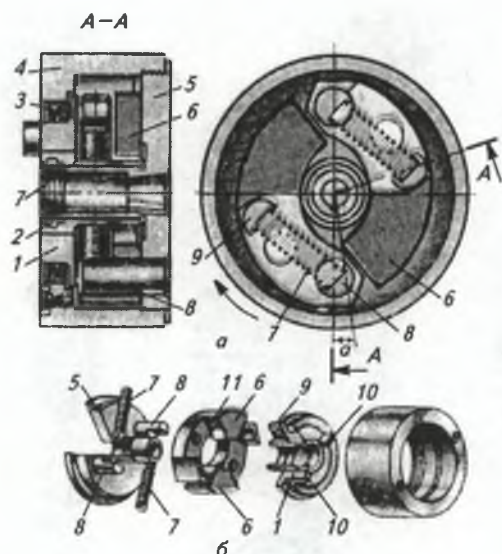


Рис. 56. Автоматическая муфта опережения подачи топлива:

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

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 кулачкового 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.

Топливный насос устанавливают на дизель по меткам для согласования топливоподачи с работой механизма газораспределения.

Форсунка. Впрыскивание топлива в цилиндры дизеля и его распределение в камере сгорания осуществляются форсункой.

На автотракторных дизелях применяют многодырчатые форсунки типа ФД закрытого типа с распыливающими отверстиями малого диаметра. На дизельных двигателях Д-120, Д-240, А-41 устанавливают четырехдырчатые форсунки ФД-22, на двигателях Д-245 — форсунки ФД-22М, у которых пять распыливающих отверстий с несколько другим диаметром и углом наклона к оси распылителя.

Детали форсунки ФД-22 размещают в стальном корпусе 7 (рис. 57, *a*), 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 изготавливают из легированной стали, термически обрабатывают и притирают. Раскомплектовывать их нельзя.

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 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. 57, *б*) плотно садится на коническую поверхность седла распылителя.

Топливо из насоса поступает по топливопроводу высокого давления через штуцер 11 (см. рис. 57, *a*), фильтр 10, каналы 12 и 14 в кольцевую полость 18 (см. рис. 57, *б*). Поскольку нижний конец иглы 16 вставлен в корпус распылителя с небольшим зазором, топливо проходит в полость 23.

Как только давление топлива на конические поверхности 19 и 20 (рис. 57, *в*) превысит усилие пружины 5 (см. рис. 57, *a*), игла 16 (см. рис. 57, *в*) под-

нимется 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.

Чтобы игла находилась в поднятом состоянии и не колебалась во время впрыскивания, а впрыскивание топлива не затягивалось, давление топлива должно резко и быстро увеличиваться. Это обеспечивает специальный профиль кулачка вала топливного насоса.

Как только насос прекратит подачу топлива в форсунку, давление в полости 23 (см. рис. 57, 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. Иначе в конце впрыскивания топливо перестанет распыливаться и образует у выходных отверстий распылителя висящие капли, которые, сгорая не полностью, вызывают его закоксовывание. Игла 16 (см. рис. 57, а) открывается под давлением топлива, т. е. управление ею гидравлическое.

Форсунку регулируют винтом 2 так, чтобы давление начала впрыскивания топлива (в момент отрыва иглы от седла) составляло 17,5...18 МПа. Сверху регулировочный винт закрыт колпаком 1, накрученным 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.

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

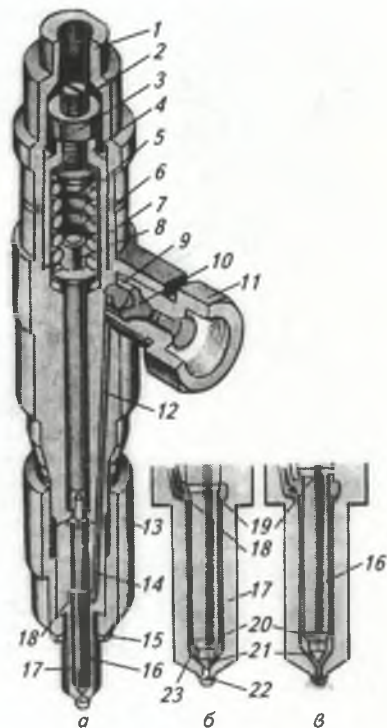


Рис. 57. Многодырчатая форсунка ФД-22 закрытого типа с гидравлическим управлением иглой ФД-22:

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, 15 — прокладки; 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; 16 — игла распылителя; 17 — распылитель; 18 и 23 — полости; 19 — коническая поверхность верхней части иглы; 20 — коническая поверхность нижней части иглы; 21 — запирающий конус; 22 — распыляющие отверстия

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

Смесеобразование в карбюраторных двигателях. Топливоздушная смесь, характеризующая соотношением масс топлива и воздуха, подготавливается в карбюраторе. Для полного сгорания 1 кг бензина теоретически необходимо 14,9...15,0 кг воздуха. При таком соотношении топливоздушную смесь называют *нормальной*, или *стехиометрической*. Ее коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1$. Смесь, у которой $\alpha = 0,7...0,85$, условно называют *богатой*. При

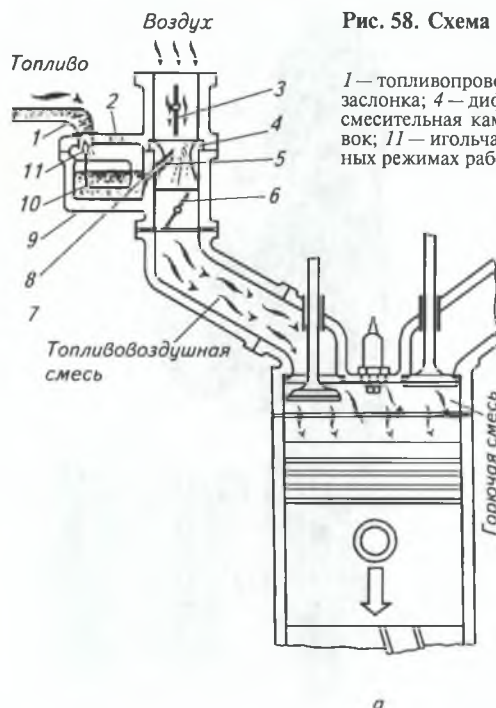


Рис. 58. Схема работы простейшего карбюратора (а) и характеристики карбюраторов (б):

1 — топливопровод; 2 — отверстие в поплавковой камере; 3 — воздушная заслонка; 4 — диффузор; 5 — распылитель; 6 — дроссельная заслонка; 7 — смесительная камера; 8 — жиклер; 9 — поплавковая камера; 10 — поплавок; 11 — игольчатый клапан; I — характеристика карбюратора на различных режимах работы двигателя; II — характеристика простейшего карбюратора

$\alpha = 0,85 \dots 0,95$ смесь считают *обогащенной*, при $\alpha = 1,05 \dots 1,15$ — *обедненной*, а если $\alpha = 1,15 \dots 1,2$ — *бедной*.

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

Простейший карбюратор (рис. 58, а) состоит из поплавковой камеры 9 с поплавком 10, игольчатого клапана 11, жиклера 8 с распылителем 5, диффузора 4, воздушной 3 и дроссельной 6 заслонок, смесительной камеры 7. Поплавковая камера, поплавок и запорная игла необходимы для поддержания постоянного уровня топлива в поплавковой камере и распылителе. Через отверстие 2 поплавковая камера сообщается с окружающей средой. Жиклер 8 представляет собой калиброванное отверстие в пробке, трубке или канале. В карбюраторах он предназначен для дозирования топлива, воздуха или эмульсии (топлива, насыщенного пузырьками воздуха). Диффузор 4 — это участок патрубка карбюратора с постепенно уменьшающимся, а затем увеличивающимся

диаметром. Сужение и расширение сечений диффузора по длине выполнены плавными. Распылитель 5 — это трубка для распыления топлива, сообщающая поплавковую камеру с диффузором.

Воздушная заслонка 3 — круглая или овальная 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 4, т. е. качество тепловоздушной смеси. Дроссельная заслонка 6 имеет такую же форму, как и воздушная, но предназначена для изменения количества, а в отдельных случаях и качества смеси, поступающей в цилиндр двигателя.

Смесительной камерой 7 называют участок трубы карбюратора от самой узкой части (горловины) диффузора 4 до оси дроссельной заслонки 6.

Топливо из бака по топливопроводу 1 поступает в поплавковую камеру 9, заполняя ее. Когда топливо в поплавковой камере достигнет определенного уровня, поплавок 10 прижмет игольча-

тый клапан 11 к седлу и поступление топлива прекратится. При понижении уровня поплавков опустится и игольчатый клапан вновь откроет доступ топливу в поплавковую камеру.

Из поплавковой камеры топливо через жиклер 8 поступает в распылитель 5, выходное отверстие которого находится в горловине диффузора 4. Чтобы топливо не вытекало из распылителя при неработающем двигателе, выходное отверстие распылителя расположено на 1...2 мм выше уровня топлива в поплавковой камере.

Во время такта впуска при открытых воздушной 3 и дроссельной 6 заслонках разрежение из цилиндра передается в смесительную камеру 7 и вызывает движение воздуха в направлении, указанном стрелками. Разрежение в смесительной камере можно регулировать дроссельной 6 и воздушной 3 заслонками.

Воздух, всасываемый в цилиндр двигателя, проходит при открытой воздушной заслонке 3 через патрубок и диффузор 4. 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 5. Поток воздуха движется через диффузор со скоростью, примерно в 25 раз большей скорости топлива из распылителя. Поэтому топливо распыляется на мелкие капли и, смешиваясь с воздухом, образует топливовоздушную смесь, которая поступает в цилиндр двигателя. Чтобы увеличить скорость воздуха в зоне устья распылителя 5, во многих карбюраторах устанавливают два диффузора: большой и малый. Причем выходное отверстие малого диффузора размещают в горловине большого. В результате распыления поверхность соприкосновения капель топлива с воздухом увеличивается и оно интенсивно испаряется.

Приготовленная карбюратором топливовоздушная смесь неоднородна. Для обеспечения более полного испарения топлива впускной трубопровод обычно подогревают отработавшими газами или охлаждающей жидкостью.

Загрязнение воздухоочистителя сопровождается увеличением разрежения в диффузоре, а следовательно, и расхода топлива через жиклер 8. Для устранения этого недостатка поплавковую камеру часто сообщают не с окружающей средой, а с входным патрубком карбюратора. Такую поплавковую камеру называют *балансирующей* (уравновешенной).

По направлению потока воздуха и топливовоздушной смеси различают карбюраторы с *падающим потоком* (см. рис. 58, 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- и многокамерные*. Многокамерные карбюраторы бывают 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 на каждом режиме очень важно, чтобы горячая смесь к моменту ее воспламенения электрической искрой была по составу наивыгоднейшей. Горючая смесь должна быть однородной, а топливо в ней должно находиться в парообразном состоянии.

Характеристика карбюратора — это график изменения состава горючей смеси, подаваемой в цилиндр двигателя в зависимости от степени (%) его загрузки (по эффективной мощности). Чтобы обеспечить наиболее эффективную работу двигателя, карбюратор должен иметь характеристику, представленную кривой 1 на рисунке 58, б. Кривой 11 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 двигателя должна подаваться очень богатая топливовоздушная горючая смесь ($\alpha = 0,1...0,2$), 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 топливовоздушной смеси. Разрежение и скорость воздушного потока в диффузоре незначительны. Условия для распыления и испарения неблагоприятны. Поэтому карбюратор должен готовить богатую смесь с $\alpha = 0,6...0,8$ (кривая *I*, участок *a—б*).

С увеличением нагрузки (участок *б—в*) дроссельную заслонку открывают. Скорость воздуха и разрежение увеличиваются, температура впускного трубопровода повышается. Следовательно, смесеобразование улучшается и топливовоздушная смесь постепенно обедняется, а коэффициент избытка воздуха увеличивается до $\alpha = 1,05...1,1$.

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

При полных нагрузках (дроссельная заслонка полностью открыта; участок *г—д*) для получения максимальной мощности двигателя топливовоздушная смесь должна быть обогащенной ($\alpha = 0,85...0,9$).

Дополнительные устройства карбюраторов. С целью приготовления смеси требуемого состава на разных режимах работы автомобильного двигателя в конструкцию карбюратора 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 за счет подачи дополнительного количества топлива в смесительную камеру;

ускорительный насос — для допол-

нительного 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 *б* (рис. 59, *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 *б* 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 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 (*3* и *5*) оказываются под дроссельной заслонкой, и эмульсия поступает из них в большем количестве. При дальнейшем открытии дроссельной заслонки включается главное дозирующее устройство, а подача эмульсии через систему 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 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.

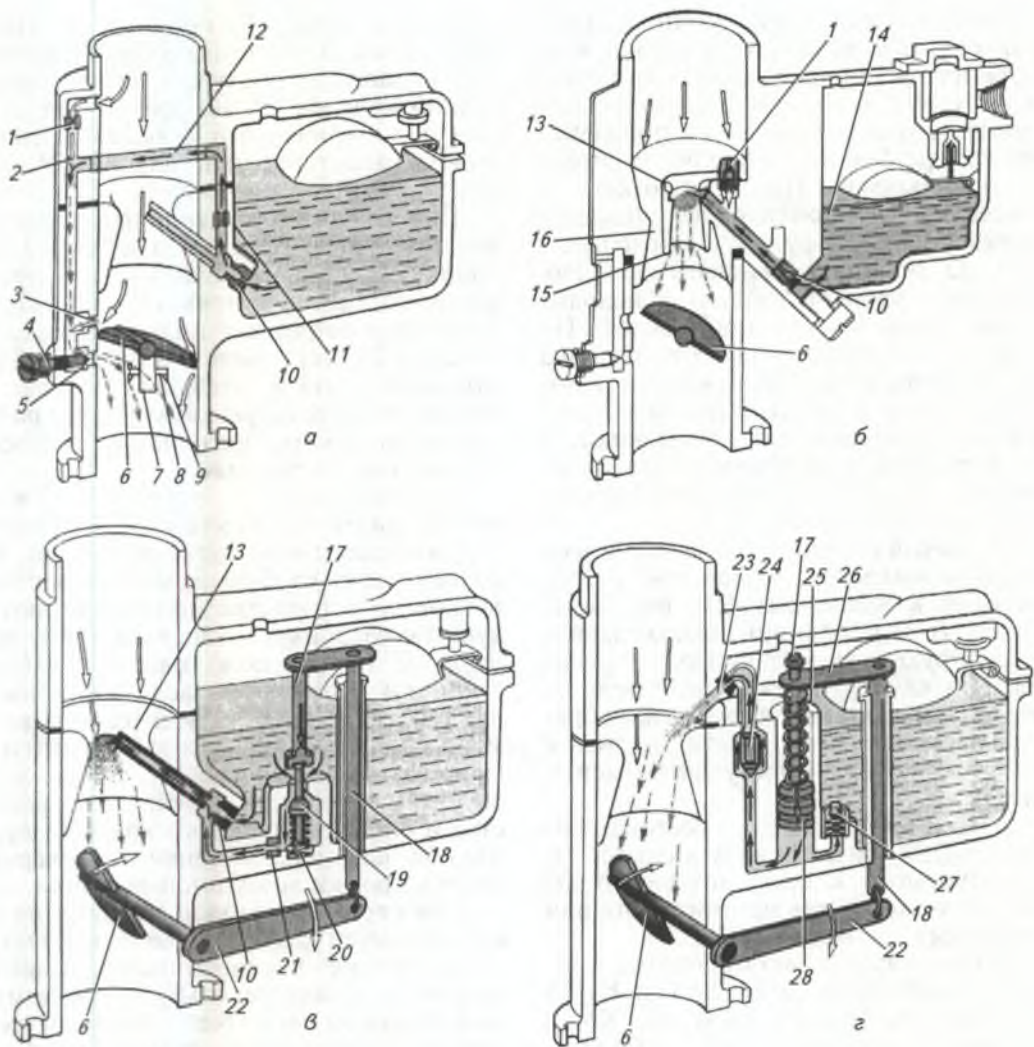


Рис. 59. Схемы работы дополнительных устройств карбюратора:

а — система холостого хода; *б* — главная дозирующая система; *в* — экономайзер; *г* — ускорительный насос; 1 — воздушный жиклер; 2, 12 — каналы; 3, 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 — поплавковая камера; 15, 16 — соответственно малый и большой диффузоры; 17 — шток; 18 — тяга; 19 — клапан; 20 — пружина; 21 — жиклер экономайзера; 22 — рычаг; 23 — распылитель ускорительного насоса; 24, 27 — соответственно нагнетательный и обратный клапаны; 25 — цилиндрический колодец; 26 — планка; 28 — поршень

ну. Для этого используют регулировочный винт 8 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 К-88АТ и К-90 соответственно для двигателей ЗИЛ-130 и ЗИЛ-4314.10 применены главные дозирующие устройства с из-

менением разрежения у топливного жиклера. В верхней части трубки этих устройств установлен воздушный жиклер 1 (рис. 59, б). Когда двигатель не работает, уровень топлива в поплавковой камере 14 и в колодце распылителя 13 одинаковый. По мере открытия дроссельной заслонки б увеличивается разрежение в диффузоре и из распылителя 13 начинает вытекать топливо. При этом уровень топлива в колодце распылителя 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 топливовоздушная смесь обедняется.

Подбирая сечения топливного и воздушного жиклеров, состав смеси приближают к желаемому (см. рис. 58, б, кривая Л). При наличии такого главного дозирующего устройства в смесительную камеру через распылитель 13 подается не топливо, а эмульсия, образующаяся при смешивании топлива с воздухом, который поступает в распылитель.

Экономайзер состоит из жиклера 21 (рис. 59, в) и клапана 19, прижимаемого к седлу пружиной 20. Клапан может иметь механический или вакуумный привод.

Экономайзер с механическим приводом карбюраторов К-88АТ и К-135 работает следующим образом. Когда открытие дроссельной заслонки б приближается к полному, рычаг 22 настолько перемещает тягу 18 вниз, что шток 17 открывает клапан 19 и топливо из поплавковой камеры всасывается через жиклер 21 в распылитель 13 параллельно потоку топлива через главный жиклер 10. 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 б (рис. 59, г) закрывается, рычаг 22 через тягу 18 и планку 26

поднимает шток 17 с поршнем 28. При этом топливо из поплавковой камеры через клапан 27 поступает в цилиндрический колодец 25. Во время заполнения цилиндрического колодца 25 топливом нагнетательный клапан 24 закрыт.

При резком открытии дроссельной заслонки рычаг 22 перемещает тягу 18 и планку 26 вниз. Планка, сжимая пружину, толкает поршень 28 вниз. Под давлением топлива в цилиндрическом колодце 25 закрывается обратный 27 и открывается нагнетательный 24 клапаны, и в смесительную камеру через распылитель 23 ускорительного насоса впрыскивается топливо.

Пусковое устройство обеспечивает обогащение топливовоздушной смеси при пуске двигателя. В современных карбюраторах в качестве пускового устройства применяют воздушную заслонку, устанавливаемую во входном (воздушном) патрубке. При закрытии воздушной заслонки повышается разрежение в смесительной камере. Смесь обогащается за счет интенсивного истечения топлива из распылителей главного дозирующего устройства и системы холостого хода. Воздух для образования 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, который открывается под действием атмосферного давления, и в смесительную камеру дополнительно поступает воздух, уменьшающий переобогащение смеси.

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

Воздушной заслонкой большинства карбюраторов управляют вручную с помощью тросика, выведенного в кабину.

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

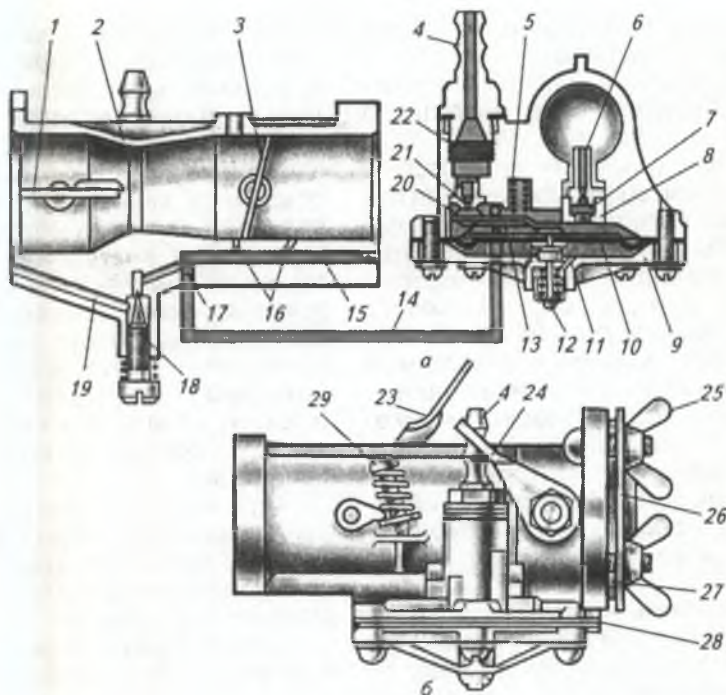


Рис. 60. Карбюратор 11.1107:

а — разрез; *б* — 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 — балансирующее отверстие; 12 — утопитель; 13 — рычажок; 14, 15 — соответственно топливный и эмульсионный каналы системы холостого хода; 16 — выходные отверстия системы холостого хода; 17 — жиклер холостого хода; 18, 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 — барашковая гайка; 26 — крышка патрубка воздушной заслонки; 27, 28 — прокладки

Система холостого хода состоит из воздушного канала 19 (рис. 60), топливного жиклера 17, регулировочного винта 18, топливного 14 и эмульсионного 15 каналов, выходных отверстий 16. Главное дозирующее устройство карбюратора включает в себя жиклер-распылитель 6, топливный клапан 7 и седло 8 клапана.

При работе двигателя топливо из полости над диафрагмой 10 засасывается через жиклер-распылитель 6 в диффузор 2 и давление в этой полости понижается. Полость под диафрагмой 10 сообщается через балансирующее отверстие 11 с окружающей средой. Вследствие разности давлений в полостях диафрагма прогибается и нажимает на конец рычажка 13, преодолевая усилие пружины 5. Клапан 20, укрепленный на другом конце рычажка 13, отхо-

дит 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 пружины 5 рычажок 13 также займет прежнее положение и клапан 20 перекроет 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 отверстий 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, 14 и жиклер 17 в полость над диафрагмой подсасывается воздух, снижающий разрежение в жиклере-распылителе 6.

Воздушной заслонкой управляют из кабины с помощью гибкого тросика. Дроссельной заслонкой управляет регулятор частоты вращения через тягу, которую регулируют так, чтобы заслонка при нажатии на рычаг регулятора свободно поворачивалась от положения полного открытия до положения полного закрытия.

На двигателях ЗИЛ-508.10 может быть установлен один из трех типов карбюраторов: К-88АТ, К-90 или К-96, на двигателях ЗМЗ-53-11 — К-135, у которого принцип работы тот же, что и у карбюратора К-88АТ.

Карбюратор К-88АТ вертикальный, с подающим потоком смеси, со сбалансированной поплавковой камерой, двухкамерный; каждая камера имеет два диффузора. Необходимый состав смеси достигается в результате пневматического торможения топлива и применения экономайзера. Карбюратор имеет отдельную для каждой камеры систему холостого хода с питанием после глав-

ного топливного жиклера. С целью обогащения смеси при резком открытии дроссельных заслонок в карбюраторе установлен ускорительный насос.

Для облегчения пуска холодного двигателя в карбюраторе применена воздушная заслонка с автоматическим клапаном и предусмотрена кинематическая связь воздушной и дроссельной заслонок. Поплавковая камера, ускорительный насос, экономайзер и воздушная заслонка общие для обеих камер. Карбюратор имеет встроенный исполнительный механизм пневмоцентробежного ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Карбюратор состоит из трех основных сборочных единиц: корпуса 5 (рис. 61) воздушной горловины, корпуса 1 поплавковой камеры и корпуса 40 смесительных камер.

Работа карбюратора на различных режимах работы двигателя происходит следующим образом.

При пуске холодного двигателя воздушную заслонку 13 закрывают. Одновременно через систему рычагов и тяг немного открываются дроссельные заслонки 39. При проворачивании коленчатого вала в смесительных камерах карбюратора создается сильное разрежение и через главные топливные жиклеры 33 в эмульсионные каналы 19 поступает бензин, а через жиклеры 8 — воздух. Образующаяся богатая бензином эмульсия через распылители 14 попадает в малые диффузоры 11 и далее через щели между кромками дроссельных заслонок и стенками корпуса 40 во впускной трубопровод двигателя. Эмульсия поступает также через два выходных отверстия системы холостого хода.

После того как двигатель начал работать, обогащение смеси уменьшается вследствие прохода воздуха через клапан 12 воздушной заслонки.

При работе двигателя на холостом ходу дроссельные заслонки 39 немного приоткрыты.

При малой частоте вращения на холостом ходу двигателя вакуум из его впускного газопровода передается через отверстия системы холостого хода в каналы 19. Под действием этого вакуу-

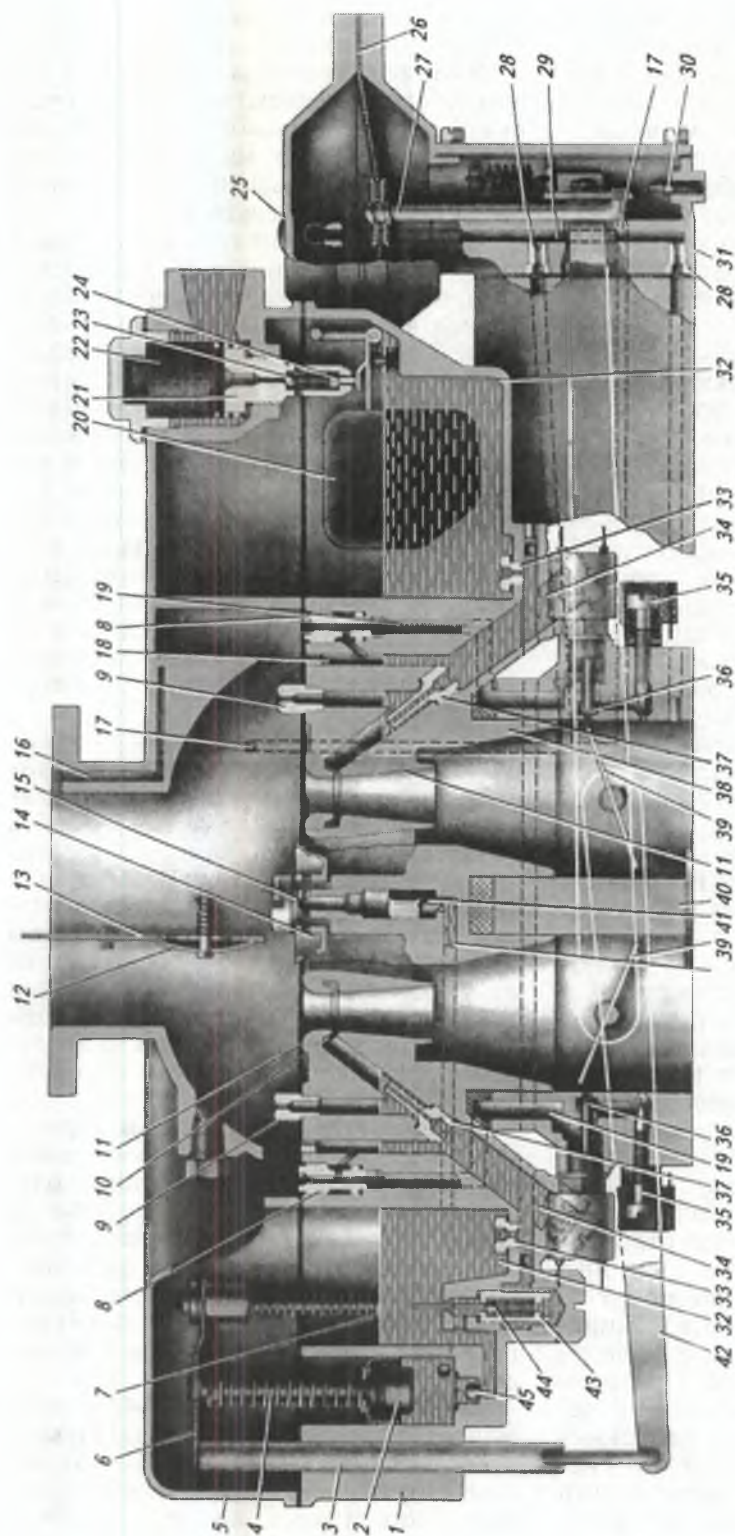


Рис. 61. Схема карбюратора К-90:

1 — корпус поплавковой камеры; 2 — поршень привода экономайзера и ускорительного насоса; 3 — шток привода экономайзера; 4 — шток поршня ускорительного насоса; 5 — верхний корпус; 6 — планка привода ускорительного насоса и экономайзера; 7 — шток механического экономайзера; 8 — топливный жиклер системы холостого хода; 9 — воздушный жиклер; 10 — распылитель главной дозирующей системы; 11 — малый диффузор; 12 — клапан воздушной заслонки; 13 — воздушная заслонка; 14 — распылитель форсунок; 15 — форсунка ускорительного насоса; 16 — балансирующий канал; 17 — канал, соединяющий полости корпуса ограничителя частоты вращения с полостью воздушной горловины; 18 — канал подвода топлива к жиклеру системы холостого хода; 19 — эмульсионный канал системы холостого хода; 20 — поплавок; 21 — корпус клапана поплавка; 22 — сетчатый фильтр; 23 — клапан поплавка; 24 — стержень клапана поплавка; 25 — пневмокамера механизма ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала; 26 — мембрана; 27 — шток мембраны; 28 — вакуумный жиклер; 29 — канал, соединяющий полость вакуумной камеры ограничителя частоты вращения с полостью смесительной камеры; 30 — упорный винт ограничения открытия дроссельных заслонок; 31 — корпус ограничителя частоты вращения; 32 — поплавковая камера; 33 — главный топливный жиклер; 34 — главный топливный канал; 35 — регулировочный винт состава топливовоздушной смеси на режиме холостого хода; 36 — электромагнитный клапан ЭПХХ; 37 — жиклер максимальной мощности; 38 — рычаг привода дроссельных заслонок ускорительного насоса и экономайзера; 40 — корпус смесительных камер; 41 — нагнетательный клапан ускорительного насоса; 42 — клапан экономайзера; 44 — клапан ускорительного насоса; 45 — впускной клапан ускорительного насоса

ма топливо из поплавковой камеры карбюратора, пройдя жиклер 33, направляется к жиклеру 8 системы холостого хода. Для получения необходимого состава смеси к топливу подмешивается воздух, поступающий в жиклер 8 через воздушную полость. Образующаяся при этом эмульсия поступает через отверстия системы холостого хода в смесительную камеру. При выходе из отверстий эмульсия смешивается с основным потоком воздуха.

Холостой ход регулируют упорным винтом (на схеме он не показан), ограничивающим закрытие дроссельных заслонок, и винтами 35, изменяющими состав топливоздушную смесь.

При работе двигателя на средних (частичных) нагрузках в карбюраторе с увеличением открытия дроссельной заслонки количество воздуха, проходящего через главный воздушный канал, увеличивается, в результате чего вакуум в малом диффузоре оказывается достаточным для вступления в работу главной дозирующей системы карбюратора. При этом топливо из поплавковой камеры поступает через жиклеры 33 и 37 к кольцевой канавке малого диффузора. В процессе движения к топливу подмешивается небольшое количество воздуха, проходящего через воздушный жиклер 9. Вследствие этого образуется эмульсия и одновременно снижается вакуум около жиклеров 33 и 37, чем достигается необходимый состав смеси.

При малых и средних нагрузках двигателя клапан 44 экономайзера с механическим приводом закрыт и карбюратор подает смесь экономичного состава.

При работе двигателя на полных нагрузках клапан 44 экономайзера с механическим приводом закрыт под действием пружины, прижимающей шариковый клапан к седлу. Клапан открывается, когда дроссельная заслонка находится в положении, близком к ее полному открытию, вследствие кинематической связи заслонки с рычагом 42, штоком 3 и планкой 6. При этом планка 6, закрепленная на штоке 3, через толкатель входит в соприкосновение с промежуточным толкателем и перемещает его вниз. Промежуточный толкатель нажимает клапан 44, который отходит от седла. Топливо прохо-

дит через отверстие клапана и поступает в главный топливный канал 34.

Дозировка топлива осуществляется жиклером 33 (седлом) и затем поступает к жиклеру 37, проходное сечение которого рассчитано на приготовление смеси, обеспечивающей получение полной мощности двигателя.

При резком открытии дроссельной заслонки обогащение смеси происходит с помощью ускорительного насоса, привод которого объединен с механическим приводом клапана экономайзера. Когда заслонка прикрыта, поршень 2 ускорительного насоса, состоящий из втулки, штока, пружины и манжеты, находится в верхнем положении и полость под ним заполнена топливом, поступившим из поплавковой камеры через шариковый выпускной клапан 45.

При резком открытии дроссельных заслонок рычаг 42 поворачивается и опускает привод поршня вместе с планкой 6. В планке имеется отверстие, в которое свободно входит шток 4 поршня насоса.

Планка, опускаясь, сжимает пружину, заставляющую поршень насоса двигаться вниз. Впускной шариковый клапан 45 при этом прижимается к седлу в корпусе поплавковой камеры, и топливо по каналу поступает к выточке в форсунке, открывая по пути игольчатый нагнетательный клапан 41. Затем топливо выходит в виде тонких струй из форсунки 15, ударяется о стенки диффузоров, разбивается на мельчайшие частицы и, смешиваясь с воздухом, направляется во впускной топливopовод двигателя.

В результате упругой связи поршня ускорительного насоса с дроссельной заслонкой посредством пружины получается затяжной впрыск топлива и, кроме того, исключается действие насоса, тормозящее открытие заслонки. Привод ускорительного насоса выполнен так, что насос работает в первой половине открытия дроссельной заслонки.

Нагнетательный клапан 41 и воздушная полость распылителя 14 в корпусе форсунки 15 предотвращают поступление топлива через систему ускорительного насоса во время работы двигателя с большой частотой враще-

ния при неизменном положении дроссельных заслонок.

Характерная особенность карбюратора К-90: в наклонные каналы системы холостого хода установлены два электромагнитных клапана и контактный датчик положения дроссельных заслонок, которые входят в систему автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода (САУ ЭПХХ). Эта система состоит из электронного блока управления, датчика частоты вращения коленчатого вала двигателя (в качестве датчика частоты вращения используется система зажигания — вывод К добавочного резистора датчика температуры охлаждающей жидкости, датчика углового положения дроссельных заслонок карбюратора, двух электромагнитных клапанов и жгута проводов).

Основное отличие карбюратора К-96 от карбюратора К-90 — отсутствие центробежного датчика ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя. Ограничение максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя осуществляется с помощью электронного блока управления.

Основные возможные неисправности и техническое обслуживание. При израсходовании 90...95 % топлива из бака его нужно заправить. Предварительно следует 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 горловины 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 и 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 топливоподающую 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 топ-

лива 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 фланцем 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 топливовоздушной 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 топлива или топливовоздушной 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, ис-

Техническое обслуживание системы автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода (САУ ЭПХХ) карбюраторов К-90 и К-96 в условиях эксплуатации заключается в поддержании чистоты контактов датчика положения дроссельных заслонок. При сезонном обслуживании надо промыть детали электромагнитных клапанов в чистом бензине и заменить (если требуется) уплотнительные кольца. После технического обслуживания надо восстановить пломбировку выводов проводов.

пользованы 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 автотракторных дизельных двигателях устанавливают всережимные регуляторы, на карбюраторных — однорежимные. На двигателях ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-508.10 применяют однорежимные пневмоцентробежные, на П-10УД и П-350 (пусковых) — однорежимные центробежные. Эти регуляторы — ограничители максимальной частоты вращения коленчатого вала. Они поддерживают только один скоростной режим работы двигателя, который задается при установке регулятора.

Двухрежимный центробежный регулятор установлен на дизелях 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 дизе-

ля, и пусковым *обогадителем*, увеличивающим цикловую подачу топлива примерно вдвое. Корректоры дизелей Д-245 имеют пневматические выключатели, называемые *ограничителями дымления*.

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

Основные показатели работы регулятора. Регулятор, с одной стороны, должен быть достаточно чувствителен к изменению частоты вращения, а с другой — не должен непрерывно дергать рейку.

Работу регулятора оценивают по степени неравномерности

$$\delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{\text{ср}}},$$

где $\omega_{\max}$, $\omega_{\min}$ — максимальная и минимальная частоты вращения валика топливного насоса при работе регулятора; $\omega_{\text{ср}} = \frac{\omega_{\max} + \omega_{\min}}{2}$ — средняя частота вращения валика топливного насоса.

Степень неравномерности регулятора у отечественных дизелей находится в пределах 0,07...0,08.

Степень нечувствительности регулятора

$$\varepsilon = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_{\text{ср}}},$$

где ω_1 , ω_2 — наименьшая и наибольшая частоты вращения, по достижении которых регулирующий механизм начинает работать: $\omega_1 = \omega_{\text{ср}} - \Delta\omega$, $\omega_2 = \omega_{\text{ср}} + \Delta\omega$; $\omega_{\text{ср}}$ — устойчивая частота вращения валика топливного насоса.

У современных регуляторов степень нечувствительности составляет 0,025...0,03.

Уменьшенная чувствительность регулятора приводит к увеличению максимальной частоты вращения, интенсивному изнашиванию деталей двигателя и перерасходу топлива. Повышенная чувствительность сопровождается износом регулирующего механизма и связанных с ним деталей насоса.

Всережимный регулятор топливного насоса 4УТНМ дизельного двигателя Д-245. Корпус регулятора закреплен на фланце топливного насоса. В корпусе нахо-

дится хвостовик кулачкового вала 7 (рис. 62, а), на лыску которого напрессована ведущая упорная шайба 6. На цилиндрическую часть хвостовика свободно надета ступица 4 грузов регулятора, установлены упорный подшипник 3 и подвижная муфта 21. Шайба 6 и ступица 4 соединены резиновыми сухарями 5 амортизатора, которые передают вращение и служат упругим звеном регулятора, уменьшающим неравномерность вращения грузов.

В корпусе 1 закреплена ось 22, на которой установлены основной 16 и промежуточный 15 рычаги. В основной рычаг 16 ввернут болт 19 регулировки пусковой подачи топлива. Он ограничивает поворот промежуточного рычага 15 относительно основного. На промежуточном рычаге закреплены упорная пята 20, корпус 25 корректора подачи топлива, шпилька для крепления пружины 11 обогатителя и тяга 14 рейки топливного насоса. Основной рычаг 16 с помощью пружины 13 регулятора и серьги соединен с внутренним рычагом 10. Последний закреплен на валике, вращающемся в корпусе регулятора. С наружной стороны корпуса валик заканчивается рычагом 9 управления регулятором. В приливе корпуса закреплен регулировочный винт 8 максимальной частоты вращения, который ограничивает поворот рычага 9 в сторону увеличения частоты вращения. Головка регулировочного болта 18 номинальной подачи топлива ограничивает перемещение основного рычага 16 в сторону увеличения подачи. Поворот рычага в противоположную сторону ограничивается винтом 17.

При работе дизеля вращение передается кулачковому валу 7 топливного насоса и упорной шайбе 6 привода. Через резиновые сухари 5 вращение передается ступице 4 грузов. Грузы 2 при вращении расходятся в стороны и своими внутренними рычагами через упорный подшипник 3 перемещают по валу подвижную муфту 21. Это перемещение передается через пята 20, рычаг 15 и тягу 14 рейке топливного насоса. Перемещаясь, промежуточный рычаг 15 упирается в основной рычаг 16, растягивая пружину 13 регулятора.

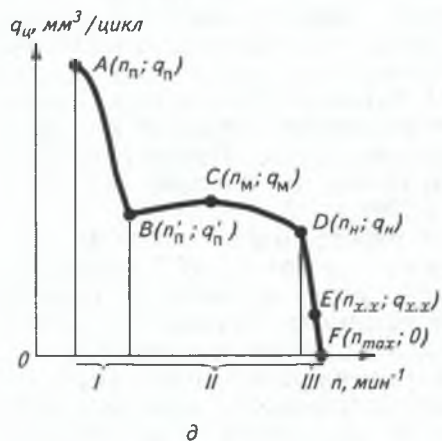
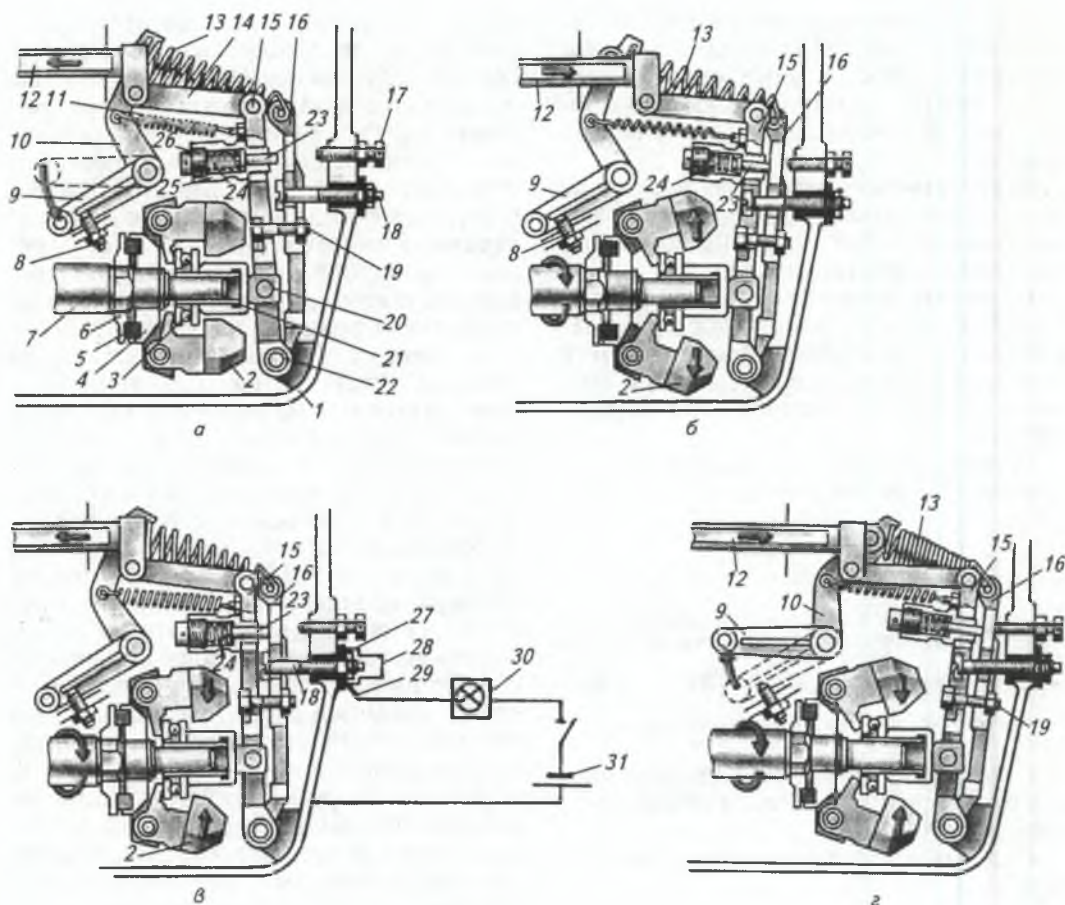


Рис. 62. Схемы действия регулятора насоса 4УТНМ на различных режимах работы дизеля Д-245:

а — во время пуска; *б* — при максимальной частоте вращения холостого хода; *в* — при кратковременной перегрузке; *г* — при сбросе нагрузки и остановке дизеля; *д* — скоростная характеристика ТНВД с регулятором; 1 — корпус регулятора; 2 — груз регулятора; 3 — упорный подшипник втулки; 4 — ступица груза; 5 — резиновый сухарь; 6 — упорная шайба привода; 7 — кулачковый вал насоса; 8 — винт максимальной частоты вращения; 9 — наружный рычаг с валиком; 10 — внутренний рычаг; 11 — пружина обогатителя; 12 — рейка насоса; 13 — пружина регулятора; 14 — тяга рейки; 15 — промежуточный рычаг; 16 — основной рычаг; 17 — винт; 18 — винт номинальной подачи топлива; 19 — болт регулировки пусковой подачи топлива; 20 — пята; 21 — подвижная муфта; 22 — ось рычагов; 23 — шток корректора; 24 — пружина корректора; 25 — корпус корректора; 26 — винт корректора; 27 — изолирующая втулка; 28 — колпачок; 29 — контактная шайба; 30 — световой указатель (лампа); 31 — источник электропитания; I, II и III — соответственно пусковой, корректорный и регуляторный участки характеристики; *n* — частота вращения; *q* — цикловая подача

При пуске дизельного двигателя наружный рычаг 9 управления регулятора поворачивают до упора в винт 8 максимальной частоты вращения. Внутренний рычаг 10, поворачиваясь одновременно с рычагом 9, растягивает пружину 13, которая перемещает основной рычаг 16 регулятора до упора в головку болта 18 номинальной подачи топлива. Пружина 11 обогатителя перемещает промежуточный рычаг 15 до упора в головку регулировочного болта 19. При этом рейка 12 займет положение, соответствующее пусковой подаче топлива (точка А, рис. 62, д).

После пуска двигателя увеличивается частота вращения коленчатого вала и, следовательно, кулачкового вала топливного насоса. При возрастании центробежной силы грузов 2 (см. рис. 62, а) они расходятся и внутренними рычагами, преодолевая усилие пружины 11 обогатителя, перемещают подвижную муфту 21 и промежуточный рычаг 15 с рейкой насоса в сторону уменьшения цикловой подачи топлива.

При максимальной частоте вращения (обычно холостой ход) двигатель не загружен. При этом рычаг 9 (рис. 62, б) прижат к винту 8. На таком режиме центробежная сила грузов 2 уравнивается усилием пружины 13, а рейка 12 насоса устанавливается в положение, соответствующее цикловой подаче топлива на холостом ходу (точка Е, рис. 62, д). Рычаги 15 и 16 (см. рис. 62, б) прижаты один к другому и работают как одно целое. Шток 23 корректора утоплен, а пружина 24 сжата.

При увеличении нагрузки частота вращения коленчатого вала и, следовательно, топливного насоса снижается. Уменьшается центробежная сила грузов 2 и рычаги 15 и 16 под действием пружины 13 перемещаются в сторону увеличения цикловой подачи топлива. При номинальной частоте вращения основной рычаг 16 подойдет вплотную к головке регулировочного болта 18 номинальной подачи топлива. В этом положении устанавливается подвижное равновесие силы растянутой пружины 13 регулятора и центробежной силы грузов 2. Номинальная цикловая подача топлива соответствует точке D (см. рис. 62, д).

При кратковременных перегрузках частота вращения дизеля падает и цен-

тробежная сила грузов 2 (рис. 62, в) снижается. Пружина 24 корректора распрямляется и нажимая через шток 23 на основной рычаг 16, остановленный болтом 18, перемещает промежуточный рычаг 15 в сторону увеличения цикловой подачи топлива, что соответствует точке С (см. рис. 62, д). Это позволяет увеличить крутящий момент дизельного двигателя и преодолеть кратковременную перегрузку.

Для остановки дизеля рычаг 9 (рис. 62, з) управления регулятором поворачивают в сторону от винта 8. При этом рычаг 10 через пружину 13 переместит основной рычаг 16, связанный болтом 19 с рычагом 15, вправо и рейка 12 топливного насоса сдвинется в сторону прекращения подачи топлива. В режиме принудительного холостого хода на большой частоте вращения промежуточный рычаг переводится на выключение подачи топлива под действием возросшей центробежной силы грузов.

Рассмотренные схемы работы регулятора соответствуют режиму работы, при котором рычаг 9 (см. рис. 62, а) управления упирается в винт 8 максимальной частоты вращения коленчатого вала. При установке рычага 9 управления регулятором в промежуточное положение можно изменить степень растяжения пружины 13 регулятора и задать любой другой скоростной режим работы двигателя.

Номинальную частоту вращения коленчатого вала регулируют винтом 18 номинальной подачи топлива. В режиме пуска подачу топливного насоса регулируют болтом 19, соединяющим промежуточный и основной рычаги регулятора. Топливоподачу корректора регулируют, изменяя число прокладок под шток 23. Минимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу ограничивает винт 17 на задней стенке корпуса регулятора.

Сигнализатор загрузки двигателя (СЗД) предназначен для сообщения оператору информации о степени загрузки дизеля и выбора им наиболее экономичного режима работы. В СЗД входят датчик, смонтированный в регуляторе, и контрольная лампа, установленная в щитке приборов. Датчик и

лампа последовательно включены в электрическую цепь. Датчик представляет собой болт 18 (см. рис. 62, в) номинальной подачи топлива, изолированный от «массы» пластмассовой втулкой 27. При выполнении трактором полевых работ основной рычаг 16 регулятора постоянно колеблется и при соприкосновении с головкой болта номинальной подачи топлива включает контрольную лампу 30 сигнализатора, которая указывает на следующие режимы работы:

недогрузка и повышенный расход топлива — лампа не горит;

перегрузка и повышенный расход топлива — лампа горит постоянно или периодически затухает;

нормальная загрузка в наиболее экономичном режиме — лампа загорается периодически.

На некоторых тракторах вместо одной сигнальной лампы устанавливают три лампы разного цвета, которые в сочетании с электронным блоком выдают постоянные световые сигналы: зеленый — норма, красный — перегрузка, желтый — недогрузка.

Для смазывания деталей насоса и его регулятора, полости корпусов которых сообщаются между собой, применяют дизельное масло.

Пневматический корректор (ограничитель дымления) насоса 4УТНМ-Т предназначен для снижения дымности отработавших газов дизельного двигателя с турбонаддувом. При этом насос унифицируют, в частности изменяют конструкцию основного рычага 14 (см. рис. 52, а), устанавливают пневмокамеру с диафрагмой, штоком и воздуховодами.

При наличии во впускном трубопроводе избыточного давления более 0,04 МПа шток, связанный с диафрагмой, находится в переднем положении и не препятствует повороту основного рычага до упора в головку болта 15 номинальной подачи топлива. Если во впускном трубопроводе, а следовательно, и в полости А корректора давление снижается, то пружина на штоке перемещает его с ограничителем и диафрагму назад. При этом упор штока поворачивает назад основной рычаг 14, который через промежуточный рычаг 16 перемещает назад и рейку, что приводит

к уменьшению цикловой подачи на 25...35 %. Это позволяет избежать чрезмерного дымления двигателя при снижении давления наддува.

Всережимный регулятор дизеля. Валик 13 (см. рис. 53) регулятора установлен вертикально. Он приводится во вращение от кулачкового вала 38 через конические зубчатые колеса 33 и 32. Со ступицей 31 регулятора шарнирно соединены грузы. Ступица 31, на которой свободно установлена муфта 1 (рис. 63, а), соединена с валиком 6 (или 13 на рис. 53) посредством пружины. При увеличении или уменьшении частоты вращения валика 6 изменяется положение грузов, муфты, соединенного с ней вильчатого рычага 4 и дозаторов 10, а следовательно, и цикловая подача топлива.

При номинальной нагрузке дизельного двигателя, соответствующей номинальному скоростному режиму, рычаг 14 управления подачей топлива поворачивают рычагом 13 до упора в винт 12 регулировки скоростного режима. Пружина 15 растягивается, и ее действие на вильчатый рычаг 4 уравнивает центробежную силу грузов 2. Система тяг устанавливает дозаторы 10 в положение номинальной подачи топлива.

При кратковременной перегрузке двигателя частота вращения коленчатого вала уменьшается от номинальной n_n (см. рис. 62, д) до значения n_m при максимальном крутящем моменте, муфта 1 (см. рис. 63, а) опускается, а рычаги 4 регулятора и 21 корректора поворачиваются против хода часовой стрелки. При этом рычаг 21, преодолевая сопротивление пружины 19 корректора, перемещает шток 20 в корпусе 16 до упора в ограничитель 17, а система тяг поднимает дозаторы 10 выше. Цикловая подача топлива увеличивается от q_n (см. рис. 62, д) до q_m .

При пуске дизеля рычаг 14 (см. рис. 63, а) поворачивают до упора в рычаг 13. Под действием пружины 8 обогатителя вильчатый рычаг 4 выбирает зазор h в соединении с осью 22, и система рычагов и тяг устанавливает дозаторы 10 в крайнее верхнее положение, увеличивая цикловую подачу топлива от q_m (см. рис. 62, д) до q_n . После первых вспышек частота вращения колен-

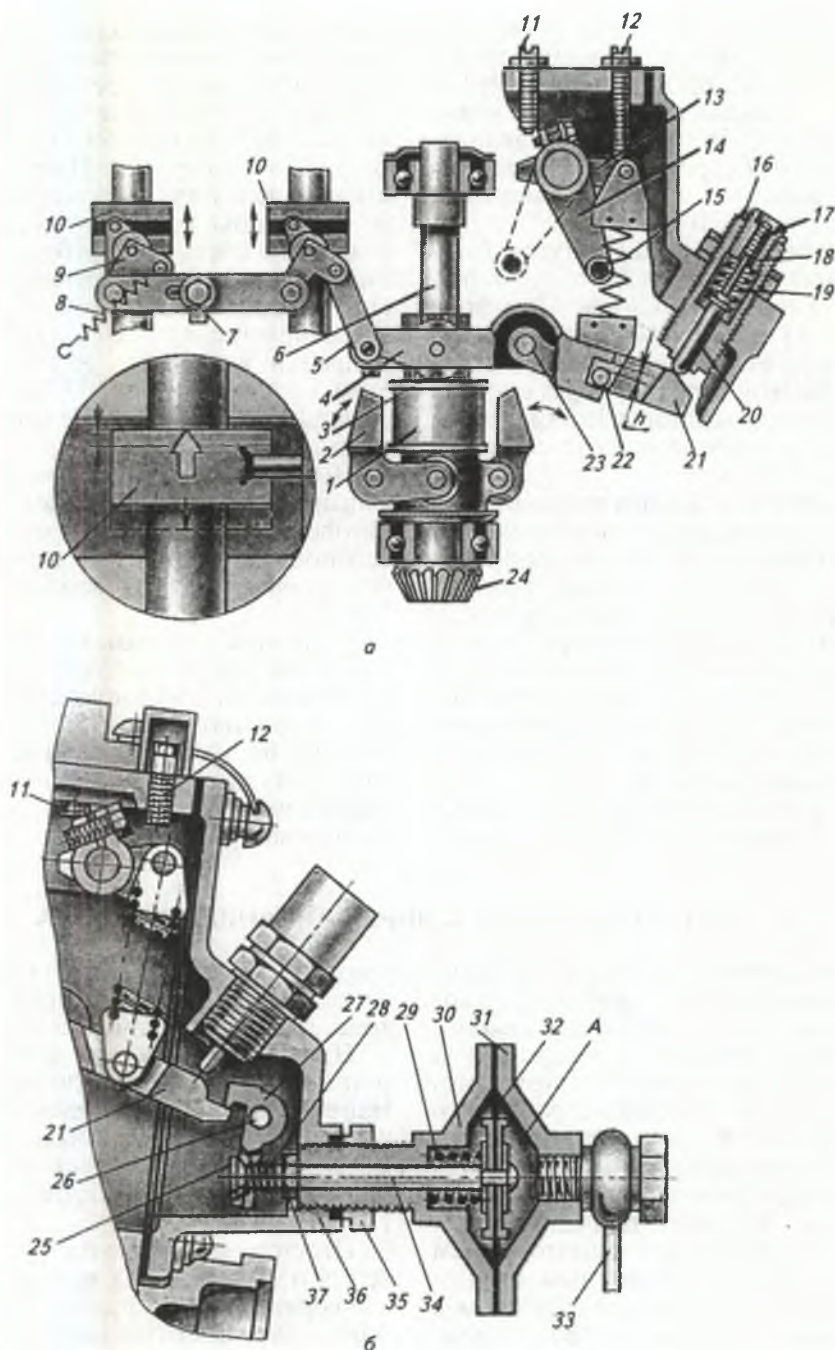


Рис. 63. Схемы работы регулятора ТНВД дизеля типа ЯМЗ (а) и ограничителя дымления (б):

1 — муфта регулятора; 2 — груз; 3 — ролик; 4 — основной (вилочатый) рычаг; 5 — тяга; 6 — валик регулятора; 7 — болт регулировки равномерности подачи топлива по секциям; 8 — пружина обогатителя (пусковой подачи); 9 — поводок; 10 — дозатор; 11 — упорный винт выключения подачи; 12 — винт регулировки скоростного режима; 13 — внутренний рычаг; 14 — наружный рычаг управления подачей топлива; 15 — пружина регулятора; 16 — корпус корректора; 17 — ограничитель; 18 — резьбовая втулка; 19 — пружина корректора; 20 — шток корректора; 21 — рычаг корректора; 22 — ось серьги пружины; 23 — ось основного рычага; 24 — зубчатое колесо; 25, 35 и 37 — гайки; 26 — ось подвижного упора; 27 — подвижный упор; 28 — пружина подвижного упора; 29 — пружина ограничителя дымления; 30 — корпус ограничителя дымления; 31 — крышка пневматического корректора; 32 — диафрагма; 33 — трубка подвода воздуха из ресивера; 34 — шток; 36 — крышка регулятора

чатого вала быстро увеличивается и центробежная сила, развиваемая грузами 2 (см. рис. 63, а), перемещает муфту 1 вверх, преодолевая сопротивление пружин 15 и 8. Зазор h восстанавливается, и рычаг 4 через систему тяг перемещает дозаторы 10 вниз, уменьшая цикловую подачу топлива.

Для остановки дизеля рычаг 14 поворачивают до упора левого плеча рычага 13 в винт 11 «Стоп». При этом пружина 15 перестает действовать на вильчатый рычаг 4 и он, поворачиваясь по ходу часовой стрелки, через систему тяг перемещает дозаторы 10 вниз до положения, соответствующего прекращению подачи топлива.

Ограничитель дымления применяют на дизелях с турбонаддувом для снижения дымности выпуска и повышения экономичности дизеля на режимах разгона. Ограничитель состоит из диафрагмы 32 (рис. 63, б), помещенной в корпусе 30, и подвижного упора 27, установленного на оси 26, которая запрессована в крышку 36 регулятора. Впускной трубопровод дизеля трубкой 33 соединен с полостью А диафрагменной коробки.

Когда рычаг регулятора перемещают в сторону увеличения частоты враще-

ния коленчатого вала дизеля при недостаточном давлении наддувочного воздуха, пружина 28 через шток 34 и соединенный с ним упор 27 ограничивает поворот рычага 21 корректора по ходу часовой стрелки. Поэтому цикловая подача топлива не увеличивается до тех пор, пока давление наддувочного воздуха не достигнет требуемого значения. Под действием давления прогибается диафрагма 32 и шток 34, преодолевая сопротивление пружины 29, перемещается в сторону регулятора. При этом подвижный упор 27 освобождает рычаг 21 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 разрежуировка, т. е. недопустимое изменение координат точек А, В, С, D, E, F (см. рис. 62, д) скоростной характеристики. Регуляторы проверяют и при необходимости регулируют в мастерских на специальных стендах.

6. СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ С ВПРЫСКИВАНИЕМ БЕНЗИНА

Общие сведения. Системы впрыскивания бензина более сложные, чем карбюраторные, из-за наличия большого числа прецизионных подвижных и электронных элементов и, кроме того, требуют более квалифицированного обслуживания при эксплуатации.

Впрыскивающие топливные системы классифицируют по следующим признакам: по месту подвода топлива — с центральным одноточечным впрыском, с распределенным впрыском, с непосредственным впрыском в цилиндры; по способу подачи топлива — с непрерывным и прерывистым впрыском; по типу устройств, дозирующих топливо — плунжерными насосами, распределителями, форсунками, регуляторами давления; по способу регулирования количества смеси (пневматические, механические, электронные); по основным параметрам регули-

рования состава смеси — разрежению во впускной системе, углу поворота дроссельной заслонки, расходу воздуха.

При впрыскивании бензин более точно распределяется по цилиндрам. Например, при распределенном впрыске состав смеси в разных цилиндрах может различаться только на 6...7 %, а при питании от карбюратора — на 11...17 %.

Отсутствие добавочного сопротивления потоку воздуха на впуске в виде карбюратора и диффузора и вследствие этого более высокий коэффициент наполнения цилиндров обеспечивают более высокую литровую мощность.

При впрыске возможно большее перекрытие клапанов (когда открыты одновременно оба клапана) для лучшей продувки камеры сгорания чистым воздухом, а не смесью. Это способствует снижению температуры стенок цилин-

дров, днищей поршней и выпускных клапанов и позволяет снизить октановое число топлива на 2...3 единицы, т. е. поднять степень сжатия без опасности детонации. Уменьшается образование оксидов азота при сгорании и улучшаются условия смазывания зеркала цилиндра.

При всех преимуществах системы впрыскивания необходимо отметить, что состав смеси в ней связан с режимом работы двигателя так же, как и при карбюраторном двигателе, т. е. для оптимальной работы двигателя стехиометрическое соотношение бензина и воздуха ($\alpha = 1$) практически может выдерживаться только в определенном диапазоне частичных нагрузок, а при пуске, холостом ходе, малых и максимальных нагрузках, при резком открытии дроссельной заслонки необходимо обогащение смеси.

На отечественных автомобилях применяют систему впрыскивания «К-Джетроник» фирмы Bosch. Это механическая система питания с непрерывным впрыском топлива. Система работает следующим образом. Насос 2

(рис. 64) забирает топливо из бака 1 и подает его под давлением около 0,5 МПа через накопитель 3 и фильтр 4 к каналу А дозатора-распределителя 6. Из дозатора-распределителя топливо по каналам Е поступает к топливным форсункам 9. Иногда вместо слова форсунка (от фр. *force* — сила) применяют слово инжектор (от лат. *injacere* — бросать внутрь).

Если при наличии карбюратора работой двигателя управляют, поворачивая дроссельную заслонку, регулируя количество подаваемой в цилиндры топливовоздушной смеси, то при системе впрыскивания топлива дроссельная заслонка 14 регулирует только подачу чистого воздуха.

Чтобы установить требуемое соотношение между количествами подаваемого воздуха и впрыскиваемого бензина используют расходомер воздуха 5 с напорным диском и дозатор-распределитель топлива 6.

Расходомер воздуха в системах впрыскивания представляет собой прецизионное устройство. Его напорный диск очень легкий (толщина примерно

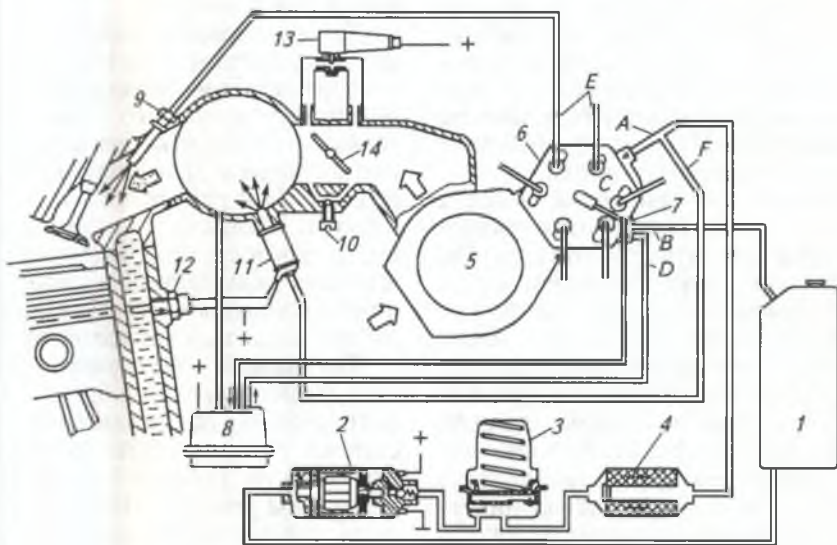


Рис. 64. Схема системы впрыска топлива «К-Джетроник»:

1 — топливный бак; 2 — электронасос; 3 — накопитель топлива; 4 — топливный фильтр; 5 — расходомер воздуха; 6 — дозатор-распределитель; 7 — регулятор дозатора-распределителя; 8 — регулятор управляющего давления; 9 — топливная форсунка; 10 — регулировочный винт холостого хода; 11 — пусковая электромагнитная форсунка; 12 — термореле; 13 — клапан добавочного воздуха; 14 — дроссельная заслонка. Каналы: А — подвода топлива к дозатору-распределителю, В — слива топлива в бак, С — управляющего давления, D — толчкового клапана; Е — подвода топлива к рабочим форсункам; F — подвода топлива к пусковой форсунке с электромагнитным управлением

1 мм, диаметр 100 мм). Этот диск прикреплен к рычагу, с другой стороны которого установлен балансир, уравнивающий всю систему. Так как ось вращения рычага расположена в опорах с минимальным трением (подшипниках качения), то диск очень «чутко» реагирует на изменение расхода воздуха.

На оси вращения рычага с напорным диском закреплен еще один рычаг с роликом, который упирается непосредственно в нижний конец плунжера-распределителя. Следовательно, перемещение напорного диска вызывает перемещение плунжера-распределителя. Взаимосвязь перемещений и применение системы дифференциальных клапанов обеспечивает стехиометрическое соотношение воздуха и бензина в рабочей смеси.

Для достижения соответствия состава рабочей смеси режиму работы двигателя в системе впрыскивания со стороны верхней части плунжера в распределитель подходит по каналу *C* топливо, давление которого корректирует регулятор топлива *8*. Если это давление большое, то сопротивление перемещению плунжера увеличивается и смесь обедняется. Если давление малое, то, напротив, сопротивление перемещению плунжера уменьшается — смесь становится богаче. При резком открытии дроссельной заслонки обогащение смеси обеспечивается почти мгновенной реакцией напорного диска.

Бензиновый электрический насос *2* работает независимо от частоты вращения коленчатого вала двигателя. Он включается при двух условиях: когда включено зажигание и вращается коленчатый вал. Если учесть, что насос имеет запасы по давлению двухкратный, по подаче десятикратный, то в системе впрыскивания топлива должен быть регулятор давления. Этот регулятор *7* встроен в дозатор-распределитель и соединен с каналом *A* подвода топлива. По каналу *B* дозатора-распределителя происходит слив излишнего топлива в бак, канал *D* соединен с регулятором давления *8*. Система питания с впрыскиванием топлива имеет два винта: винт качества (состава) рабочей смеси, которым регулируют содержание оксида углерода в отработавших газах, и

винт *10* количества смеси, которым устанавливают частоту вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу.

При пуске двигателя электронасос *2* практически мгновенно создает давление в системе. Если двигатель прогреет (температура не менее 35 °С) термореле *12* включает пусковую форсунку *11* с электромагнитным управлением. В момент пуска холодного двигателя и в течение определенного времени пусковая форсунка впрыскивает во впускной коллектор дополнительное количество топлива.

Продолжительность работы пусковой форсунки определяет термореле в зависимости от температуры охлаждающей жидкости. Клапан *13* обеспечивает подвод к двигателю дополнительного количества воздуха для повышения частоты вращения коленчатого вала холодного двигателя на холостом ходу. Дополнительное обогащение топливовоздушной смеси при пуске и прогреве холодного двигателя достигается за счет более свободного подъема плунжера распределителя дозатора-распределителя благодаря тому, что регулятор управляющего давления *8* снижает над плунжером противодействующее давление возврата.

Таким образом, если двигатель уже прогреет, питание осуществляется только через главную дозирующую систему и систему холостого хода. При этом термореле *12*, пусковая электромагнитная форсунка *11* и клапан добавочного воздуха *13* в работе не участвуют. При пуске и прогреве холодного двигателя все перечисленные элементы системы впрыска включаются в работу, обеспечивая надежный запуск и стабильную работу двигателя на холостом ходу.

Топливный электронасос ротационного роликового типа одно- или многосекционный. Роликовый насос отличается от ротационного лопастного тем, что вместо лопастей в пазы ротора вставлены ролики. Последнее обусловлено стремлением заменить скольжение лопастей по статору качением. Для бензонасоса это особенно важно в связи с отсутствием у бензина смазывающей способности. На входе бензонасоса установлена фильтрующая сетка для задержания сравнительно крупных посторонних частиц.

Топливный электронасос может располагаться как вне бака, так и непосредственно быть погруженным в бензин в баке и представляет собой объединенный агрегат — электродвигатель постоянного тока и собственный насос. Особенностью этой конструкции является то, что бензин омывает все «внутренности» электродвигателя: якорь, коллектор, щетки, статор.

Насос имеет два клапана: предохранительный, соединяющий полости нагнетания и всасывания, и обратный, препятствующий сливу топлива из системы. Конструктивно обратный клапан с демпфирующим дросселем встроен в штуцер топливного насоса. Дроссель немного сглаживает резкое нарастание давления в системе при пуске топливного насоса. После выключения насоса дроссель снижает давление в системе только до значения, при котором закрываются клапанные форсунки.

Накопитель топлива представляет собой пружинный гидроаккумулятор, предназначенный для поддержания давления в системе при остановленном двигателе и выключенном бензонасосе, что препятствует образованию в трубопроводах паровых пробок, которые затрудняют пуск (особенно горячего двигателя).

Накопитель устанавливают в системе за топливным насосом. Накопитель состоит из трех полостей: верхней с пружиной, средней (объемом 20...40 см³) накопительной и нижней с двумя (подводящим и отводящим) или с одним (выполняющим обе функции) каналом. Полости верхняя и средняя разделены гибкой диафрагмой, а средняя и нижняя — перегородкой.

После включения насоса накопительная полость через пластинчатый клапан в перегородке заполняется топливом; при этом диафрагма прогибается вверх до упора, сжимая пружину. После остановки двигателя, в связи с тем, что бензин, как всякая жидкость, практически несжимаем, малейшие утечки приводят к значительному падению давления в системе. Тогда вступает в работу накопитель. Диафрагма под действием пружины вытесняет бензин из накопительной полости через дросселирующее отверстие в перегородке

(на рис. 64 в перегородке слева — дросселирующее отверстие, справа — пластинчатый клапан).

При рабочем давлении в системе 0,54...0,62 МПа остаточное давление спустя 10 мин после остановки двигателя не превышает 0,34 МПа, после 20 мин — 0,33 МПа.

Топливный фильтр размещен за насосом и поэтому не защищает его от посторонних примесей в бензине. Поскольку в системах питания с впрыскиванием чистоте бензина уделяется особое внимание, то в насосе установлены сетки на гильзе распределения и в штуцерах каналов *Е* (см. рис. 64). Очистке бензина от посторонних примесей способствует и конфигурация каналов в дозаторе-распределителе.

Дозатор-распределитель дозирует и распределяет топливо, поступившее от насоса через фильтр к каналу *А* (рис. 65), по форсункам (инжекторам) цилиндров — в каналы *Е*. Перемещение плунжера распределителя согласовано с перемещениями напорного диска расходомера воздуха, происходящими в соответствии с расходом воздуха или с открытием дроссельной заслонки.

Плунжер 6 перемещается в гильзе 7 с отверстиями. Каких-либо уплотнений в этой паре не предусмотрено, герметичность обеспечивается минимальными зазорами, точностью формы и чистотой сопрягаемых поверхностей деталей. Гильзу вставляют в корпус с большим зазором, а уплотняют резиновым кольцом, установленным в канавке гильзы (на рис. 65 не показано).

На плунжер снизу действует рычаг напорного диска, сверху — управляющее давление.

Между распределителем и выходными каналами *Е* располагаются дифференциальные (от лат. *differentia* — разность, перепад) клапаны, необходимые для получения линейной зависимости между перемещением плунжера и расходом топлива, поступающего к форсункам.

Дифференциальный клапан представляет собой клапан с двумя камерами, разделенными гибкой диафрагмой. Нижние камеры дифференциальных клапанов соединены кольцевым кана-

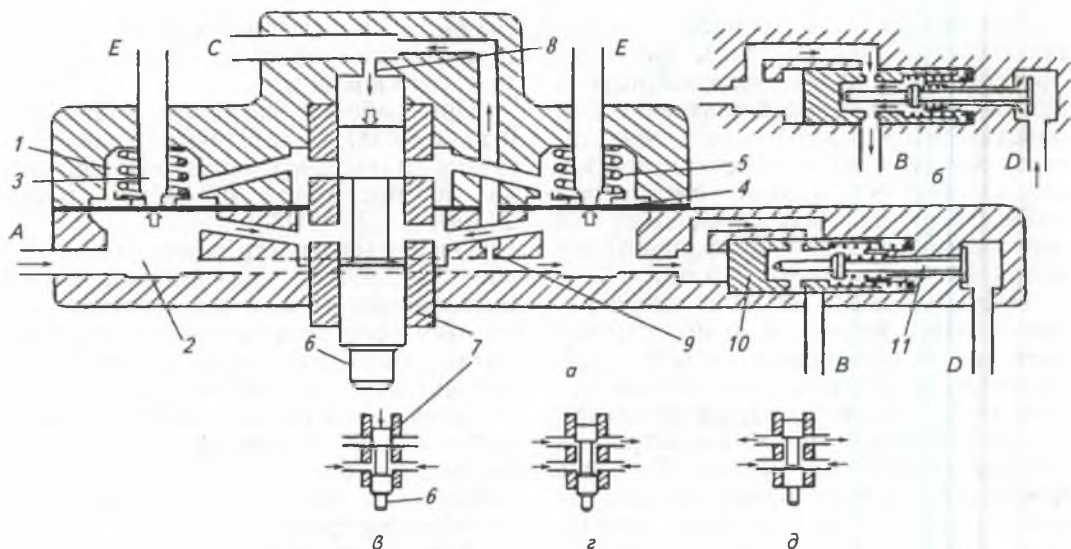


Рис. 65. Дозатор-распределитель с регулятором давления топлива:

а — общая схема: 1 — верхняя камера дифференциального клапана; 2 — нижняя камера; 3 — трубка топливной форсунки; 4 — диафрагма клапана; 5 — пружина клапана; 6 — плунжер распределителя; 7 — гильза распределителя; 8 — демпфирующий дроссель; 9 — поршень регулятора давления; 10 — поршень регулятора давления; 11 — толчковый клапан; 12 — регулятор давления, слив топлива в бак; б — состояние покоя; в — холостой ход, частичные нагрузки; г — полная нагрузка; А, В, С, D, E — топливные каналы

лом и находятся под рабочим давлением. На стальную диафрагму 4 снизу воздействует это давление, а сверху — пружина, упирающаяся вверху в корпус, внизу — в специальное седло и диафрагму.

При поступлении топлива в верхнюю камеру (рис. 66) к усилию пружины добавляется давление топлива и диафрагма прогибается вниз, увеличивая проходное сечение, в связи с чем давление в верхней камере падает и диафрагма несколько выпрямляется. В результате получается динамическое равновесие, т. е. линейная зависимость между перемещением плунжера и поступлением топлива к форсункам.

Рассмотренное регулирование состава рабочей смеси относится к частичным нагрузкам и нормальному режиму работы двигателя. Но существуют и другие режимы: пуск холодного двигателя, холостой ход, полная нагрузка. Приспособляемость к этим режимам «по воздуху» предусмотрена в расходомере благодаря форме и сечению направляющего устройства (рис. 66, а). В дозаторе-распределителе предусмотрено приспособление «по

бензину», осуществляемое подводом к плунжеру сверху управляющего давления. Чем выше управляющее давление, тем больше усилие, препятствующее подъему плунжера, и соответственно с уменьшением управляющего давления снижается усилие, препятствующее подъему.

Постоянное значение давления топлива в системе поддерживает регулятор. В случае повышения давления поршень 10 (см. рис. 65, а, б), сжимая пружину, перемещается вправо и окна регулятора давления совмещаются с каналом В, в результате чего излишнее количество топлива возвращается в бак. Давление топлива в системе уравновешивается пружиной поршня 10 и остается постоянным.

При остановке двигателя топливный насос выключается. Давление системы быстро снижается и становится меньше давления открытия клапанной форсунки, сливное отверстие закрывается с помощью подпружиненного поршня регулятора давления.

В регулятор давления встроены толчковый клапан 11, приводимый в движение (открываемый) поршнем 10. Толч-

ковый клапан работает совместно с регулятором управляющего давления.

Регулятор управляющего давления изменяет управляющее давление в основном при режиме холодного пуска прогрева на холостом ходу и полной нагрузке. Регулятор имеет две диафрагмы: верхнюю 5 (рис. 67, а) и нижнюю 7. В средней части верхней диафрагмы 5 установлен клапан, перекрывающий канал 4, по которому топливо через регулятор давления возвращается в бак по каналу В (см. рис. 65, б).

Биметаллическая пластинчатая пружина 6 (см. рис. 67) при температуре до 40 °С прогибает диафрагму 5 вниз, соединяя два канала, расположенные над диафрагмой; при этом сжимаются две цилиндрические пружины у диафрагмы 7. Регулятор прикреплён к блоку цилиндров и нагревается от него. Кроме этого, предусмотрен электрический подогрев биметаллической пружины 6. Это необходимо при затрудненном пуске двигателя, чтобы ограничить поступление к форсункам излишнего топлива.

Регулятор управляющего давления без нижней диафрагмы 7 (без подвода вакуума) и внутренней цилиндрической пружины называют *регулятором*

подогрева. Он работает только при прогреве двигателя.

По мере прогрева двигателя управляющее давление увеличивается, так как биметаллическая пружина 6 начинает постепенно выгибаться вверх, разгружая цилиндрические пружины и тем самым уменьшая прогиб диафрагмы 5. При температуре около 35...40 °С пружина 6 полностью освобождает диафрагму и канал слива 4 (см. рис. 67, б) закрывается.

Положение нижней диафрагмы 7 определяется разрежением, подводимым по каналу 3, и атмосферным давлением по каналу 2. При холостом ходе и частичных нагрузках дроссельная заслонка прикрыта, в связи с чем за ней устанавливается пониженное давление. Нижняя диафрагма атмосферным давлением прижимается к верхнему упору (см. рис. 67, а, б); при этом внутренние цилиндрические пружины сжимаются.

При работе прогретого двигателя с частичными нагрузками (обычный режим) пластинчатая биметаллическая пружина выгибается вверх (см. рис. 67, б), и на верхнюю диафрагму уже не воздействует. Нижняя диафрагма при частичных нагрузках атмосферным давлением также прижимается к верхнему упору. При

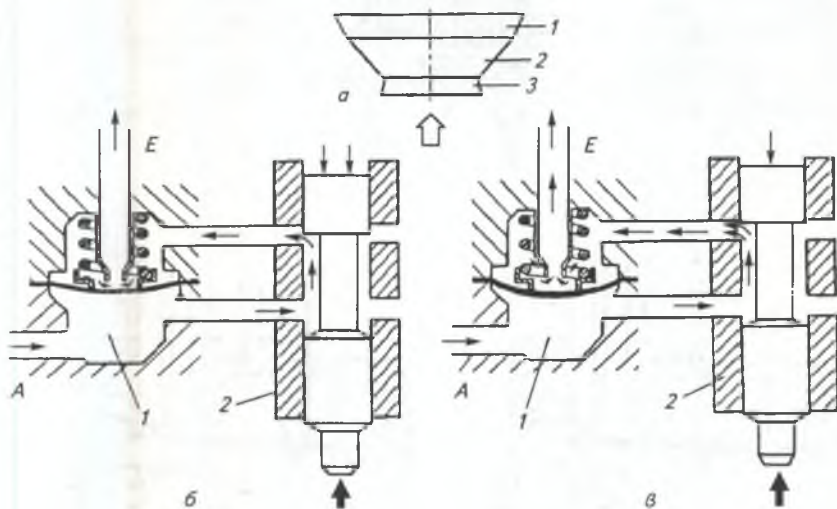


Рис. 66. Регулирование состава рабочей смеси:

а — направляющее устройство с зонами перемещения напорного диска: 1 — максимальная нагрузка; 2 — частичные нагрузки; 3 — холостой ход; б — малая доза впрыскиваемого топлива; в — большая доза впрыскиваемого топлива: 1 — дифференциальный клапан; 2 — распределитель. Каналы: А — подвода питания от насоса к дифференциальному клапану; Е — подача топлива к форсункам

этом внутренние цилиндрические пружины находятся в сжатом состоянии, опираясь внизу в диафрагму 7, а вверх через клапан верхней диафрагмы — в корпус.

Верхняя диафрагма находится под воздействием следующих сил. Снизу действует суммарное усилие двух пружин, сверху — сила от давления топлива, подводимого через дроссель 10 (см. рис. 67, а) в кольцевой канал над диафрагмой. Усилиями двух сжатых пружин определяется максимальное значение управляющего давления (см. рис. 67, б).

Режим полной нагрузки характеризуется тем, что дроссельная заслонка открыта полностью, разрежение за ней уменьшается. Диафрагма 7 перемещается вниз до упора в корпус (рис. 67, в), вследствие чего усилие внутренней цилиндрической пружины на диафрагму 5 резко снижается. Под давлением топлива верхняя диафрагма 5 прогибается вниз, в результате управляющее давле-

ние понижается и рабочая смесь обогащается.

В системе питания «К-Джетроник» предусмотрена электромагнитная пусковая форсунка 11 (см. рис. 64), предназначенная для впрыскивания во впускной коллектор дополнительного количества топлива в момент пуска холодного двигателя. Она работает совместно с термореле 12.

Известно, что при пуске холодного двигателя и его прогреве для устойчивой работы двигателя требуется повышенное количество рабочей смеси. Это обеспечивается рядом устройств, одно из которых — клапан добавочного воздуха 13, подающий дополнительное количество воздуха в обход дроссельной заслонки. Обогащение смеси достигается двумя способами: 1) напорный диск расходомера перемещается и, воздействуя через рычаг на плунжер распределителя, поднимает его вверх; 2) на холодном двигателе

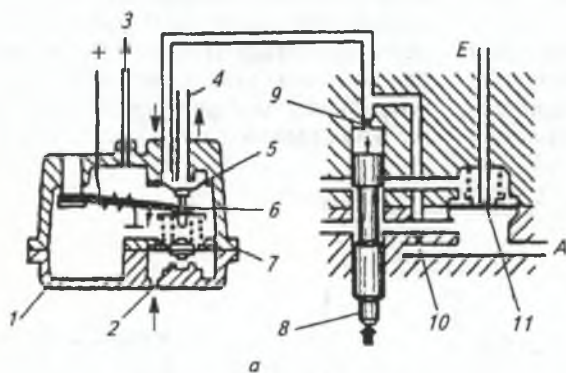
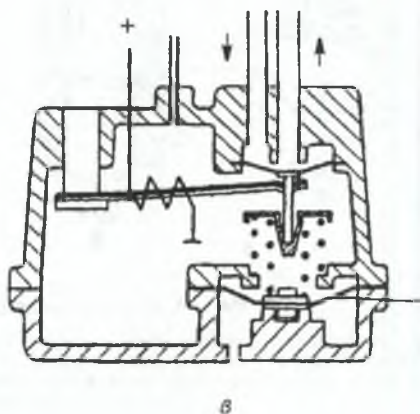
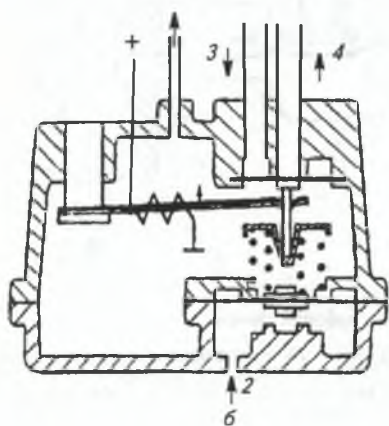


Рис. 67. Работа регулятора управляющего давления:

а — прогрев двигателя на холостом ходу; 1 — регулятор управляющего давления; 2 — канал атмосферного давления; 3 — канал вакуума; 4 — канал слива; 5 — верхняя диафрагма; 6 — биметаллическая пластинчатая пружина; 7 — нижняя диафрагма; 8 — плунжер распределителя; 9 — демпфирующий дроссель; 10 — дроссель подпитки; 11 — дифференциальный клапан; А, Е — каналы; б — двигатель прогрет, частичные нагрузки; в — двигатель прогрет, полная нагрузка



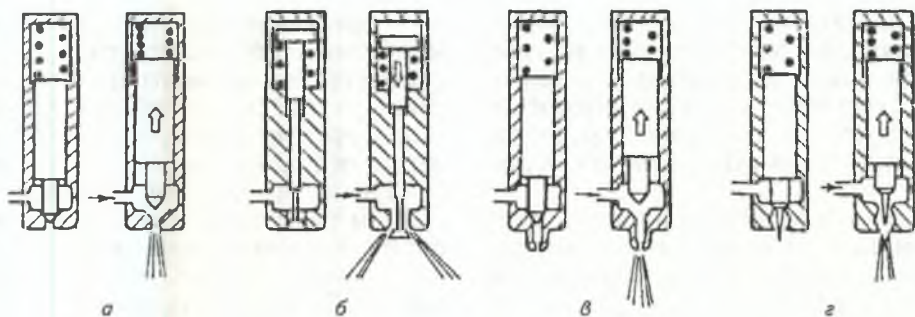


Рис. 68. Топливные форсунки-инжекторы:

а, б — клапанные; в — закрытая; г — штифтовая

включается в работу регулятор управления давлением.

Форсунки открываются автоматически под давлением, они *не дозируют* топливо. Угол конуса распыления топлива примерно составляет 35° (у пусковой форсунки 80°). Различают клапанные, закрытые и штифтовые впрыскивающие форсунки (рис. 68).

Наиболее часто применяют форсунки, срабатываемые (начало впрыска) в следующих диапазонах давления, МПа: $0,27...0,38$; $0,30...0,41$; $0,32...0,37$; $0,43...0,46$; $0,45...0,52$.

Важный параметр впрыскивающей форсунки — давление, соответствующее закрытому ее состоянию. Например, на автомобиле с диапазоном начала открытия форсунок $0,45...0,52$ МПа давление, соответствующее закрытому состоянию (давление слива), равно $0,25$ МПа.

Иногда клапанные форсунки впрыска могут быть оснащены дополнительным подводом воздуха. Воздух забирается перед дроссельной заслонкой (давление здесь выше, чем у форсунки) и по специальному каналу подается в держатель каждой форсунки. Эта система спо-

собствует улучшению смесеобразования на холостом ходу, так как смешивание бензина с воздухом начинается уже в держателе форсунки. Лучшее смесеобразование обеспечивает лучшее сгорание и соответственно меньший расход топлива, а также снижение токсичности отработавших газов.

Форсунки во впускной коллектор ввинчивают или запрессовывают. В последнем случае при их демонтаже требуется значительное усилие. Выпрессовывать форсунки лучше при нагревом до 80°C коллекторе.

Техническое обслуживание. Устранять неисправности системы впрыскивания типа «К-Джетроник» необходимо при нормальной компрессии в цилиндрах, отрегулированных тепловых зазорах в механизме газораспределения, правильно установленном моменте зажигания, исправном электрооборудовании и чистом воздушном фильтре.

Определение возможных неисправностей этой системы и устранение их следует производить на специальных станциях технического обслуживания.

7. СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ГАЗОМ

Общие сведения. При использовании газа в качестве топлива для автомобилей уменьшается загрязнение окружающей среды. Для газобаллонных автомобилей применяют сжатые (природные) и сжиженные (нефтяные) газы.

Сжатые газы в основном состоят из метана, а сжиженные — из бутана и пропана.

Для работы на сжатых и сжиженных газах используют серийные автомобили с карбюраторными двигателями. Неко-

торые двигатели специально приспособливают для работы только на газе. Рабочий цикл двигателя, работающего на газе, такой же, как и у карбюраторного, но устройство и работа агрегатов системы питания существенно отличаются.

Из грузовых автомобилей на сжиженном газе работает базовая модель ЗИЛ-4318. Сжиженный газ содержится в баллоне 12 (см. рис. 44), рассчитанном на давление 1,6 МПа. Арматура баллона: наполнительный вентиль 15 с обратным клапаном, предотвращающим выход газа из баллона в случае отсоединения заправочного шланга; два расходных вентиля 17 и 18 (из верхнего вентиля газ поступает в систему в газообразном состоянии, а из нижнего — в сжиженном); контрольный вентиль 14 максимального наполнения баллона; предохранительный клапан 13; датчик 16 уровня сжиженного газа и сливной пробки.

Электромагнитный клапан 10 с фильтром при выключенном зажигании под действием пружины закрыт и не пропускает газ в редуктор. При включении зажигания клапан открывается и очищенный от механических примесей газ поступает в испаритель, редуктор и далее в смеситель.

Испаритель 6 предназначен для преобразования газового топлива из жидкой фазы в газообразную. Испаритель разборной конструкции. Через каналы в плоскости разъема проходит газ. Такая конструкция позволяет очищать газовые каналы от отложений. Внутренние полости испарителя обогреваются жидкостью из системы охлаждения двигателя. Для слива жидкости в нижней части испарителя предусмотрен штуцер 9.

Редуктор низкого давления 5 предназначен для снижения давления газа до значения, близкого к атмосферному. Редуктор двухступенчатый, мембранно-рычажного типа.

Принципы действия первой и второй ступеней редуктора одинаковы. Каждая ступень имеет клапаны 3 и 15 (рис. 69), мембраны 19 и 34, рычаги 13 и 26, шарнирно соединяющие клапаны с мембранами, и пружину с регулирующей гайкой. Редуктор оснащен так-

же дополнительными устройствами мембранно-пружинного типа, которые обеспечивают автоматическое поступление газа к смесителю при выключении двигателя и дозировку газа в соответствии с режимом работы двигателя.

При неработающем двигателе и закрытом расходном вентиле (при работающем газе) давление в полости первой ступени равно атмосферному и клапан 3 первой ступени открыт под действием пружины 11.

При открытом вентиле и выключенном электромагнитном клапане газ поступает в полость первой ступени редуктора, пройдя предварительно через вентиль и электромагнитный клапан. Давление газа действует на мембрану 8, которая, преодолевая усилие пружины 11, прогибается. Когда заданное давление достигнуто, рычаг 13 закрывает клапан 3. Давление газа в полости регулируют гайкой 12, изменяя усилие пружины 11, действующей на мембрану 8. Это давление устанавливают в пределах 0,16...0,18 МПа.

Давление газа в первой ступени контролируют при помощи дистанционного электрического манометра, установленного в кабине, и датчика, размещенного на редукторе.

При неработающем двигателе клапан 15 второй ступени находится в закрытом положении и плотно прижат к седлу пружиной 37 разгрузочного устройства и пружиной 41 мембраны, усилие от которых передается через шток 43 и стержень 42 рычагу 26 и толкателю 27.

При пуске двигателя под дроссельными заслонками карбюратора создается вакуум, который по шлангам (через вакуумную полость экономайзера) передается в полость В разгрузочного устройства. Мембрана 34 в результате возникновения вакуума прогибается и сжимает пружину 37 разгрузочного устройства, тем самым разгружая клапан 15 второй ступени. Усилие пружины 41 становится недостаточным для удержания клапана 15 второй ступени в закрытом положении, и он открывается под давлением газа в полости первой ступени. Газ заполняет полость второй ступени, а затем через дозирующе-экономайзерное устройство поступает в смеситель.

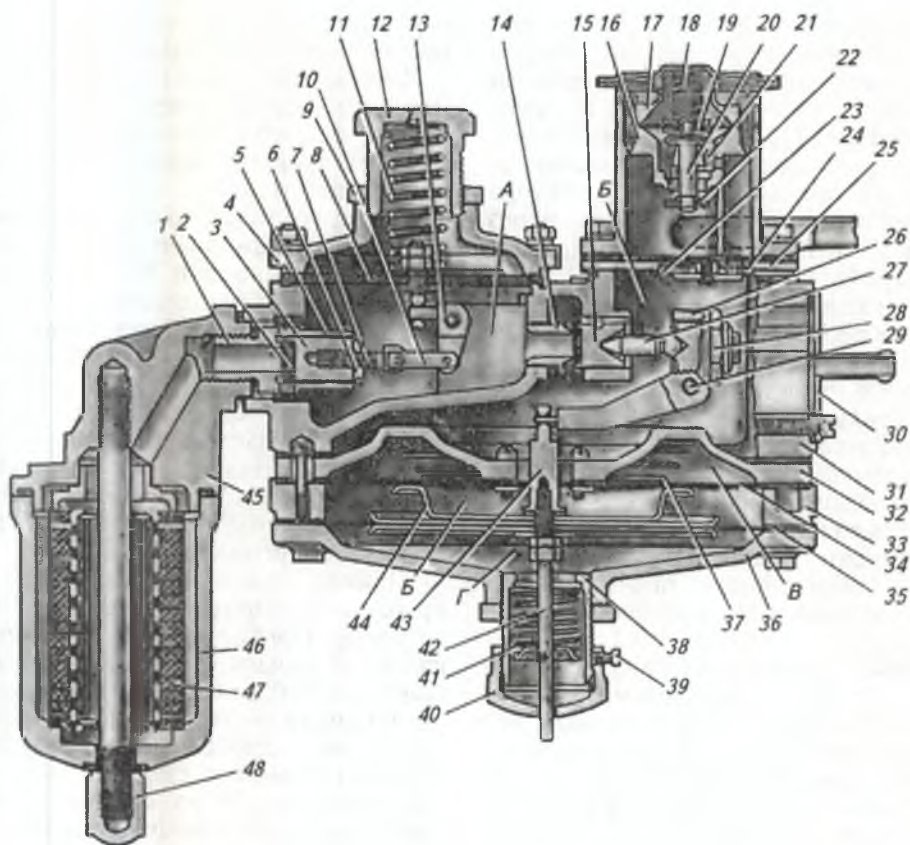


Рис. 69. Редуктор низкого давления газовый двухступенчатый:

1 — седло клапана первой ступени; 2 — уплотнитель клапана; 3 — клапан первой ступени; 4 — крышка первой ступени; 5 — направляющая клапана; 6, 9 — контргайки; 7 — регулировочный винт; 8 — мембрана; 10 — толкатель клапана первой ступени; 11, 18, 21, 37, 41 — пружины; 12 — регулировочная гайка; 13 — рычаг привода клапана первой ступени; 14 — седло клапана второй ступени; 15 — клапан второй ступени; 16 — корпус экономайзера; 17 — крышка; 19, 34, 35 — мембраны; 20 — толкатель клапана; 22 — клапан экономайзера; 23 — экономичный жиклер; 24 — мощный жиклер; 25 — пластина дозирующих жиклеров; 26 — рычаг привода клапана второй ступени; 27 — толкатель клапана второй ступени; 28 — регулировочный винт клапана второй ступени; 29 — ось рычага; 30 — крышка системы холостого хода; 31 — корпус газового редуктора; 32 — крышка разгрузочного устройства; 33 — корпус разгрузочного устройства; 36 — крышка корпуса газового редуктора; 38 — регулировочный ниппель; 39 — стопорный винт; 40 — крышка; 42 — стержень; 43 — шток рычага второй ступени; 44 — упор мембраны; 45 — корпус газового фильтра; 46 — корпус; 47 — фильтрующий элемент; 48 — колпачковая гайка. А — полость первой ступени; Б — полость второй ступени; В — полость разгрузочного устройства; Г — полость атмосферного давления

В режиме холостого хода расход газа незначителен, и в полости второй ступени создается избыточное давление 50...70 Па. По мере открытия дроссельных заслонок расход газа увеличивается и на режимах, близких к режиму полной мощности, давление газа в полости Б снижается до вакуума 150...200 Па. При этом мембрана 35 прогибается и через систему рычагов увеличивает открытие клапана 15 второй ступени. Одновременно возрастают степень открытия клапана 3 первой ступени и расход

газа через него. При большом открытии дроссельных заслонок вакуум в смесительной камере понижается, что приводит к уменьшению вакуума в вакуумной полости экономайзера, и пружина 18 открывает клапан 22, обеспечивая подачу в смеситель дополнительного количества газа через мощный жиклер 24 регулировки подачи газа.

Рассмотрим подробнее, как проходит газ из полости Б редуктора через дозирующее экономайзерное устройство в смеситель.

По мере открытия дроссельных заслонок газового смесителя растет вакуум над обратным клапаном смесителя, он открывается, и газ поступает в форсунки смесителя. При работе двигателя с прикрытыми дроссельными заслонками газ из второй ступени редуктора проходит к газовому смесителю через жиклер 23 дозирующего экономайзерного устройства.

При полном (или близком к нему) открытии дроссельных заслонок вакуум во впускном трубопроводе двигателя становится недостаточным для преодоления усилия пружины 18 мембраны экономайзера, в результате чего мембрана перемещается и открывает клапан 22. Газ начинает поступать дополнительно через жиклер 24 экономайзера.

Увеличение общей подачи газа приводит к обогащению газозооной смеси и повышению мощности двигателя.

Газовый смеситель — двухкамерный, вертикальный, с подающим потоком топливной смеси, с параллельным открытием дроссельных заслонок и двумя горизонтальными форсунками, расположенными в узких сечениях съемных диффузоров. Дозировка газа для главной системы происходит в дозирующем экономайзерном устройстве, расположенном в газовом редукторе. Питание газом системы холостого хода комбинированное: непосредственно из газо-

вого редуктора (см. рис. 44) и из трубопровода основной подачи газа.

Смеситель снабжен исполнительным мембранным механизмом пневмоцентробежного ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя.

В корпусе газового смесителя размещены два диффузора 6 (рис. 70), две газовые форсунки 5 и две дроссельные заслонки 10, закрепленные на валике.

Валик привода дроссельных заслонок вращается в двух подшипниках. На одном конце валика установлен рычаг, входящий в вилку валика привода дроссельных заслонок, а на другом — рычаг, соединенный с мембранным механизмом. На рычаге пусковой системы размещены возвратная пружина и втулка для крепления троса.

Привод дроссельных заслонок прикреплен к корпусу смесителя двумя винтами. Привод состоит из корпуса, валика и рычага управления дроссельными заслонками. На рычаге размещены упорный винт и винт регулировки открытия дроссельных заслонок. Крышка каналов системы холостого хода установлена на корпусе газового смесителя через прокладку и закреплена четырьмя винтами. В крышке 9 размещены винты 7 и 8 регулировки состава газовой смеси и выполнено отверстие для присоединения вакуумкорректора.

При работе двигателя в режиме холостого хода топливная смесь образуется под дроссельными заслонками, куда газ поступает из канала системы холостого хода через отверстия а и б, а воздух — через зазоры между дроссельными заслонками и стенками смесительных камер. В систему холостого хода газ поступает по каналу в корпусе 1 и по патрубку в крышке 9.

Частоту вращения коленчатого вала двигателя на режиме холостого хода регулируют упорным винтом, ограничивающим закрытие дроссельных заслонок, и двумя винтами 7 и 8, изменяющими состав газовой смеси.

На сжатом газе работает система питания двигателя автомобиля ЗИЛ-4316.10 (см. рис. 43). Сжатый природный газ под давлением 20 МПа содержится в стальных баллонах 1, разме-

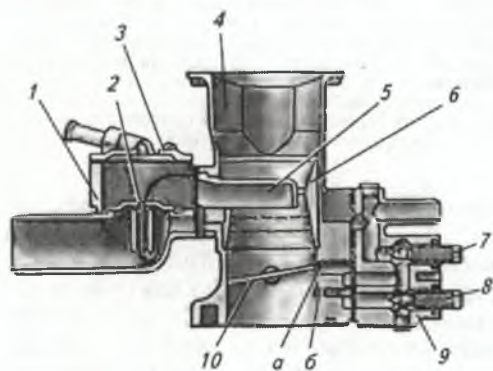


Рис. 70. Газовый двухкамерный смеситель:

1 — корпус обратного клапана; 2 — обратный клапан; 3 — крышка корпуса обратного клапана; 4 — воздушная горловина; 5 — газовая форсунка; 6 — диффузор; 7, 8 — винты регулировки состава газовой смеси в режиме холостого хода; 9 — крышка; 10 — дроссельная заслонка; а, б — выходные отверстия системы холостого хода

щенных под платформой и последовательно соединенных трубопроводами.

Все баллоны заполняют сжатым газом через наполнительный вентиль 3, расположенный на крестовине. Давление сжатого газа в баллонах контролируется манометром, установленным на крестовине первого баллона (возможна установка дистанционного электрического манометра в кабине водителя). От расходного вентиля сжатый газ поступает в редуктор высокого давления 10, где давление газа понижается до 0,8...1,2 МПа. На редукторе высокого давления установлен датчик сигнализатора, подающий сигнал на включение лампы при давлении газа в редукторе ниже 0,45 МПа, предупреждая водителя о том, что газа в баллонах осталось на 10...12 км пробега. Из редуктора высокого давления газ направляется к электромагнитному клапану, который открывается при включении зажигания, и пропускает газ в редуктор низкого давления.

Редуктор низкого давления по конструкции не отличается от редуктора, применяемого для сжиженного газа, за исключением фильтра на входе в редуктор. Из редуктора газ поступает в газовый смеситель на карбюраторе и смесительные камеры карбюратора, далее направляется во впускной трубопровод и распределяется по цилиндрам двигателя.

Для повышения стабильности работы двигателя на режиме холостого хода и переходных режимах в патрубке смесителя установлен обратный клапан, который открывается по мере открытия дроссельных заслонок карбюратора.

Редуктор высокого давления (рис. 71) предназначен для уменьшения давления сжатого газа с 20 до 0,8...1,2 МПа. Снижение давления газа происходит вследствие его расширения при прохождении через зазор между клапаном 11 и седлом 15 в полость рабочего давления.

Сжатый газ поступает через штуцер 17 в полость высокого давления. Клапан 11 открыт под действием усилия нажимной пружины 4, которое передается на клапан через мембрану 6 и толкатель 8 до тех пор, пока усилие нажимной пружины 12 не уравнивается

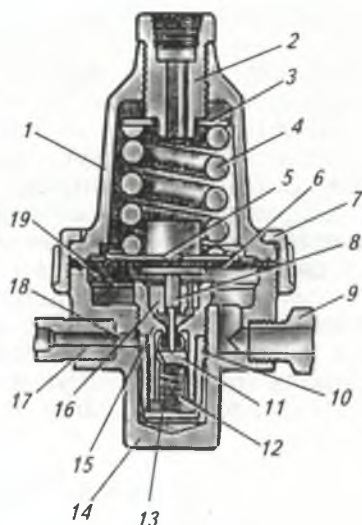


Рис. 71. Газовый редуктор высокого давления:

1 — крышка; 2 — штуцер, соединяющий полость редуктора с атмосферой; 3 — тарелка пружины; 4 — пружина; 5 — нажимной диск; 6 — мембрана; 7 — накидная гайка; 8 — толкатель клапана; 9 — штуцер полости низкого давления; 10 — фильтр; 11 — клапан; 12 — пружина; 13 — колпачковая гайка; 14 — корпус; 15 — седло клапана; 16 — направляющая толкателя; 17 — штуцер полости высокого давления; 18 — полость высокого давления; 19 — полость низкого давления

давлением газа под мембраной. Редуктор автоматически поддерживает рабочее давление в пределах 0,8...1,2 МПа. Если давление ниже 0,8 МПа, то клапан редуктора открыт постоянно. Если рабочее давление по каким-либо причинам превысит 1,45 МПа, то сработает предохранительный клапан.

При любой неисправности редуктора следует закрыть расходный вентиль на крестовине, а затем выявить и устранить неисправность. Регулировка редуктора в эксплуатации не предусмотрена, и в случае отклонения рабочего давления от заданных параметров (0,8...1,2 МПа) редуктор следует заменить.

В автомобиле ЗИЛ-4316.10 газовый смеситель конструктивно объединен с переходником карбюратора, на котором установлен и закреплен воздушный фильтр. Газ поступает в смеситель через патрубок и обратный клапан, который закрыт при работе двигателя в режиме холостого хода. В этом случае газ поступает в каналы системы холостого хода и в смесительные камеры

карбюратора из патрубка смесителя по шлангу.

В случае полного расходования газового топлива или затрудненного пуска двигателя на газе при низких температурах окружающего воздуха следует пользоваться бензиновой системой питания, которая является резервной.

Неисправности и техническое обслуживание системы питания двигателя газом. Во время эксплуатации автомобиля необходимо следить за тем, чтобы баллоны были надежно укреплены на кронштейнах стяжными хомутами. Ослабление крепления баллонов может

привести к их смещению, а следовательно, к разрыву газопровода. Обязательные условия безопасной эксплуатации баллонов: внимательный осмотр их, периодическая окраска, своевременное проведение гидравлических испытаний. Необходимо периодически следить за состоянием конической поверхности отверстия штуцеров газопровода и состоянием предохранительных клапанов.

Регулировочные операции в системе питания двигателя газом производят согласно инструкции по эксплуатации.

8. 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 характера относительного перемещения деталей трение движения может быть двух видов: скольжения и качения.

Если между трущимися поверхностями тел нет смазочного материала, то

трение называют *трением без смазочного материала*, или *сухим*. При наличии между трущимися поверхностями любого смазочного материала его называют *трением со смазочным материалом*.

Широко распространены жидкие и пластичные смазочные материалы. Когда трущиеся поверхности деталей полностью разделены жидким смазочным материалом, смазывание называют *жидкостным*. Если же смазывание поверхностей частичное, то его называют *полужидкостным*.

Жидкие смазочные материалы (масла) служат для снижения затрат мощности на трение, уменьшения изнашивания деталей и 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. 72, 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. 72, б). В результате

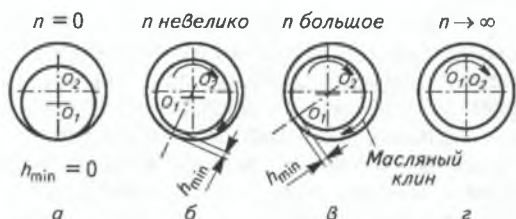


Рис. 72. Образование масляного клина при вращении вала в подшипнике скольжения

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 стремится занять центральное положение в подшипнике (рис. 72, в, г) и зазор $h_{\min}$ увеличивается. Когда наименьшая толщина масляного слоя превысит суммарную высоту неровностей поверхностей вала и подшипника, между поверхностями возникает жидкостное смазывание.

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 жидкостного смазывания 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 жидкостном смазывании потери энергии на трение и изнашивание деталей наименьшие. Но условия, которые требуются для жидкостного смазывания, 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 осуществить конструктивно сложно. Поэтому такой способ применяют лишь в сочетании с другими способами подачи масла.

Комбинированная смазочная система дизеля. Моторное масло заливают в поддон 25 (рис. 73) картера через горловину 17. Уровень его в поддоне контролируют по меткам на маслосмерной линейке 18. Сливают масло через отверстие в поддоне, закрываемое пробкой 31 с резьбой.

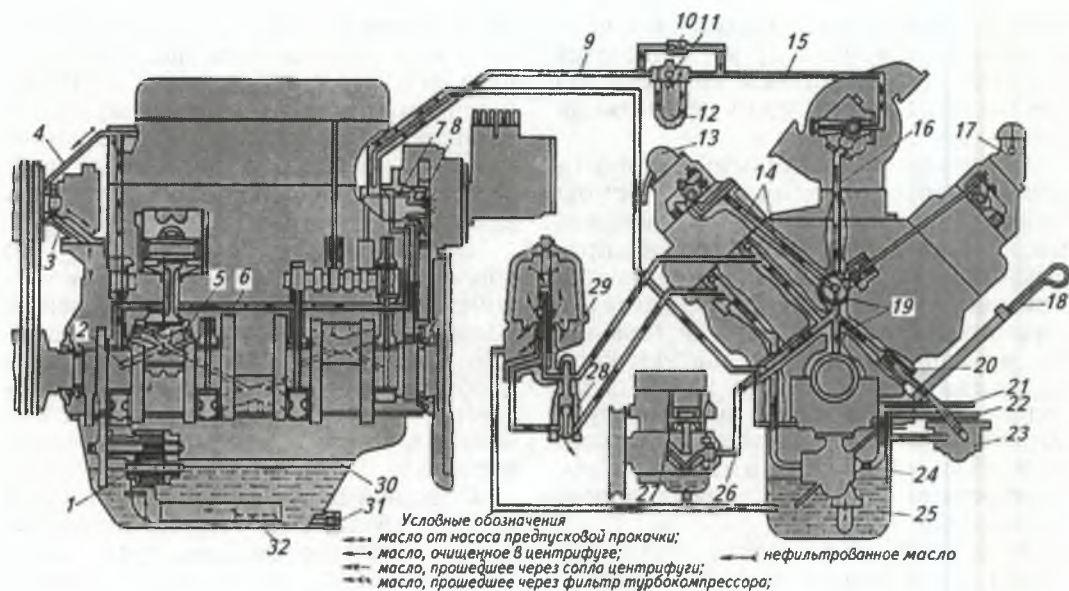


Рис. 73. Схема смазочной системы дизеля типа ЯМЗ:

1 — масляный насос; 2 — каналы в коленчатом валу; 3 — канал слива масла из водяного насоса; 4 — маслопровод подачи смазочного материала к водяному насосу; 5 — полости в шатунных шейках; 6 — главная масляная магистраль; 7 — канал подачи масла к зубчатому приводу топливного насоса; 8 — штуцер; 9 — маслопровод подачи масла к фильтру турбокомпрессора; 10 — перепускной клапан; 11 — фильтр турбокомпрессора; 12 — фильтрующий элемент; 13 — сапун; 14 — каналы подачи смазки к клапанному механизму; 15 — маслопровод подачи смазки к подшипнику турбокомпрессора; 16 — трубка слива масла из турбокомпрессора; 17 — маслозаливная горловина; 18 — маслосмерная линейка; 19 — сверления в опоре распределительного вала; 20 — обратный клапан; 21 — маслопровод к радиатору; 22 — маслопровод от радиатора; 23 — маслопрокачивающий насос; 24 — жиклер; 25 — поддон; 26 — маслопровод к компрессору; 27 — сверление в коленчатом валу компрессора; 28 — предохранительный клапан; 29 — центрифуга; 30 — маслоуспокоитель; 31 — пробка; 32 — маслозаборник

Из поддона 25 масло через сетку маслозаборника засасывается масляным насосом 1 и подается по нагнетательному трубопроводу и сверлениям в блок-картере к полнопоточному центробежному маслоочистителю (центрифуге 29). Часть масла, идущего на привод ротора центрифуги, сливается в поддон 25. Остальная часть масла, очищенного в роторе центрифуги, по сверлению в центральной оси и сверлениям в корпусе фильтра и блок-картера поступает на смазывание первого коренного подшипника и в главную масляную магистраль 6 блок-картера.

Из главной масляной магистрали масло поступает к коренным подшипникам и подшипникам распределительного вала. Из коренных подшипников часть масла поступает к наклонным каналам 2 коленчатого вала и заполняет специальные полости шатунных шеек, где подвергается допол-

нительной очистке и по сверлениям в шатунных шейках поступает к шатунным подшипникам.

В поперечных перегородках блок-картера в расточках под опорами распределительного вала закреплены трубки подачи масла на охлаждение поршней (на схеме не показаны). Трубки соединены с вертикальными сверлениями, соединяющими коренные подшипники коленчатого вала и подшипники распределительного вала.

Масло, вытекающее через зазоры коренных и шатунных подшипников, подшипников распределительного вала и через трубки охлаждения поршней, разбрызгивается вращающимися деталями и смазывает гильзы цилиндров, поршни, поршневые пальцы, кулачки распределительного вала.

В сопряжении поршневой палец — втулка верхней головки шатуна масло попадает через отверстия в головке, а в сопряжении поршневой палец — бо-

бышки поршня — через сверления с нижней стороны бобышек.

В головки цилиндров для смазывания деталей механизма газораспределения масло поступает пульсирующим потоком от первой и четвертой опор распределительного вала, для чего в шейках выполнены поперечные сверления 19, которые за один оборот распределительного вала соединяют вертикальные сверления в блок-картере с каналами 14. Благодаря этому масло подается не непрерывным потоком, а короткими импульсами. Этим ограничивается подача масла к клапанному механизму.

Из каналов 14 по сверлениям в головке цилиндров масло через одну из стоек коромысел попадает во внутреннюю полость оси коромысел, закрытую заглушками с обеих сторон. По поперечным сверлениям в оси коромысел масло выходит для смазывания втулок коромысел, а по сверлениям в коромыслах и регулировочных винтах — на смазывание сферического сопряжения регулировочного винта со штангой. Стекающее по штангам масло попадает на сферическое сопряжение штанги с толкателем и направляющую толкателя с кулачком распределительного вала. Для этого в толкателе имеются два сверления: одно в донышке, другое на боковой поверхности. Поверхности бойка коромысла и торца клапана смазываются разбрызгиванием масла, вытекающего из оси.

Скапливающееся в клапанной коробке масло сливается в поддон через сверления в головке и литые колодцы в блок-картере.

Для смазывания подшипников водяного насоса масло поступает из левой головки цилиндров. Канал в головке соединен маслопроводом 4 с внутренней полостью корпуса водяного насоса. По каналу 3 масло из корпуса насоса через переднюю крышку сливается в поддон.

По каналам в картере маховика масло поступает к каналу 7 в опоре для смазывания втулки зубчатого колеса привода топливного насоса. По сверлениям в опоре масло проходит к штуцеру 8 и через отверстие в нем струей подается на детали автомата угла опережения подачи топлива.

По внешним маслопроводам 9 и 15 масло из главной магистрали, проходя через фильтр 11, поступает к подшипнику турбокомпрессора. При повышенном сопротивлении фильтра масло проходит мимо фильтра 11 через перепускной клапан 10. Из турбокомпрессора масло по трубке 16 сливается в поддон.

К подшипникам пневмокомпрессора масло из главной магистрали по маслопроводу 26 поступает в сверления 27 коленчатого вала компрессора. Через зазоры оно смазывает цилиндры и поршни пневмокомпрессора, шариковые подшипники его коленчатого вала, скапливается в углублении кронштейна и через переднюю крышку вытекает в поддон дизеля.

Масло охлаждается в масляном радиаторе, установленном впереди радиатора системы охлаждения, куда оно подается по маслопроводу 21. Охлажденное масло сливается в поддон по маслопроводу 22. Количество масла, поступающее на охлаждение в радиатор, регулируется жиклером 24.

На дизеле устанавливают насос 23 предпусковой прокачки масла для подачи его к трущимся поверхностям в начальный период пуска. Этот насос приводится в действие от редуктора пускового двигателя и подает масло в главную масляную магистраль из поддона, когда коленчатый вал дизеля еще не вращается и не работает основной масляный насос 1. Масло подается в систему через обратный клапан 20. После пуска двигателя клапан 20 закрывается под давлением, создаваемым насосом 1, в результате чего насос предпусковой прокачки отсоединяется от смазочной системы дизеля. Клапан 20 плунжерного типа отрегулирован на давление 0,04...0,05 МПа.

Предохранительный клапан 28 открывается при давлении выше 0,32 МПа и часть масла сливается в поддон 25 картера.

Значение давления в смазочной системе контролируют по указателю давления, установленному в кабине трактора. Кроме того, в системе имеется аварийная сигнализация, предупреждающая о низком давлении масла. В этом случае на щитке приборов загорается контрольная лампочка, что свидетель-

ствует о давлении в главной магистрали ниже 0,13 МПа.

Рассмотренная комбинированная смазочная система с масляным насосом, полнопоточной центрифугой и радиатором характерна для многих двигателей: Д-240, ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-130 и др. В смазочной системе дизелей Д-245, ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740 дополнительно предусмотрено смазывание деталей компрессора и ТНВД. От масляной системы двигателей ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740 приводится в действие гидромфута привода вентилятора.

Масляные насосы и фильтры. Для непрерывной циркуляции масла в смазочной системе и поддержания в ней необходимого давления используют масляные насосы (как правило, шестеренного типа). Они приводятся в действие от зубчатого колеса, соединенного с зубчатым колесом коленчатого или распределительного вала.

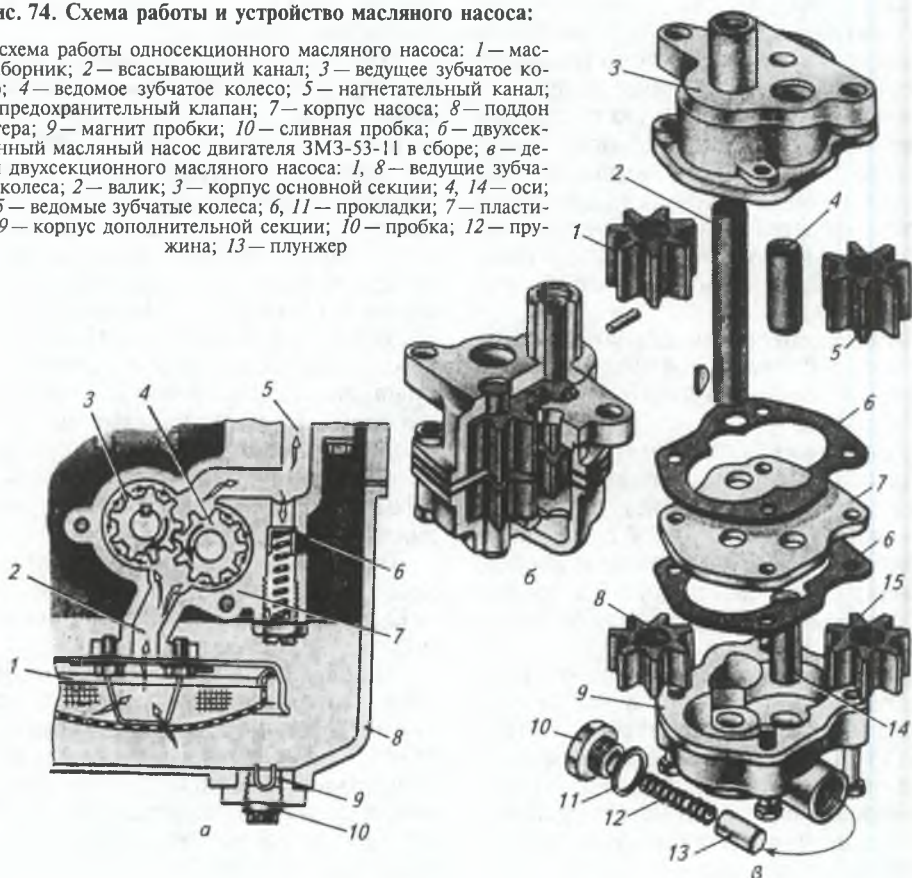
Схема действия насоса показана на рисунке 74, а. В корпусе 7 насоса расположены ведущее 3 и ведомое 4 зубчатые колеса. При их вращении масло засасывается через канал 2 в полость насоса, заполняет впадины между зубьями и выдавливается ими в нагнетательный канал 5. Такой насос называют *односекционным*. Предохранительный клапан 6 обеспечивает слив масла в поддон 8 картера при давлении в канале 5, превышающем усилие пружины клапана.

Давление масла, создаваемое насосом, зависит от его вязкости, сопротивления его прохождению, частоты вращения коленчатого вала двигателя и износа деталей насоса.

Двухсекционный насос (рис. 74, б) установлен в двигателе ЗМЗ-53-11 снаружи блок-картера. Он приводится в действие от распределительного вала парой зубчатых колес со спиральными зубья-

Рис. 74. Схема работы и устройство масляного насоса:

а — схема работы односекционного масляного насоса: 1 — маслосборник; 2 — всасывающий канал; 3 — ведущее зубчатое колесо; 4 — ведомое зубчатое колесо; 5 — нагнетательный канал; 6 — предохранительный клапан; 7 — корпус насоса; 8 — поддон картера; 9 — магнит пробки; 10 — сливная пробка; б — двухсекционный масляный насос двигателя ЗМЗ-53-11 в сборе; в — детали двухсекционного масляного насоса: 1, 8 — ведущие зубчатые колеса; 2 — валик; 3 — корпус основной секции; 4, 14 — оси; 5, 15 — ведомые зубчатые колеса; 6, 11 — прокладки; 7 — пластина; 9 — корпус дополнительной секции; 10 — пробка; 12 — пружина; 13 — плунжер



1.1. Основные параметры шестеренных насосов смазочной системы двигателей

Параметр	Модель двигателя (тип насоса)						
	Д-120 (односекционный)	ЗМЗ-4025.10 (односекционный)	ЗМЗ-53-11 (двухсекционный)	ЗИЛ-508.10 (двухсекционный)	Д-245 (двухсекционный)	КамАЗ-740.10 (двухсекционный)	СМД-66 (односекционный)
Подача масла: основной (верхней) секцией	В масляный фильтр и смазочную систему, параллельно в масляный радиатор	В масляный фильтр и главную масляную систему	В смазочную систему и масляный радиатор	В смазочную систему и центрифугу	В смазочную систему, центрифугу и масляный радиатор	В масляный фильтр и смазочную систему	В центрифугу, смазочную систему и масляный радиатор
дополнительной (нижней) секцией	—	—	В центрифугу	В масляный радиатор	—	В центрифугу и масляный радиатор	—
Привод насоса	От зубчатого колеса коленчатого вала	От зубчатого колеса распределительного вала			От зубчатого колеса коленчатого вала		
Давление в главной магистрали при температуре масла 80...95 °С, не менее, МПа:							
при номинальной частоте вращения коленчатого вала	0,15...0,35	0,2...0,4	0,2...0,275	0,25...0,3	0,2...0,3	0,4...0,55	0,3...0,5
при минимальной частоте вращения коленчатого вала	0,1	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1

ми через валик, нижний конец которого входит в шестигранное отверстие валика 2 (рис. 74, в) насоса. Корпуса 3 и 9 изготовлены из алюминиевого сплава и разделены чугуной 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 ЗИЛ-508, ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740 устанавливают двухсекционные насосы, конструкция

которых мало отличается от рассмотренной.

В таблице 1.1 представлены основные параметры шестеренных насосов смазочной системы двигателей сельскохозяйственных тракторов и автомобилей.

На двигателях СМД-66 устанавливают односекционный масляный насос, в корпусе которого просверлен жиклер диаметром 3,8 мм для подачи масла на охлаждение в радиатор.

При пуске двигателя СМД-66 масло к точкам смазывания принудительно подается односекционным шестеренным насосом предпусковой прокачки, приводимым в действие пусковым двигателем. Насос засасывает масло из поддона картера и по маслопроводу, а затем через запорный клапан нагнетает

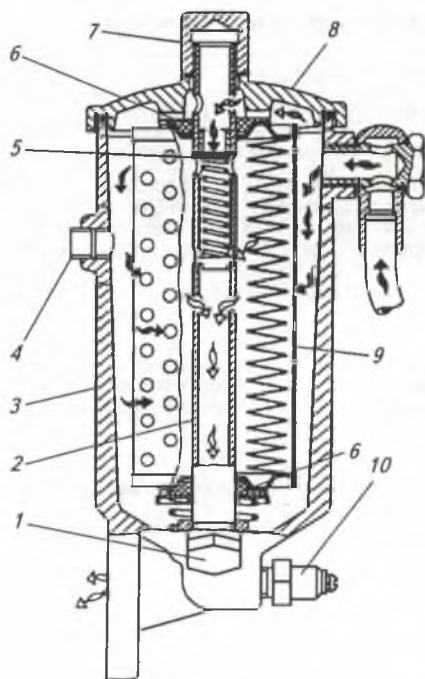


Рис. 75. Масляный фильтр:

1 — пробка сливного отверстия; 2 — стержень; 3 — корпус; 4 — пробка; 5 — перепускной клапан; 6 — уплотнительная прокладка; 7 — колпачковая гайка; 8 — крышка; 9 — фильтрующий элемент; 10 — датчик аварийного давления масла

его в главную масляную магистраль. После 1...2 мин работы пускового двигателя в режиме прогрева давление в смазочной системе двигателя устанавливается в пределах 0,05...0,10 МПа.

Когда двигатель 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.

По мере работы двигателя в масле постепенно накапливаются микрокапли несгоревшего топлива, частицы пыли, продукты изнашивания деталей двигателя и окисления масла (нагар, смолистые вещества). Работа двигателя на загрязненном масле увеличивает 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, находящихся в масле во взвешенном состоянии.

На двигателях ЗМЗ-4025.10 устанавливают *полнопоточный фильтр* для очистки масла с картонным сменным фильтрующим элементом. Через фильтр проходит все масло, нагнетаемое насосом в систему.

Фильтр состоит из корпуса 3 (рис. 75), крышки 8, центрального стержня 2 с перепускным клапаном 5 и фильтрующим элементом 9. Центральный стержень ввернут на тугой резьбе в корпус. Верхний конец стержня имеет резьбу для гайки крепления крышки фильтра. Снизу в корпус ввернута пробка 1 для слива отстоявшихся загрязнений.

В верхней части корпуса фильтра имеются бобышки для ввертывания датчика указателя давления масла и для присоединения трубки подвода масла к фильтру. Ниппели трубки уплотнены медной и фибровой прокладками. В бобышку в нижней части корпуса ввернут датчик 10 аварийного давления масла.

Крышку фильтра крепят глухой гайкой 7, накручиваемой на выступающий из крышки резьбовой конец центрального стержня. В проточке крышки размещена резиновая уплотнительная прокладка. Гайку крышки уплотняют медной прокладкой.

Центральный стержень фильтра полый. В верхней его части расположен перепускной клапан. В стержне просверлено пять рядов отверстий для прохода масла; верхний ряд расположен над клапаном и над фильтрующим элементом. При нормальном состоянии элемента его сопротивление невелико — около 10...20 кПа (0,1...0,2 кгс/см²) и все масло проходит через него, как показано на схеме условными стрелками. Из фильтрующего элемента очищенное масло проходит через отверстия внутрь стержня и далее в смазочную систему. При засорении элемента

его сопротивление увеличивается, и при давлении 70...90 кПа (0,7...0,9 кгс/см²) перепускной клапан 5 открывается и масло поступает в систему, минуя фильтрующий элемент.

Торцы фильтрующего элемента в корпусе уплотнены прокладками 6 из маслостойкой резины, плотно охватывающими центральный стержень. Дополнительное уплотнение по торцам обеспечивается пружиной и опорной шайбой, прижимающими элемент к торцу бобышки крышки. В рассмотренном фильтре применены фильтрующие элементы НАМИ-ВГ-10, РЕГОТМАС-412-1-05 и РЕГОТМАС-412-1-06.

Фильтр аналогичной конструкции установлен на двигателе СМД-66 для очистки масла, поступающего в турбокомпрессор. На большинстве современных двигателей (ЗИЛ-508.10 и др.) в качестве фильтра применяют полнопоточную реактивную центрифугу, а на дизелях Д-245, КамАЗ-740 — полнопоточную центрифугу с беспопловым гидравлическим приводом.

В реактивных центрифугах масло очищается под действием центробежных сил, возникающих при вращении ротора.

Основная часть центрифуги — ротор, установленный в корпусе 1 (рис. 76, 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, ввернутую в корпус 1. Внутри оси 8 сделан ступенчатый канал для подвода масла внутрь ротора и установлена маслоотводящая трубка 13.

В бобышке 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 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 отложений со стенок крышки ротора струей входящего масла.

Масло, вытекающее из форсунок, сливаясь 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 перемещение ротора ограничивает упорная шайба 10, закрепленная на оси 8 гайкой 12.

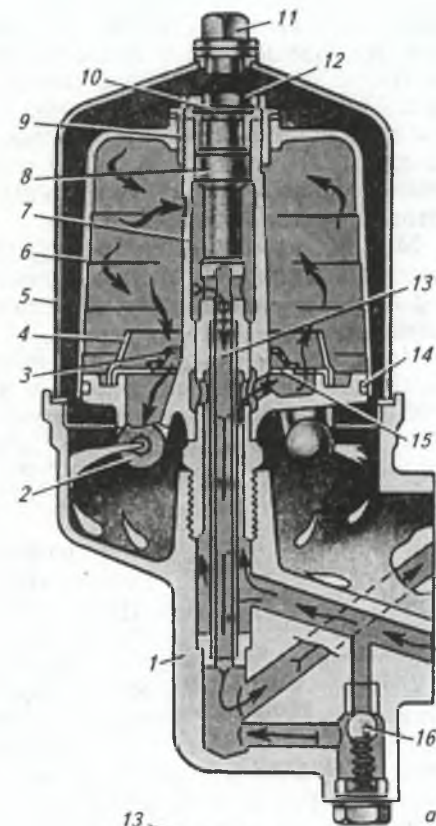
В корпусе центрифуги размещен предохранительный (перепускной) клапан 16, который при пуске холодного дизеля направляет поток масла в главную магистраль мимо центрифуги.

Центрифуга с беспопловым гидравлическим приводом устроена и работает следующим образом. В корпус 1 (рис. 76, б) ввернута ось 4, на которой вращается ротор, состоящий из остова 9, нижней 23 и верхней 10 крышек. Последняя прикреплена к остову ротора гайкой 16 и уплотнена резиновым кольцом 20. Шайбой 15 и гайкой 14, установленными на верхнем резьбовом конце оси 4, ограничено осевое смещение ротора, которое не должно превышать 1,5 мм. Ротор сверху закрыт колпаком 11, закрепленным гайкой 13. Внутри оси 4 установлена маслоотводящая трубка 3.

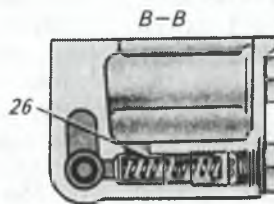
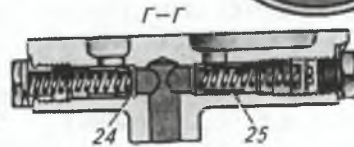
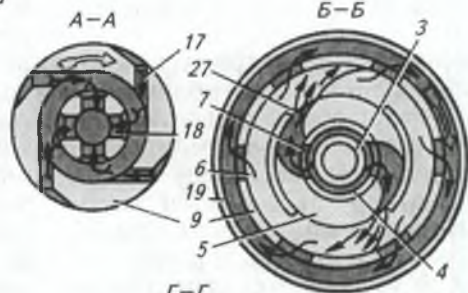
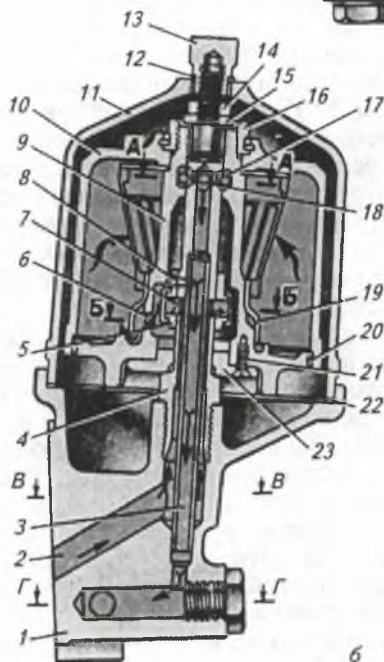
От насоса масло по каналу 2, а затем по кольцевому каналу и выходным отверстиям 7 в оси 4 проходит в насадку 5, прикрепленную к оси винтом 8. Через щели 27 в насадке 5 масло под давлением, создаваемым насосом, выбрасывается в тангенциальном направлении, приобретая вращательное движение, и через отверстие 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

Рис. 76. Полнопоточные центрифуги:



a — реактивная центрифуга дизеля типа ЯМЗ: 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, 12 — гайки; 13 — маслоотводящая трубка; 14 — резиновое кольцо; 15 — маслоотражатель; 16 — перепускной клапан; *б* — центрифуга с бесшпоночным гидравлическим приводом дизелей Д-245: 1 — корпус; 2 — подводный канал; 3 — маслоотводящая трубка; 4 — ось ротора; 5 — насадка; 6 — выходные отверстия в остовах; 7 — выходные отверстия в оси ротора; 8 — стопорный винт; 9 — остов; 10 — верхняя крышка ротора; 11 — колпак; 12 — прокладка; 13, 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, 26 — предохранительные клапаны; 27 — щель в насадке



Нефилтрованное
масло
→ Масло, проходящее
очистку
→ Масло, прошедшее
через центрифугу
→ Масло, прошедшее
через перепускной
клапан

действием центробежных сил осаждаются на внутренней стенке верхней крышки 10.

Очищенное масло с большой скоростью через тангенциальные отверстия 17 в верхней части остова 9 поступает в его внутреннюю проточку и далее через радиальные отверстия 18 в полую ось 4, а 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...0,7 МПа. При большем давлении масло сливается через клапан в поддон картера. Сливной клапан 24 отрегулирован на давление 0,25...0,3 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.

В двигателях ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740.10 масло фильтруется через полнопоточный фильтр со сменным бумажным фильтрующим элементом, а центрифуга включена в смазочную систему параллельно масляному насосу.

Масляные радиаторы. Масляный охладитель (радиатор) применяют для поддержания температуры масла в необходимых пределах при работе двигателя с большой нагрузкой и при высокой температуре окружающего воздуха. Его обычно располагают впереди радиатора системы охлаждения. Масло в нем охлаждается встречным потоком воздуха. Водитель включает и выключает масляный радиатор краном-переключателем либо радиатор включается автоматически с помощью специального клапана.

Масляные радиаторы трубчато-пластинчатой конструкции состоят из двух бачков-маслосборников 4, 6 (рис. 77) и соединяющих их трубок 1 охлаждения с пластинами. Полости бачков разделены поперечными перегородками 3 на две-три изолированные одна от другой части. Это позволяет увеличить путь, а

следовательно, и время прохождения масла через радиатор, что способствует лучшему его охлаждению. В масляных радиаторах масло охлаждается на 10...25 °С.

Трубчатые радиаторы в зависимости от числа рядов трубок делят на однорядные (в автомобилях ЗИЛ-4314, ГАЗ-53А) и двухрядные (автомобили КамАЗ, тракторы Т-150, Т-150К, МТЗ-100, МТЗ-102, ДТ-175С и др.).

У масляного радиатора двигателя ЗМЗ-53-11 вместо стальных применены латунные трубки, к которым припаяны охлаждающие пластины.

Контрольные устройства и приборы смазочной системы. Для контроля за состоянием (температурой, давлением, степенью загрязненности) и количеством масла, а также за состоянием механизмов и агрегатов (масляных фильтров и радиаторов) смазочной системы используют механические или электрические контрольные устройства. В основном эти устройства работают в автоматическом режиме.

Работу смазочной системы контролируют с помощью следующих устройств и приборов: уровень масла в картере — маслостанометром, находящейся в трубке поддона; давление

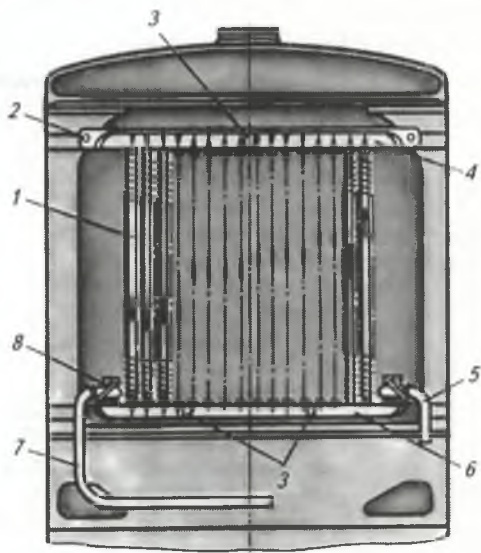


Рис. 77. Масляный радиатор:

1 — трубки; 2 — болт; 3 — перегородки; 4 — верхний бачок; 5 — подводящий маслопровод; 6 — нижний бачок; 7 — отводящий маслопровод; 8 — угольник

масла — электрическим или механическим (мембранным) указателем давления, а также с помощью специальной сигнальной лампы или электрического датчика давления. Указатель давления (манометр) и контрольная лампа аварийного давления масла расположены на щитке приборов.

В смазочных системах двигателей используют также автоматически работающие клапаны, поддерживающие в необходимых пределах давление масла при изменении его свойств, загрязнении или неисправностях агрегатов системы. К таким клапанам относятся: редукционные, предохранительные, перепускные и сливные.

1.2. Техническая характеристика автоматически работающих клапанов смазочной системы двигателей

Модель двигателя	Наименование клапана	Тип клапана	Место установки	Давление срабатывания, МПа	Направление масла после срабатывания клапана
ЗМЗ-4025.10	Редукционный главной масляной магистрали	Плунжерный	Корпус масляного насоса	0,4...0,45	В приемную полость насоса
	Перепускной масляного фильтра	»	Корпус масляного фильтра	0,07...0,09	В главную масляную магистраль
ЗМЗ-53-11	Редукционный главной масляной магистрали	Плунжерный	Блок цилиндров	0,175...0,275	В полость крышки распределительных шестерен и далее в поддон
	Перепускной масляной центрифуги	»	Корпус дополнительной (нижней) секции масляного насоса	0,35...0,5	В полость всасывания дополнительной (нижней) секции масляного насоса
	Предохранительный	Шариковый	Блок цилиндров	0,1	В масляный радиатор
ЗИЛ-508.10	Редукционный главной масляной магистрали	Плунжерный	Крышка (основание) масляного насоса	0,275...0,3	Во всасывающую камеру масляного насоса
	Перепускной	Шариковый	Корпус дополнительной (нижней) секции масляного насоса	0,12	В приемную камеру дополнительной (нижней) секции масляного насоса
КамАЗ-740.10	Редукционный смазочной системы	Плунжерный	Корпус нагнетающей секции масляного насоса	0,4...0,45	В поддон блока цилиндров
	Предохранительный радиаторной секции насоса	»	Корпус радиаторной секции масляного насоса	0,85...0,95	Из нагнетающей полости насоса во всасывающую
	Предохранительный нагнетающей секции насоса	»	Корпуса радиаторной и нагнетающей секций масляного насоса	0,8...0,85	То же
	Перепускной	»	Корпус масляной центрифуги	0,6...0,65	В поддон блока цилиндров
	Сливной	»	То же	0,05...0,08	То же
	Перепускной	»	Корпус полнопоточного фильтра масла	0,25...0,3	В главную масляную магистраль
Д-120	Редукционный главной масляной магистрали	Шариковый	Корпус двигателя	0,5...0,55	В поддон картера
	Перепускной масляного фильтра	»	Корпус масляного фильтра	0,2...0,22	В главную масляную магистраль
Д-245	Редукционный (радиаторный)	Плунжерный	Корпус масляной	0,25...0,3	В главную масляную магистраль
	Предохранительный	»	То же	0,65...0,7	В поддон картера
	Сливной	»	»	0,2...0,3	То же

Редукционный клапан служит для поддержания постоянного давления в определенной магистрали смазочной системы (главная масляная, фильтр центробежной очистки масла и др.). Для этой цели чаще всего используют редукционные клапаны плунжерного типа.

В системе устанавливают предохранительные и перепускные клапаны шарикового и плунжерного типов. а сливные — только плунжерного типа.

Предохранительные клапаны защищают смазочную систему или отдельные ее агрегаты от чрезмерного повышенного давления. При давлении выше заданного (см. табл. 1.1) масло сливается в картер двигателя.

Сливные клапаны создают определенное гидравлическое сопротивление при сливе масла и тем самым поддерживают необходимое давление в главной масляной магистрали смазочной системы двигателя.

Перепускные клапаны возвращают поток масла из нагнетающей секции масляного насоса во всасывающую или из одной секции в другую (в двухсекционных масляных насосах), а также в главную масляную магистраль, минуя загрязненный масляный фильтр и т. д. Они препятствуют чрезмерному повышению давления в смазочной системе при неисправностях агрегатов системы или изменении свойств масла. Техническая характеристика клапанов смазочной системы двигателей представлена в таблице 1.2.

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, выталкивают масло через уплотнения и ухудшают его свойства. Поэтому картер вентилируют, сообщая его с атмосферой или впускным трубопроводом.

Картер дизельных двигателей сообщают с атмосферой через сапун (рис. 78). При этом для предотвращения попадания пыли в картер и выбрасывания из него масла в корпус 1 сапуна помещена фильтрующая набивка (путанка) 4 из проволоки, смоченной

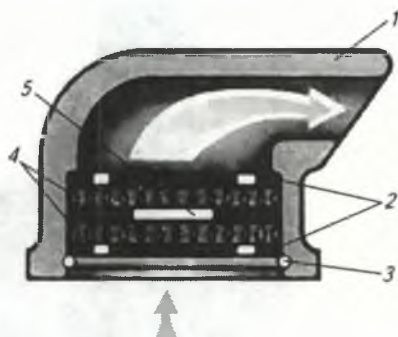


Рис. 78. Сапун дизельного двигателя:

1 — корпус; 2 — перегородки; 3 — стопорное кольцо; 4 — набивка (путанка); 5 — диафрагма

маслом. Устройство и действие сапунов других двигателей такие же.

В двигателях с искровым зажиганием (например, ЗМЗ-53-11) применяют принудительную или открытую вытяжную вентиляцию картера, показанную на рисунке 79. 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 систематически 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 из-

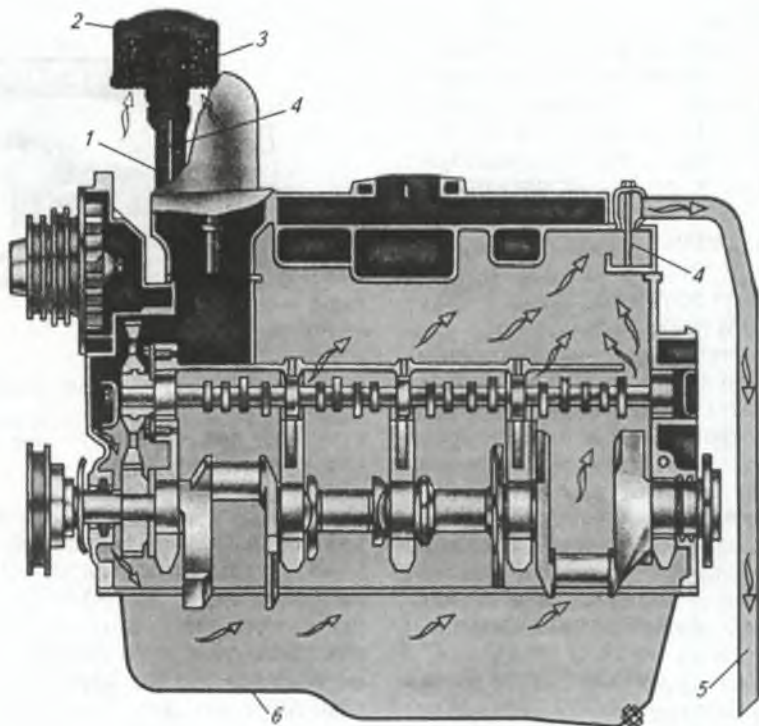


Рис. 79. Схема вентиляции картера двигателя 3МЗ-53-11:

1 — патрубок; 2 — воздушный фильтр; 3 — набивка фильтра; 4 — отражатели; 5 — вытяжная труба; 6 — поддон картера

нос 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.

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.

9. СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

Общие сведения. Средняя температура газов в течение рабочего цикла двигателя составляет 800...900 °С. Но не вся теплота, выделяемая при сгорании топ-

лива, преобразуется в полезную работу. Часть теплоты передается цилиндрам, поршням и другим деталям двигателя, вследствие чего они сильно нагревают-

ся. Это приводит к уменьшению зазоров в подвижных соединениях, что может вызвать заклинивание движущихся деталей, ухудшение смазывания деталей и смазочных свойств масел из-за их прогорания, нарушение процессов смесеобразования и сгорания (снижение наполнения цилиндров свежим зарядом воздуха, преждевременное воспламенение рабочей смеси, детонация и т. д.). Увеличиваются потери на трение, уменьшается прочность металла.

Интенсивное охлаждение деталей также отрицательно сказывается на экономичности работы двигателя и износе его деталей. В этом случае водяные пары могут конденсироваться. Часть конденсата стекает со стенок цилиндра и попадает в масло, образуя с металлическими частицами соли органических кислот, которые плохо растворяются в масле и при повышенной температуре выпадают в осадок, загрязняя масло и нарушая работу смазочной системы. В свою очередь, это приводит к снижению мощности двигателя и увеличению удельного расхода топлива. Пониженный тепловой режим двигателя вызывает неполное сгорание тяжелых фракций топлива и масла, повышенное нагарообразование на деталях кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов (в камерах сгорания, на поршнях, клапанах и др.). Возможно коксование поршневых колец в канавках поршня, зависание клапанов из-за смолистых отложений. Так, при температуре охлаждающей жидкости и двигателя 65...70 °С в результате ухудшения процесса сгорания расход топлива увеличивается на 5...10 %, при более низком тепловом режиме перерасход достигает 30...40 %.

Таким образом, как излишний нагрев, так и чрезмерное понижение температуры деталей двигателя нежелательны. Существует определенное оптимальное температурное состояние двигателя. Наивыгоднейший тепловой режим работы двигателя (наименьшие износ деталей и расход топлива) достигается при температуре охлаждающей жидкости 85...90 °С. Для этой цели применяют систему охлаждения двигателя.

Система охлаждения предназначена для поддержания оптимального тепло-

вого 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.

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 воздуху.

В качестве охлаждающей жидкости используют воду или жидкости с низкой температурой замерзания (антифризы).

Вода должна быть чистой, с небольшим содержанием солей кальция и магния. Единица измерения 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 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 —40 °С, антифриз 65 и Тосол-А65М — до температуры — 65 °С. Низкозамерзающие жидкости нужно заливать в систему охлаждения на 5...7 % (по объему) мень-

ше, 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. 80, а) соответственно 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. 80, 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 не превышает 10 °С.

Интенсивность циркуляции жидкости и потока воздуха, создаваемой вентилятором, в принудительной системе охлаждения зависит главным образом от частоты вращения коленчатого вала двигателя. Поэтому для предотвраще-

ния переохлаждения двигателя при понижении температуры окружающего воздуха и уменьшении нагрузки 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.

Система воздушного охлаждения. В этой системе теплота 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. Вентилятор состоит из ротора 9 (рис. 80, в) и направляющего аппарата 10. Чтобы воздух равномерно охлаждал нагретые детали, вокруг цилиндров и их головок установлены щитки — дефлекторы 7 и 8. 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

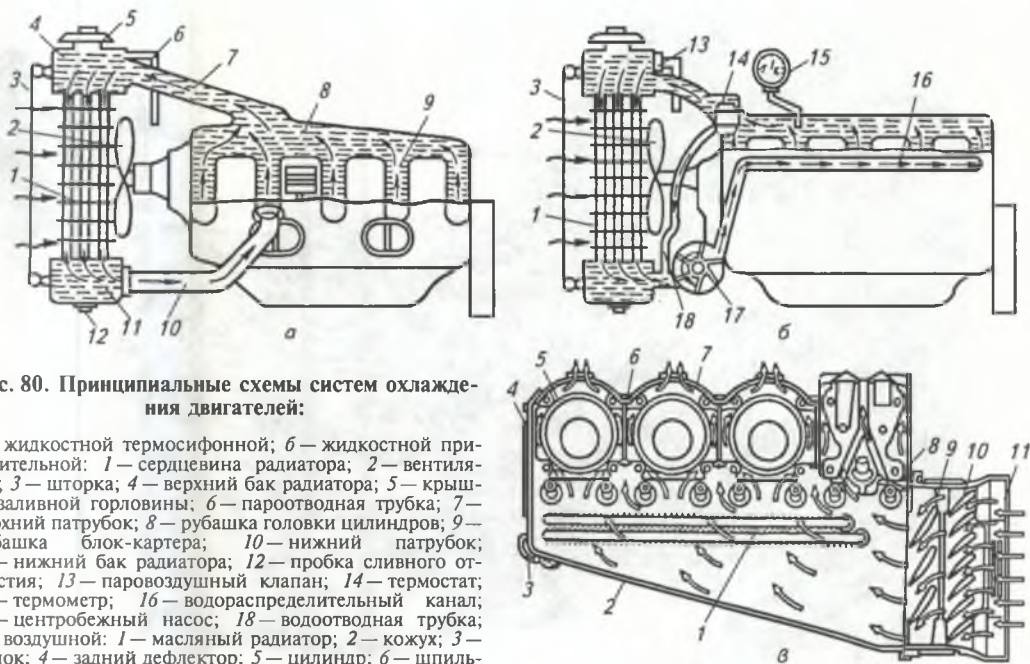


Рис. 80. Принципиальные схемы систем охлаждения двигателей:

а — жидкостной термосифонной; *б* — жидкостной принудительной: 1 — сердцевина радиатора; 2 — вентилятор; 3 — шторка; 4 — верхний бак радиатора; 5 — крышка заливной горловины; 6 — паропроводная 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 — водораспределительный канал; 17 — центробежный насос; 18 — водоотводная трубка; *в* — воздушной: 1 — масляный радиатор; 2 — кожух; 3 — замок; 4 — задний дефлектор; 5 — цилиндр; 6 — шпилька крепления среднего дефлектора; 7 — средний дефлектор; 8 — передний дефлектор; 9 — ротор; 10 — направляющий аппарат; 11 — защитная сетка

двигатель с воздушным охлаждением работает с повышенным шумом и потерями мощности до 8 % на привод вентилятора.

Воздушное охлаждение применяют на двигателях Д-120 и Д-144.

Основные элементы системы охлаждения. Большинство тракторных и автомобильных двигателей имеет закрытую систему охлаждения с принудительной циркуляцией жидкости. В нее входят: рубашки 13 (рис. 81) и 15 соответственно головки цилиндров и блок-картера, радиатор, насос 18, термостат 7, вентилятор 19, трубопроводы 6 и 17, сливные краны 14 и 16. В двигателях ЗМЗ-4025.10, Д-245 (на автомобилях ЗИЛ-5301), ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740.10 дополнительно установлены расширительные бачки.

Радиатор предназначен для охлаждения нагретой в двигателе жидкости. Он состоит из верхнего 3 (см. рис. 81) и нижнего 20 бачков, сердцевин 1 и деталей крепления. Обычно применяют трубчатые сердцевинки, представляющие собой несколько рядов вертикальных круглых или овал-

ных латунных трубок. Для увеличения поверхности охлаждения и жесткости трубок к ним припаяны тонкие латунные пластины. Верхние и нижние бачки радиаторов и боковины, которые их скрепляют, отлиты из чугуна или сделаны из латуни. Верхний бачок 3 радиатора имеет горловину, плотно закрывающуюся крышкой 4, а нижний 20 — кран 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 2 представляют собой набор вертикальных створок, которые тягой и системой рычагов могут быть полностью открыты, закрыты или установлены в промежуточное положение.

Паровоздушный клапан предохраняет радиатор от разрушения при повышении или понижении давления в системе охлаждения. Обычно он расположен в крышке 4. При давлении в системе охлаждения 0,1...0,14 МПа паро-

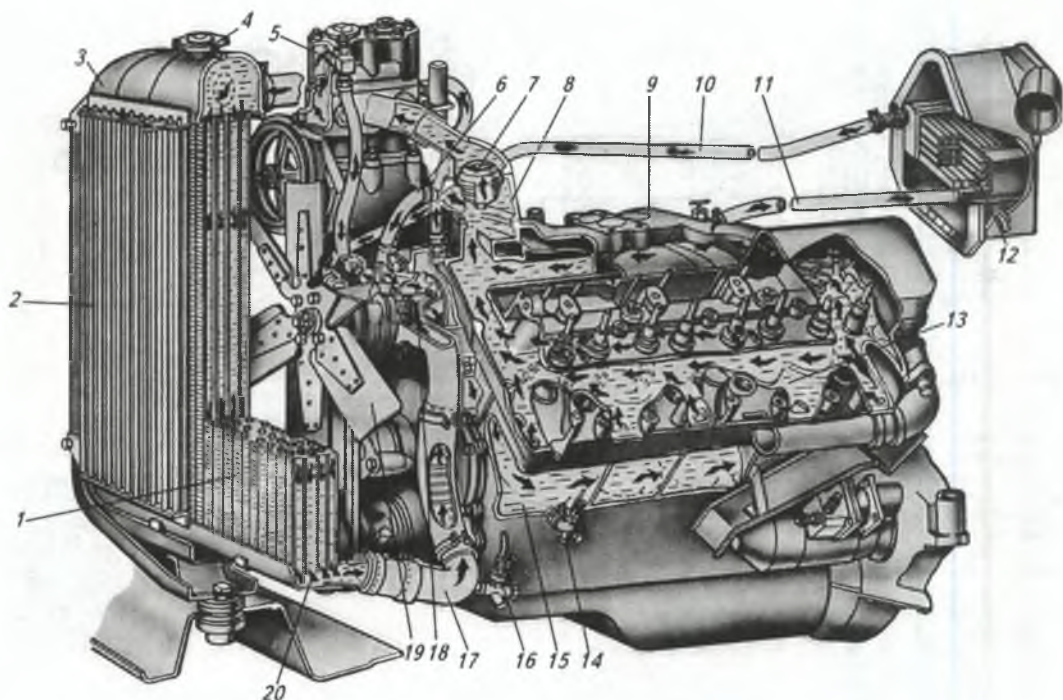


Рис. 81. Схема охлаждения двигателя ЗИЛ-508:

1 — сердцевина радиатора; 2 — жалюзи; 3 — верхний бачок радиатора; 4 — крышка заливной горловины; 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 — водяной насос; 19 — вентилятор; 20 — нижний бачок радиатора

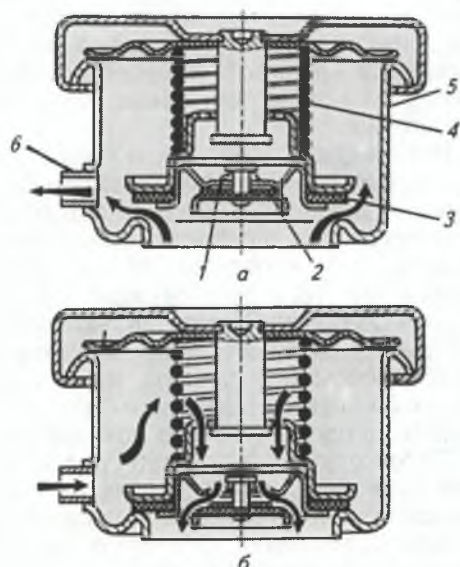


Рис. 82. Крышка горловины радиатора:

a — открыт паровой клапан; б — открыт воздушный клапан; 1, 4 — пружины соответственно воздушного и парового клапанов; 2, 3 — соответственно воздушный и паровой клапан; 5 — торец горловины радиатора; 6 — трубка

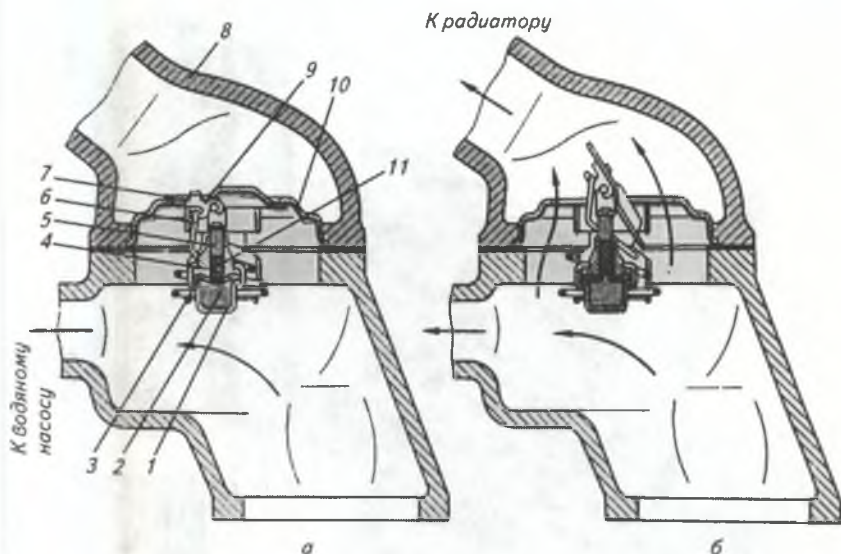


Рис. 83. Установка термостата на двигателе ЗИЛ-508:

a — заслонка термостата закрыта; *б* — заслонка термостата открыта; 1 — баллон; 2 — наполнитель (смесь); 3 — мембрана; 4 — направляющая втулка; 5 — шток; 6 — пружина; 7 — заслонка (клапан); 8 — патрубок; 9 — коромысло; 10 — буфер; 11 — буфер

вой клапан 3 (рис. 82, *a*) открывается и пар по трубке 6 выходит в атмосферу. Воздушный клапан 2 открывается, когда разрежение в системе достигает 0,001...0,013 МПа, и по трубке 6 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-508, КамАЗ-740, Д-245). 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 83 показан термостат двигателя ЗИЛ-508. Он установлен в патрубке 8 на выходе жидкости из рубашки охлаждения. Термостат с твердым наполнителем имеет толстостенный баллон 1, заполненный смесью 2. Над баллоном размещена направляющая втулка 4 с отверстием для штока 5.

Втулка отделена от баллона резиновой мембраной 3. Шток связан коромыслом 9 с заслонкой 7 (клапаном).

Когда двигатель не прогрет, заслонка закрыта и охлаждающая жидкость не поступает в радиатор. При нагревании смесь 2 плавится, объем ее увеличивается, вследствие чего мембрана 3, буфер 11 и шток 5 перемещаются вверх, пружина 6 растягивается и заслонка 7 открывается. Жидкость начинает циркулировать через радиатор (большой круг циркуляции). Заслонка термостата начинает открываться при температуре охлаждающей жидкости $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ и полностью открывается (рис. 83, *б*) при температуре $(83 \pm 2)^\circ\text{C}$. В интервале указанных температур площадь проходного сечения термостата увеличивается с повышением температуры, вследствие чего автоматически возрастает количество жидкости, поступающей в радиатор.

В термостатах с жидкостным наполнителем чувствительный элемент — гофрированный цилиндр из тонкой латуни — заполнен легко испаряющейся жидкостью (смесью дистиллированной воды и этилового спирта). Когда система охлаждения не прогрета, дав-

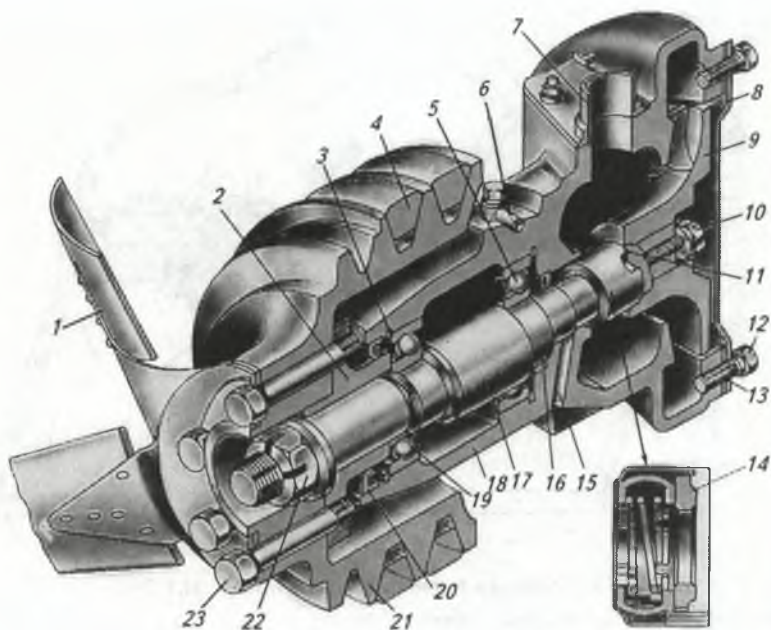


Рис. 84. Центробежный насос дизеля типа ЯМЗ:

1 — вентилятор; 2 — ступица шкива вентилятора; 3 — кольцо; 4 — приводной ремень; 5, 19 — шариковые подшипники; 6 — трубка подвода масла; 7 — трубка отвода жидкости от термостатов; 8 — крышка; 9 — крыльчатка; 10, 23 — болты; 11 — втулка; 12, 22 — гайки; 13 — прокладки; 14 — сальник; 15 — контрольное отверстие; 16, 20 — резиновые манжеты; 17 — валик насоса; 18 — корпус; 21 — шкив

ление в гофрированном цилиндре понижено и он находится в сжатом состоянии, закрывая клапан термостата. При нагреве жидкости в цилиндре термостата до определенной температуры ее давление повышается настолько, что цилиндр расширяется и клапан термостата открывается.

Термостаты с твердым наполнителем обладают большей механической прочностью по сравнению с термостатами с жидкостным наполнителем, что позволяет применять их в закрытых системах охлаждения с большим избыточным давлением.

В дизельных двигателях КамАЗ-740 установлены два термостата.

Расширительный бачок служит дополнительным резервуаром для охлаждающей жидкости, увеличивающейся в объеме при нагревании, а также обеспечивает отделение от нее пара и воздуха. В верхней части бачка размещена заливная горловина, закрываемая крышкой с паровоздушным клапаном.

Расширительный бачок дизеля ЯМЗ-240БМ имеет патрубки для соединения с водосборными трубопроводами головок цилиндров, радиатором, компенсационной и дренажными трубами.

Насос и вентилятор большинства двигателей объединены в одну сборочную единицу. Во всех моделях двигателей применены насосы центробежного типа.

На двигателе СМД-66 центробежный насос установлен на верхней площадке передней крышки. Его чугунный корпус 18 (рис. 84) представляет собой фасонную отливку, в которой на двух шариковых подшипниках 5 и 19 вращается валик 17. Полость подшипников уплотнена самоподжимными резиновыми манжетами 16 и 20. От осевого смещения валик зафиксирован стопорным кольцом 3. На шпонке переднего конца валика установлена ступица 2, которая зафиксирована корончатой гайкой 22, затянутой с моментом 140...190 Н·м и зашплинтованной. К

ступице болтами крепят шкив 21 и шестилопастной вентилятор 1. Шкив и вентилятор центрируют. Вентилятор балансируют статически с точностью до 0,006 Н·м. Балансировочные грузы приваривают с выпуклой стороны лопасти.

На заднем конце валика 17 закреплена крыльчатка 9. Она представляет собой литой чугунный диск с шестью лопатками и ступицей. Для уменьшения гидравлического сопротивления нижние концы лопаток изогнуты в сторону вращения. Три сверления в диске разгрузочные и служат для выравнивания давления перед крыльчаткой и за ней, уменьшая осевое усилие на подшипники. Насос подает жидкость в двигатель под давлением 0,005 МПа.

Смазывание подшипников 5 и 19 происходит под давлением по трубке 6 из смазочной системы дизеля. Из полости подшипников по сверлению в корпусе масло сливается в поддон картера.

Полость крыльчатки отделена сальником 14 от масляной полости насоса. Для контроля за работой сальника в корпусе 18 насоса выполнено контрольное отверстие 15. Появление охлаждающей жидкости из отверстия свидетельствует об износе уплотнителя.

Чугунный шкив 21 изготовлен с тремя профильными ручьями. Ремни в приводе водяного насоса натягивают с помощью натяжного ролика, установленного в прорези стального кронштейна и закрепленного на резьбовом конце оси гайкой и контргайкой. Ролик представляет собой двухручьевой шкив, который вращается на двух шариковых подшипниках, установленных на оси. Подшипники имеют одноразовую смазку.

Устройство водяных насосов и вентиляторов других двигателей мало отличается от устройства водяного насоса и вентилятора дизеля СМД-66.

Температуру жидкости в системе охлаждения контролируют с помощью магнитоэлектрического указателя. В некоторых двигателях (ЗМЗ-4025.10, ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-508.10, Д-245, ЯМЗ-240БМ) для контроля за температурой жидкости применен датчик (сигнализатор) с контрольной лампой. Температура охлаждающей жидкости работающе-

го двигателя должна находиться в пределах 80...95 °С.

Вентилятор с гидромуфтой привода установлен на дизелях ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740. Пятилопастная крыльчатка 1 (рис. 85) вентилятора дизеля ЯМЗ-240БМ прикреплена болтами к ступице 2 посредством шлицы, насаженной 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 шариковых подшипниках 7, расположенных в корпусе 11. Ведомый вал 3, опирающийся на шариковые подшипники 4, расположен внутри вала 6. На заднем конце ведомого вала закреплена ступица, к которой болтами прикреплено турбинное (ведомое) колесо 12.

Оба колеса гидромуфты представляют собой чаши с радиальными лопастями. В рабочем состоянии колеса и кожух заполнены моторным маслом, подаваемым из смазочной системы дизеля. Зазор между ведущим и ведомым колесами по окружности закрыт кожухом 13.

Управляет гидромуфтой 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, содержит 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 гидромуфту, и она приводит вентилятор во вращение. Когда температура охлаждающей жид-

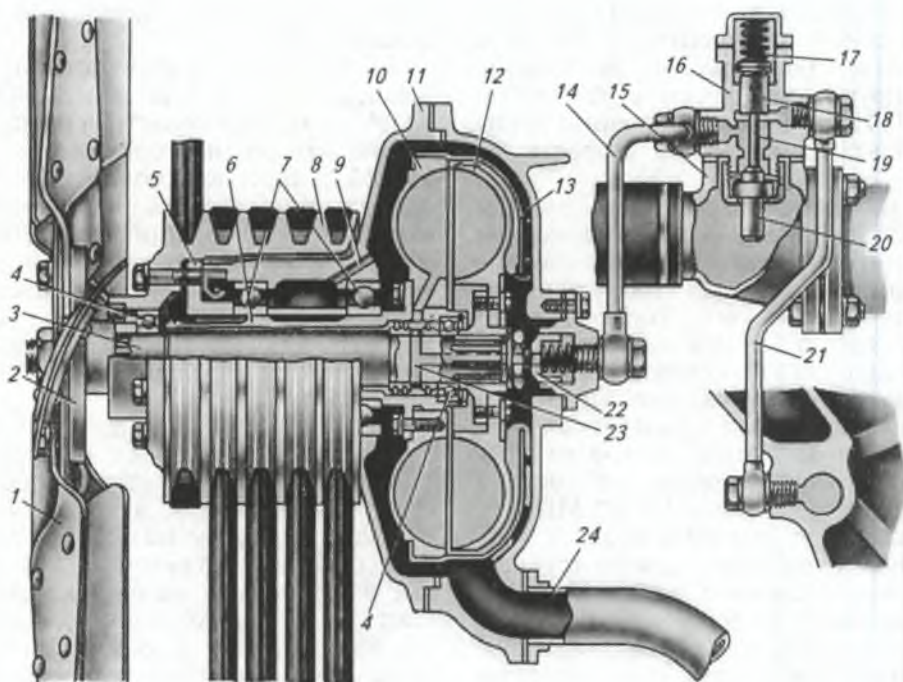


Рис. 85. Вентилятор дизеля ЯМЗ-240БМ и гидросистема его привода:

1 — крыльчатка; 2 — ступица вентилятора; 3 — ведомый вал; 4, 7 — шариковые подшипники; 5 — ступица шкива; 6 — ведущий вал; 8 — шкив; 9 — канал подвода масла к подшипникам; 10 — насосное (ведущее) колесо; 11 — корпус; 12 — турбинное (ведомое) колесо; 13 — кожух; 14, 21 — маслопроводы; 15 — корпус регулятора; 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

кости снизится до $75...80^{\circ}\text{C}$, расширение наполнителя датчика 20 будет небольшим и золотник 18 под действием пружины 17 займет первоначальное положение, разобьшая маслопроводы 14 и 21. Поэтому масло в гидромуфте не поступает, вентилятор выключен. Через некоторое время он останавливается.

По маслопроводу 24 масло из гидромуфты 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 охлаждающей жидкости в радиаторе. Нельзя заливать холодную жидкость в систему охлаждения неостывшего двигателя, так как это может вызывать трещины в стенках блок-картера и головки цилиндров. По той же причине нельзя заливать зимой в холодный двигатель слишком горячую жидкость.

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 указано 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 специальны-

ми растворами, чтобы удалить из нее илообразный осадок (шлам) и накипь.

У низкозамерзающих жидкостей периодически проверяют плотность. Ее доводят до нормальной, добавляя дистиллированную воду.

10. СИСТЕМЫ ПУСКА

Общие сведения. Система пуска необходима для принудительного перевода двигателя внутреннего сгорания из нерабочего режима в рабочий. Она включает в себя комплекс взаимодействующих элементов, обеспечивающих: передачу коленчатому валу двигателя крутящего момента, называемого *пусковым*, необходимой для преодоления сопротивления сжимаемой топливовоздушной смеси и трения между поверхностями движущихся деталей; приготовление и подачу в цилиндры топливовоздушной смеси (пусковой) нужного качества или необходимого количества топлива; зажигание или самовоспламенение рабочей смеси.

Значение сопротивлений при переходе к рабочему режиму непостоянно и зависит от многих факторов, главные из которых — степень сжатия смеси, 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 при их одинаковой 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°C в двигателях с искровым зажиганием эта частота должна быть не менее 50 мин^{-1} , а в дизелях со степенью сжатия $15...16$ — не менее 150 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, увеличе-

нием потерь топлива через неплотности; по этим причинам уменьшаются давление и температура смеси в конце сжатия.

Системы пуска классифицируют по способу прокручивания коленчатого вала двигателя: электрическим двигателем (стартером); специальным вспомогательным (пусковым) двигателем с искровым зажиганием; от руки.

Системы пуска с электрическим стартером применяют во всех автомобильных и пусковых двигателях, а также в некоторых тракторных дизелях (Д-245, ЯМЗ-240БМ), не оборудованных пусковыми двигателями. Простейшая схема прокручивания коленчатого вала двигателя стартером показана на рисунке 86, а. Для прокручивания коленчатого вала 5 применяют электрический двигатель-стартер 4, который питается от аккумуляторной батареи током низкого напряжения. На период прокручивания зубчатое колесо 2, установленное на валу стартера 4, вводит в зацепление с зубчатым венцом 1 маховика двигателя. Передаточное отношение передачи подбирают таким образом, чтобы сообщить коленчатому валу пусковую частоту вращения. Зубчатое колесо 2 перемещается по валу стартера с помощью тягового реле 3. Стартер выключают сразу после пуска двигателя, и зубчатое колесо 2 возвращается в исходное положение.

Система пуска с вспомогательным пусковым двигателем включает в себя передаточный механизм. Пусковой двигатель приводят в действие с помощью электрического стартера или вручную. Вращение от коленчатого вала 8 (рис. 86, б) передается на коленчатый вал 5 дизеля через зубчатые колеса 9, 10 и 15, вал 12, зубчатое колесо 6 и зубчатый венец 1 маховика. Для того чтобы зубчатое колесо 6 можно было ввести в

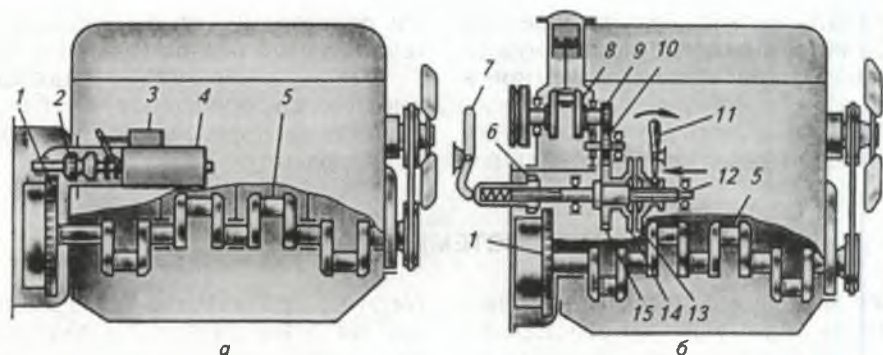


Рис. 86. Схемы систем пуска:

а — с электрическим стартером; *б* — с пусковым двигателем; 1 — зубчатый венец маховика; 2, 6, 9, 10, 15 — зубчатые колеса; 3 — тяговое реле; 4 — стартер; 5, 8 — коленчатые валы; 7, 11 — рычаги; 12 — вал механизма передачи; 13, 14 — диски муфты сцепления

зацепление с неподвижным венцом 1 маховика, а также для плавного пуска дизеля и для отключения передаточного механизма в конструкции предусмотрена муфта сцепления. Для повышения пускового крутящего момента и снижения частоты вращения передач от пускового двигателя делают понижающей.

После пуска дизеля его коленчатый вал вращается с частотой, значительно превышающей пусковую. Для предупреждения передачи вращения от коленчатого вала дизеля к пусковому двигателю (что может привести к выходу механизма из строя) в механизме передачи устанавливают обгонную муфту и автомат выключения (на схеме они не показаны). Сразу после пуска обгонная муфта расклинивается и вращение на вал 12 не передается. В случае дальнейшего увеличения частоты вращения срабатывает автомат выключения, который выводит зубчатое колесо 6 из зацепления с венцом маховика.

Система пуска с помощью пускового двигателя достаточно надежна при любых температурных условиях, но обслуживание ее и операции при пуске сложнее, чем при использовании стартера.

Для обеспечения пуска дизелей, имеющих высокую степень сжатия, большую мощность и, следовательно, большую массу движущихся деталей, используют различные вспомогательные устройства: декомпрессионный

механизм; подогреватели воздуха, воды в системе охлаждения и масла в поддоне картера дизеля.

В большинстве автотракторных двигателей управление механизмами и устройствами системы пуска дистанционное из кабины тракториста или водителя.

Прокручивание коленчатого вала от руки применяют 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.

Пусковые двигатели. Широко распространены одноцилиндровый двухтактный карбюраторный с кривошипно-камерной продувкой двигатель П-10УД и его модификации. Рабочий цикл такого двигателя рассмотрен в п. 1.

К картеру 21 (рис. 87) пускового двигателя прикреплен цилиндр 4, к которому присоединены карбюратор 14 и глушитель 1. Сверху цилиндр закрыт головкой 7, в центральное отверстие которой ввернута искровая свеча зажигания 9, а в наклонное — краник 8 для заливки топлива и продувки цилиндра. В картере на роликовых и шариковом подшипниках расположен

коленчатый вал, на переднем конце которого насажено зубчатое колесо 17, а на заднем — маховик 28. Коленчатый вал составной, выходы его из картера уплотнены сальниками. Щеки 24 кривошипа изготовлены заодно с противовесами, напрессованы на цапфы 22, 27 и соединены между собой пустотелым пальцем 23.

Поршень 5 посредством пальца 12 и шатуна соединен с коленчатым валом. Поршневой палец плавающего типа. Неразъемная нижняя головка шатуна установлена на поршневой палец через двухрядный роликовый подшипник.

В систему питания пускового 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 п. 4. Топливом для пускового двигателя служит смесь из 15 или 20 частей (по объему) бензина АИ-80 (ТУ 0251-012-00044434—2001) и 1 части моторного масла, применяемого для дизеля. Эта смесь одновременно является и смазочным материалом для трущихся поверхностей деталей двигателя.

Частота вращения коленчатого вала двигателя регулируется однорежимным центробежным регулятором.

Система охлаждения двигателя жидкостная, термосифонная, общая с дизелем. Система искрового зажигания двигателя состоит из магнето правого вращения и свечи 9, соединенных проводом. Магнето приводится в действие от зубчатого колеса 17 коленчатого вала.

Двигатель П-10УД пускают электрическим стартером. Маховик двигателя имеет венцы для соединения с зубчатым

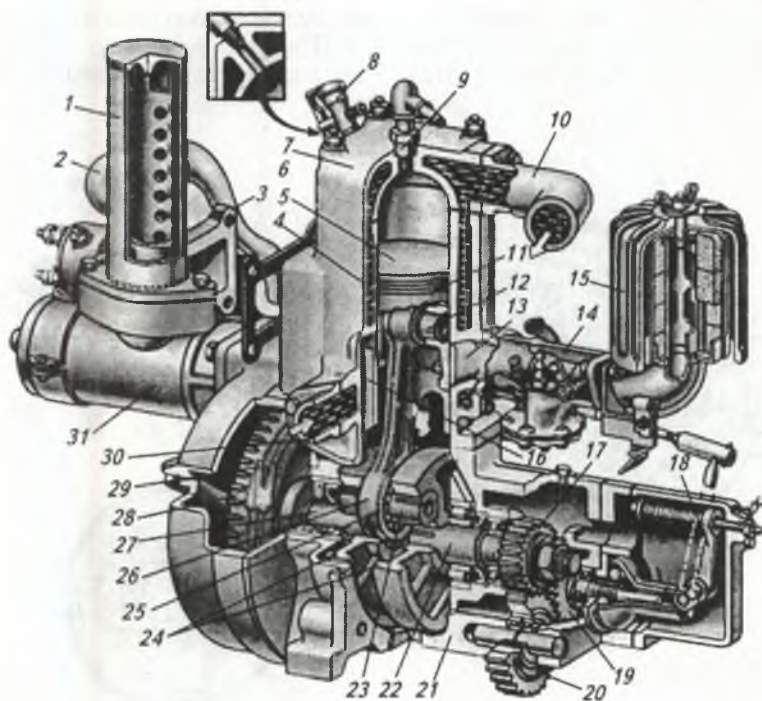


Рис. 87. Пусковой двигатель П-10УД дизеля Д-240Л:

1 — глушитель; 2 — выпускная труба; 3 — выпускной патрубок; 4 — цилиндр; 5 — поршень; 6 — рубашка 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 регулятора; 20 — промежуточное зубчатое колесо; 21 — картер; 22 — передняя цапфа коленчатого вала; 23 — палец кривошипа; 24 — щеки кривошипа; 25 — роликовый подшипник; 26 — шатун; 27 — задняя цапфа коленчатого вала; 28 — маховик с зубчатым венцом; 29 — канавка для наматывания пускового шнура; 30 — водоотводящий патрубок; 31 — стартер

колесом стартера. На маховике 28 сделаны канавки 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-66 и его модификациях, кроме электростартера, у пускового двигателя предусмотрен ручной дублирующий механизм.

Передачный механизм передает крутящий момент от коленчатого вала пускового двигателя коленчатому валу дизеля. В дизелях Д-245Л (трактор МТЗ-100) этот механизм состоит из муфты сцепления, муфты свободного хода, редуктора, механизма привода и выключения.

Муфта сцепления предназначена для плавного соединения и разъединения коленчатого вала пускового двигателя и вала редуктора. Редуктор дает возможность вращать коленчатый вал дизеля замедленно (при прогреве) и с повышенной частотой (при пуске). Ме-

ханизм 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 типа ЯМЗ. К картеру маховика дизеля прикреплен корпус 36 (рис. 88), внутри которого установлен вал 10, вращающийся в шариковых подшипниках 5 и 31. На валу 10 расположена муфта свободного хода. Ее втулка 34 — ведомая часть муфты сцепления. К ведущему барабану 13 муфты сцепления прикреплено зубчатое колесо 14, которое через блок зубчатых колес находится в постоянном зацеплении с промежуточным зубчатым колесом пускового двигателя. На шлицевом конце вала 10 надето зубчатое колесо 18 с механизмом автоматического выключения.

Поводки ведущего барабана 13 входят в пазы стальных ведущих дисков 33,

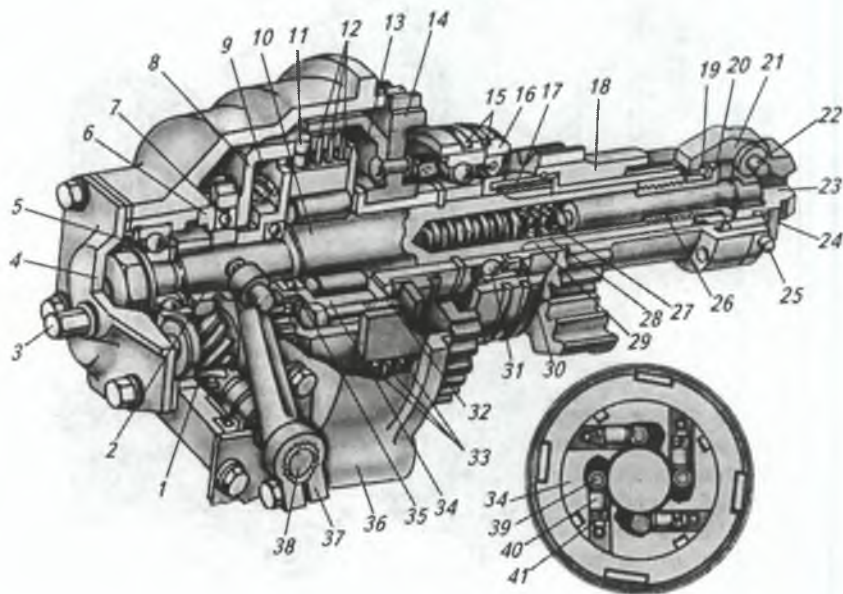


Рис. 88. Силовая передача системы пуска дизеля типа ЯМЗ:

1 — зубчатое колесо механизма включения; 2 — ступица; 3 — пробка контрольного отверстия; 4 — крышка; 5, 31 — шариковые подшипники; 6 — подвижный упор; 7, 35 — упорные шариковые подшипники; 8 — нажимной диск; 9, 27, 28, 41 — пружины; 10 — вал; 11 — фланец; 12 — ведомые диски; 13 — ведущий барабан; 14, 18 — зубчатые колеса; 15 — уплотнительные кольца; 16 — втулка подшипника; 17, 34 — втулки; 19 — специальная шайба; 20 — специальный болт; 21 — грузик; 22 — ось грузика; 23 — держатель; 24 — замковая шайба; 25 — болт; 26 — толкатель; 29 — капроновая втулка; 30 — манжета; 32 — упорный диск; 33 — ведущие диски; 36 — корпус; 37 — рычаг включения; 38 — валик рычага; 39 — ролик; 40 — плунжер

а ведомые диски 12 своими шлицевыми выступами — в пазы втулки 34. Ведущие 33 и ведомые 12 диски установлены между упорным 32 и нажимным 8 дисками. Ступица 2 свободно сидит на валу 10. Она и упорный диск 32 соединены со втулкой 34 болтами. Подвижный упор 6, внутри которого запрессован упорный подшипник 7, своими зубьями входит в зацепление с зубьями колеса 1.

Муфту сцепления включают, поворачивая рычаг 37. Вдоль оси вала 10 перемещается вперед подвижный упор 6, который через упорный подшипник 7 и нажимной диск 8 прижимает ведомые диски 12 к ведущим дискам 33. Поэтому вращение зубчатого колеса 14 передается втулке 34 муфты свободного хода, что вызывает перекачивание цилиндрических роликов 39 в противоположную сторону (в узкую часть паза) и заклинивание втулки 34 на валу 10. Таким образом, вращение зубчатого колеса 14 передается валу 10.

Механизм автоматического выключения состоит из держателя 23, который крепится болтами к зубчатому колесу 18. В пазах держателя на оси 22 установлены два фасонных грузика 21, в которые под действием пружин 27 и 28 упирается толкатель 26.

Зубчатое колесо 18 вводят в зацепление с венцом маховика рычагом (на рис. 88 он не показан), затем пускают и прогревают пусковой двигатель и рычагом 37 включают муфту сцепления. При вращении зубчатого колеса 18 грузики 21, набегая на шайбу 19, захватывают длинными плечами ее бурт. В этом положении механизм удерживают пружины 27 и 28, которые через толкатель 26 нажимают на нижние части грузиков 21.

После пуска дизеля частота вращения его коленчатого вала быстро возрастает и вращение передается валу 10. Ролики 39 муфты свободного хода перекачиваются в широкую часть пазов втулки 34, освобождая ее от заклинивания, и она свободно вращается на валу 10. Крутящий момент дизеля не передается пусковому двигателю. Почти одновременно под действием центробежных сил грузики 21 расходятся и освобождают держатель 23. Под действием

пружин 27 и 28 толкатель 26 и держатель 23 перемещаются, вследствие чего зубчатое колесо 18 выходит из зацепления с венцом маховика. Муфта сцепления выключается.

Детали передаточного механизма смазываются моторным маслом, которое заливают через отверстие в верхней части корпуса редуктора, закрываемое пробкой. Для контроля уровня масла в крышке 4 редуктора выполнено отверстие, закрываемое пробкой 3. Сливают масло из редуктора через отверстие, расположенное в корпусе насоса предпусковой прокачки масла. При работающем пусковом двигателе, даже при невыключенном сцеплении, вал редуктора может «вести» за счет сил трения в масле. Поэтому во избежание поломки зубьев пусковой шестерни и венца маховика нельзя вводить шестерню редуктора в зацепление с венцом маховика при работающем пусковом двигателе. Вводить ее в зацепление с венцом маховика следует до пуска в работу пускового двигателя.

Пуск двигателя П-350 осуществляют стартером СТ-362А с дистанционным управлением или ручным дублирующим пусковым механизмом, установленным на картере маховика.

Ручной дублирующий пусковой механизм расположен в корпусе 6 (рис. 89), закрытом крышкой 13. Корпус вместе с крышкой крепят болтами к картеру 18 маховика. Вал 19 вращается в подшипниках 1 и 10. В этот вал запрессован штифт 3, который входит в винтовой паз ступицы зубчатого колеса 4. Тормозная пружина 17, удерживаемая корпусом пружины, служит для притормаживания зубчатого колеса 4. К диску 16, закрепленному на валу 19 пружиной 9 демпфера, прижимается барабан 15. В прорезь барабана наматывается трос, один конец которого заделан в барабан, другой — в рукоятку 12.

Для пуска двигателя дублирующим механизмом необходимо плавно потянуть за рукоятку 12 и тем самым ввести зубчатое колесо 4 в зацепление с промежуточным зубчатым колесом 5, находящимся в постоянном зацеплении с маховиком пускового двигателя. После этого рывком размотать трос, сообщая

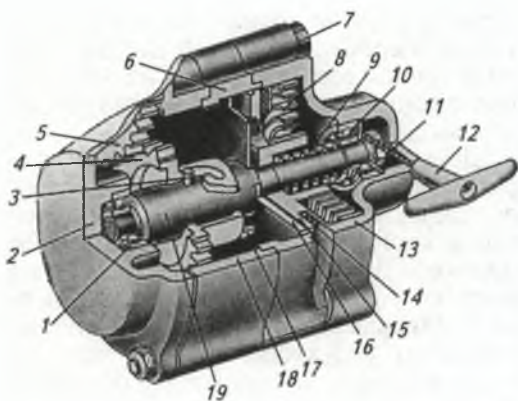


Рис. 89. Ручной дублирующий пусковой механизм:

1, 10 — шариковые подшипники; 2 — крышка картера маховика пускового двигателя; 3 — штифт; 4 — зубчатое колесо дублирующего пускового механизма; 5 — промежуточное зубчатое колесо пускового двигателя; 6 — корпус; 7 — болт; 8 — возвратная пружина; 9 — пружина демпфера; 11 — гайка; 12 — рукоятка; 13 — крышка; 14 — трос; 15 — барабан; 16 — диск; 17 — тормозная пружина; 18 — картер маховика пускового двигателя; 19 — вал

маховику вращательное движение. Возвратная пружина сматывает трос и вернет рукоятку в начальное положение. С поворотом вала 19 штифт 3 вернет зубчатое колесо 4 в исходное положение.

При пуске пускового двигателя трос с рукояткой 12 необходимо рывком вытягивать на длину не более 1 м, а возвращать в исходное положение плавно, не отпуская рукоятку.

Ручной дублирующий механизм используют для поворота коленчатого вала дизеля при регулировочных операциях.

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. п. 4 главы 5).

По заказу потребителя для дизелей Д-121 и Д-245 поставляют специальное приспособление, которое дает возможность впрыснуть легковоспламеняющуюся жидкость во впускной трубопровод

при обесточенной подогревательной свече накаливания.

Подогреватели охлаждающей жидкости и масла устанавливают на дизелях ЯМЗ-240БМ и их модификациях, а по заказу потребителя — и на других моделях двигателей.

Пусковой жидкостной подогреватель состоит из котла 11 (рис. 90), кожуха 12 поддона, топливного бака 3, электроventильатора 8, электромагнитного клапана 4, соединительной арматуры и пульта управления. Последний представляет собой металлическую коробку, в которой находятся контрольная спираль 6, включатель электромагнитного клапана и трехпозиционный переключатель электроventильатора.

В камеру сгорания котла 11 топливо (бензин) попадает самотеком из бака 3. Поступление топлива дозируется регулировочной иглой 5 электромагнитного клапана. Воздух подается электроventильатором 8. Смесь воспламеняется свечой 10, работу которой контролируют по накалу спирали 6. Воду заливают в котел подогревателя через горловину 2.

Подогреватель пускают в работу в определенной последовательности, описанной в инструкциях по эксплуатации трактора или автомобиля. Факел, образовавшийся в котле, подогревает полость котла, связанную с водяной рубашкой двигателя. Одновременно горячие газы направляются в кожух 12 и подогревают масло в поддоне двигателя. Вода в системе охлаждения двигателя нагревается до температуры 60...70 °С, а масло в поддоне двигателя — до 40...50 °С. Пусковой подогреватель обеспечивает надежный пуск двигателя в течение 20 мин.

Если температура окружающего воздуха ниже -15 °С, то вместо холодной воды в систему рекомендуется заливать горячую воду или антифриз. При пользовании системой пускового обогрева необходимо помнить, что работа подогревателя без воды в котле более 1,5 мин запрещается. Неполное заполнение котла водой приводит к его перегреву и выходу из строя. Нельзя пускать горячий подогреватель без продувки котла электроventильатором. Запреща-

ется прогревать двигатель в закрытых помещениях с плохой вентиляцией во избежание отравления угарным газом.

При удалении жидкости из системы охлаждения двигателя необходимо открыть также спускной кран подогревателя.

Если система охлаждения двигателя заполнена антифризом, то из описанных выше операций подогрева и пуска подогревателя исключают заливку.

Пуск дизеля вспомогательным двигателем. В качестве примера рассмотрим пуск дизеля ЯМЗ при температуре окружающего воздуха выше 5°C .

Перед пуском дизеля нужно установить в нейтральное положение рычаг переключения диапазонов, проверить открытие крана топливного бака дизеля, открыть краник топливного бака пускового двигателя, удалить из топливной системы дизеля воздух, прокачав ее ручным подкачивающим насосом, выключить подачу топлива ТНВД, включить 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, то повернуть вал редуктора, включив муфты сцепления одновременно с мгновенным включением и выключением стартера.

Муфту сцепления включают, переводя рычаг включения из положения «Нейтральное» в положение «Крайнее нижнее». Затем повторяют операцию введения зубчатого колеса привода с венцом маховика. Если они вошли в зацепление, то включить стартер. Как только пусковой двигатель начнет работать, выключить стартер и медленно

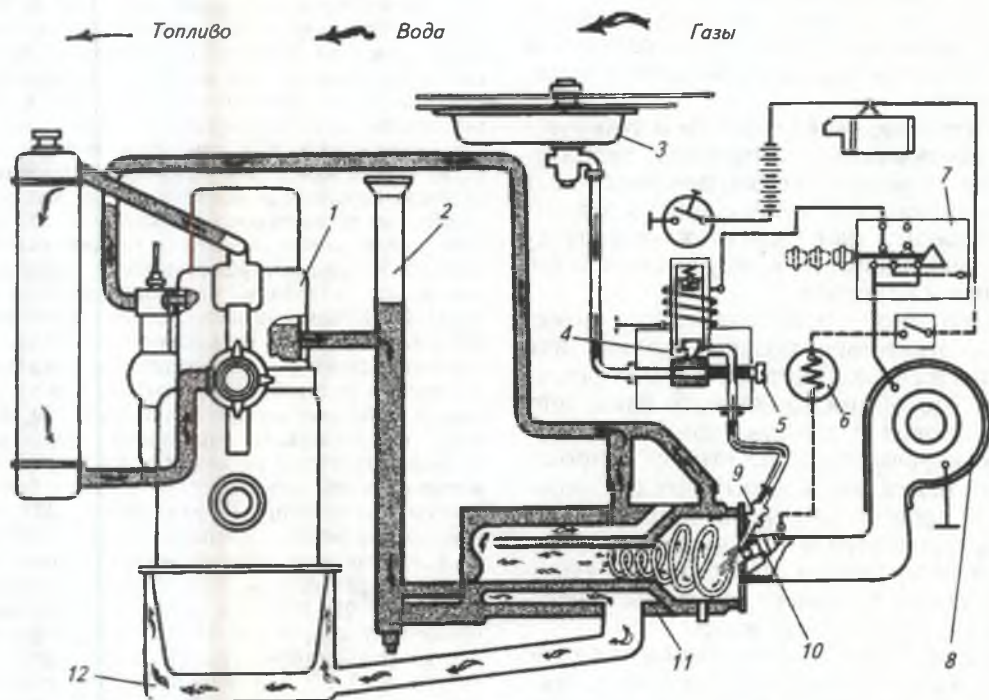


Рис. 90. Схема пускового жидкостного подогревателя:

1 — двигатель; 2 — заливная горловина; 3 — топливный бак; 4 — электромagnetный клапан; 5 — регулировочная игла; 6 — контрольная спираль; 7 — переключатель; 8 — электровентилятор; 9 — штуцер для присоединения топливоподводящей трубки; 10 — свеча накаливания; 11 — котел; 12 — кожух поддона

открывать воздушную заслонку карбюратора. Прогреть пусковой двигатель 1...2 мин.

Проверить давление в смазочной системе дизеля. При давлении 0,05...0,1 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 бачка.

Дизель нужно прогревать 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 подогреватель, 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.

Причины неисправностей может быть отсутствие подачи топлива или искры в свече. В первом случае промывают отстойник топливного бака, 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 состояние фильтрующих элементов воздухоочистителя и жиклеров 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 накипи 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 накипь из рубашки охлаждения двигателя.

Контрольные вопросы и задания. 1. Двигатели каких типов устанавливают на тракторах и автомобилях? 2. По каким признакам классифицируют двигатели? 3. Назовите основные механизмы и системы двигателя. 4. Что такое степень сжатия? 5. Что такое индикаторная и эффективная мощности двигателя? 6. Назовите преимущества многоцилиндрового двигателя. 7. Чем характеризуется экономичность двигателя и как ее улучшить? 8. Для чего предназначен кривошипно-шатунный механизм? 9. Как устроен блок-картер двигателей жидкостного охлаждения? 10. Назовите особенности устройства корпусных деталей двигателей воздушного охлаждения. 11. Для чего устанавливают компрессионные и масляемные кольца? 12. Чем ограничивается осевое смещение коленчатого вала? 13. С какой целью применяют маховик и гаситель крутильных колебаний? 14. Как устроены уравнивающие механизмы? 15. Для чего предназначен механизм газораспределения? 16. Какое преимущество дает верхнее расположение клапанов и распределительного вала? 17. Каково назначение декомпрессионного механизма? 18. Из каких основных частей состоят системы питания дизелей и двигателей с внешним смесеобразованием? 19. Как устроены и работают воздухоочистители? 20. Для чего предназначены топливные фильтры? 21. Как устроены и работают топливоподкачивающие насосы дизельных двигателей и бензонасосы карбюраторных двигателей? 22. Для чего карбюратор оснащен экономайзером? 23. Как устроен и работает ускорительный насос карбюратора? 24. Для чего предназначен регулятор? 25. С какой целью в регуляторах применяют корректор? 26. По каким признакам классифицируют системы с впрыскиванием бензина? 27. Для чего необходим накопитель топлива? 28. Что представляет собой дозатор-распределитель? 29. Объясните работу систем питания двигателей автомобилей на сжиженном и на сжатом газе. 30. Как устроены и работают электромагнитный клапан и испаритель? 31. Объясните принцип действия ре-

дуктора низкого давления. 32. Как работает редуктор высокого давления? 33. Чем контролируется наполнение всех баллонов сжатым газом? 34. Объясните сущность гидродинамической теории смазывания. 35. Назовите типы смазочных систем. 36. Как работает масляный шестеренный насос? 37. В чем сущность центробежной очистки масла? 38. Для чего предназначены масляные радиаторы? 39. Как устроена система вентиляции картера двигателя? 40. Какие бывают системы охлаждения двигателей? 41. Перечислите основные требования к

охлаждающим жидкостям. 42. Объясните устройство и принцип работы водяных насосов, вентиляторов, радиаторов, термостатов. 43. Какие существуют способы пуска автотракторных двигателей? 44. Почему дизельный двигатель пускать сложнее, чем двигатель с внешним смесеобразованием? 45. Какие составные части входят в редуктор? 46. Объясните назначение и принцип работы муфты свободного хода. 47. Объясните назначение и принцип действия автомата выключения. 48. Какие средства применяют для облегчения пуска дизелей?

Глава 2

ШАССИ

1. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ШАССИ

Шасси трактора или автомобиля представляет собой совокупность частей, служащих для передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колесам или звездочкам и 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 ведущим колесам или звездочкам, валу от-

бора мощности и гидроприводу сельскохозяйственных машин.

Ходовая часть состоит из остова, движителей и подвески. Она предназначена для сообщения трактору или автомобилю поступательного движения.

Рулевое управление служит для изменения траектории и направления (вправо или влево) движения трактора или автомобиля.

Тормозная система представляет собой совокупность устройств для торможения трактора или автомобиля, т. е. уменьшения скорости их движения вплоть до полной остановки. В тракторах она используется также для выполнения крутых поворотов.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАНСМИССИЙ

Классификация трансмиссий. Трансмиссия предназначена для плавного трогания с места трактора или автомобиля, изменения скорости и направления движения (вперед или назад), осуществления или облегчения поворота, передачи крутящего момента рабочим органам сельскохозяйственных машин и привода рабочего оборудования, а также обеспечения длительной остановки с работающим двигателем.

По способу трансформации вращательного движения различают *ступенчатые, бесступенчатые и комбинированные* трансмиссии.

По принципу действия они могут быть *механическими, гидравлическими, электрическими* или *комбинированными* — гидромеханическими, электромеханическими.

Основные показатели трансмиссии — коэффициенты трансформации

и полезного действия, передаточное отношение.

Коэффициент трансформации

$$K = M/M_e;$$

передаточное отношение

$$i = \omega/\omega_e;$$

коэффициент полезного действия (КПД)

$$\eta_{\text{тр}} = M\omega/M_e\omega_e = K_i,$$

где M , M_e — крутящие моменты соответственно ведущих колес (звездочек) и коленчатого вала, $\text{кН} \cdot \text{м}$; ω , ω_e — угловые скорости соответственно ведущих колес (звездочек) и коленчатого вала, рад/с .

Ступенчатая механическая трансмиссия за счет зацепления шестерен с разным числом зубьев обеспечивает несколько постоянных передаточных от-

ношений $i_1, i_2, \dots, i_n$ при постоянном значении угловой скорости ω_e . Таких ступеней с различными передаточными отношениями может быть от 3 до 24. У тракторов число ступеней значительно больше, чем у автомобилей, что позволяет легче загрузить двигатель в разнообразных эксплуатационных условиях и обеспечить тем самым экономичную работу.

Бесступенчатая трансмиссия обеспечивает непрерывное и автоматическое изменение крутящего момента, а также более полное использование мощности двигателя на любом режиме.

Комбинированные трансмиссии представляют собой сочетание ступенчатых передач с бесступенчатым регулированием крутящего момента в пределах одной передачи. Они позволяют значительно расширить диапазон регулирования крутящего момента.

Механическая трансмиссия включает в себя муфту сцепления 1 (рис. 91), промежуточное соединение 2, коробку передач 3, главную передачу 4, дифференциал 5, конечные передачи 6. В колесных тракторах с обоими ведущими мостами (типа МТЗ-82, МТЗ-102) дополнительно устанавливают раздаточную коробку 7 и карданную передачу 8, в гусеничных тракторах — механизмы поворота 9, при необходимости увеличитель крутящего момента 10, ходовой уменьшитель и др.

Электрическая трансмиссия состоит из генератора постоянного тока, якорь которого приводится во вращение от двигателя внутреннего сгорания. Вырабатываемая генератором электрическая энергия по кабелям поступает к электродвигателям, непосредственно установленным в ведущих колесах или звездочках и приводящим их во вращение.

Преимущество этой трансмиссии — легкость передачи энергии и бесступенчатость регулирования, недостаток — большая масса агрегатов, невысокий КПД.

Гидравлическая трансмиссия в качестве основного элемента имеет гидравлическую передачу, передающую механическую энергию посредством жидкости.

Гидравлические передачи делят на

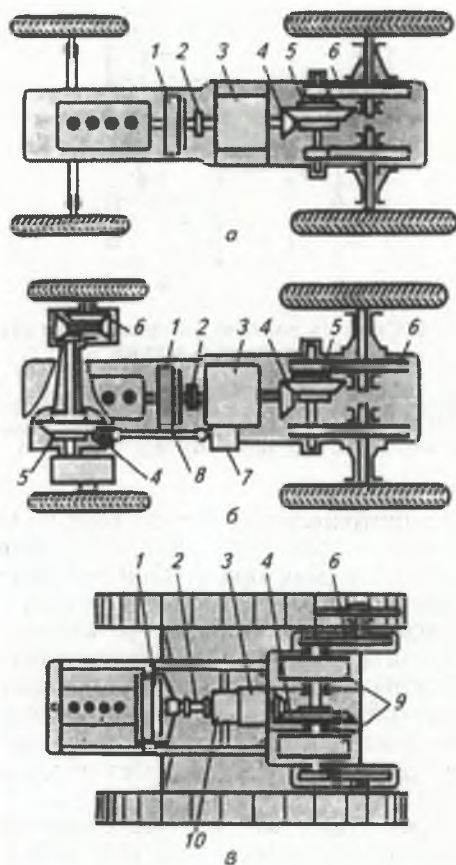


Рис. 91. Схемы трансмиссий тракторов:

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 — увеличитель крутящего момента

гидростатические (объемные) и гидродинамические. Гидравлическая трансмиссия с гидростатической передачей состоит из насоса 2 (рис. 92), приводимого от двигателя внутреннего сгорания 1, распределительных устройств 5, гидромоторов 3 и маслопроводов 6.

Такая трансмиссия позволяет бесступенчато в большом диапазоне регулировать частоту вращения ведущих колес трактора и автомобиля.

Гидромеханическая передача представляет собой сочетание гидродинамической передачи (гидромуфты или гидротрансформатора) и механической трансмиссии.

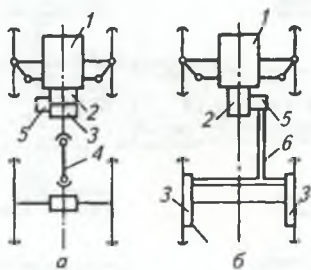


Рис. 92. Схемы гидравлической трансмиссии с гидростатической передачей:

а — с карданной передачей; б — с гидролиниями; 1 — двигатель внутреннего сгорания; 2 — гидравлический насос; 3 — гидромотор; 4 — карданная передача; 5 — гидро-распределительное устройство; 6 — маслопровод

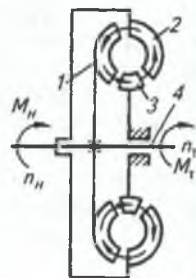


Рис. 93. Схема работы гидротрансформатора:

1 — турбинное колесо; 2 — насосное колесо; 3 — реактор; 4 — ведомый вал

Гидротрансформатор состоит из насосного колеса 2 (рис. 93), турбинного колеса 1 и реактора 3. При вращении коленчатого вала двигателя вращается и связанное с ним насосное колесо 2. Рабочая жидкость под действием центробежных сил отбрасывается на лопасти турбинного колеса 1 и приводит его во вращение вместе с ведомым валом 4. Круг циркуляции замыкается через реактор 3.

Преимущества гидромеханической трансмиссии: бесступенчатое регулирование скорости движения в пределах ступени, меньшие динамические нагрузки на детали трансмиссии, лучший разгон и большая плавность движения.

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, бесступенчато изменяет крутящий момент и скорость движения.

Конструктивные особенности трансмиссий одного и того же типа существенно зависят от вида энергетического средства (трактор или автомобиль), типа движителя (колесный или гусеничный), числа ведущих колес.

Автомобиль — высокоскоростное транспортное средство, поэтому передаточное число трансмиссии и передаваемый крутящий момент меньше, чем у трактора. В связи с этим механизмы,

передачи и сборочные единицы трансмиссий автомобилей выполнены более простыми по конструкции, компактными, менее металлоемкими. В конструкции автомобилей отсутствуют конечные передачи.

Конструкции тракторов и автомобилей со всеми ведущими колесами значительно усложняются вследствие дополнительно установленных раздаточной коробки, карданной передачи и переднего ведущего моста.

Трансмиссии гусеничных тракторов более сложные по сравнению с колесными, так как включают в себя правый и левый механизмы поворота, которые создают разные крутящие моменты на ведущих звездочках. На большинстве гусеничных тракторов применяют планетарные механизмы поворота, на тракторах Т-70С, Т-130 — механизмы поворота с многодисковыми фрикционными муфтами.

Гусеничный трактор Т-150 имеет в отличие от других тракторов особую конструкцию трансмиссии. В трансмиссию этого трактора входит коробка передач 3 (рис. 94) с двумя вторичными валами, концы которых 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 отсутствует механизм поворота, функцию которого выполняет коробка

передач за счет отключения или переключения на другой скоростной режим одного из вторичных валов.

В конструкции трансмиссии тракторов предусмотрена передача механической энергии к заднему и боковому валам отбора мощности (ВОМ) для привода рабочих органов сельскохозяйственных машин, а также к насосам в гидроприводе сельскохозяйственных машин.

На тракторах широко применяют механические ступенчатые трансмиссии с переключением передач под нагрузкой без разрыва потока мощности между двигателем и ведущими колесами (звездочками) трактора. Как правило, переключение диапазонов (рабочих и транспортных) происходит с разрывом силовой цепи зубчатыми муфтами и подвижными зубчатыми колесами, а переключение передач в диапазоне осуществляется под нагрузкой на ходу трактора фрикционной гидropоджимной муфтой.

Трансмиссии с переключением передач под нагрузкой применяют на тракторах МТЗ-100, МТЗ-102, Т-150, Т-150К, К-700А, К-701. Разнообразие кинематических схем, компоновок и типов таких трансмиссий по-

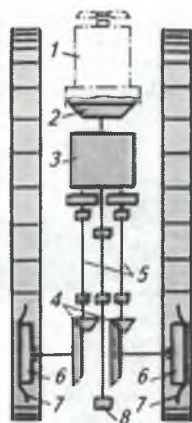


Рис. 94. Схема трансмиссии трактора Т-150:

1 — двигатель; 2 — муфта сцепления; 3 — коробка передач; 4 — главные передачи; 5 — карданные передачи; 6 — конечные передачи; 7 — ведущие звездочки; 8 — редуктор ВОМ

зволило в тракторах К-700А, К-701 исключить из трансмиссии главную муфту сцепления. Еще одна отличительная особенность трансмиссии трактора К-701 с колесной формулой 4К4: передний мост является основным ведущим, а задний мост может включаться или выключаться при необходимости.

3. МУФТЫ СЦЕПЛЕНИЯ

Общие сведения. Муфта сцепления предназначена для передачи крутящего момента от двигателя трансмиссии, быстрого и полного 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.

Для передачи муфтой сцепления максимального крутящего момента она должна иметь необходимый коэффициент запаса

$$\beta = M_t / M_{e \max}$$

где M_t — 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 их выключение и возможность плавного 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).

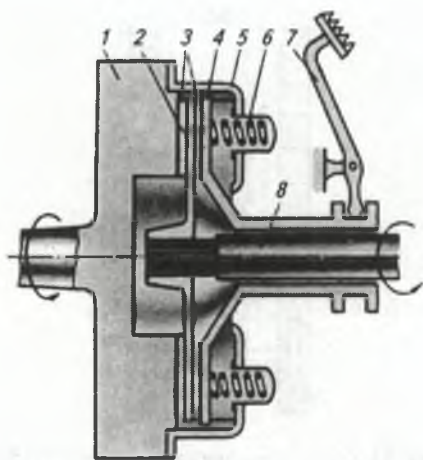


Рис. 95. Схема фрикционной муфты сцепления:

1 — маховик; 2 — ведомый диск; 3 — фрикционные накладки; 4 — нажимной диск; 5 — кожух муфты сцепления; 6 — пружина; 7 — педаль; 8 — вал

На тракторах и автомобилях, как правило, применяют механические фрикционные дисковые муфты сцепления с силовым замыканием за счет сил трения.

Механические фрикционные муфты сцепления классифицируют по следующим признакам:

по роду трения — *сухие* и *мокрые*. Сухие муфты имеют диски с фрикционными накладками, им любой смазочный материал вреден, а мокрые муфты со стальными дисками без фрикционных накладок работают в масле;

по числу ведомых дисков — *одно-, двух- и многодисковые*. Например, муфта сцепления редуктора пускового двигателя, приведенная на рисунке 88, многодисковая, работает в масле, а муфта сцепления, изображенная на рисунке 95, однодисковая, сухая;

по типу нажимного устройства — *постоянно замкнутые* (нажимной механизм пружинный) и *непостоянно замкнутые* (нажимной механизм рычажного типа);

по принципу управления — *без усилителя* и с *усилителем* рычажно-пружинным (сервомеханизм), гидравлическим или пневматическим;

по передаче крутящего момента трансмиссии — *одно- и двухпоточные*, т. е. одному или двум потребителям,

например коробке передач и механизму отбора мощности;

по назначению — *главная* и *дополнительная*. Главной называют муфту сцепления, передающую крутящий момент через трансмиссию на ведущие колеса или звездочки, а дополнительными — муфты сцепления, размещенные в увеличителе крутящего момента, редукторе вала отбора мощности и других устройствах.

Муфта сцепления имеет три основные части: ведущую, ведомую и механизм управления. На рисунке 95 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 сцепления нажимают педаль 7. При этом нажимной диск, преодолевая усилие пружин, перемещается вправо и освобождает ведомый диск. Передача вращения на ведомый вал 8 прекращается.

Однодисковая постоянно замкнутая муфта сцепления трактора МТЗ-80. Ведущая часть муфты — маховик 1 (рис. 96) двигателя, нажимной 10 и опорный 7 диски. Последний соединен с маховиком с помощью пальцев 9. Нажимной диск имеет три выступа, которые входят в прорези опорного диска. С выступами соединены три отжимных рычага 6. Между опорным и нажимным дисками установлено 12 нажимных пружин 2.

Ведомая часть муфты — ведомый диск 8 и вал 15 трансмиссии. Ведомый диск состоит из шлицевой ступицы 4, соединительного диска с приклепанными к нему фрикционными накладками и демпферного устройства. В соединительном диске сделаны радиальные прорезы для уменьшения его жесткости и улучшения прилегания к поверхностям трения. Накладку со сто-

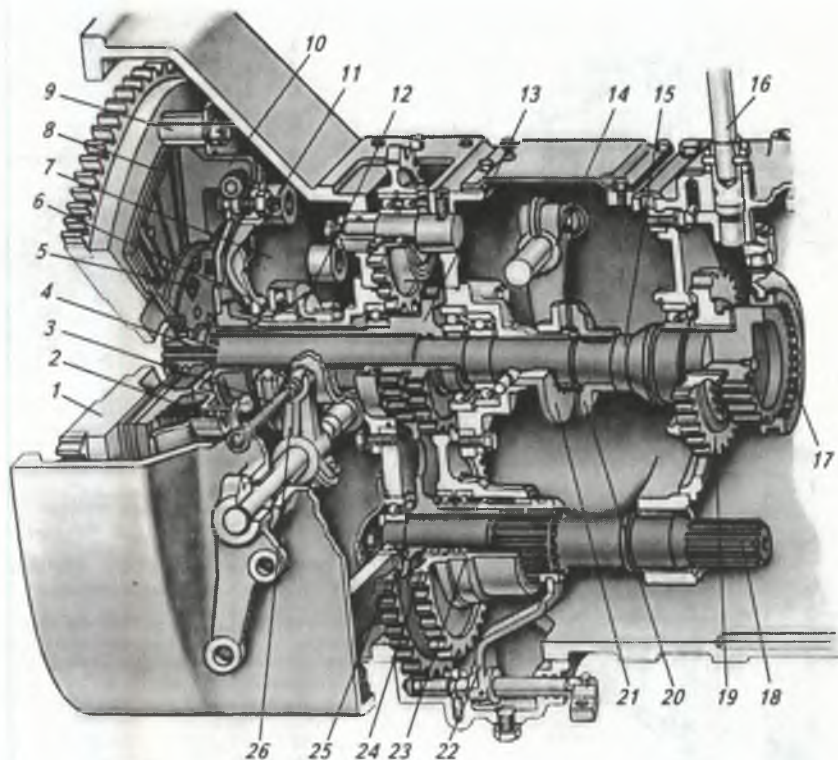


Рис. 96. Муфта сцепления трактора МТЗ-80:

1 — маховик; 2 — пружина; 3 — шланг масленки; 4 — ступица ведомого диска; 5 — демпфер; 6 — отжимной рычаг; 7 — опорный диск; 8 — ведомый диск; 9 — палец; 10 — нажимной диск; 11 — регулировочный винт; 12 — выжимной подшипник (отводка); 13 — ведущий вал привода ВОМ; 14 — вилка тормозка; 15 — вал трансмиссии; 16 — рычаг включения понижающего редуктора; 17 — зубчатая муфта; 18 — вал привода ВОМ; 19 — ведущее зубчатое колесо понижающего редуктора; 20, 21 — диски тормозка; 22 — вилка переключения ВОМ; 23 — соединительная муфта; 24, 25 — зубчатые колеса второй и первой ступени ВОМ; 26 — вилка выключения муфты сцепления

роны маховика приклепывают непосредственно к диску, а накладку с противоположной стороны сначала соединяют заклепками с шестью пластинчатыми пружинами, а затем приклепывают к диску. Это обеспечивает мягкое включение муфты сцепления.

Соединительный диск связан со ступицей 4 восемью демпферными пружинами, установленными в гнезда-пазы этого диска и пазы ограничительных дисков, приклепанных к ступице. Это приводит к снижению динамических нагрузок в трансмиссии.

Для быстрой остановки вала 15 муфты сцепления снабжена тормозком. Ведущий диск 20 тормозка с фрикционной накладкой закреплен на валу 15 посредством шпонки и стопорного кольца. Скользящий диск 21 тормозка переме-

щается по шлицам неподвижного кронштейна. Муфта сцепления и тормозок заблокированы и управляются одной педалью. При повороте вилки 14 диск 21 передвигается и прижимается к диску 20, затормаживая вал 15 трансмиссии и обеспечивая бесшумное переключение передач и повышенный срок службы зубчатых колес коробки передач.

Муфта сцепления выключается перемещением отводки 12 с отжимным подшипником вперед и нажатием на концы отжимных рычагов 6. Последние поворачиваются и отводят нажимной диск 10 от ведомого диска 8, преодолевая сопротивление нажимных пружин. В исходное положение, т. е. муфта сцепления включена, нажимной диск возвращается под действием нажимных пружин 2.

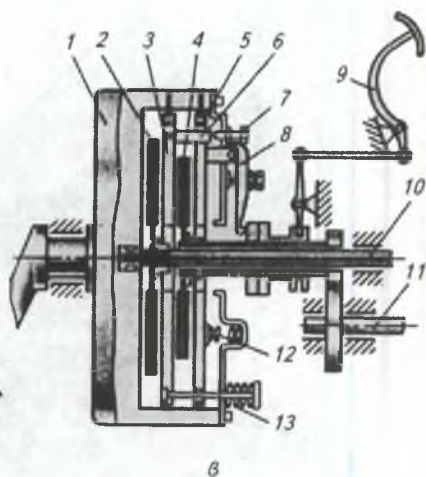
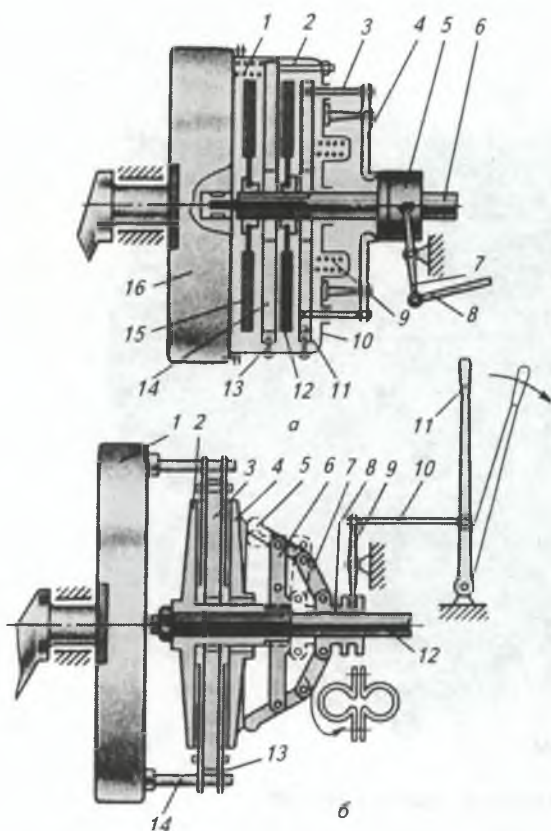


Рис. 97. Типовые схемы фрикционных муфт сцепления:

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 — передвижной диск; 9 — вилка; 10 — тяга; 11 — рычаг; 12 — вал 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, 13 — нажимные пружины

ная муфта; 9 — вилка; 10 — тяга; 11 — рычаг; 12 — вал 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, 13 — нажимные пружины

Двухдисковая постоянно замкнутая муфта сцепления состоит из ведомых дисков 12, 15 (рис. 97, *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 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.

Промежуточный ведущий диск 14 отодвигается от переднего ведомого

диска 15 специальными пружинами 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.

Однодисковая непостоянно замкнутая муфта сцепления представляет собой ведущий диск 3 (рис. 97, *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. Пе-

редний 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 соединением и может перемещаться вдоль вала.

Нажимное устройство рычажно-кулачкового типа состоит из подвижной муфты 8, серег 7, крестовины 6 и кулачков 5, качающихся на осях в крестовине. При перемещении вперед рычага управления 11 подвижная муфта 8 сдвигается назад, кулачки 5 не действуют на 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 серыги 7 поворачивает кулачки 5, сжимая тем самым ведущий и ведомые диски. Муфта сцепления включена.

Такая муфта установлена на тракторе Т-100М.

Двухпоточная постоянно замкнутая муфта сцепления — это сочетание двух муфт сцепления: главной и привода механизма отбора мощности. Главная муфта состоит из двух ведомых 2, 4 (рис. 97, в) и двух ведущих 3, 5 дисков. При включенной муфте 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 на половину ее хода рычаги 8 отводят от маховика 1 оба нажимных диска 3 и 5 с зажатым между ними ведомым диском 4. Сжатие этих дисков происходит под действием пружин 13. В этом положении ведомый диск 2 освобождается и главная муфта сцепления выключается, а ведомый диск 4 продолжает вращаться и передавать крутящий момент на ВОМ.

При дальнейшем нажатии на педаль 9 штифты 6 переднего нажимного диска 3 упираются в регулировочные болты 7 и перемещение диска 3 прекращается, задний нажимной диск 5 продолжает перемещение назад, преодолевая сопротивление пружин 12, тем самым освобождая ведомый диск 4 и выключая муфту сцепления привода механиз-

ма отбора мощности.

Эти муфты сцепления установлены на тракторах ЮМЗ-6Л, ЮМЗ-6М и самоходном 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, который состоит из верхней 24 (рис. 98) и нижней 41 частей. Картер крепится болтами к заднему торцу блока двигателя, а к заднему торцу картера крепится коробка передач 36.

Ведущие части муфты — 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.

Ведомая часть муфты сцепления — диск 20 с фрикционными накладками 22, пружиной демпфера 18 и ступицей 11, которая посажена на шлицы первичного вала 13 коробки передач и может перемещаться по ним.

В момент выключения муфты сцепления нажимной диск 26 отводится от ведомого тремя оттяжными рычагами 34. Рычаг 34 через верхнее отверстие с помощью пальца 28 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 пальцы в отверстиях рычага расположены на игольчатых подшипниках 27.

Отводка 15 вместе с упорным шариковым подшипником установлена на гильзе передней крышки 38 коробки передач и может перемещаться по ней. При включенной муфте сцепления отводка 15 смещена назад 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

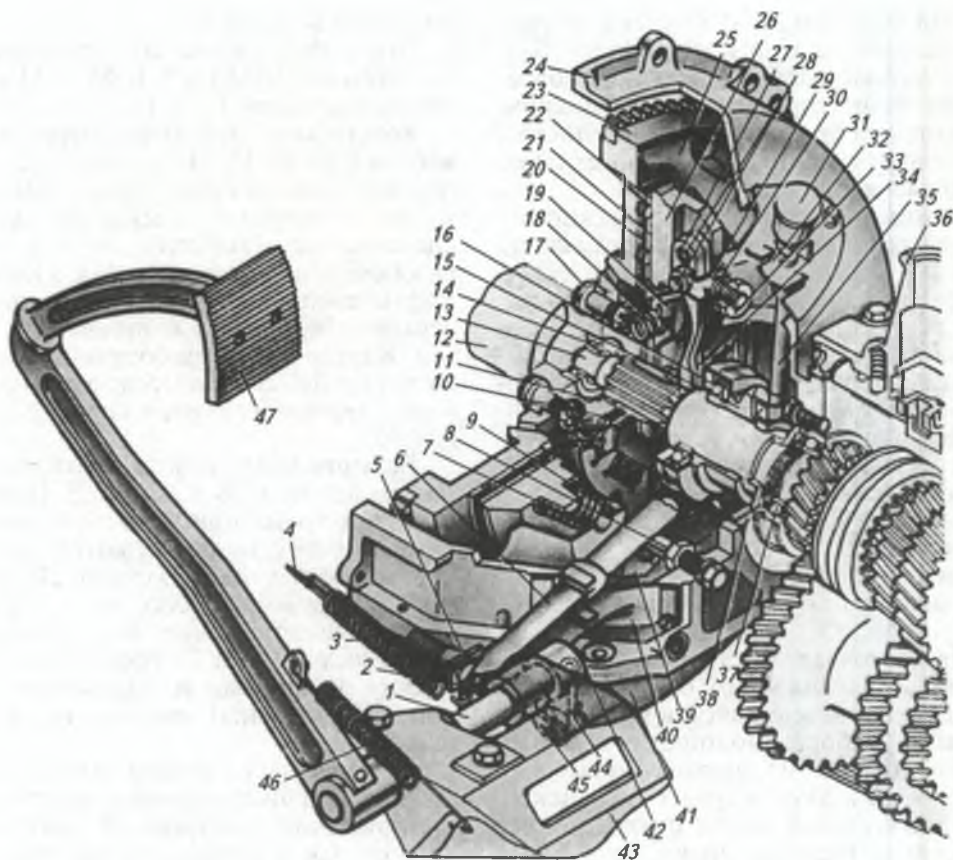


Рис. 98. Муфта сцепления автомобиля ГАЗ-53-12:

1 — валик педали сцепления; 2 — втулка валика; 3, 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, 41 — части картера; 25 — кожух; 26 — нажимной диск; 27 — игольчатый подшипник; 28 — пальцы; 29 — опорная вилка; 30 — пружина; 31, 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

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 са-

мым освобождая ведомый диск муфты сцепления.

Конструкция муфты сцепления трактора Т-150. На тракторе установлена фрикционная сухая двухдисковая постоянно замкнутая муфта сцепления с механическим приводом выключения, снабженным пневмосервомеханизмом. Ведущие части муфты — маховик 5 (рис. 99), промежуточный 2 и нажимной 1 диски, кожух 27. Диски 1 и 2 своими выступами заходят в четыре паза маховика, что позволяет им перемещаться вдоль оси, вращаясь совместно

с маховиком. Ведомая часть муфты сцепления — два ведомых диска 6 с фрикционными накладками и гасителем крутильных колебаний. Диски зажаты между маховиком 5, промежуточным 2 и нажимным 1 дисками усилием 20 нажимных пружин 29, которые центрируются в стаканах 28 и 30 нажимного диска и кожуха.

С обеих сторон промежуточного диска установлено по четыре отжимных пружины 8, которые обеспечивают равномерное разъединение ведомых дисков и установку промежуточного

диска 2 в среднем положении при выключении муфты сцепления.

Механизм выключения муфты состоит из отводки 16 и четырех отжимных рычагов 13, которые короткими плечами соединены с приливами нажимного диска, а к длинным плечам скобами 14 прикреплено нажимное кольцо 26. На рычаги 13 установлены отжимные пружины 9, исключающие самопроизвольное качение рычагов. Отводка 16, состоящая из корпуса, шарикового подшипника 23 с упором 17 и уплотнения, перемещается по цилинд-

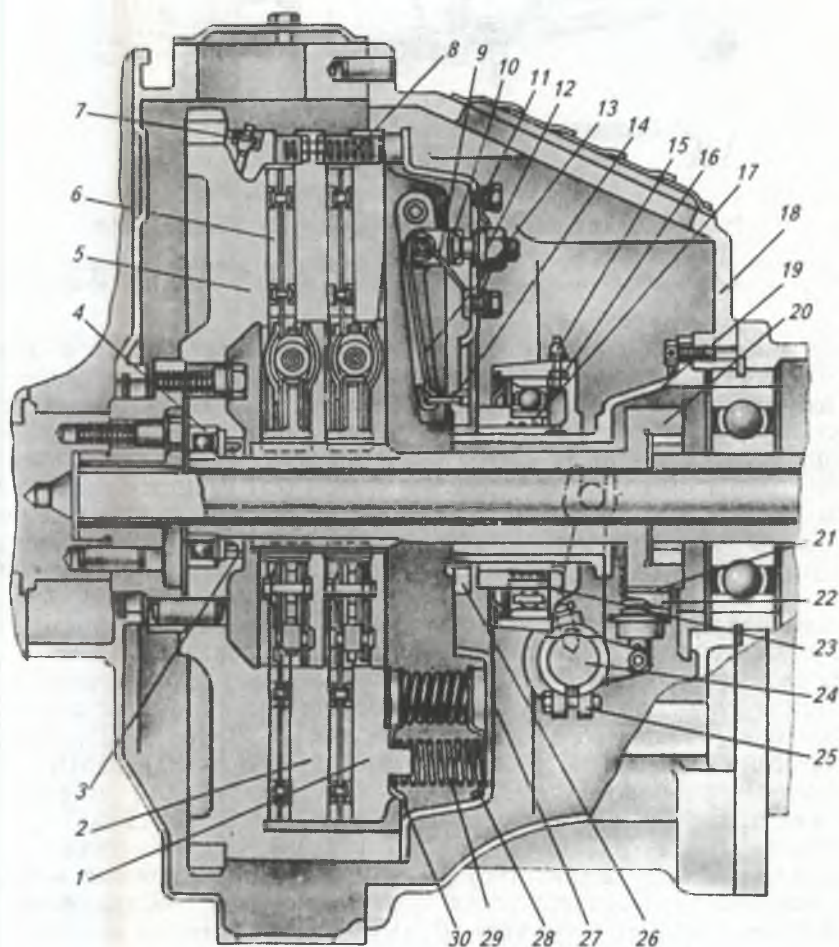


Рис. 99. Муфта сцепления трактора Т-150:

1 — нажимной диск; 2 — промежуточный диск; 3 — уплотнение; 4, 23 — подшипники; 5 — маховик; 6 — ведомый диск; 7, 15 — масленки; 8, 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, 30 — стаканы пружины; 29 — нажимная пружина

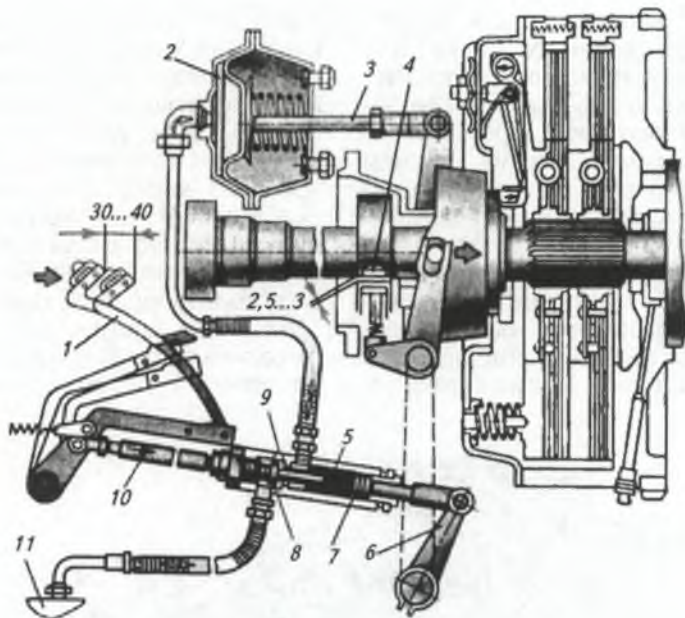


Рис. 100. Привод выключения муфты сцепления трактора Т-150:

1 — педаль; 2 — пневматическая камера; 3 — шток; 4 — регулировочная гайка тормоза; 5 — корпус следящего устройства; 6 — рычаг выключения; 7 — плунжер; 8 — клапан; 9 — отверстие; 10 — тяга; 11 — воздушный баллон

рическому выступу заднего стакана 19 корпуса 18 муфты сцепления. Цапфы отводки входят в зевы вилки 25, которая закреплена на валике 24. Последний поворачивается в опорах корпуса муфты. На его правом наружном конце закреплен поворотный рычаг, соединенный с пневмосервомеханизмом привода управления муфтой сцепления.

Муфта сцепления снабжена тормозком, представляющим собой колодку 22 с фрикционной накладкой 21. При выключении муфты колодка прижимается к хвостовику ведомого вала 20 и создает тормозной момент.

Для облегчения выключения муфты сцепления ее привод снабжен пневмосервомеханизмом, включающим в себя пневматическую камеру 2 (рис. 100) и следящее устройство. Корпус 5 следящего устройства соединен через тягу 10 и рычаг с педалью 1. Плунжер 7 следящего устройства соединен вилкой с рычагом 6.

При выключении муфты сцепления нажимают на педаль 1 и тяга 10 перемещает корпус 5 по плунжеру. После-

дний открывает клапан 8, и воздух из пневмосистемы по отводящему шлангу поступает в камеру 2. Усилие сжатого воздуха передается в механизм выключения муфты через диафрагму и шток 3.

При отпускании педали 1 клапан 8 под действием пружины закрывается и сжатый воздух из пневмокамеры через шланг, сверление и отверстие 9 в корпусе выходит в атмосферу. Муфта сцепления под действием нажимных пружин включается.

В механизмы управления муфтами сцепления включены сервомеханизмы (МТЗ-80, МТЗ-82), гидравлические (ГАЗ-66, ДТ-75МВ, ДТ-175С, Т-4А, Т-130М) или пневматические (КамаЗ-5320, МАЗ-500А, ВТ-100Д, Т-150, Т-150К) усилители.

Основные возможные неисправности и техническое обслуживание. Работа муфты сцепления во многом зависит от правильной эксплуатации и своевременного технического обслуживания. Выключать муфту сцепления необходимо быстро, выжимая до конца педаль сцепления, а включать несколько медленнее (за 1,2...1,8 с), плавно, без за-

держки 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.

Чтобы устранить эти неисправности, следует прежде всего проверить свободный ход педали и при необходимости отрегулировать его. Для этого 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 мм) и разность зазоров 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 движения трактора или автомобиля, направления вращения ведущих колес (звездочек), а также для отсоединения работающего двигателя от трансмиссии при остановках.

Различные значения крутящего момента и частоты вращения ведущих колес или звездочек достигаются в результате изменения передаточного числа трансмиссии. Коробка передач, редуктор, ходоуменьшитель и увеличитель крутящего момента изменяют передаточное число ступенчато, т. е. через определенные интервалы. Бесступенчатое регулирование частоты вращения достигается за счет установки гидравлической передачи (гидротрансформатора).

На большинстве тракторов и автомобилей устанавливают более простые в изготовлении, надежные в эксплуатации и менее сложные в обслуживании механические коробки передач.

Принцип работы простейшей механической коробки передач показан на рисунке 101. Ведущий вал 9, называемый *первичным*, получает вращение от

вала муфты сцепления. Ведомый вал 8, называемый *вторичным*, передает вращение механизмам заднего моста. На одном валу (в данном случае вторичном) зубчатые колеса 5, 6, 7 жестко связаны с валом, а на другом валу (первичном) шестерни 1, 2 и 3 можно перемещать вдоль оси по шлицам и поочередно вводить в зацепление с соответствующими зубчатыми колесами вторичного вала. Все шестерни и зубчатые колеса имеют разное число зубьев, поэтому разным будет и значение передаточного числа. Шестерни, перемещаемые по валу, называют каретками.

Когда ни одна из шестерен первичного вала не находится в зацеплении с зубчатыми колесами вторичного вала (рис. 101, а), такое положение называют *нейтральным*.

Положения зубчатых колес при включении I и II передач показаны соответственно на рисунке 101, б, в. Задний ход обеспечивается изменением направления вращения вторичного вала за счет ввода в зацепление промежуточной шестерни 4 (рис. 101, г).

Классификация коробок передач. Механические ступенчатые коробки пере-

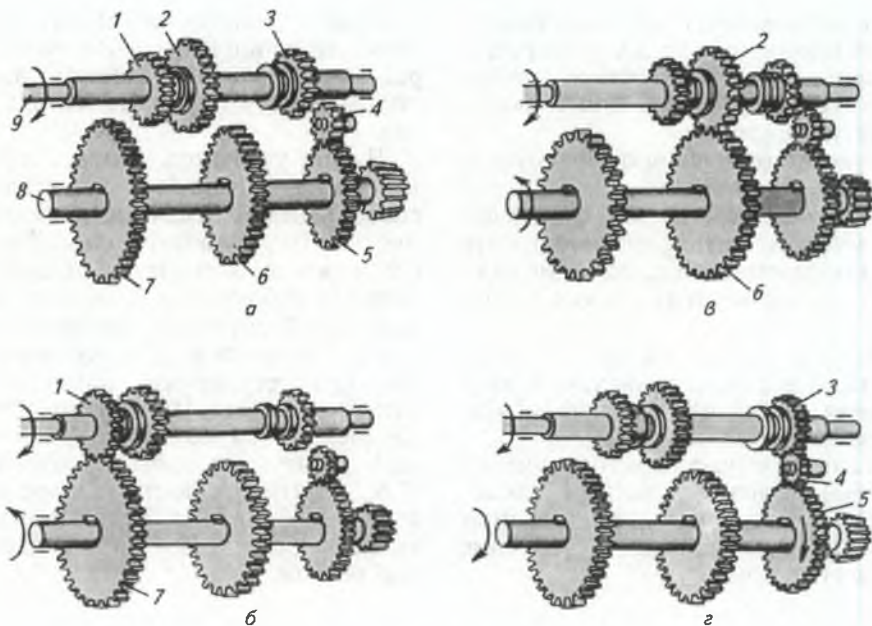


Рис. 101. Схема простейшей коробки передач:

а — нейтральное положение зубчатых колес; *б, в, г* — положения зубчатых колес при включении передач соответственно I, II и заднего хода; 1, 2, 3 — шестерни первичного вала; 4 — промежуточная шестерня; 5, 6, 7 — зубчатые колеса вторичного вала; 8 — вторичный вал; 9 — первичный вал

дач классифицируют по следующим основным признакам:

типу зубчатых передач — с *неподвижными осями валов и планетарные*;

расположению валов относительно оси трактора или автомобиля — с *продольным и поперечным расположением*;

числу валов — *двух-, трех- и четырехвалы*;

числу передач переднего хода — *трех-, четырех-, пятиступенчатые* и т. д.;

принципу переключения передач — с *подвижными шестернями* (каретками) и с *неподвижными шестернями постоянного зацепления*, которые соединяются с валами при включении передач специальными зубчатыми муфтами с синхронизаторами или гидравлическими муфтами;

числу перемещаемых кареток — *двух-, трех-, четырехходовые* и т. д.;

назначению — *основная, раздаточная, редуктор, ходоуменьшитель*.

Согласно этой классификации на рисунке 101 изображена основная, двухвальная, двухступенчатая, двуххо-

довая коробка передач с неподвижными осями валов и подвижными шестернями.

Число передач в тракторных коробках составляет от 5 до 24, что обеспечивает скорость движения от 0,5 до 35 км/ч. Такое число передач обусловлено большим разнообразием условий работы и выполняемых технологических процессов, стремлением достичь максимальной производительности при экономном расходовании топлива.

Автомобильные коробки, как правило, имеют от трех до пяти 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 0,5...1,5 км/ч (работа с рассадочными, лесопосадочными, мелiorативными 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 одинаковые, 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 одной до восьми) необходимы для маневрирования трактором или автомобилем, а в тракторах дополнительно для работы задним ходом с некоторыми машинами (волокушами, землеройными машинами и др.).

Коробка передач автомобилей КамАЗ. На автомобилях КамАЗ устанавливают пяти- или десятиступенчатую коробку передач. Последняя состоит из основной пятиступенчатой коробки передач и двухступенчатого редуктора-делителя, удваивающего число передач.

Коробка передач собрана в отдельном корпусе 15 (рис. 102), а редуктор-делитель размещен 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, синхронизаторами 5 и 8, зубчатой муфты 11, блока 16 зубчатых колес заднего хода, верхней крышки механизма переключения передач.

Редуктор-делитель состоит из ведущего вала 1, зубчатого колеса 2, синхронизатора 4, промежуточного вала 25 с установленным на нем зубчатым колесом 23.

Вторичный вал 13 установлен соосно с первичным. На валу на роликовых подшипниках установлены шестерни: 12 — I передачи, 9 — II, 7 — III, 6 — IV, 10 — передачи заднего хода, а также два пальчиковых синхронизатора 5 и 8. Первый из них включает IV и V прямую передачу, второй — II и III передачи. Включение I передачи и передачи заднего хода производится зубчатой муфтой 11.

Зубчатые колеса 6, 7, 9, 10, 12 вторичного вала 13 находятся в постоянном зацеплении с зубчатыми колесами 20, 19 и зубчатыми венцами 18, 17, 14 промежуточного вала 21, а зубчатое колесо 10 — с малым венцом блока 16. Зубчатые колеса I передачи и передачи заднего хода прямозубые, а остальные — косозубые.

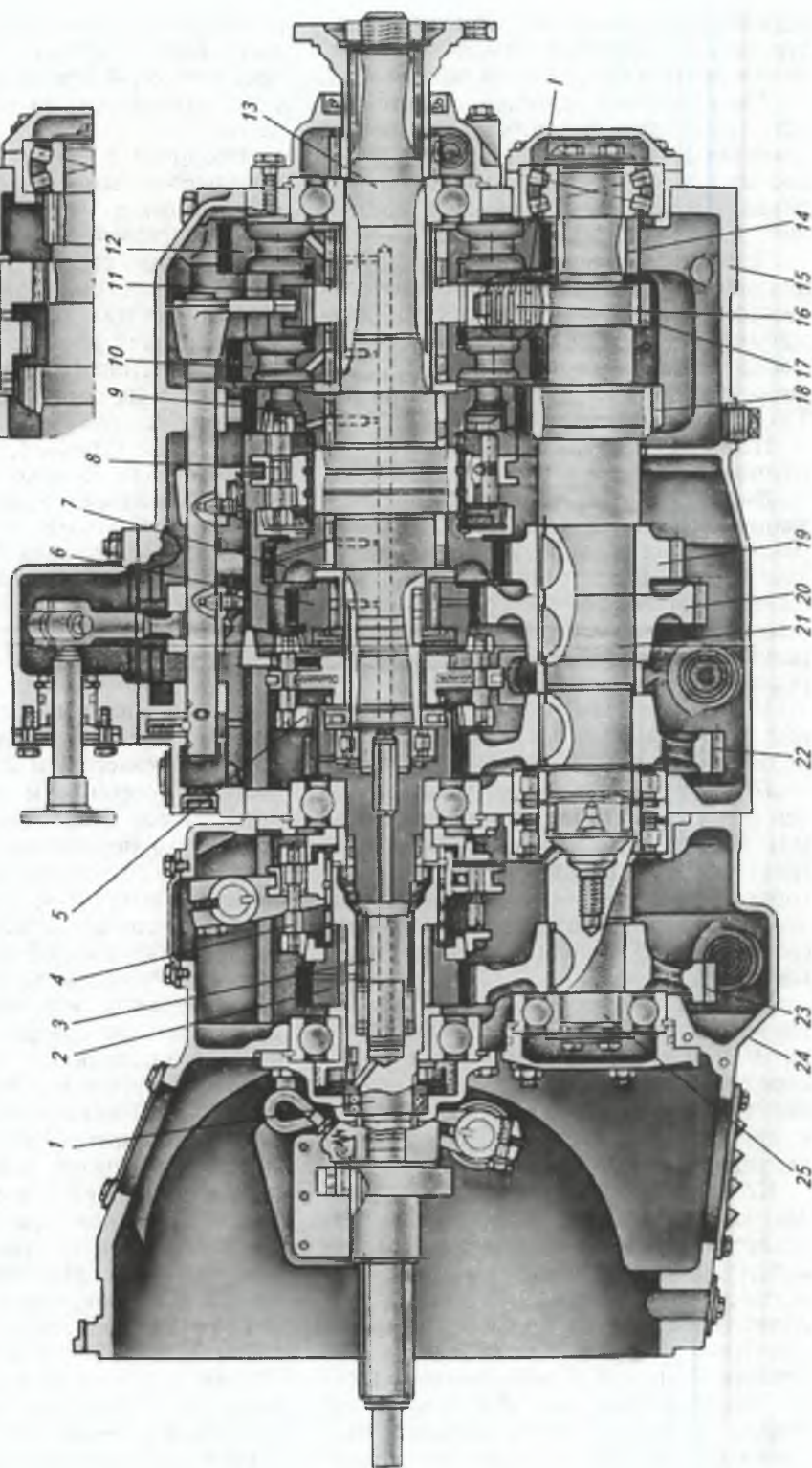
Передний конец промежуточного вала посредством шлиц соединен с промежуточным валом 25 делителя. Зубчатые колеса 2 и 23 делителя находятся в постоянном зацеплении, при этом колесо 2 свободно вращается на роликовом подшипнике и может быть соединено с ведущим валом 1 делителя синхронизатором 4, а зубчатое колесо 23 жестко связано с валом 25.

Передачи в коробке изменяют с помощью рычага и механизма переключения. 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 воздухораспределителя, 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, зубчатой муфты 11 и включением зацепления 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

Рис. 102. Коробка передач автомобилей КамАЗ:

1 — ведущий вал делителя; 2 — зубчатое колесо ведущего вала делителя; 3 — первичный вал; 4 — синхронизатор делителя; 5, 8 — синхронизаторы коробки передач; 6, 7, 9, 10, 12 — зубчатые колеса вторичного вала; 11 — зубчатая муфта; 13 — вторичный вал; 14, 17, 18 — зубчатые венцы промежуточного вала; 15 — корпус коробки передач; 16 — блок зубчатых колес передач заднего хода; 19, 20, 22 — зубчатые колеса промежуточного вала; 21 — зубчатое колесо промежуточного вала делителя; 24 — корпус муфты сцепления; 25 — промежуточный вал делителя



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 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 включении VI передачи — через зубчатые колеса 14—12, VII — 18—9, VIII — 19—7, IX — 20—6, X — 22—3.

Коробка передач трактора ДТ-75МВ. На этом тракторе установлена механическая, с подвижными зубчатыми колесами, семиступенчатая коробка передач, которая размещена в переднем отсеке корпуса 15 (рис. 103) трансмиссии. В расточках передней и задней стенок корпуса на подшипниках установлены четыре шлицевых вала: первичный 29, вторичный 18, дополнительный 56 и вал 54 заднего хода.

На первичном валу на шлицах закреплено зубчатое колесо 30, находящееся в постоянном зацеплении с зубчатым колесом 55 вала заднего хода, а по шлицам вала свободно перемещаются блок 16 зубчатых колес I и II передач и блок 38 зубчатых колес III и IV передач.

Вторичный вал 18 изготовлен заодно с коническим зубчатым колесом главной передачи. На шлицах вала неподвижно установлены зубчатые колеса 20, 22, 23 и 25 соответственно II, VII, I, IV и III передач. Для фиксирования зубчатых колес между ними установлены распорные шлицевые втулки 21 и 24. Для регулирования зацепления конических зубчатых колес между фланцем

стакана и стенкой корпуса размещены регулировочные прокладки 27.

Первые четыре передачи включают, вводя в зацепление блоки зубчатых колес первичного вала с соответствующими зубчатыми колесами вторичного вала: I передача — 16—23, II — 16—20, III — 38—25, IV передача — 38—23.

На шлицах вала 54 надеты неподвижное зубчатое колесо 55 и подвижное зубчатое колесо 64. Зубчатые колеса 30, 55 и 58 находятся в постоянном зацеплении, поэтому при вращении первичного вала вращаются и валы заднего хода и дополнительный.

На шлицах дополнительного вала установлены подвижной блок зубчатых колес 59 V и VI передач и подвижное зубчатое колесо 62 VII передачи. При включении этих передач в зацеплении будут находиться следующие зубчатые колеса: V передача — 30—55, 55—58, 59—25; VI — 30—55, 55—58, 59—23; VII — 30—55, 55—58, 62—22; передача заднего хода — 30—55, 64—23.

Коробка передач трактора Т-150 механическая, с зубчатыми колесами постоянного зацепления и фрикционными гидродожимными муфтами, с разделением потока мощности для правого и левого приводов гусеничного движителя. Она обеспечивает двенадцать (три диапазона по четыре передачи) скоростей движения вперед и четыре скорости назад.

Диапазоны переключают при остановленном тракторе, т. е. *с разрывом потока мощности*, рычагом, находящимся на крышке корпуса коробки передач. В пределах одного диапазона передачи переключают *без разрыва потока мощности* двумя рычагами, расположенными у рулевого колеса трактора, которые соединены тягами с рычагами гидрораспределителей. Рычаги переключения передач имеют четыре фиксированных положения.

Коробка передач состоит из редукторного агрегата, картера привода насосов, гидропанели и снабжена собственной гидросистемой.

В *редукторном агрегате* на подшипниках качения установлено пять валов: первичный 2 (рис. 104), промежуточный 15, заднего хода 14 и два одинаковых вторичных 32, 33.

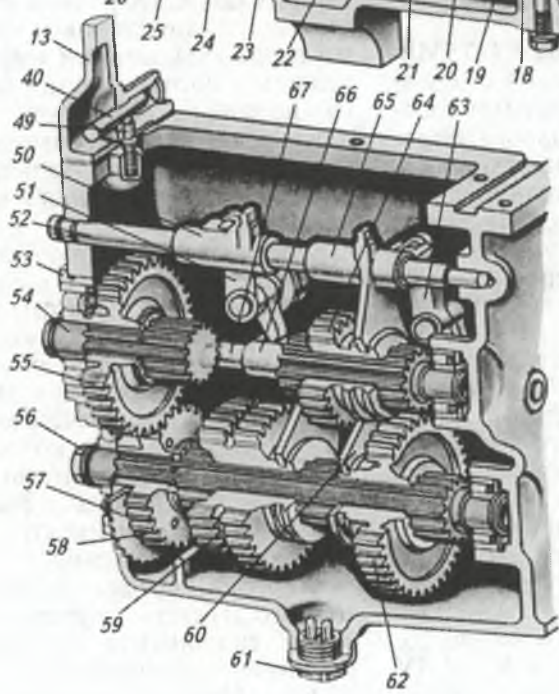
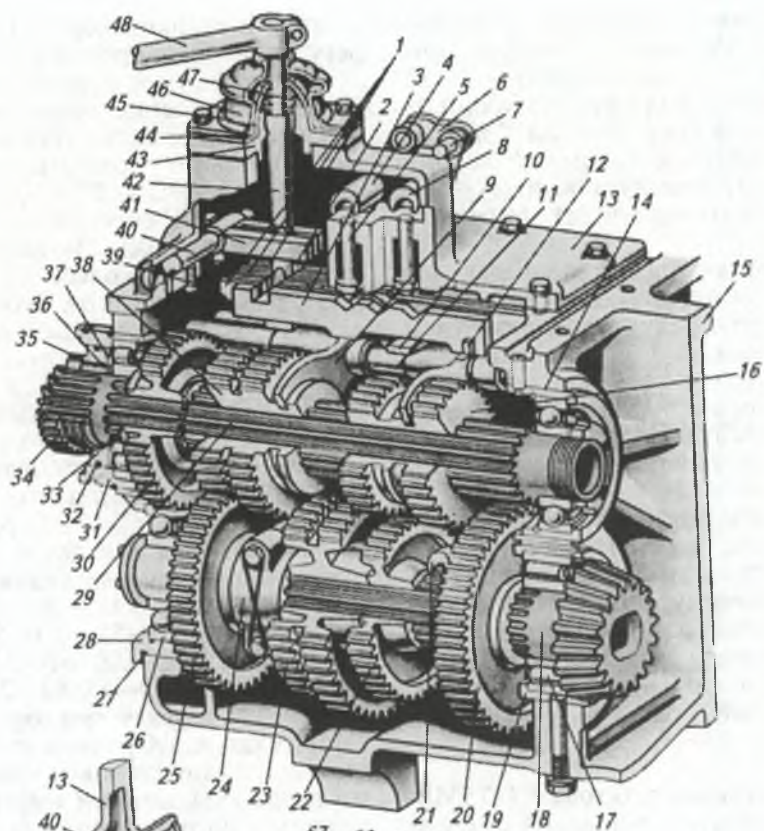




Рис. 103. Коробка передач трактора ДТ-75МВ:

1 — разделительные пластины; 2 — боковая планка; 3 — планка переключения передач; 4, 8 — валики блокировки; 5 — фиксатор; 6 — серья валиков блокировки; 7 — упорный палец; 9, 12, 60, 65, 66 — вилки переключения передач; 10 — опорная планка; 11, 52, 67 — оси вилок переключения передач; 13 — крышка коробки передач; 14, 19, 28, 31, 53 — стаканы подшипников; 15 — корпус трансмиссии; 16 — блок зубчатых колес I и II передач; 17, 26 — подшипники; 18 — вторичный вал; 20, 22, 23, 25 — зубчатые колеса соответственно II, VII, I, IV и III передач вторичного вала; 21, 24 — распорные втулки; 27 — регулировочная прокладка; 29 — первичный вал; 30 — зубчатое колесо постоянного зацепления первичного вала; 32 — резиновое уплотнительное кольцо; 33 — корпус уплотнения; 34 — зубчатая муфта; 35 — уплотнительное кольцо; 36 — пружинное кольцо; 37 — маслосгонная шайба; 38 — блок зубчатых колес III и IV передач; 39 — винт; 40 — валик переключения; 41 — направляющая вилка; 42 — вертикальный рычаг переключения; 43 — фланец; 44 — прижимное кольцо; 45 — колпак; 46 — резиновый чехол; 47 — пружина; 48 — рычаг переключения передач; 49 — фиксатор; 50 — поводок; 51, 63 — двуплечие рычаги; 54 — вал заднего хода; 55, 64 — зубчатые колеса вала заднего хода; 56 — дополнительный вал; 57 — шайба; 58, 59, 62 — зубчатые колеса дополнительного вала; 61 — пробка сливного отверстия

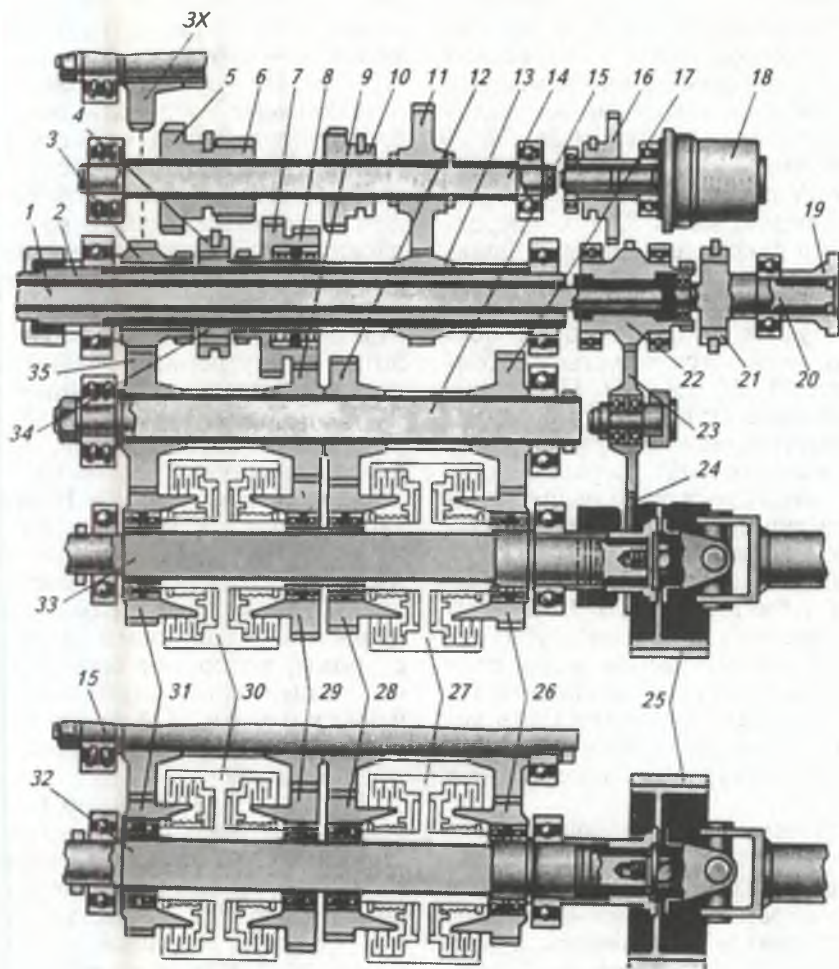


Рис. 104. Схема коробки передач трактора Т-150:

1 — промежуточный вал привода ВОМ; 2 — первичный вал; 3 — зубчатое колесо второго диапазона; 4, 21 — зубчатые муфты; 5 — зубчатое колесо включения заднего хода; 6, 7 — зубчатые колеса первого диапазона; 8 — зубчатое колесо третьего диапазона; 9, 12, 17, 35 — зубчатые колеса соответственно I, II, III и IV передач; 10 — зубчатое колесо дополнительного диапазона замедленных передач; 11, 13 — зубчатые колеса привода вала заднего хода; 14 — вал заднего хода; 15 — промежуточный вал; 16 — зубчатое колесо включения насосов навесной гидросистемы; 18 — насос навесной гидросистемы; 19 — фланец; 20 — вал привода ВОМ; 22, 23, 24 — зубчатые колеса привода насоса гидросистемы коробки передач; 25 — тормозные барабаны; 26, 28, 29, 31 — зубчатые колеса вторичных валов соответственно III, II, I и IV передач; 27, 30 — фрикционные барабаны; 32, 33 — вторичные валы; 34 — зубчатая втулка

Первичный вал 2 трубчатый. Внутри него проходит промежуточный вал 1 привода ВОМ. На наружных шлицах вала 2 неподвижно закреплены втулка 34 передвижной зубчатой муфты 4 и зубчатое колесо 13 привода вала заднего хода. На валу 2 свободно установлены: на бронзовой втулке зубчатое колесо 3 второго диапазона и на подшипниках блок зубчатых колес 7, 8 первого и третьего диапазонов.

На шлицах промежуточного вала 15 жестко закреплены зубчатые колеса 9, 12, 17 и 35 соответственно I, II, III и IV передач, удерживаемые от осевых смещений распорными втулками. Эти колеса находятся в постоянном зацеплении с зубчатыми колесами 26, 28, 29 и 31 вторичных валов соответственно III, II, I и IV передач.

На вторичных валах 32 и 33 посредством шлиц закреплены по два фрикционных барабана 27 и 30, в каждом из которых расположены две гидроподжимные муфты, и свободно на подшипниках вращаются по четыре зубчатых колеса 26, 28, 29 и 31. Последние имеют зубчатые ступицы для соединения с ведущими дисками фрикционных гидроподжимных муфт. Передние концы валов входят во втулки распределителей, а на задние концы надеты ступицы тормозных барабанов.

На шлицах вала 14 заднего хода закреплено зубчатое колесо 11 и установлен передвижной блок зубчатых колес 5 и 6 соответственно включения заднего хода и первого диапазона. По специальному заказу может быть установлено зубчатое колесо 10 дополнительного диапазона замедленных передач.

Переключение диапазонов, т. е. изменение частоты вращения промежуточного вала, происходит следующим образом. *Первый диапазон* — зубчатое колесо 6 вводят в зацепление с зубчатым колесом 7, зубчатая муфта 4 находится в нейтральном положении. Вращение с вала 2 на вал 15 передается через зубчатые колеса 13—11, 6—7, 8—9. *Второй диапазон* — зубчатую муфту 4 вводят в зацепление с зубчатым венцом колеса 3. Вращение с вала 2 на вал 15 передается через зубчатые колеса 3—35. *Третий диапазон* — зубчатую муфту 4

вводят в зацепление с зубчатым венцом колеса 7 и вращение на вал 15 передается через зубчатые колеса 8—9. *Диапазон заднего хода* — перемещением блока зубчатых колес 5, 6 вводят в зацепление зубчатые колеса 3 и 5 через промежуточные зубчатые колеса: 13—11, 5—3Х, 3Х—3, 3—35.

Передачи в пределах одного диапазона изменяют, включая соответствующую гидроподжимную муфту, т. е. жестко соединяя с барабаном фрикционных, а следовательно, и с вторичным валом следующие зубчатые колеса: I передача — зубчатое колесо 29, II — 28, III — 26, IV — зубчатое колесо 31.

Сдвоенные гидроподжимные муфты имеют следующую конструкцию. Барабан 13 (рис. 105) внутренними шлицами жестко связан с вторичным валом коробки передач. В расточках барабана образованы рабочие цилиндры, в которых установлены два поршня 11, перемещающиеся в осевом направлении под давлением масла. Поршни уплотнены внутренним резиновым кольцом 4 и разрезным чугуном кольцом 12. На наружной части барабана профрезеровано восемь пазов, в которые входят выступы стальных ведомых дисков 14. В муфтах I и II передач установлено пять ведомых дисков, а в муфтах III и IV передач — четыре. Между ведомыми находятся ведущие диски 15 с металлокерамическими накладками и шлицами с внутренней стороны, которыми они соединяются со шлицевыми венцами ведомых зубчатых колес 5 и 16. Каждое колесо вращается свободно на двух шариковых подшипниках.

Поршни 11 постоянно прижаты до упора в стенку барабана пружинами 9. Пружины 9 установлены в высверленные углубления в барабане и упираются в кольцо 8, которые удерживаются на ступице барабана стопорными кольцами 6. В этом положении многодисковая муфта выключена и вращение с зубчатых колес на вторичный вал не передается.

Для управления гидроподжимными муфтами коробка передач оборудована автономной гидравлической системой, устройство и принцип работы которой описаны в п. 2 главы 3.

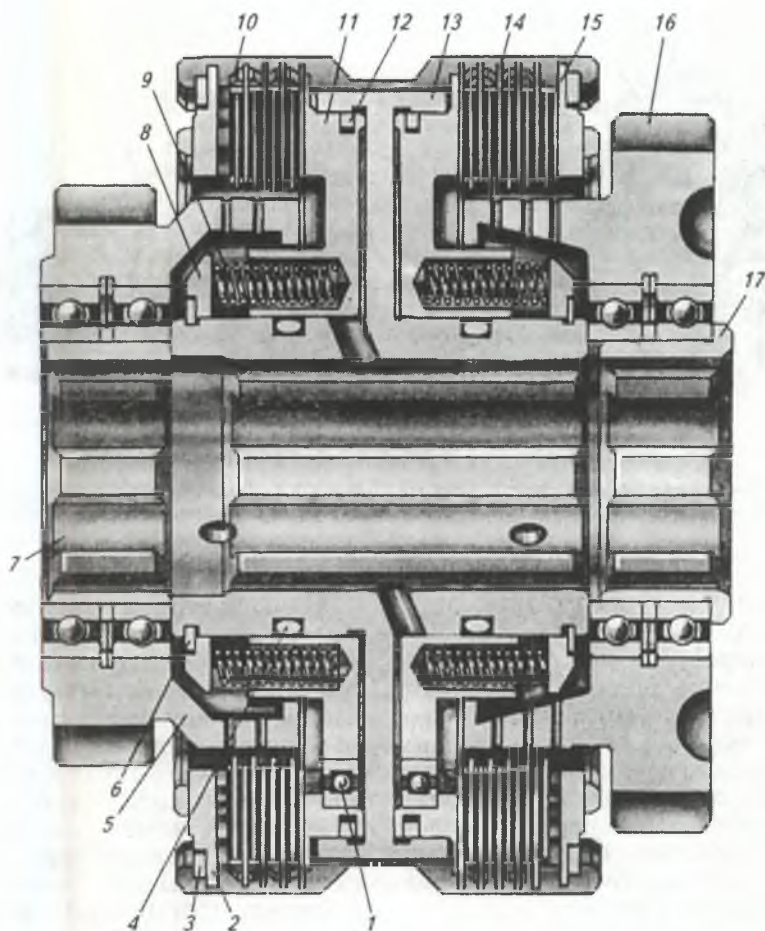


Рис. 105. Гидроподжимная муфта коробки передач трактора Т-150:

1 — шариковый клапан; 2 — упорный диск; 3, 6 — стопорные кольца; 4 — резиновое кольцо; 5, 16 — ведомые зубчатые колеса; 7, 17 — шлицевые втулки; 8 — упорное кольцо; 9 — пружина; 10 — пластинчатая пружина; 11 — поршень; 12 — чугунное кольцо; 13 — барабан; 14 — ведомый диск; 15 — ведущий диск

Гидроподжимные муфты включают под давлением масла, нагнетаемого в пространство между поршнем 11 и стенкой барабана 13. При этом поршень перемещается вдоль оси, преодолевая сопротивление пружин 9, и прижимает ведомые и ведущие диски к упорному диску 2, который закреплен на барабане стопорным кольцом 3. За счет сил трения между дисками вращение от зубчатого колеса 5 или 16 передается барабану 13 и вторичному валу коробки передач.

Когда полость над поршнем сообщается со сливным каналом, поршень под действием пружины 9 возвращает-

ся в первоначальное положение и гидроподжимная муфта выключается. Остатки масла выбрасываются через клапан 1, шарик которого отходит от гнезда и открывает отверстие под действием центробежных сил.

Основные детали коробок передач. Для бесшумного и безударного переключения передач, повышения надежности и долговечности в коробках передач применяют зубчатые колеса постоянного зацепления. При этом одно зубчатое колесо жестко связано с валом, а другое вращается свободно. При переключении передачи свободно вращаемое зубчатое колесо необходимо

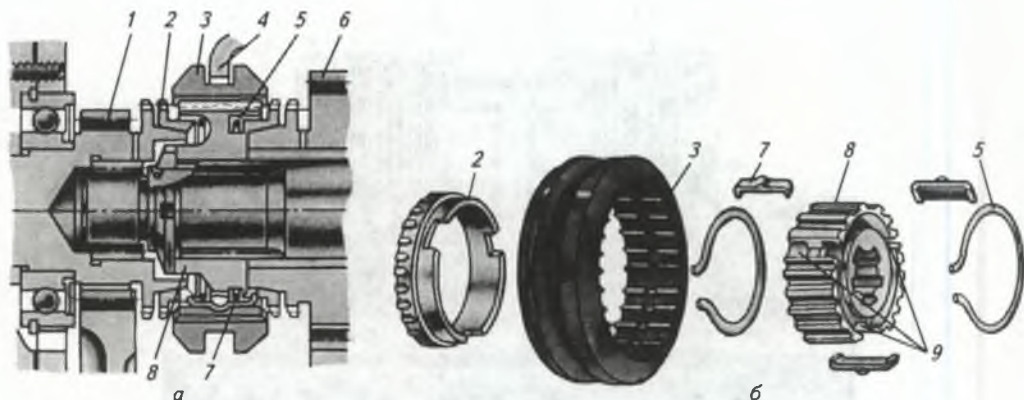


Рис. 106. Синхронизатор коробки передач автомобиля ГАЗ-53-12:

а — общий вид; б — детали синхронизатора; 1 — зубчатое колесо первичного вала; 2 — блокирующее кольцо; 3 — муфта; 4 — вилка; 5 — пружинное кольцо; 6 — зубчатое колесо III передачи; 7 — сухарь; 8 — ступица; 9 — пазы в ступице

жестко соединить с валом. Для этого используют зубчатые муфты, синхронизаторы, гидropоджимные муфты.

Синхронизаторы широко применяют в коробках передач автомобилей, в которых переключение передач происходит при движении автомобиля накатом. Как правило, синхронизаторами оснащают зубчатые колеса передач, переключаемые наиболее часто. Зубчатые колеса первой передачи и заднего хода синхронизаторов не имеют.

Синхронизаторы предназначены для выравнивания угловых скоростей зубчатого колеса включаемой передачи и вторичного вала, что обеспечивает безударное введение шлицев зубчатой муфты в шлицевую венц зубчатого колеса.

Синхронизатор коробки передач автомобиля ГАЗ-53-12 устроен следующим образом. На шлицах вторичного вала неподвижно закреплена ступица 8 (рис. 106) синхронизатора с наружными шлицами, между которыми прорезаны три паз 9. Внутри пазов помещены сухари 7 с выступом посередине. 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, имеющие три паза, куда входят концы сухарей. При этом ширина паза больше ширины сухаря на половину шага шлицев. Внутренняя поверхность колец коническая, аналогичная 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 шлицы ступиц зубчатых колес. Торцевые поверхности шлицевых венцов выполнены со скосами под определенным углом.

При включении, например, IV передачи вилкой 4 перемещают муфту 3 влево, продвигая вместе с ней и сухари 7. Сухари торцами нажимают на блокирующее кольцо 2 и надвигают его на конус ступицы зубчатого колеса 1. Под действием силы трения кольцо поворачивается на некоторый угол вместе с первичным валом до упора боковых стенок пазов кольца в сухари и устанавливается в положение «Блокировка».

При дальнейшем перемещении муфты влево выступы сухарей 7 выходят из кольцевой проточки и, преодолевая сопротивление пружинного кольца 5, смещаются в глубь пазов. Торце-

вые скосы шлицев муфты 3 попадут на торцевые скосы шлицев блокирующего кольца 2, и усилие от муфты будет передаваться непосредственно кольцу. Так как скорости вала и зубчатого колеса разные, то на торцевых 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 совместно с муфтой 3. Происходит разблокировка синхронизатора: муфта, продолжая нажимать на скосы шлицев кольца, поворачивает кольцо вместе с первичным валом на некоторый 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 IV (прямой) передачи.

Гидроподжимные муфты предназначены для переключения передач без разрыва потока мощности. Они установлены на тракторах МТЗ-100, МТЗ-102, Т-150, Т-150К, К-701. Устройство и принцип работы этих муфт рассмотрены выше на примере коробки передач трактора Т-150 (см. рис. 105).

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 при остановке 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 применяют на автомобилях и тракторах. *Приводы с управляющими элементами* представляют собой специальные устройства с гидро- или электроприводом. К таким приводам можно отнести привод управления переключением передач в коробках с гидроподжимными муфтами. *Автоматический привод* состоит из устройств, обеспечивающих переключение передач с гидроподжимными муфтами без участия водителя в зависимости от загрузки двигателя и скорости движения.

Механический привод устроен следующим образом. Подвижные зубчатые колеса, каретки, зубчатые муфты имеют кольцевые проточки, в которые входят вилки 7 (рис. 107) переключения передач.

Вилки закреплены на переключающих валиках 4 или ползунах и передвигаются 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 продвиганию переключающих валиков с вилками и зубчатыми колесами. Для придания правильного направления перемещения рычага установлена кулиса 3, представляющая собой пластину с вырезами.

Кулиса предохраняет механизм от одновременного включения двух передач. На многих коробках передач для этих целей между валиками или ползунами устанавливают неподвижные разделительные пластины.

Самопроизвольное включение или выключение передач предотвращают фиксаторы 6 с пружинами 5. Включение передачи при включенной или не полностью выключенной муфте сцепления может вызвать выкрашивание зубьев, поломку зубчатых колес. Чтобы избежать этого, коробки передач оснащены блокировочным механизмом. На валике 9, расположенном над фиксаторами 6, профрезерован паз. Валик свя-

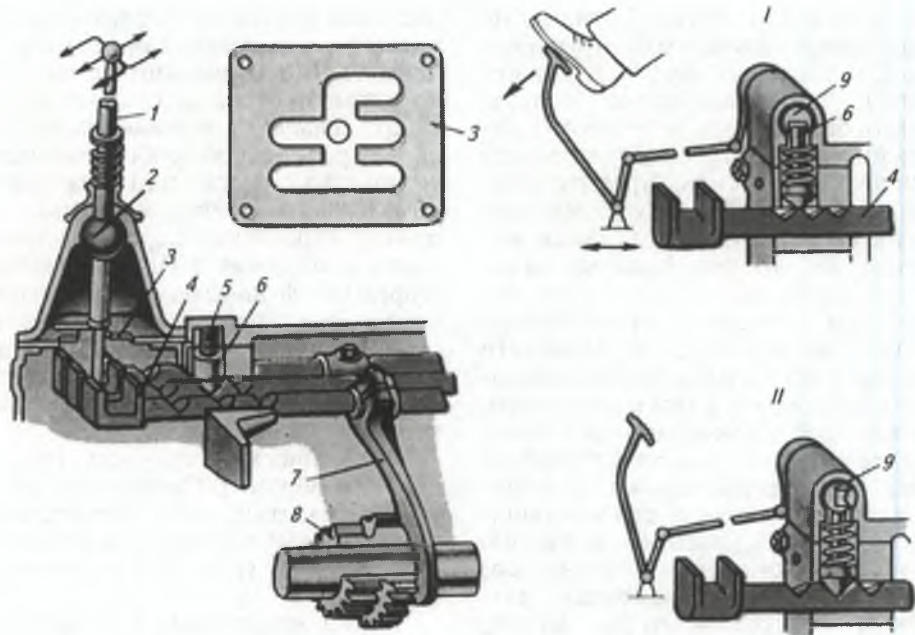


Рис. 107. Механизм переключения и блокировки коробки передач:

1 — рычаг переключения передач; 2 — шаровая опора; 3 — кулиса; 4 — переключающий валик; 5 — пружина; 6 — фиксатор; 7 — вилка; 8 — зубчатая каретка; 9 — валик блокировочного механизма; I — муфта сцепления выключена; II — муфта сцепления включена

зан рычагами и тягами с педалью муфты сцепления.

Когда муфта сцепления выключена (педаль нажата), паз валика 9 (рис. 107, I) находится точно над фиксаторами и переключающие валики можно перемещать рычагом переключения передач, отжимая фиксаторы вверх. Если муфта сцепления не выключена или выключена не полностью, то валик 9 занимает такое положение, при котором верхний конец фиксатора упирается в валик, и переключить передачу невозможно (рис. 107, II).

Коробки передач тракторов снабжены устройствами, которые предотвращают пуск пускового двигателя при включенной передаче за счет замыкания первичной обмотки магнето пускового двигателя на «массу».

В трансмиссии тракторов и автомобилей помимо основной коробки передач могут быть установлены ходоуменьшители, реверс-редукторы, раздаточные коробки.

Ходоуменьшители. Они предназначены для получения малых скоростей

движения. На автомобилях, как правило, ходоуменьшители совмещены с раздаточной коробкой (понижающая передача), а на тракторах они могут быть совмещены с коробкой или собраны в отдельном корпусе.

Раздаточная коробка. Ее устанавливают на тракторах и автомобилях с двумя ведущими мостами для распределения крутящего момента между ними.

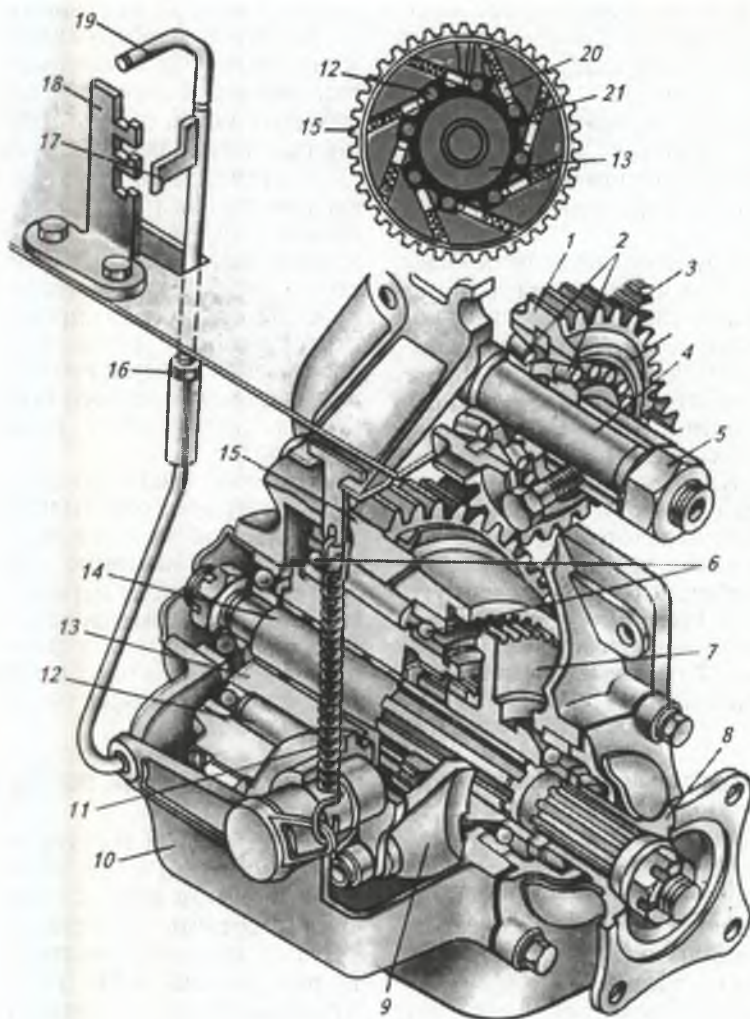
В качестве примера рассмотрим раздаточную коробку трактора МТЗ-82, позволяющую автоматически или принудительно включать или выключать передний ведущий мост. Она представляет собой одноступенчатый редуктор с роликовой муфтой свободного хода одностороннего действия и механизмом отключения, включения и блокировки муфты свободного хода.

В корпусе 10 (рис. 108) на шариковых подшипниках установлен вал 14, на втулке которого свободно вращается внутренняя ведомая обойма 13 муфты свободного хода с внутренними зубьями. На шлицевую часть вала 14 надета зубчатая муфта 7 с большим и малым

Наружной обоймой муфты свободного хода служит зубчатое колесо 15, которое может вращаться относительно обоймы 13 на шариковых подшипниках 6. С внутренней стороны наружной обоймы выполнен зубчатый венец для соединения с большим венцом зубчатой муфты 7. В профильных пазах зубчатого колеса 15 расположены восемь

Зубчатое колесо 15 приводится во вращение от зубчатого колеса 3 вторичного вала коробки передач через промежуточное колесо 1, установленное на оси 4 в расточке корпуса коробки передач.

При движении трактора зубчатое колесо 15 вращается, но вращение на вал 14 от коробки передач не передается, так как внутренняя обойма 13 сидит



1 — промежуточное зубчатое колесо; 2 — подшипники; 3 — зубчатое колесо вторичного вала; 4 — ось; 5 — гайка; 6 — подшипники муфты свободного хода; 7 — зубчатая муфта; 8 — 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

на валу свободно. В этом случае муфта свободного хода отключена.

Включим муфту, установив упор 17 тяги управления в средний паз стойки 18. Вилка 9 частично переместит зубчатую муфту 7 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, получая вращение от ведомого вала коробки передач, будет вращаться медленнее, чем ведомая обойма 13 муфты свободного хода, приводимая во вращение от передних колес трактора через карданную передачу, фланец 8, вал 14 и малый венец зубчатой муфты 7. При этом ролики 12 расклинены, зубчатое колесо 15 и обойма 13 вращаются независимо. Крутящий момент на передний мост не передается.

Как только буксование задних колес достигнет 5 %, скорость трактора снизится, частота вращения передних колес, а следовательно, и ведомой обоймы 13 уменьшится. Когда частоты вращения обоих 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. При прекращении буксования задних колес обоймы муфты свободного хода разъединятся и передача крутящего момента на передний мост прекратится.

Если упор 17 тяги управления 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, тем самым жестко соединив зубчатое колесо 15 с валом 14. Произойдет принудительное включение переднего моста трактора.

Такое включение переднего моста следует применять при трогании трактора с места, движении задним ходом и длительной работе на рыхлых, переувлажненных почвах, когда задние колеса постоянно пробуксовывают.

Техническое обслуживание. Во избежание износа и поломок зубьев шестерен включать передачи перемещением зубчатых колес нужно только при полностью остановленном тракторе.

Техническое обслуживание механической коробки передач заключается в проверке уровня масла и его своевременной замене, выявлении шумов, стуков и перегрева корпусов подшипников. Периодически проверяют и при необходимости регулируют механизм блокировки переключения передач, изменяя длину тяги, соединяющей педаль муфты сцепления с рычагом валика блокировки.

Уровень масла в коробках передач проверяют по контрольной пробке, или масломерной линейке, или смотровому стеклу. При наличии гидравлической системы в коробке передач необходимо постоянно следить за давлением масла. При повышении или понижении давления масла необходимо устранить соответствующие дефекты.

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 неточности изготовления, погрешностях сборки, деформации рам, а также при изменении взаимного расположения сборочных единиц в процессе эксплуатации.

Соединяя валы не жестко, а специальными шарнирами, уменьшают вредные нагрузки на подшипники и этим повышают их долговечность.

В гусеничных тракторах коробка передач и задний мост обычно расположены в одном корпусе или их корпуса жестко соединены между собой, а двигатель 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 тракторах корпуса муфты сцепления, коробки пе-

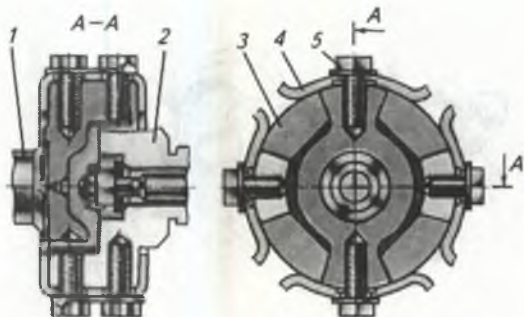


Рис. 109. Одинарное упругое промежуточное соединение:

1 — вал муфты сцепления; 2 — первичный вал коробки передач; 3 — резиновый элемент; 4 — прижим; 5 — болт

редач 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 конструкции последних различные. Длина этих соединений постоянная.

По числу шарниров различают одинарные и двойные промежуточные соединения, т. е. с одним или двумя шарнирами; по конструкции шарниров — 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, состоит из передней вилки, выполненной как одно целое с валом 1 (рис. 109) муфты сцепления, и задней вилки первичного вала 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 применено на тракторах ДТ-75МВ и ДТ-175С. Основная часть этого соединения — две головки. Каждая из них состоит из двух соединенных заклепками и сваркой штампованных дисков 5 (рис. 110), в цилиндрические

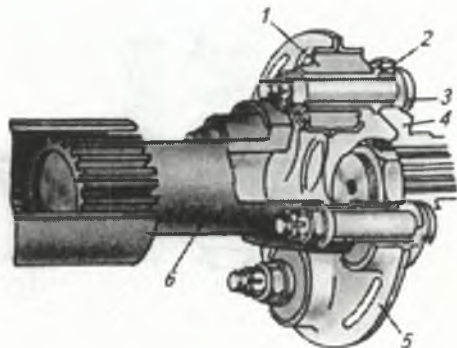


Рис. 110. Головка двойного упругого промежуточного соединения:

1 — упругий элемент; 2 — втулка; 3 — болт; 4 — наружная вилка; 5 — диск; 6 — внутренняя вилка

гнезда которых предварительно вставлены упругие элементы 1 с металлическими втулками 2. Упругие элементы изготовлены из резины с завулканизированным внутри металлическим каркасом из сетки, а снаружи покрыты несколькими слоями прорезиненной ткани.

Вилки 4 и 6 соединяют с головкой крестообразно и крепят болтами 3 с коническими гайками и шплинтами. Головки промежуточного соединения связаны двумя внутренними вилками посредством шлицевого соединения: одна вилка 6 имеет наружные шлицы, а другая — внутреннее. Переднюю наружную вилку соединяют с валом муфты сцепления, а заднюю наружную вилку устанавливают на шлицевой конец ведущего вала ходоуменьшителя, реверс-редуктора, первичного вала коробки передач (ДТ-75МБ, ДТ-75МВ) или вала насосного колеса гидротрансформатора (ДТ-175С).

Жесткое промежуточное соединение представляет собой соединение двух шлицевых валов с помощью шлицевой втулки или такое соединение двух валов, при котором один вал имеет внутреннее шлицы, а другой — наружные. Такие соединения применены на тракторах МТЗ-100, МТЗ-102, Т-150, Т-150К.

Карданные передачи предназначены для передачи крутящего момента между агрегатами, оси валов которых не совпадают или могут смещаться при движении, а также при значительном рас-

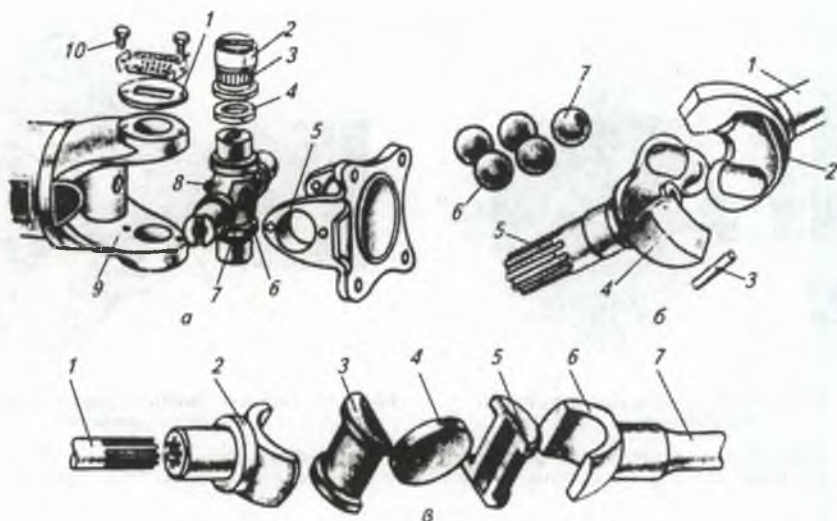


Рис. 111. Карданные шарниры:

a — неравных угловых скоростей: 1 — крышка; 2 — стакан; 3 — игольчатый подшипник; 4 — сальник; 5, 9 — вилки; 6 — предохранительный клапан; 7 — крестовина; 8 — масленка; 10 — болт; *б* — шариковый равных угловых скоростей: 1 — внутренняя полуось; 2, 4 — ведущая и ведомая вилки; 3 — шпилька; 5 — наружная полуось; 6 — ведущие боковые шарики; 7 — центральный шарик; *в* — кулачковый равных угловых скоростей: 1 — наружная полуось; 2, 6 — вилки; 3, 5 — кулачки; 4 — диск; 7 — внутренняя полуось

стоянии между валами. Простая карданная передача состоит из карданных шарниров и вала. Карданные шарниры обеспечивают угловое перемещение карданного вала до 24° , а шлицевые соединения вилок карданного шарнира с валом — изменение расстояния между шарнирами.

По числу карданных шарниров на валу различают одинарные и двойные карданные передачи. В свою очередь карданные шарниры делят на шарниры неравных и равных угловых скоростей.

Карданный шарнир неравных угловых скоростей состоит из вилок 5 и 9 (рис. 111, *a*), 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 кар-

данного 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.

Карданный вал трубчатый, что обеспечивает небольшую массу и достаточную прочность. К концам вала приваривают вилки карданных шарниров или на одном конце вилку, а на другом — шлицевой наконечник. Шлицевое соединение смазывают через масленку и уплотняют сальником. Для защиты соединения от пыли и грязи устанавливают гофрированный резиновый чехол.

Карданные валы должны вращаться без биения, опасность которого тем больше, чем длиннее вал. Для предотвращения биения вала применяют промежуточную опору в виде шарикового подшипника, помещенную в резиновую обойму, закрепляемую жестко на раме. Карданные валы подвергают динамической балансировке.

Рассмотренную карданную передачу применяют на большинстве автомобилей, тракторах ДТ-75Д, ВТ-100Д, ВТ-100Н.

Карданный шариковый шарнир равных угловых скоростей используют в приводе передних ведущих мостов автомобилей семейства ЗИЛ, ГАЗ, УАЗ. Такой шарнир состоит из вилок 2, 4 (рис. 111, б) и шариков: четырех боковых 6 и одного центрального 7. Ведущие боковые шарики расположены в канавках вилок, соединяя их между собой. Для центрирования на торцах вилок предусмотрены сферические углубления, в которые помещают центральный шарик 7, не позволяющий ведущим шарикам выкатываться из канавок. Шпилька 3, вставляемая одним концом в осевой канал вилок, а другим — в отверстие цент-

рального шарика, запирает собранный карданный шарнир.

Карданный кулачковый шарнир равных угловых скоростей применен в приводе передних ведущих колес автомобиля «Урал-5557». Шарнир состоит из кулачков 3 и 5 (рис. 111, в) с наружными цилиндрическими поверхностями. Внутри кулачков выполнены пазы, в которые вставлен диск 4. Цилиндрические шейки кулачков охватываются вилками 2 и 6, имеющими такие же поверхности.

Техническое обслуживание промежуточных соединений и карданных передач заключается в осмотре, подтягивании креплений, смазывании. Для смазывания карданных шарниров применяют трансмиссионное масло, шлицевых соединений — консистентные смазки.

6. ВЕДУЩИЕ МОСТЫ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

Общие сведения. Ведущие мосты предназначены для трансформации, распределения и передачи вращательного движения от вторичного вала коробки передач или раздаточной коробки к ведущим колесам, а также для сообщения поступательного движения к несущей системе (остову).

Ведущие мосты колесных тракторов и автомобилей состоят из главной передачи, дифференциала, валов ведущих колес (полуосей) и конечных передач. В легковых и грузовых автомобилях малой и средней грузоподъемности конечных передач нет.

Число ведущих мостов определяется колесной формулой трактора (3К2, 4К2, 4К4) или автомобиля (4×2 , 4×4 , 6×4 , 6×6), где первая цифра означает общее число колес, а вторая — число ведущих колес (сдвоенные колеса считают за одно колесо).

На полноприводные тракторы с колесной формулой 4К4 (Т-30А, ВТЗ-2032А, ВТЗ-2048А, Т-40АМ, МТЗ-82, МТЗ-102, Т-150К, К-701) устанавливают два ведущих моста (передний и задний), на полноприводные автомобили типа 4×4 (ВАЗ-2121, УАЗ-3151, ГАЗ-66) — два моста, на автомобили типа 6×6 (ЗИЛ-131, КамАЗ-4310, «Урал-5557») — три ведущих моста.

Главная передача служит для изменения на угол 90° направления передаваемого вращательного движения, увеличения передаточного числа трансмиссии и передачи вращения к дифференциалу. По числу пар зубчатых колес различают главные передачи: *одинарные* и *двойные*, по типу зубчатого соединения — *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 семейства УАЗ и ЗАЗ, колесных тракторах МТЗ-80, МТЗ-100, Т-150К, К-701, одинарные гипоидные передачи — на автомобилях ГАЗ-53-12, ГАЗ-66, «Волга», семейств

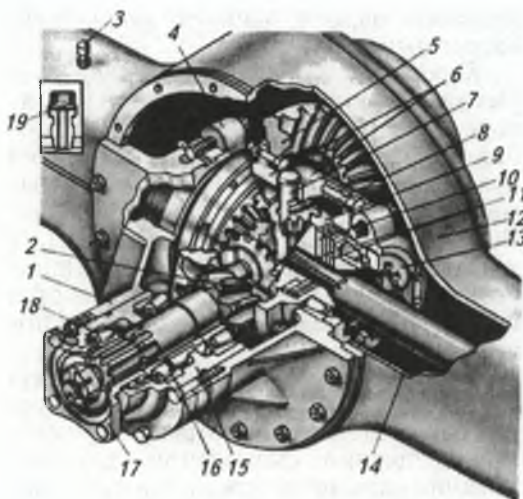


Рис. 112. Главная передача и дифференциал трактора Т-150К:

1—картер главной передачи; 2—ведущее коническое зубчатое колесо; 3—сапун; 4—крышка подшипника; 5—ведомое коническое зубчатое колесо; 6—чашка дифференциала; 7—ось сателлита (палец); 8—сателлит; 9—коническое зубчатое колесо; 10—ведущий диск; 11—ведомые диски; 12—корпус моста; 13—регулирующая гайка; 14—вал привода ведущего колеса; 15—стакан; 16—прокладка; 17—фланец; 18—болт-съемник; 19—уплотняющая шайба

«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 переднеприводных автомобилях семейства ВАЗ, тракторах Т-25А, Т-30А, самоходных шасси Т-16М, ВТЗ-30СШ.

В качестве примера рассмотрим устройство и работу одинарной главной передачи трактора Т-150К. Эта передача состоит из пары конических зубчатых колес со спиральными зубьями. Ведущее коническое зубчатое колесо 2 (рис. 112) изготовлено совместно с ведущим валом. Оно вращается в двух конических роликовых подшипниках, расположенных в стакане 15. Последний отцентрирован относительно картера 1 и прикреплен к нему болтами. На шлицевой конец вала надет фланец 17 для соединения с фланцем карданной передачи. Фланец 17 закреплен шайбой и гайкой, которая одновременно

но затягивает внутренние обоймы конических роликовых подшипников. Осевой зазор в подшипниках регулируют прокладками 16.

Ведомое коническое зубчатое колесо 5 специальными болтами крепят к бурту корпуса дифференциала, и оно вращается вместе с ним в конических роликовых подшипниках, установленных в разъемных гнездах корпуса 6 и крышек 4. Конические подшипники и одновременно зазор в зацеплении конических зубчатых колес регулируют гайками 13 только при замене деталей.

Двойные главные передачи состоят из двух зубчатых передач: конической и цилиндрической. Цилиндрическая выполняет функцию конечной передачи — снижает частоту вращения ведущих колес, увеличивает крутящий момент. Двойная главная передача может быть *центральной*, когда обе пары зубчатых колес размещены в одном корпусе, и *разнесенной*, когда цилиндрическая пара зубчатых колес находится в приводе каждого ведущего колеса.

Двойные центральные главные передачи устанавливают на автомобилях ЗИЛ-130, ЗИЛ-131, «Урал-5557», КамАЗ-4310, КамАЗ-5320, разнесенную — на автомобиле МАЗ-5335.

Устройство и принцип действия двойной главной передачи рассмотрим на примере двойной центральной главной передачи автомобиля КамАЗ-5320. Ведущее коническое зубчатое колесо 21 (рис. 113) главной передачи установлено на шлицах ведущего вала 22, который вращается в двух конических 18 и 20 и одном цилиндрическом роликовых подшипниках, расположенных в расточках картера 1 главной передачи. Ведущий вал 22 приводится во вращение от межосевого дифференциала карданной передачей, 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 одно целое с валом, вращается в двух конических 4, 6 и одном цилиндрическом 15 роликовых подшипниках. Конические подшипники регулируют, подбирая регулировочные шайбы 7 и 19

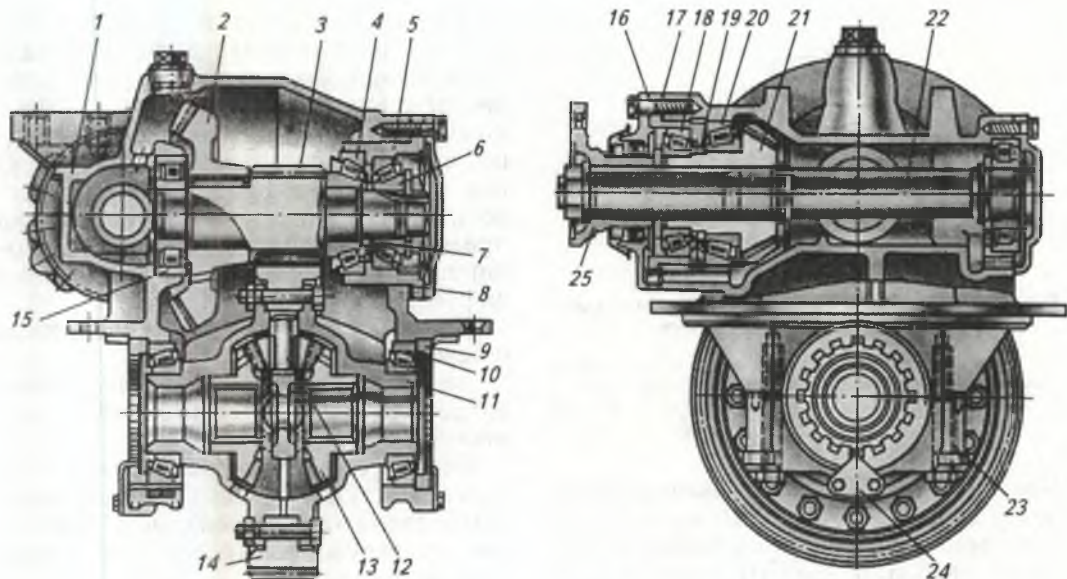


Рис. 113. Главная передача и дифференциал заднего моста автомобиля КамАЗ-5320:

1 — картер главной передачи; 2 — ведомое коническое зубчатое колесо; 3 — ведущее цилиндрическое зубчатое колесо; 4, 6, 10, 18, 20 — конические роликовые подшипники; 5 — стакан подшипников; 7, 19 — регулировочные шайбы; 8, 17 — регулировочные прокладки; 9 — регулировочная гайка; 11 — корпус дифференциала; 12 — крестовина; 13 — коническое зубчатое колесо; 14 — зубчатый венец; 15 — цилиндрический роликовый подшипник; 16 — прокладка; 21 — ведущее коническое зубчатое колесо; 22 — ведущий вал главной передачи; 23 — крышка подшипника; 24 — стопор; 25 — фланец

необходимой толщины. Зацепление конических зубчатых колес регулируют только при их замене, подбирая регулировочные прокладки 8 и 17 требуемой толщины.

Ведущее цилиндрическое колесо 3 находится в зацеплении с ведомым зубчатым венцом 14. Ступицей последнего служит разъемный корпус 11 дифференциала, который установлен в двух конических роликовых подшипниках 10, регулируемых гайками 9.

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 колесо проходит меньший путь, а наружное — больший. Чем круче поворот и больше ширина колеи, тем больше разность частот вращения колес.

При прямолинейном движении по неровной дороге, неодинаковом давлении воздуха в шинах или разном износе протектора ведущие колеса также должны вращаться с различной, но строго дифференцированной частотой. Поэтому в ведущих мостах колесных тракторов и автомобилей устанавливают дифференциал, который предназначен для увеличения частоты вращения одного колеса за счет равного уменьшения частоты вращения другого колеса.

Чтобы ведущие колеса трактора или автомобиля при повороте могли иметь разную частоту вращения, их устанавливают на двух самостоятельных ведущих валах, иногда называемых полуосями.

Рассмотрим схему работы симметричного дифференциала с коническими зубчатыми колесами. На корпусе 1 (рис. 114) дифференциала жестко установлено ведомое коническое зубчатое колесо 2 главной передачи. Внутри корпуса установлены два конических зубчатых колеса 4 и 8, которые шлицевым соединением связаны с валами 5 и

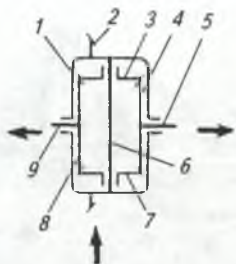


Рис. 114. Схема простого дифференциала с коническими зубчатыми колесами:

1 — корпус дифференциала; 2 — ведомое коническое зубчатое колесо главной передачи; 3, 7 — сателлиты; 4, 8 — конические зубчатые колеса; 5, 9 — валы ведущих колес; 6 — крестовина

9 ведущих колес, а также два или четыре сателлита 3 и 7, которые входят в зацепление с зубчатыми колесами 4 и 8 и могут свободно вращаться на цапфах крестовины 6. Последняя неподвижно закреплена в корпусе дифференциала.

При прямолинейном движении трактора или автомобиля по ровной опорной поверхности сопротивление вращению ведущих колес одинаково и частоты вращения левого и правого ведущих колес равны частоте вращения корпуса дифференциала. В этом случае сателлиты не вращаются вокруг своих осей.

Если сопротивление вращению одного из колес трактора или автомобиля возрастает (например, при повороте возрастает сопротивление вращению внутреннего колеса), то его вращение вместе с ведущим валом и коническим зубчатым колесом замедляется. 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 автомобиля, увеличивая его частоту вращения. Вращающиеся сателлиты ускоряют вращение одного колеса настолько, насколько замедлилось вращение другого колеса.

Дифференциал оказывает и отрицательное влияние. При большом сопро-

тивлении движению и разных силах трения колес о почву дифференциалу легче вращать колесо с худшими условиями сцепления, чем катить второе колесо. Поэтому колесо, которое трудно вращать, останавливается, а другое — буксует (вращается вдвое быстрее). Для устранения этого недостатка применяют различные механизмы блокировки, т. е. механизмы выключения дифференциала.

Классифицируют дифференциалы по следующим признакам:

по конструкции — с коническими зубчатыми колесами, кулачковые, червячные;

месту установки — межколесный (в одном мосту), межосевой (между ведущими задними мостами), межбортовой (между ведущими колесами с одной стороны);

наличию механизма блокировки — без блокировки, с блокировкой, самоблокирующиеся;

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.

Межколесный дифференциал трактора Т-150К с коническими зубчатыми колесами, самоблокирующийся, повышенного трения. В корпусе дифференциала, собранном из двух фланцев и чашек 6 (см. рис. 112), расположены два конических зубчатых колеса 9 и четыре сателлита 8, свободно надетых на цапфы двух плавающих пальцев 7. Сателлиты входят в зацепление с зубчатыми колесами 9. Под торцы сателлитов установлены опорные шайбы, а между торцами конических зубчатых колес 9 и фланцами — по четыре стальных диска 10 и 11. Диски 11 (ведомые) внутренними шлицами соединены со шлицевыми концами валов привода ведущих колес трактора, а диски 10 (ведущие) наружными шлицами — со шлицами фланцев.

Стальные диски 10 и 11 обеспечивают блокировку дифференциала за счет сил трения между ними. При неодинаковом сопротивлении вращению веду-

щих колес трактора оси сателлитов перемещаются по пазам-скосам в корпусе дифференциала и сжимают фрикционные диски 10 и 11. При этом крутящий момент будет передаваться дополнительно за счет сил трения сжатых дисков, через которые будут блокироваться зубчатые колеса с корпусом дифференциала. Коэффициент блокировки пропорционален разности сопротивлений вращению ведущих колес.

Дифференциал заднего моста автомобиля КамАЗ-5320 собран в корпусе 11 (см. рис. 113), 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 сателлиты с бронзовой втулкой. Внутри корпуса установлены два конических зубчатых колеса 13, которые находятся в зацеплении с сателлитами. Ступицы колес 13 внутренними шлицами соединены со шлицевыми

концами валов ведущих колес автомобиля. Для уменьшения трения под торцовые поверхности сателлитов и зубчатых колес 13 установлены шайбы.

Межосевой дифференциал автомобиля КамАЗ-5320 распределяет вращательное движение от вторичного вала коробки передач через карданную передачу между средним и задним ведущими мостами и обеспечивает различную частоту вращения колес этих мостов. Дифференциал собран в картере 6 (рис. 115). Корпус дифференциала состоит из передней 8 и задней 23 чашек, соединенных болтами 26. На наружные шлицы хвостовика чашки 8 установлен фланец 3, к которому прикреплена карданная передача. На хвостовике задней чашки 23 выполнен зубчатый венец для соединения с зубчатой муфтой 20 блокировки дифференциала.

Внутри корпуса дифференциала вращаются два конических зубчатых колеса 22 и 25 привода соответственно среднего и заднего ведущих мостов.

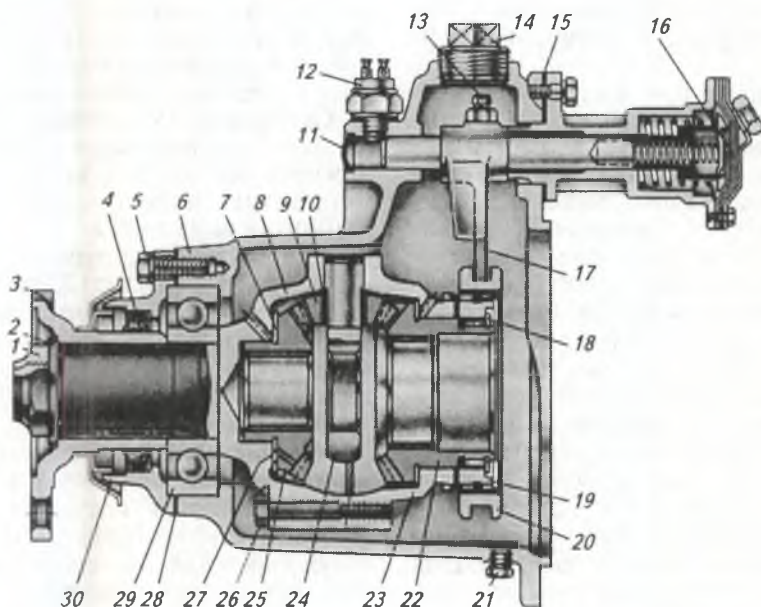


Рис. 115. Межосевой дифференциал автомобиля КамАЗ-5320:

1 — гайка крепления фланца; 2 — шайба; 3 — фланец; 4 — сальник; 5 — болт; 6 — картер; 7, 10 — опорные шайбы; 8 — передняя чашка; 9 — сателлит с бронзовой втулкой; 11 — заглушка; 12 — выключатель; 13 — установочный винт; 14 — пробка заливного отверстия; 15, 28 — прокладки; 16 — диафрагма; 17 — вилка; 18 — стопорное кольцо; 19 — внутренняя зубчатая муфта; 20 — муфта блокировки; 21 — пробка сливного отверстия; 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 — шариковый подшипник; 30 — крышка подшипника

Зубчатое колесо внутренними шлицами 22 соединено с шлицевым хвостовиком ведущего конического зубчатого колеса главной передачи среднего ведущего моста, которое выполнено пустотелым. Внутри этого колеса проходит вал привода заднего ведущего моста. Одним шлицевым концом вал соединяется с внутренними шлицами зубчатого колеса 25, а другим концом — с внутренними шлицами фланца карданной передачи, передающей вращение главной передаче заднего моста.

Конические зубчатые колеса 22 и 25 находятся в постоянном зацеплении с четырьмя сателлитами 9, сидящими свободно на цапфах крестовины 24. Под торцы всех зубчатых колес установлены опорные шайбы 7 и 10.

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 конического зубчатого 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 (на рис. 115 влево). Муфта 20, соединяясь шлицами с зубчатым венцом задней чашки 23, блокирует межосевой дифференциал, т. е. препятствует вращению сателлитов вокруг своих осей, заставляя их вращать зубчатые колеса 22 и 25 с одинаковыми частотами вращения. При перемещении штока замыкает контакты выключателя 12, включая тем самым контрольную лампу на щитке приборов.

При выключении блокировки диафрагменная камера сообщается с атмосферой, шток с вилкой 17 и муфта 20 возвращаются в начальное положение под действием возвратной пружины большего диаметра.

Конечные передачи. Они предназначены для уменьшения частоты вращения и увеличения крутящего момента ведущих колес, а в некоторых случаях и для изменения дорожного просвета (в пропашных тракторах). Их устанавливают на всех тракторах и некоторых грузовых автомобилях большой грузоподъемности.

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

Например, конечная передача трактора К-701 представляет собой планетарный редуктор с прямозубыми цилиндрическими зубчатыми колесами. Солнечное зубчатое колесо 23 (рис. 116) закреплено на шлицах ведущего вала 25 стопорными кольцами и находится в постоянном зацеплении с тремя сателлитами 18, которые вращаются на роликовых подшипниках, установленных 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 прикреплен тормозной барабан 16, а к водилу — ведущее колесо трактора.

Сателлиты 18 одновременно зацепляются с внутренними зубьями неподвижного коронного колеса 17, посаженного на шлицы кожуха 15, выполненного в виде трубы.

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 вместе с закрепленным на нем ведущим колесом трактора.

Передние ведущие мосты. В тракторах Т-150К и К-701 передние ведущие мосты имеют одинаковую конструкцию с задними ведущими мостами. Особенность конструкции передних ведущих мостов универсально-пропашных тракторов — расположение балки моста выше оси ведущих колес.

Передние ведущие мосты автомобилей имеют унифицированные с задними мостами главную передачу и дифференциал, но отличаются от задних наличием поворотных кулаков и шарниров равных угловых скоростей.

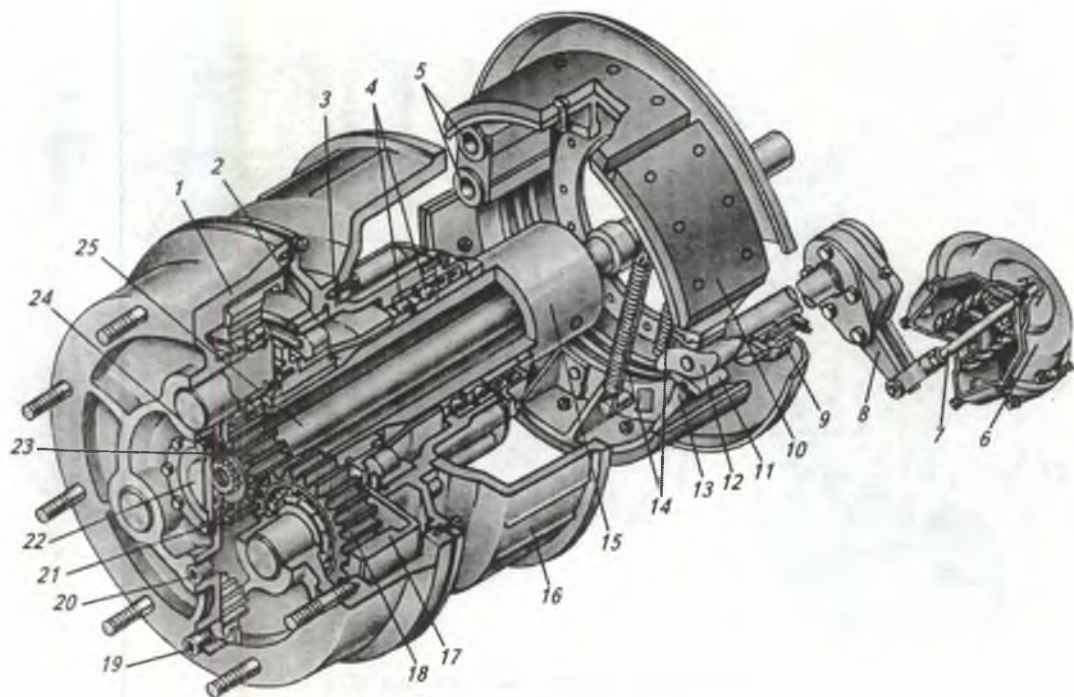


Рис. 116. Конечная передача трактора К-701:

1 — водило; 2 — роликовый подшипник; 3 — ступица; 4, 24 — шариковые подшипники; 5 — эксцентриковые оси; 6 — тормозная камера; 7 — шток; 8 — рычаг тормоза; 9 — суппорт; 10 — накладка; 11 — сухарь; 12 — разжимной кулак; 13 — колодка тормоза; 14 — пружина; 15 — кожух; 16 — тормозной барабан; 17 — коронное зубчатое колесо; 18 — сателлит; 19 — пробка сливного отверстия; 20 — контрольная пробка; 21 — прокладка; 22 — крышка; 23 — солнечное зубчатое колесо; 25 — ведущий вал

В качестве примера рассмотрим устройство и работу переднего ведущего моста трактора МТЗ-102. Этот мост состоит из главной передачи, дифференциала, валов ведущих колес, вертикальных валов и колесных редукторов. Корпус 7 (рис. 117) переднего моста соединен с передним брусом (поперечиной) трактора двумя соосными полыми осями, на которых мост вместе с колесами может качаться в поперечной плоскости трактора.

Главная передача — пара конических зубчатых колес 6 и 12 со спиральными зубьями. Ведущее колесо 12 установлено в стакане на двух конических роликовых подшипниках. Ведомое коническое зубчатое колесо 6 установлено на шлицах и центрирующем пояске корпуса дифференциала и зафиксировано гайкой от осевого смещения.

Дифференциал самоблокирующий, повышенного трения. Корпус 11

дифференциала 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 привода ведущих валов, нажимные чашки, фрикционные ведущие и ведомые диски.

Дифференциал работает следующим образом. Когда трактор движется прямолинейно по ровной поверхности и ведущие колеса испытывают одинаковое сопротивление, он работает как обычный дифференциал (рис. 118, I). При включении дифференциала в работу (разное сопротивление вращению ведущих колес при прямолинейном движении трактора) оси 3 сателлитов под нагрузкой перемещаются по пазам-скосам (рис. 118, II) в корпусе дифференциала на величину зазора между фрикционными дисками 7 и 8. От

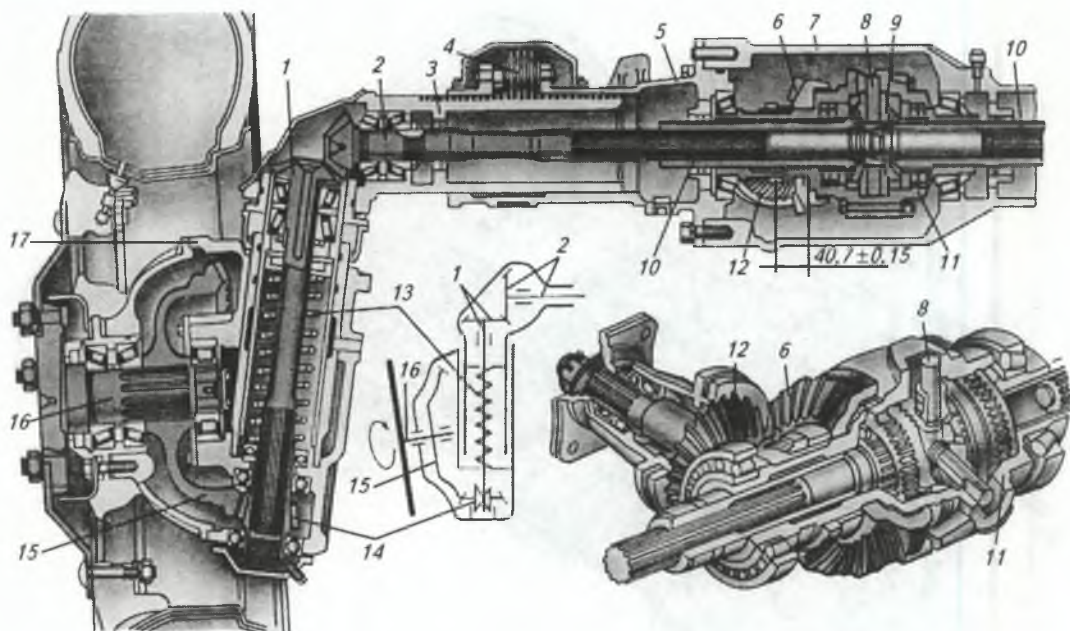


Рис. 117. Передний ведущий мост трактора МТЗ-102:

1 — вертикальный вал; 2 — вал ведущего колеса; 3 — выдвижной корпус; 4 — червяк; 5 — крышка корпуса; 6 — ведомое зубчатое колесо главной передачи; 7 — корпус переднего моста; 8 — ось; 9 — сателлит; 10 — шлицевая ступица конического зубчатого колеса дифференциала; 11 — корпус дифференциала; 12 — ведущее коническое зубчатое колесо главной передачи; 13 — пружина; 14 — ведущее коническое зубчатое колесо конечной передачи; 15 — ведомое коническое зубчатое колесо конечной передачи; 16 — фланец диска колеса; 17 — корпус редуктора

осей 3 усилие передается на сателлиты 4, которые нажимают на чашки 6, а те, в свою очередь, сжимают диски 7 и 8 до упора в корпус. При этом крутящий момент будет передаваться не только через зубья сателлитов, но и через сжатые диски за счет сил трения.

При повороте трактора с включен-

ным передним мостом, когда внешние силы превысят силы трения между фрикционными дисками, они начинают пробуксовывать, не мешая повороту.

Вал 2 (см. рис. 117) ведущего колеса шлицевым хвостовиком соединен со шлицевой ступицей 10 конического зубчатого колеса дифференциала. Коническое зубчатое колесо, изготовленное как одно целое с валом 2, входит в зацепление с таким же зубчатым колесом вертикального вала 1 колесного редуктора. Вал 2 вращается в двух роликовых конических подшипниках, установленных в выдвижных корпусах 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 размещен в расточке трубы шкворня. Фланец трубы посадочной частью вставляют в расточку корпуса 3 и крепят к нему болтами вместе с корпусом уплотнения. Труба опи-

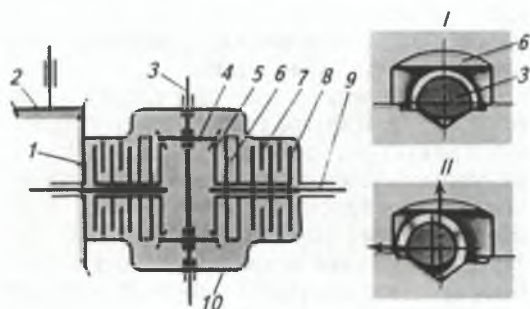


Рис. 118. Схема самоблокирующегося дифференциала:

1, 2, 5 — конические зубчатые колеса; 3 — ось; 4 — сателлит; 6 — чашка; 7 — ведущий диск; 8 — ведомый диск; 9 — вал ведущего колеса; 10 — корпус; I — дифференциал не заблокирован; II — дифференциал заблокирован

рается на пружину 13 подвески и входит в гильзу шкворня, запрессованную в корпус 17 редуктора. Нижний конец пружины упирается в стакан шарикового подшипника, установленного в корпусе 17 редуктора, что обеспечивает подрессоривание переднего моста.

Нижняя коническая пара зубчатых колес (конечная передача) состоит из ведущего зубчатого колеса 14, установленного на двух шариковых подшипниках в корпусе 17, 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.

Передний ведущий мост приводится в действие от вторичного вала коробки передач через зубчатую муфту, многодисковую фрикционную гидроуправля-

емую муфту и карданную передачу. Включается и отключается передний мост гидроуправляемой муфтой как автоматически, так и принудительно. Автоматически мост включается в зависимости от буксования задних колес только при движении трактора вперед, принудительно — как при движении вперед, так и назад.

Основные возможные неисправности и техническое обслуживание. При эксплуатации тракторов и автомобилей возможны появления шумов и стуков, повышенного нагрева. Поэтому необходимо систематически просматривать и прослушивать задние мосты, устранять обнаруженные подтеки, периодически проверять и доливать масло до требуемого уровня. При появлении шумов проверяют и при необходимости регулируют конические роликовые подшипники.

7. ВЕДУЩИЕ МОСТЫ ГУСЕНИЧНЫХ ТРАКТОРОВ. МЕХАНИЗМЫ ПОВОРОТА

Общие сведения. Ведущие мосты гусеничных тракторов состоят из главной передачи, механизмов поворота, тормозов, валов ведущих колес (звездочек) и конечных передач.

Главная передача гусеничных тракторов одинарная и состоит из пары конических зубчатых колес, причем, как правило, ведущее зубчатое колесо и вторичный вал коробки передач представляют собой единое целое.

Механизмы заднего моста размещены в корпусе, разделенном перегородками на три отсека. В среднем отсеке размещено ведомое коническое зубчатое колесо главной передачи, которое устанавливают на планетарный механизм поворота (тракторы ДТ-75Д, ДТ-75МВ, ДТ-175С, ВТ-100Н, ВТ-100Д, Т-4А) или на вал главной передачи (тракторы Т-70С, Т-130М). Так, в тракторе Т-70С ступица ведомого зубчатого колеса 8 (рис. 119) главной передачи установлена на шлицах вала 15 заднего моста и вращается в двух конических роликовых подшипниках, установленных в стаканах 6 и 9, которые закреплены в расточках перегородок корпуса заднего моста. Осевой зазор в подшипниках регулируют, изменяя

число прокладок 4 одинаковой толщины под фланцами стаканов 6 и 9.

Механизмы поворота предназначены для осуществления плавного или крутого поворота, а также торможения гусеничного трактора. Плавный поворот происходит при прекращении передачи вращательного движения той ведущей звездочке, в сторону которой поворачивается трактор. Крутой поворот происходит при торможении остановочным тормозом отключенной гусеничной цепи.

В качестве механизма поворота используют планетарные механизмы или фрикционные сухие многодисковые муфты с ленточными тормозами.

Конечные передачи дополнительно уменьшают частоту вращения ведущих звездочек и представляют собой одноступенчатый, двухступенчатый или планетарный редуктор.

Механизм поворота трактора Т-70С представляет собой две сухие фрикционные многодисковые постоянно замкнутые муфты, которые передают значительные крутящие моменты на конечные передачи и звездочки трактора.

Муфты поворота расположены в крайних сухих отсеках заднего моста.

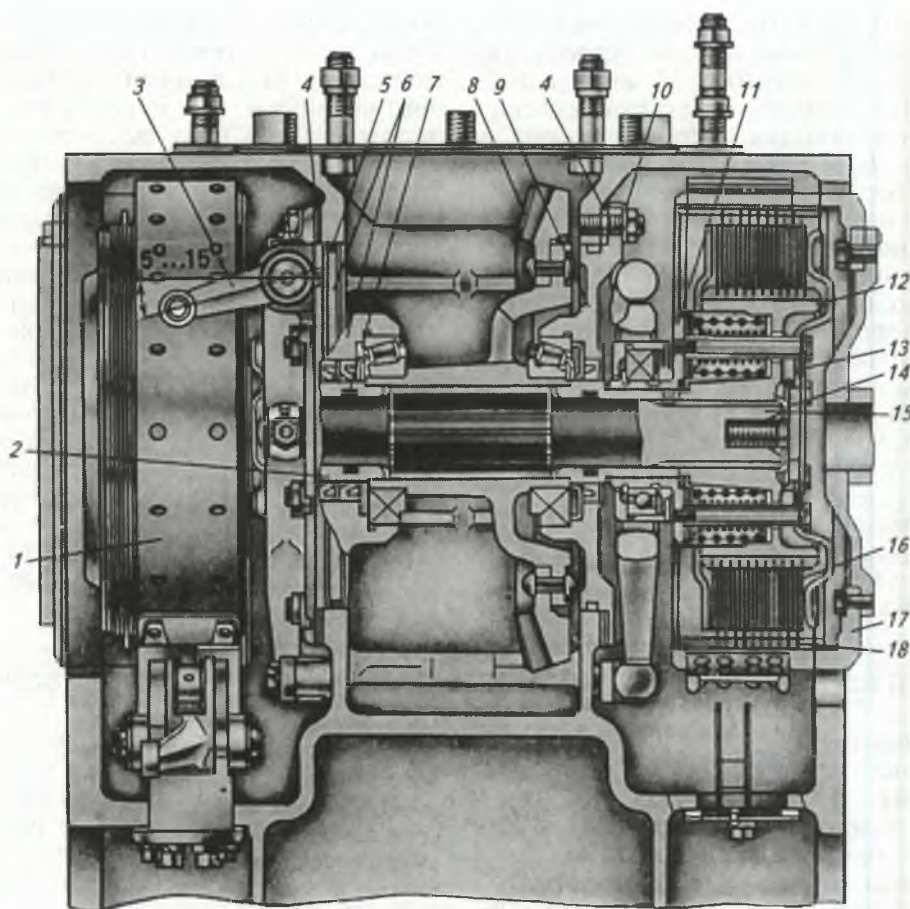


Рис. 119. Задний мост трактора Т-70С:

1 — тормозная лента; 2 — распорная втулка; 3 — рычаг муфты поворота; 4 — регулировочные прокладки; 5, 7 — уплотнительные кольца; 6 — левый стакан подшипника; 8 — ведомое зубчатое колесо главной передачи; 9 — правый стакан подшипника; 10 — стопорная шайба; 11 — отжимной 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

Ведущая часть муфты — барабан 12 (см. рис. 119), установленный на шлицах ведущего вала 15. Ступица барабана упирается в распорную втулку 2 и фиксируется в этом положении болтом со стопорной шайбой 14. На наружной цилиндрической поверхности барабана 12 сделаны продольные канавки, в которые установлены внутренними зубцами тонкие стальные ведущие диски 16. К торцу ведущего барабана с одной стороны прикреплен болтами фланец барабана.

Между ведущими дисками размещены ведомые диски 18, фрикционные накладки с обеих сторон которых вы-

полнены из порошковых (металлокерамических) материалов. 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 — в ведущий барабан 12 через термоизоляционные шайбы. Ведущие и ведомые диски сжаты пружинами, и вращение с ведущего вала 15 передается ведомому барабану 17 и ведущему валу конечной передачи. В этом положении трактор движется прямолинейно.

При повороте трактора выключают соответствующую муфту поворота. Для этого поворачивают рычаг 3, который через двуплечий рычаг и хомут перемещает отводку с отжимным подшипником, который перемещает отжимной диск 11, сжимает пружины и освобождает пакет фрикционных дисков; муфта поворота выключается, и вращение на ведущую звездочку не передается.

При крутом повороте необходимо затормозить ведомый барабан муфты, а следовательно, и конечную передачу с ведущей звездочкой. Для этого наруж-

ные поверхности барабанов 17 охватываются тормозными лентами 1 с фрикционными накладками. При нажатии на педаль тормоза тормозная лента затягивается и ведомый барабан затормаживается.

Механизм поворота тракторов ДТ-75МВ, ДТ-75Д, ДТ-175С, ВТ-100 представляет собой планетарный редуктор. Ведомое коническое зубчатое колесо 20 (рис. 120) 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 шариковых подшипника 4, наружные обоймы которых запрессованы в его расточки, а внутренние обоймы установлены на стаканах 1. Последние прикреплены болтами к перегородкам корпуса заднего моста.

На внутренней поверхности коронного зубчатого колеса имеются два зуб-

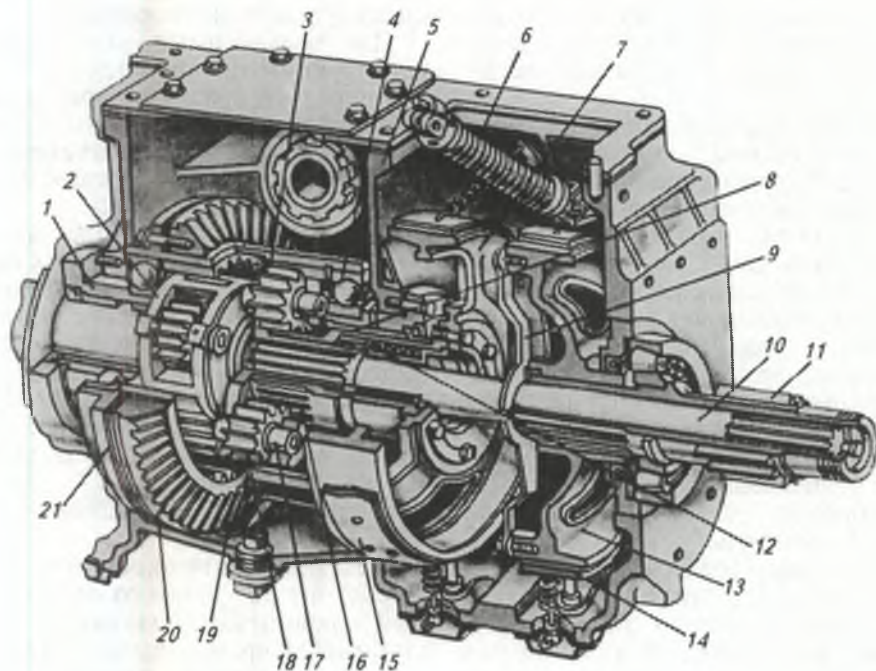


Рис. 120. Задний мост трактора ДТ-175С:

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 зубчатого колеса; 8 — бронзовая втулка; 9 — замковая пластина; 10 — ведущий вал; 11 — ведущее зубчатое колесо конечной передачи; 12 — уплотнительное устройство; 13 — шкив остановочного тормоза; 14, 15 — тормозные ленты; 16 — солнечное зубчатое колесо; 17 — ось; 18 — сателлит; 19 — маслоуспокоитель; 20 — ведомое коническое зубчатое колесо главной передачи; 21 — регулировочные прокладки

чатых венца. В постоянном зацеплении с каждым зубчатым венцом коронного 3 и солнечного 16 колес находятся три сателлита 18. Сателлиты вращаются в игольчатых подшипниках осей 17, запрессованных в двух корпусах, называемых водилами 2. С обеих сторон каждого сателлита установлены стальные шайбы, ограничивающие его перемещение и износ торцов водила. Оси сателлитов от смещений удерживаются штифтами.

Со ступицами солнечных зубчатых колес 16 жестко соединены болтами 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 внутренний шлицевой конец ведущего зубчатого колеса 11 конечной передачи установлен шкив 13 остановочного тормоза. Осевое смещение шкива ограничено замковыми пластинами 9.

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. 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.

Планетарный механизм поворота работает следующим образом. При прямолинейном движении 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. Вместе с водилами вращаются ведущие валы 10, которые через конечные пере-

дачи 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 солнечного зубчатого колеса нажимают на педаль остановочного тормоза с этой же стороны и затормаживают шкив 13, конечную передачу и гусеничную цепь. Трактор круто поворачивается вокруг заторможенной гусеничной цепи.

Задний мост трактора Т-150 состоит из сварного корпуса 4 (рис. 121), в средней части которого закреплены два картера 5 с главными передачами. Корпус заднего моста выполняет функцию задней поперечины рамы и прикреплен к ней бутельными зажимами.

Две независимые, одинаковые по конструкции главные передачи служат для передачи вращательного движения правому и левому ведущим валам заднего моста, а от них к планетарным редукторам (конечным передачам) и звездочкам гусеничных цепей.

Главная передача представляет собой пару конических зубчатых колес со спиральными зубьями. Изготовленное совместно с валом ведущее коническое зубчатое колесо 20 вращается в двух конических роликовых подшипниках 17, расположенных в стакане 19. Затяжку подшипников регулируют прокладками 18. На шлицевый хвостовик зубчатого колеса 20 надет фланец 11, к которому присоединяют фланец карданной передачи.

Ведомое коническое зубчатое колесо состоит из зубчатого венца 6, который призонными болтами крепится к ступице 24, вращающейся в двух конических роликовых подшипниках 17. Внутренними шлицами эти ступицы соединены с ведущими валами 1 заднего моста. На наружных шлицевых хвостовиках этих валов установлены солнечные зубчатые колеса планетарных редукторов (конечных передач).

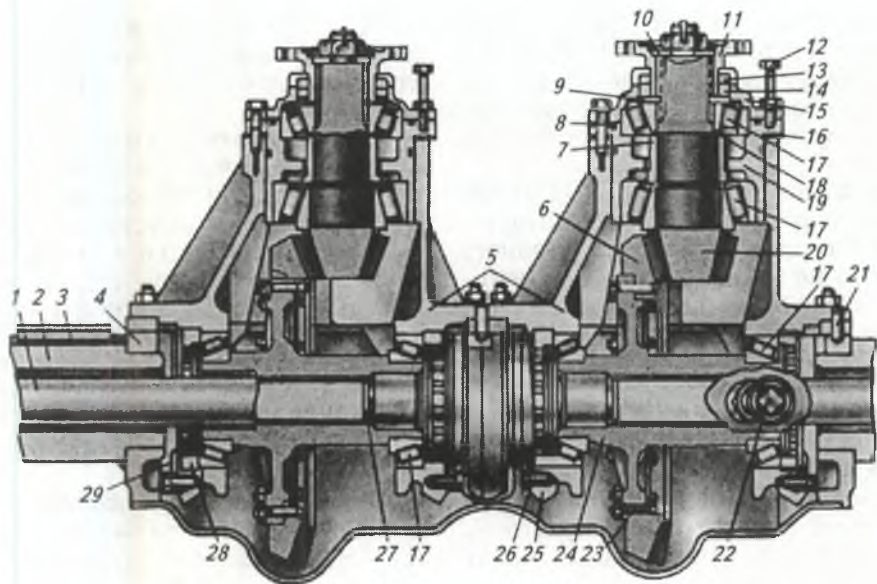


Рис. 121. Задний мост трактора Т-150:

1 — ведущий вал заднего моста; 2 — вал-ступица; 3 — призматическая шпонка; 4 — корпус; 5 — картер; 6 — зубчатый венец ведомого 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, 18 — регулировочные прокладки; 17 — конические роликовые подшипники; 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

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 установлен не один, как обычно, а два одинаковых вторичных вала.

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:

Сочетание передач на вторичных ва- лах коробки пере- дач	I—IV	I—III, II—IV	I—II, II—III, III—IV
Радиус поворота, м	5	7	13

Второй способ поворота состоит в том, что на одном вторичном валу

включается какая-либо передача, а на другом валу — выключаются передачи. Происходит поворот с нефиксируемым радиусом. Если при этом дополнительно затормозить выключенный вторичный вал установленным на нем ленточным тормозом, то произойдет крутой поворот трактора. Плавное выключение гидropоджимной муфты коробки передач происходит при повороте рулевого колеса до щелчка шарикового фиксатора на рулевой колонке, а включение ленточного тормоза вторичного вала — при повороте рулевого колеса на больший угол.

Конечные передачи гусеничных тракторов расположены в отдельных корпусах. На тракторах Т-70С и Т-130М — это двухступенчатый редуктор с цилиндрическими зубчатыми колесами. Благодаря такой конструкции на пропашном тракторе Т-70С конечная передача увеличивает не только крутящий момент, но и дорожный просвет.

На тракторе Т-150 конечная передача представляет собой планетар-

ный редуктор, а на тракторах ДТ-75Д, ДТ-75МВ, ВТ-100, ВТ-100Н, ДТ-175С, Т-4А — одноступенчатый понижающий редуктор, состоящий из двух цилиндрических зубчатых колес постоянного зацепления.

Конечная передача трактора ДТ-75МВ собрана в корпусе 9 (рис. 122), который прикреплен болтами к корпусу заднего моста. Ведущее зубчатое колесо 8, изготовленное совместно с валом, вращается в двух роликовых подшипниках. Ведомое зубчатое колесо состоит из зубчатого венца 12 и ступицы 14, которые соединены призонными болтами. Ступица 14 установлена на шлицах вала 2 звездочки 1. Вал 2 вращается в шариковом и роликовом подшипниках, запрессованных в стакан 15 и в расточку корпуса 9. Стакан подшипника вместе

с опорой 16 закреплен болтами на корпусе конечной передачи. Опора 16 прикреплена бугелем 17 к корпусу заднего моста.

К наружному фланцу вала 2 шестью болтами прикреплена звездочка 1. Для предотвращения вытекания масла из конечной передачи установлено уплотнительное устройство 4, которое состоит из корпуса 6, двух стальных уплотнительных колец, пружины и резинового чехла. Защитный козырек предохраняет уплотнение от попадания грязи.

В верхней части конечной передачи находится стальная накладка 10, предохраняющая корпус от протирания гусеничной цепью.

В конечной передаче тракторов ВТ-100Д и ВТ-100Н в отличие от трактора ДТ-75МВ ведомое зубчатое колесо

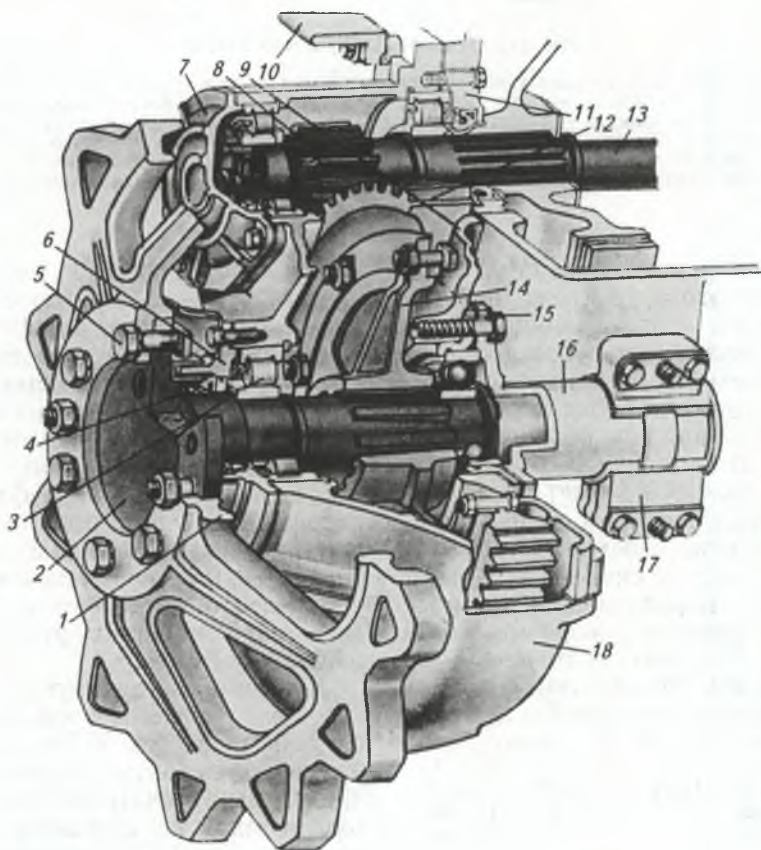


Рис. 122. Конечная передача трактора ДТ-75МВ:

1 — ведущая звездочка; 2 — вал ведущей звездочки; 3 — роликовый подшипник; 4 — уплотнительное устройство; 5 — болт; 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

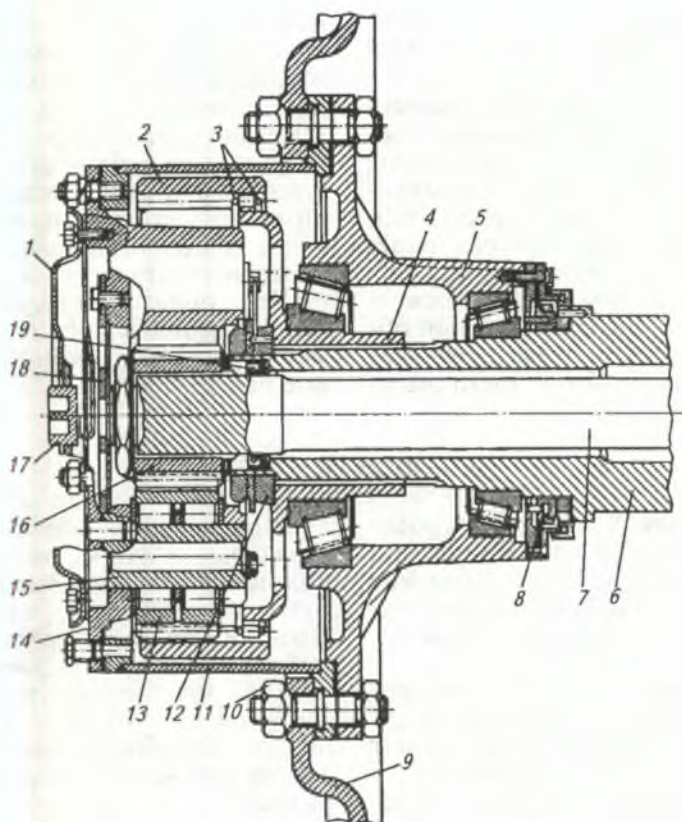


Рис. 123. Конечная передача трактора Т-150:

1 — крышка; 2 — коронное зубчатое колесо; 3 — стопорные кольца; 4 — ступица; 5 — картер планетарного редуктора; 6 — вал-ступица заднего моста; 7 — ведущий вал; 8 — уплотнение; 9 — ведущая звездочка; 10 — гайка; 11 — корпус редуктора; 12 — гайка со штифтом; 13 — сателлит; 14 — водило; 15 — ось сателлита; 16 — солнечное зубчатое колесо; 17 — пробка-шуп; 18 — упорная пластина; 19 — сальник

«плавающее». Его зубчатый венец подвижен относительно ступицы, что обеспечивает передачу крутящего момента и самоустанавливание зубьев ведомого колеса по зубьям ведущего колеса в процессе работы.

Конечная передача трактора Т-150 представляет собой одноступенчатый планетарный редуктор. Солнечное зубчатое колесо 16 (рис. 123) установлено на шлицах ведущего вала 7 и закреплено гайкой. В постоянном зацеплении с солнечным зубчатым колесом находятся три сателлита 13, которые надеты на оси 15 и вращаются на двух рядах цилиндрических роликов. Оси 15 запрессованы в водило 14. Сателлиты также входят в зацепление с зубьями коронного зубчатого колеса 2. Коронное зубчатое колесо не вращается, потому что

соединено с зубчатой промежуточной ступицей 4, надетой на шлицы неподвижного вала-ступицы 6 заднего моста. Коронное зубчатое колесо удерживается от смещения двумя проволоочными стопорными кольцами 3.

Водило 14 закреплено на корпусе 11 редуктора. Последний специальными шпильками и гайками 10 прикреплен вместе со звездочкой 9 к картеру 5 планетарного редуктора, который вращается на двух роликовых подшипниках и через них опирается на вал-ступицу 6 заднего моста.

От главной передачи через вал 7 вращение передается на солнечное зубчатое колесо 16. Так как сателлиты не могут вращаться вокруг своих осей из-за неподвижного коронного зубчатого колеса, они обкатываются по зу-

бьям этого колеса и увлекают за собой водило, а с ним корпус *II* редуктора и звездочку 9.

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.

Поэтому их систематически осматривают и прослушивают, устраняют обнаруженные подтеки масла, проверяют его уровень, при необходимости доли-

вают или заменяют масло. 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. Периодически проверяют затяжку гаек крепления.

При появлении шума в зубчатых передачах проверяют и при необходимости регулируют конические роликовые подшипники.

8. ХОДОВАЯ ЧАСТЬ

Общие сведения. Ходовая часть объединяет все сборочные единицы в одно целое и обеспечивает перемещение трактора или автомобиля по опорной поверхности. Она включает в себя остов, подвеску и движитель.

О с т о в — это несущая система, соединяющая все части трактора или автомобиля в единое целое. Остовы делят на рамные, полурамные и безрамные.

Рамным остовом служит рама, состоящая из продольных балок (лонжеронов), соединенных между собой поперечинами, на которые опираются отдельные сборочные единицы и механизмы. Рама может быть цельной или состоять из двух частей, шарнирно соединенных друг с другом. Рамная конструкция остова характеризуется жесткостью, прочностью, хорошим доступом к сборочным единицам. Рамные остовы применяют на всех грузовых автомобилях, гусеничных тракторах, а также на некоторых легковых автомобилях и колесных тракторах.

Полурамный остов состоит из соединенных между собой корпусов трансмиссий и двух коротких продольных балок с передним брусом. Остов такого типа широко распространен на универсально-пропашных тракторах.

Безрамный остов образуют соединенные между собой в общую жесткую систему картеры двигателя, муфты сцепления, коробки передач и заднего моста (трактор Т-30). В легковом автомобиле («Жигули», «Москвич») остовом служит кузов.

П о д в е с к а 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*, гусеничных тракторов — *полу жесткой* или *упругой*. У автомобилей подвеской оборудованы передние и задние мосты, у тракторов — только передние.

Д в и ж и т е л ь 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.

Ходовая часть автомобиля. В автомобилях движители представляют собой колеса с пневматическими шинами. В зависимости от функционального назначения колеса подразделяют на *ведущие*, *ведомые* *управляемые* и *комбинированные* (одновременно ведущие и 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 сдвоенные из-за большой нагрузки. У переднеприводных легковых автомобилей (типа ВАЗ-2108, ВАЗ-2109, ВАЗ-2110) передние колеса комбинированные, а задние — ведомые.

Автомобильные колеса могут быть *дисковые* и *бездисковые*. Дисковое колесо состоит из диска и обода, на который надета пневматическая шина. Колеса легковых автомобилей имеют глубокий неразборный обод 1 (рис. 124, а), который приварен к штампованному диску 2. Диск колеса крепят к фланцу ступицы 5 гайками 3, навинчивая их на шпильки 4.

Дисковое колесо грузового автомобиля имеет разборный плоский обод, состоящий из непосредственно обода 3 (рис. 124, б), неразрезного бортового кольца 1 и разрезного замочного кольца 2. Пневматическую шину свободно надевают на плоский обод и устанавливают бортовое кольцо, которое закрепляют замочным кольцом.

В конструкции некоторых колес замочное кольцо отсутствует, а его функцию выполняет разрезное бортовое

кольцо. Обод 1 (рис. 124, в) такого колеса выполнен разъемным, состоящим из двух частей. Внутренняя часть обода приварена к диску 5, а наружная съемная часть болтами 4 с гайками 3 прикреплена к диску. В середине обода установлено распорное кольцо 2, прижимающее борта покрышки к закраинам обода.

Бездисковые колеса состоят из обода и пневматической шины. Обод 1 (рис. 124, г) имеет конические поверхности, обеспечивающие плотную посадку шины, и снабжен неразрезным бортовым 3 и разрезным замочным 2 кольцами. Колеса такой конструкции установлены на автомобилях КамАЗ.

Пневматические шины служат для обеспечения достаточного сцепления с дорогой, смягчения ударов, воспринимаемых колесом, и снижения шума при движении автомобиля.

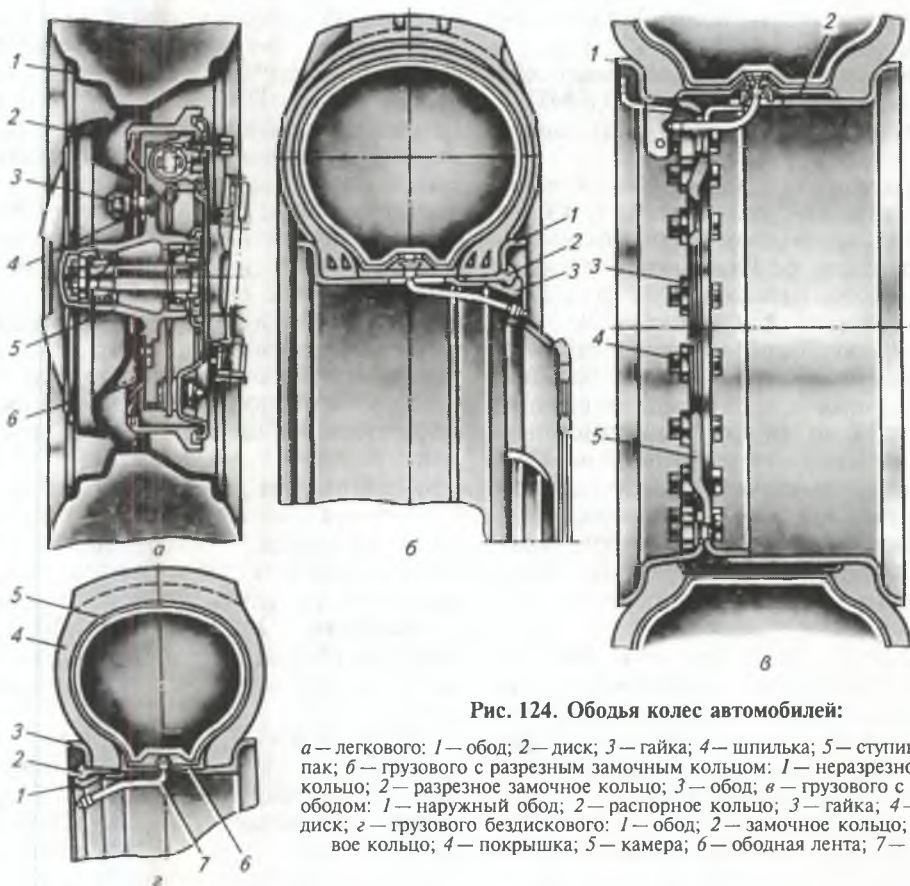


Рис. 124. Ободья колес автомобилей:

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 разъемным 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 — покрышка; 5 — камера; 6 — ободная лента; 7 — вентиль

Автомобильные шины классифицируют по следующим признакам:

назначению — для *легковых* и *грузовых* автомобилей;

способу герметизации — *камерные* и *бескамерные*;

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* (отношения соответственно 0,6...0,9 и 0,76...0,86), *низкопрофильные* (соответственно 0,7...0,88 и 0,69...0,76), *сверхнизкопрофильные* (соответственно 0,7 и 0,69...0,76), *арочные* (соответственно 0,39...0,5 и 0,9...1) и *пневмокатки* (соответственно 0,25...0,39 и 0,9...1);

габаритным размерам — *крупногабаритные* (ширина профиля 350 мм и более), *среднегабаритные* (ширина профиля 200...350 мм, посадочный диаметр не менее 457 мм) и *малогабаритные* (ширина профиля не более 260 мм, посадочный диаметр не более 457 мм);

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 покрышки 4 (см. рис. 124, г) и камеры 5, а грузовые шины имеют дополнительно ободную ленту 6. Покрышка, в свою очередь, состоит из каркаса 3 (рис. 125, а), подушечного слоя (брекера 2), протектора 1, двух бортов 5 с сердечниками 6 и двух боковин 4. Каркас 3 состоит из нескольких слоев прорезиненного корда (от 4 до 14) и прорезиненных прослоек. Корд представляет особую ткань из крученых нитей различных волокон (хлопка, вискозы, капрона, нейлона, лавсана) или стальной проволоки (металлокорд). Брекер 2 связывает каркас 3 с протектором 1 и состоит из нескольких слоев резинокорда.

По конструкции каркаса и брекера шины подразделяют на *диагональные* и *радиальные*. У диагональных шин угол наклона нитей посередине беговой дорожки в каркасе и брекере составляет 45...60°, у радиальной шины угол наклона нитей корда каркаса равен нулю, а угол наклона нитей корда брекера — не менее 65°. Поэтому у радиальных

шин меньшее число слоев корда каркаса из-за лучшей работы его нитей, они более эластичны, имеют утолщенный протектор с увеличенной глубиной рисунка. Для таких шин характерны меньшие сопротивления качению и низкое теплообразование и, как следствие этого, больший срок службы и повышенные скорости движения.

В зависимости от условий работы и времени года шины выпускают с протекторами различных видов. Некоторые протекторы показаны на рисунке 125, б.

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.

Алочные шины имеют большую ширину профиля, низкое давление и специальный рисунок протектора, что значительно улучшает проходимость автомобиля. Однако из-за большой ширины ободьев и значительной массы колес применение этих шин ограничено.

Обозначение шины представляет собой совокупность цифр и букв на боковой поверхности. Первое число обозначает ширину профиля шины, второе — внутренний диаметр по ободу. Шины грузовых автомобилей

имеют двойное обозначение: в миллиметрах и дюймах (в скобках). Например, диагональная шина 240—508 (8,25—20), радиальная шина 240—508R (8,25R20). Шины легковых автомобилей имеют обозначение в дюймах или смешанное (в миллиметрах и дюймах). Например, радиальная шина 165/70R13, где 165 — ширина профиля (в мм), 70 — индекс серии, R — радиальная, 13 — условное обозначение посадочного диаметра.

На каждой шине указывают буквенный индекс завода-изготовителя, месяц и год выпуска, серийный номер.

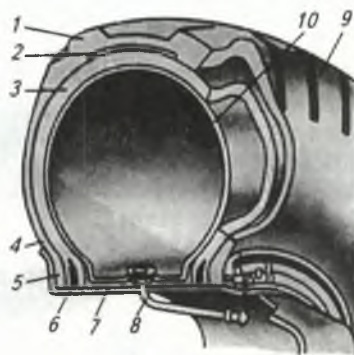
Остов грузового автомобиля — рама, на которой закреплены все сборочные единицы. Рама состоит из двух продольных балок (лонжеронов), соединенных поперечинами. Балки и поперечины изготовлены из специальных стальных профилей. В зонах повышенных нагрузок балки имеют более высокий профиль, иногда их усиливают местными вставками, косынками, раскосами. На продольных балках имеются кронштейны для крепления двигателя, подвески амортизаторов, подножек, запасного колеса. Спереди крепят передний буфер, а к задней поперечине — тягово-сцепное устройство.

Остов легкового автомобиля — цельнометаллический безразмерный кузов несущей конструкции, к которому крепят все сборочные единицы, или рама (УАЗ-3151).

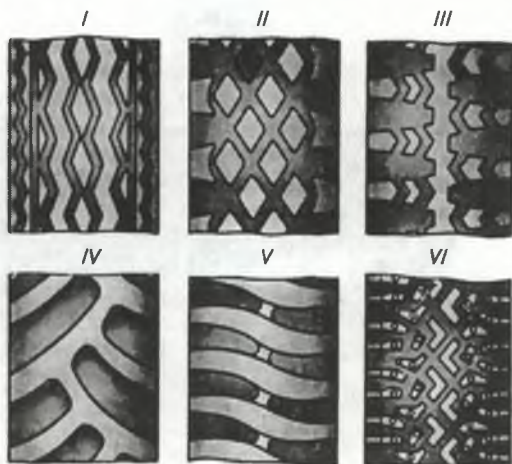
Подвеска служит для обеспечения плавности хода автомобиля, а также для передачи на остов толкающей силы от ведущих колес и восприятия реактивного момента при торможении.

Подвеска может быть *зависимой* или *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



а



б

Рис. 125. 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, IV — повышенной проходимости; V — реверсный; VI — зимний с отверстиями для шипов противоскольжения

стержни, работающие на скручивание). Подвески могут быть также *пневматические* и *гидропневматические*, использующие упругие свойства воздуха и протекание жидкости через небольшие отверстия.

На грузовых автомобилях применяют зависимую подвеску, используя в качестве упругого элемента одинарные рессоры (передний мост) или рессоры с подрессорниками (задний мост). В трехосных автомобилях устанавливают балансирные подвески для промежуточного и заднего ведущих мостов: мосты качаются на шарнирно соединен-

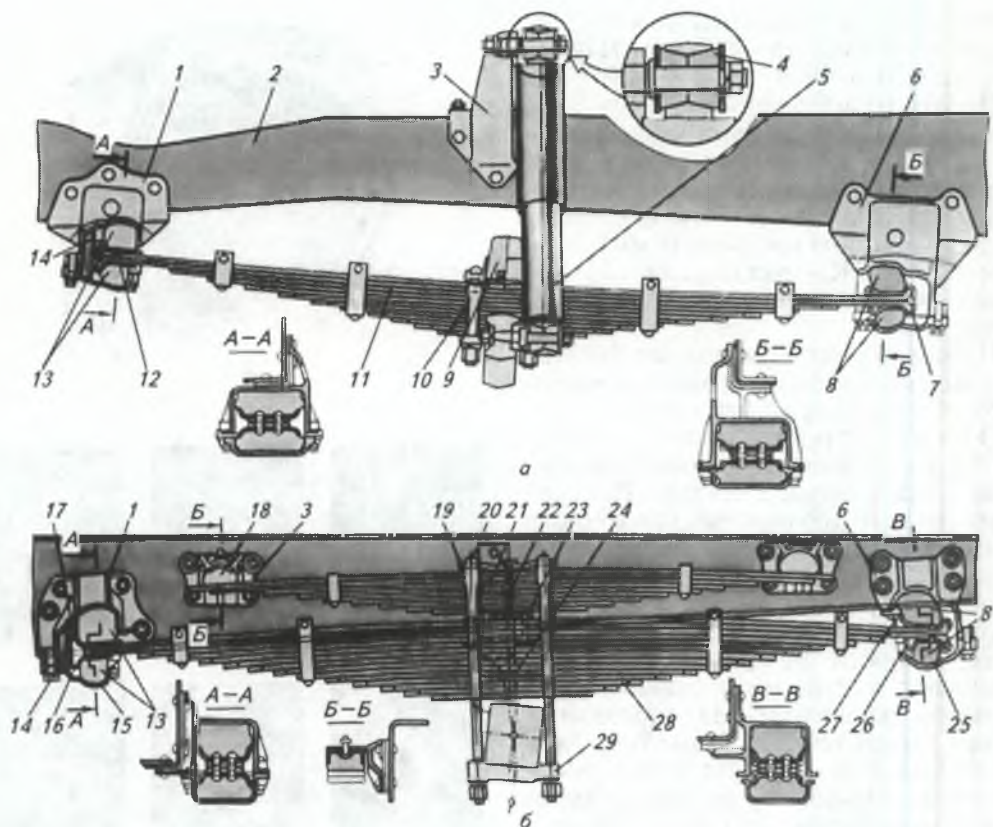


Рис. 126. Подвески автомобиля ГАЗ-53-12:

a — передняя; *б* — задняя; 1, 3, 6 — кронштейны; 2 — продольная балка; 4 — резиновая втулка; 5 — амортизатор; 7, 12 — обоймы концов коренных листов передней рессоры; 8, 13 — верхние и нижние опоры; 9 — буфер; 10, 20 — стремянки; 11 — двойной коренной лист; 14 — торцовый упор; 15 и 25 — крышка кронштейнов; 16, 17, 26, 27 — обоймы концов коренных листов задней рессоры; 18 — опора дополнительной рессоры; 19 — накладка; 21 — дополнительная рессора; 22, 24 — центровые болты; 23 — прокладка; 28 — основная рессора; 29 — прокладка стремянок

ных с ними и рессорами балансирных рычагах.

На легковых автомобилях зависимую подвеску имеют задние (ведущие) мосты с упругими элементами — рессорами («Москвич», «Волга») или пружинами (ВАЗ-2106 «Жигули»). Независимую пружинную подвеску используют обычно для передних (ведомых) колес легкового автомобиля.

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 пере-

днемю мосту двумя стремянками 10 (рис. 126). 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, т. е. передний конец рессоры упирается в резиновый торцовый упор 14.

Задняя подвеска состоит из двух основных 28 и двух дополнительных 21 рессор, расположенных вдоль продольных балок рамы в задней части автомобиля. Основная рессора 28 прикреплена к раме с помощью опор 8 и 13, а дополнительная рессора 21 (подрессорник) 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 стянуты кроме хомутов в средней части центровыми болтами 22 и 24. Рессоры соединены с корпусом заднего моста с помощью прокладки 29 и двух стремянок 20.

Подвеска автомобиля «Москвич». Независимая пружинно-рычажная бесшкворневая передняя подвеска состоит из верхнего 5 (рис. 127, 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 одновременно поперечиной подмоторной 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 втулки. 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 5 соединен с осью также с помощью двух сайлент-блоков, конструкция которых в отличие от сайлент-блоков нижних рычагов 14 неразборная. На рычаге 5 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 проушина с конусным отверстием, соединяемая с хвостовиком пальца шаровой опоры 12 и закрепляемая гайкой 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 через резиновую прокладку 3 упирается в чашку, приваренную к поперечине 1, а нижний — в фасонную штамповку нижнего рычага 14.

Для увеличения устойчивости автомобиля на поворотах, уменьшения кренов и поперечных качаний кузова в подвеске установлен стабилизатор поперечной устойчивости. При разной нагрузке на правую и левую стороны подвески штанга стабилизатора работает как торсион и, скручиваясь, передает часть нагрузки от более нагруженной к менее нагруженной стороне, благодаря чему выравнивается деформация пружин подвески и улучшается поперечная устойчивость.

Пружины подвески смягчают удары от неровностей дороги и одновременно вызывают колебания кузова. Для гашения этих колебаний служат амортизаторы 4, установленные внутри пружин.

Задняя подвеска автомобиля независимая и состоит из двух продольных полуэллиптических рессор, работающих совместно с гидравлическими амортизаторами. Передний конец рессоры 3 (рис. 127, б) пальцем 1 крепят к кронштейну продольных балок основания кузова, а задний ее конец соединяют с основанием кузова через качающуюся серьгу 7. В соединениях рессоры установлены резиновые втулки, которые смягчают толчки, уменьшают вибрацию кузова, поглощают шум и не требуют обслуживания. Сверху стремянки размещен держатель с резиновым буфером 8. При полном прогибе рессоры кузов опирается на основной резиновый буфер 8. Дополнительный резиновый буфер 2 при частичном прогибе рессоры нажимает сверху на коренной лист и тем самым повышает жесткость рессоры с увеличением нагрузки на подвеску.

Амортизатор 9 в верхней части соединен с кронштейном основания кузова, а в нижней части — с пальцем, предварительно запрессованным и

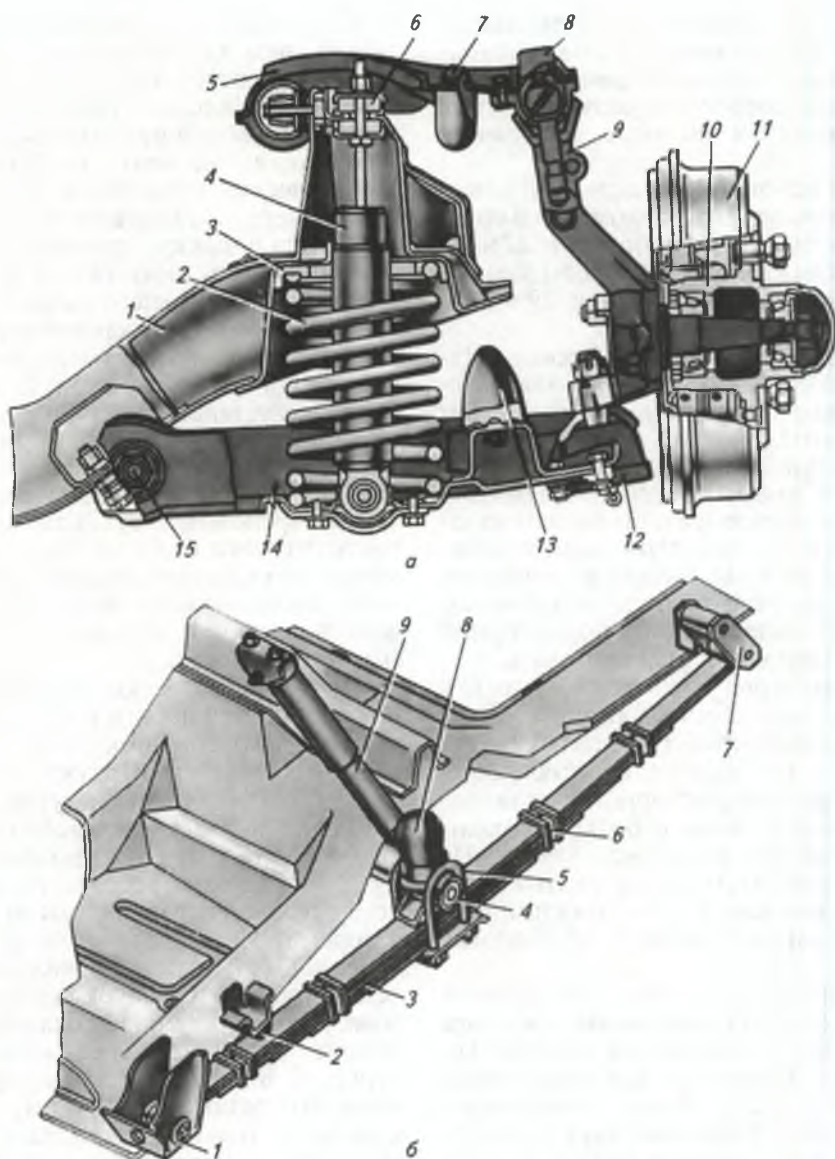


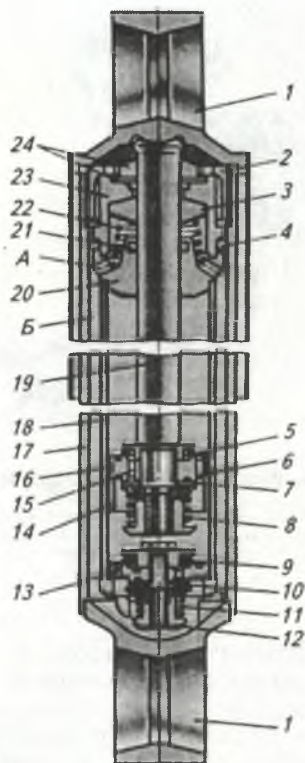
Рис. 127. Подвески автомобиля «Москвич»:

a — 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

Амортизаторы. Чем мягче упругий элемент подвески, тем меньше ударов и толчков передают колеса от неровностей дороги раме или кузову автомобиля. С другой стороны, мягкие упругие элементы имеют большую амплитуду колебаний, которые затихают более продолжительное время. Для быстрого гашения колебаний на автомобилях применяют специальные устройства, называемые амортизаторами.

Колебательные движения можно представить состоящими из хода сжатия упругого элемента и хода отдачи. По принципу действия амортизаторы делят на *односторонние* (гасят колебания во время хода отдачи) и *двусторонние* (поглощают колебания как при ходе сжатия, так и при ходе отдачи). На всех автомобилях применяют амортизаторы двустороннего действия.

В поршне выполнены отверстия 6, закрываемые сверху тарельчатым перепускным клапаном 5 отдачи, и отверстия 15 внутреннего ряда, закрываемые снизу клапаном 7 отдачи с пружиной 8. В корпусе клапана сжатия выполнены два ряда отверстий по окружностям большого и малого диаметров: отверстия 13, закрываемые сверху перепускным клапаном 9, и отверстия, закрыва-



1 — проушина; 2 — гайка резервуара; 3, 24 — сальники штока; 4 — сальник гайки резервуара; 5 — перепускной клапан; 6 — отверстие по наружному периметру; 7 — клапан отдачи; 8, 11, 22 — пружины; 9 — перепускной клапан; 10 — клапан сжатия; 12 — гайка; 13 — отверстие перепускного клапана; 14 — поршени; 15 — отверстие по внутреннему периметру; 16 — поршневое кольцо; 17 — корпус резервуара; 18 — рабочий цилиндр; 19 — шток поршня; 20 — направляющая штока; 21 — сальник; 23 — обойма сальников; А — отверстие для слива жидкости в резервуар; Б — полость резервуара

При плавном ходе сжатия поршень со штоком опускается 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 калиброванные отверстия клапана 10 сжатия перетекает в полость Б резервуара.

181

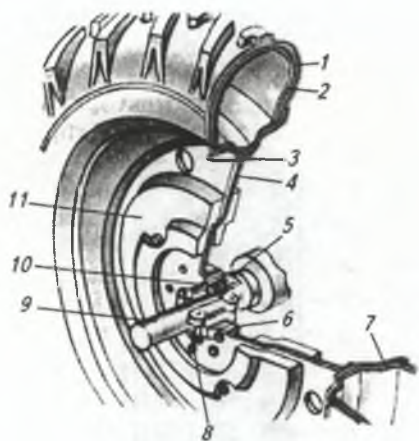


Рис. 129. Ведущее колесо трактора МТЗ-80:

1 — покрышка; 2 — камера; 3 — вентиль; 4 — диск; 5 — ступица; 6 — болт; 7 — обод; 8 — шпонка; 9 — зубчатая рейка; 10 — червяк; 11 — груз

чения. Поэтому при резком ходе сжатия под возросшим давлением жидкости клапан 10 сжатия открывается на большую величину, преодолевая сопротивление пружины 11, вследствие чего 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 отверстие 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. В колесных тракторах, как и в автомобилях, движители представляют собой колеса с пневматическими шинами. Общее число колес у тракторов четыре, у некоторых специализированных тракторов — три. Универсально-пропашные тракторы с одним задним ведущим мостом имеют задние колеса

большого размера, чем передние, так как 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.

Тракторы с четырьмя ведущими колесами выполняют с передними и задними колесами как разных, так и одинаковых размеров. Первые представляют собой разновидности универсально-пропашных тракторов (Т-30А, МТЗ-82, МТЗ-102, МТЗ-1221), 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 колеи трактора. В некоторых конструкциях к диску колеса болтами прикреплена 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.

У задних ведущих колес трактора МТЗ-80 штампованный обод 7 (рис. 129) приварен к выпуклому диску 4, который прикреплен болтами 6 к ступице 5. Ступица сделана разъемной и закреплена на валу ведущего колеса стяжными болтами. От проворачивания ступица удерживается шпонкой 8. Для изменения колеи 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 ободья крепят к ступицам с помощью болтов и накладок.

Пневматические шины тракторных колес имеют те же элементы, что и у автомобилей: каркас, брекер, протектор. Однако соотношения размеров от-

дельных частей тракторной и автомобильной шин значительно различаются. Протектор тракторной шины ведущих колес оснащен развитыми почвозацепами, образующими рельефный рисунок. Опорная площадь почвозацепов составляет 25...35 % общей площади протектора, а высота — 35...43 мм.

Направляющие колеса имеют форму рисунка протектора в виде продольных ребер, что способствует стабилизации направления движения.

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, работа становится неэффективной. С целью повышения тягово-сцепных свойств тракторов применяют различные приемы и устройства.

Для снижения давления колес на почву необходимо увеличить площадь контакта колеса с опорной поверхностью. Поэтому вместо серийных пневматических шин можно установить широкопрофильные или арочные шины. Широко используется сдвигание ведущих колес. Дополнительное колесо крепят к основному с помощью специальной проставки. При установке сдвоенных колес буксование трактора значительно снижается, а тяговое усилие возрастает.

На непродолжительное время снижают давление воздуха в шине, увеличивая тем самым площадь контакта шины.

На тракторах «Беларусь» целесообразно использовать полугусеничный ход. Он состоит из комплектов резино-металлических гусениц и натяжных устройств. Гусеница представляет собой замкнутую цепь, охватывающую заднее и натяжное колеса трактора, и состоит из двух резинотканевых лент с закрепленными на них болтами стальными штампованными почвозацепами.

Догрузка ведущих колес позволяет повысить силу тяги по сцеплению на рыхлых и влажных почвах. Для этого на диски ведущих колес 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 заполнять жидкостью, что позволит значительно увеличить сцепную массу трактора. В теплое время года камеры заполняют водой, а в холодное время — 25%-ным раствором хлористого кальция, имеющим температуру замерзания —30 °С. Жидкость заливают на 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 применяют гидроувеличитель сцепного веса (см. п. 5 главы 3).

Остовы колесных тракторов имеют рамную, полурамную и безрамную конструкцию. Рамные остовы применяют на колесных тракторах общего назначения, полурамные — на универсально-пропашных тракторах и самоходных шасси, безрамные — на тракторах тягового класса 0,6.

Остов трактора К-701 представляет собой шарнирно сочлененную раму, состоящую 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. Между торцами трубы шарнира и передней поперечиной 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 с помощью прокладок, которые помещают между торцами трубы и крышкой.

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 шарнира $\pm 15^\circ$.

Остов трактора МТЗ-80 полурамный. Он образован полурамой и корпусами муфты сцепления, коробки передач и 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 крепят 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 колесных тракторов в основном обеспечена пневматическими шинами. Задние ведущие колеса с остовом трактора связаны жестко, т. е. между ними нет упругих элементов. Их ступицы жестко крепят на концах валов ведущих колес, которые выступают из рукавов, соединенных с корпусом заднего моста (тракторы МТЗ). У тракторов Т-150К, К-701 задний мост 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 коле-

са. Как правило, эти тракторы имеют расставленные передние колеса с регулируемой колеей.

Передний мост тракторов МТЗ-80, МТЗ-100 рассчитан на получение повышенного дорожного просвета и возможность изменения колеи. Передняя подвеска выполнена с упругим элементом — винтовой пружиной, установленной в поворотном кулаке. Передняя ось состоит из трубчатой балки 4 (рис. 130), шарнирно соединенной осью качания 12 с передним брусом 13 полурамы трактора. Шарнирное соединение позволяет балке качаться относительно остова в вертикальной плоскости на угол 10° вверх и вниз, благодаря чему передние колеса приспособляются к неровностям опорной поверхности и их воздействие на остов смягчается. Ось качания удерживается штифтом от проворачивания и смещения.

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. В трубе каждого кулака выполнено по шесть сквозных отверстий на расстоянии 50 мм одно от другого. В одно из отверстий трубы вставляют 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 интервалом 100 мм при симметричном и 50 мм при асимметричном 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 10 установлена ступица переднего колеса.

Балка переднего моста поддрессорена двумя цилиндрическими пружинами 8, расположенными в кронштейнах выдвижных кулаков. Часть силы тяжести (веса) трактора через кронштейн 6, пружину 8, упорный шариковый подшипник с шайбой, полуось и ступицу передается переднему колесу.

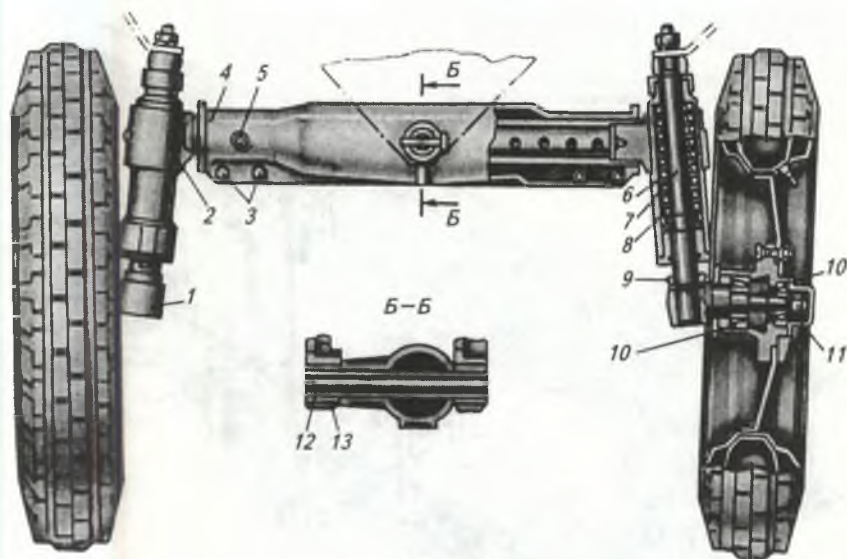


Рис. 130. Передняя ось трактора МТЗ-80:

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

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 кататься в вертикальной плоскости, отклоняясь от вертикали на угол $8...9^\circ$. От проворачивания и осевых смещений оси стопорят планками.

Балка переднего ведущего моста подрессорена двумя цилиндрическими пружинами 13 (см. рис. 117), нижние концы которых опираются на 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 (червяком 4).

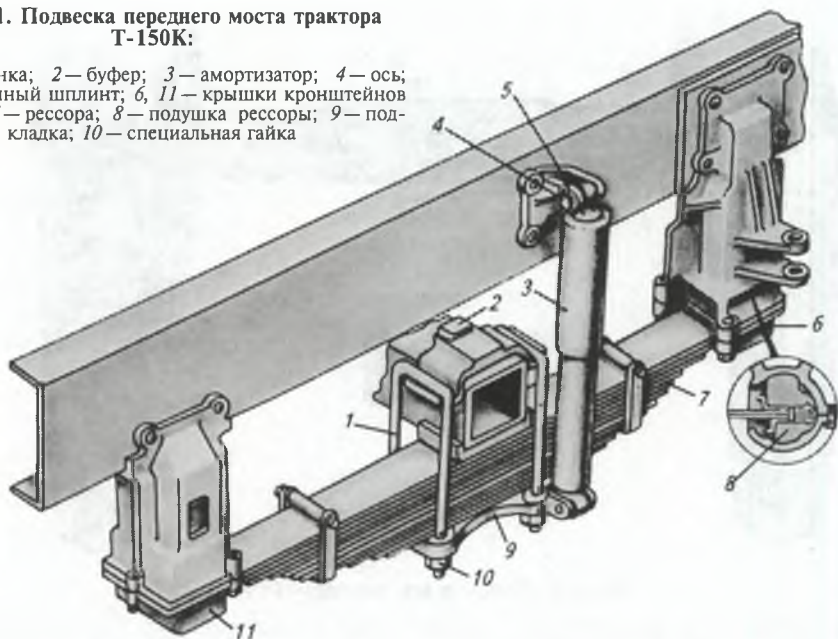
Винтовой механизм позволяет бесступенчато регулировать ширину колеи передних колес в трех интервалах: 1200...1500, 1500...1600 и 1600...1800 мм. Для перевода ширины колеи из первого интервала во второй или наоборот изменяют взаимное расположение диска колеса относительно кронштейнов обода колеса. Для 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 и МТЗ-100, например, до 2100 мм), перемещая ступицы колес на валах или переставляя диски и колеса.

Подвеска переднего моста трактора Т-150К зависимая. Она состоит из двух продольных полуэллиптических рессор 7 (рис. 131) и амортизаторов 3. Рессора, скрепленная двумя хомутами, соединена с корпусом переднего моста двумя стремянками 1 с подкладками 9. Концы верхних листов рессор помещены в ре-

Рис. 131. Подвеска переднего моста трактора Т-150К:

1 — стремянка; 2 — буфер; 3 — амортизатор; 4 — ось; 5 — пружинный шплинт; 6, 11 — крышки кронштейнов рессор; 7 — рессора; 8 — подушка рессоры; 9 — подкладка; 10 — специальная гайка



зиновые подушки 8, заключенные в чашки кронштейнов. Последние закрываются крышками 11 и 6. Ход переднего моста вверх ограничен двумя резиновыми буферами 2.

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

Ширину колеи трактора Т-150К можно изменять, переставляя колеса с одной стороны на другую. Узкую колею (1680 мм) устанавливают для работы трактора на пахоте, закрепляя колеса винтилем наружу, а широкую колею (1860 мм) — для транспортных и других работ, переставляя колеса винтилем внутрь.

Ходовая часть гусеничных тракторов. Гусеничный движитель состоит из двух замкнутых, вращающихся шарнирных или бесшарнирных лент, называемых гусеницами (или гусеничными цепями), ведущего колеса (звездочки), направляющего колеса с амор-

тизатором, опорных катков и поддерживающих роликов.

У гусеничного движителя опорные катки катятся по гладкому искусственному пути, который образуется бесконечной (замкнутой) гусеничной цепью. 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 их движении перематывают гусеничные цепи, стремясь выдернуть их из-под опорных катков. Однако гусеничные цепи прижаты к почве силой тяжести трактора и почвозацепы стремятся срезать ее поверхностный слой. Поэтому звездочкам легче толкать остои и катить опорные 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: меньше буксование, ниже давление

(0,03...0,07 МПа), а следовательно, и уплотняющее воздействие на почву вследствие большей опорной поверхности гусениц; выше проходимость; лучше сцепление гусениц с почвой, что позволяет реализовать большую силу тяги по сцеплению.

Недостатки гусеничного движителя: сложнее конструкция, выше металлоемкость, стоимость и затраты на техническое обслуживание и ремонт, меньше транспортные скорости.

Для обеспечения работы гусеничного трактора на слабых грунтах необходимо дополнительно снизить давление. Этого достигают увеличением длины опорной поверхности за счет снижения высоты расположения направляющих колес, а также установкой более широких гусениц.

Гусеница представляет собой замкнутую металлическую цепь, состоящую из отдельных звеньев, шарнирно соединенных между собой пальцами. Гусеница работает в очень тяжелых условиях — значительные нагрузки, отсутствие смазки, наличие абразивных частиц. Поэтому изготавливают ее из высококачественной стали.

По конструкции и способу изготовления наиболее широко распространены гусеничные цепи двух типов: *с цельнолитыми необработанными звеньями; с составными штампованными звеньями.*

Гусеничная цепь первого типа состоит из отдельных литых и необработанных звеньев (рис. 132, а). Звено имеет беговые дорожки 1, направляющие гребни (реборды) 3, проушины с отверстием и почвозацепы. Звенья соединены между собой стальными паль-

цами 2, вставляемыми в отверстия проушин соседних звеньев и закрепляемыми шайбами 5 и шплинтами 4. Средние проушины звеньев служат цевками, за которые цепляются зубья звездочки.

Каждое звено гусеничной цепи второго типа состоит из отдельных штампованных деталей: звеньев 7 и 8 (рис. 132, б) и башмака 9, прикрепляемого к звеньям болтами. На нижней части башмака имеется почвозацеп (шпора). Верхняя плоскость звена образует беговую дорожку для опорных катков. Звенья соединяются между собой шарнирно с помощью втулок 6 и пальцев 10. Втулки запрессовывают в отверстия внутренних щек одного звена, а палец свободно вставляют во втулку и запрессовывают в отверстия наружных щек 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 первого типа (см. рис. 132, а) имеют открытые шарниры, так как отверстия под палец в проушинах не обрабатывают. Гусеница с закрытыми шарнирами (см. рис. 132, б) имеет обработанные отверстия в звеньях, в которые запрессовывают обработанные палец и втулку.

Ведущее колесо (звездочка) имеет зубчатый венец, спицы и ступицу, которые изготавливают как одно целое (например, звездочка 1 на рис. 122 у трактора ДТ-75МВ), или зубчатый венец отливают совместно с ободом, которым звездочка крепится непосредственно к корпусу планетарного

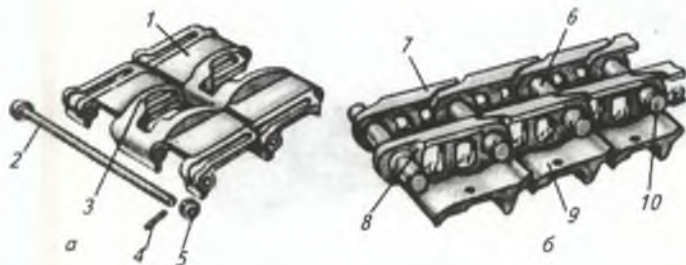


Рис. 132. Типы гусеничных цепей:

а — с цельнолитыми необработанными звеньями; б — с составными штампованными звеньями; 1 — беговая дорожка; 2, 10 — пальцы; 3 — направляющий гребень; 4 — шплинт; 5 — шайба; 6 — стальная втулка; 7, 8 — звенья; 9 — башмак

редуктора (например, звездочка 9 на рис. 123 у трактора Т-150).

Звездочка и гусеничная цепь могут иметь *цевочное* или *гребневое зацепление*. Наиболее распространено цевочное зацепление — зубья звездочки цепляются за проушины или втулки звеньев гусеничной цепи.

Число зубьев звездочки нечетное, а шаг зубьев вдвое меньше шага гусеничной цепи. При таком соотношении каждый зуб звездочки работает один раз за два оборота звездочки, причем каждый раз с новым звеном гусеничной цепи. Это приводит к более равномерному изнашиванию 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. Гусе-

ничную 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. 133) 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. В задней части корпус цилиндра через промежуточное звено 7 соединен с пружинным амортизатором.

Для натяжения гусеничной цепи через масленку 18 шприцем вводят пластичную смазку в рабочую полость цилиндра, создавая давление. При этом шток 15 перемещается вперед и поворачивает коленчатую ось, натягивая гусеничную цепь.

Чтобы ослабить натяжение гусеничной цепи, отворачивают корпус 16 кла-

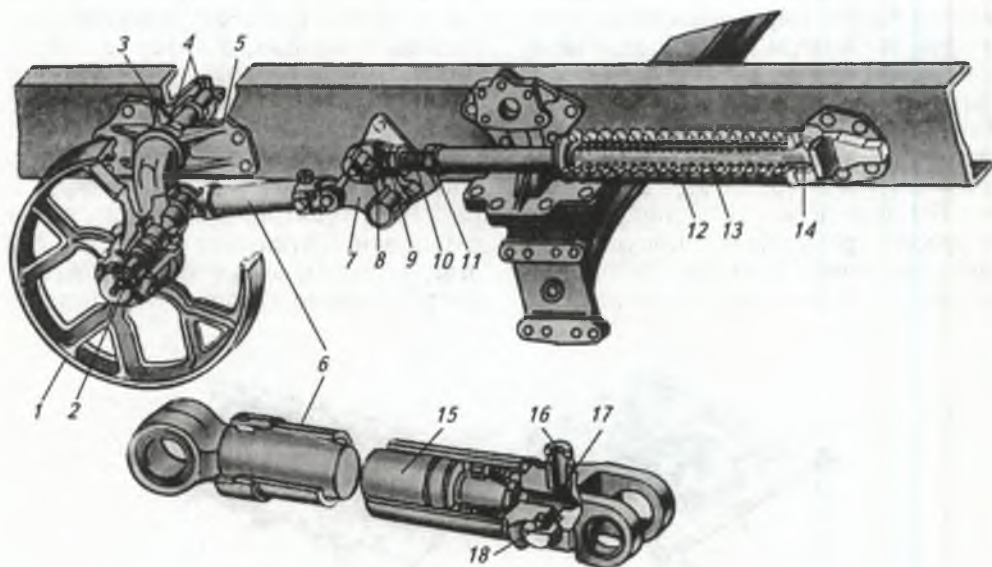


Рис. 133. Направляющее колесо с натяжным приспособлением и амортизирующим устройством трактора Т-150:

1 — направляющее колесо; 2 — коленчатая ось; 3, 18 — масленки; 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

пана 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 направляющего колеса устанавливают на раме гусеничной тележки в ползунах, 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 и 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 (см. рис. 133). 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. В зависимости от длины гусеничной цепи с каждой стороны трактора размещают по одному или два ролика.

Поддерживающий ролик трактора Т-150 вращается в двух шариковых подшипниках 4 и 6 (рис. 134) на оси 5, которая запрессована в кронштейн 9. Для уменьшения шума и изнашивания роликов на них установлены резиновые бандажи 10.

На тракторе Т-130М поддерживающий каток состоит из двух роликов, жестко закрепленных на оси, которая вращается в двух шариковых подшипниках, установленных в расточке литого опорного кронштейна.

Остов большинства гусеничных тракторов рамный, за исключением трактора Т-70С — у него полурамный.

Рама тракторов Т-150, ДТ-75МВ состоит из двух продольных балок, со-

единенных между собой передним брусом, двумя поперечными брусками, а сзади продольные балки соединены с кронштейнами, в которых бугелями закреплен корпус заднего моста (трактор Т-150) или задняя ось (трактор ДТ-75МВ). К продольным балкам прикреплены различные кронштейны, опоры, накладки для крепления сборочных единиц ходовой части тракторов.

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 гусеничных тракторов может быть жесткой, полужесткой и эластичной.

Жесткая подвеска упругих элементов не имеет. Оси опорных катков жестко прикреплены к гусеничным тележкам, которые в свою очередь также жестко соединены с остовом трактора. Такую подвеску применяют на промышленных тракторах, движущихся с небольшой скоростью.

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

В 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 заключается в том, что остов трактора соединен с

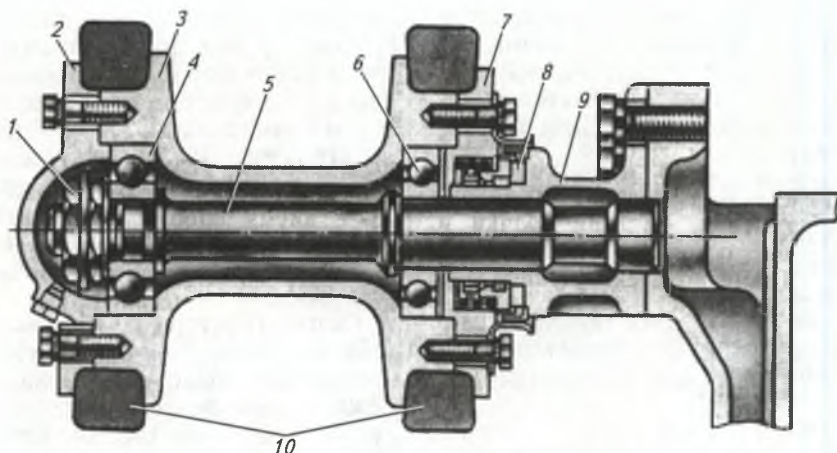


Рис. 134. Поддерживающий ролик трактора Т-150:

1 — гайка; 2 — крышка; 3 — корпус; 4, 6 — шариковые подшипники; 5 — ось; 7 — корпус уплотнения; 8 — уплотнение; 9 — кронштейн поддерживающего ролика; 10 — резиновые бандаж

опорными катками через упругие элементы. На тракторах широко применяют балансирующую эластичную подвеску. Она состоит из четырех одинаковых балансирующих кареток, которые установлены на цапфах, закрепленных на поперечных брусьях рамы трактора. Каретка — это четырехколесная тележка, состоящая из двух балансиров с двумя опорными катками и пружины (или пружин), которая распирает балансиры и служит упругим элементом. Такая подвеска применена на тракторах ДТ-75МВ, ДТ-75Д, Т-150, Т-175С.

Каретка подвески гусеничного трактора Т-150 с эластичной подвеской состоит из двух балансиров 8 (рис. 135). Балансиры устанавливают 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 ступице каждого балансира расположена ось, которая вращается в двух конических роликовых подшипниках вместе с двумя опорными катками. Верхние части балансиров распирают две концентрически расположенные

цилиндрические пружины 12, которые смягчают толчки при наезде трактора на препятствие.

На верхних частях балансиров передних кареток установлены гидроамортизаторы, которые предназначены для гашения колебаний, возникающих при движении трактора.

Гидроамортизатор состоит из цилиндра 6 (рис. 136) с задней проушиной, штока 1 с поршнем и передней проушиной, компенсационного бачка 10. Пропушинами амортизатор соединяют с цапфами переднего и заднего балансиров каретки. Уплотнение 2 не пропускает жидкость из штоковой полости цилиндра. В конце штока-поршня расположен перепускной клапан 4, поджимаемый пружиной. Между компенсационным бачком 10 и полостью В цилиндра расположен компенсационный клапан 8.

Когда каретка наезжает на препятствие (положение 1), передний балансир поворачивается, сжимая пружины. При этом поршень-шток 1 перемещается в сторону полости В цилиндра. Жидкость из этой полости вытесняется через дроссельное отверстие 3 в полость А цилиндра. Жидкость, не уместившаяся в этой полости, так как часть ее занимает шток, вытесняется через канал 7 и дроссельное отверстие 9 в компенсационный бачок (полость П). При резком перемещении штока-пор-

шня жидкость открывает перепускной клапан 4 и перетекает в полость А через ряд отверстий, что предохраняет детали амортизатора и его крепление от поломок.

Когда препятствие пройдено кареткой (положение II), ее пружины сжимаются и перемещают шток-поршень в исходное положение. При этом жидкость вытесняется из полости А в полость В через дроссельное отверстие 3. Одновременно вследствие образующегося в полости В разрежения открывается клапан 8 и жидкость поступает в эту полость из полости II компенсационного бачка. Небольшие отверстия, через которые перетекает жидкость, оказывают сопротивление, поглощающее энергию колебаний балансира.

Техническое обслуживание. У колесных тракторов и автомобилей техни-

ческое обслуживание ходовой части включает в себя: постоянный контроль технического состояния пневматических шин и колес, подкачивание шин, подтягивание креплений, регулирование и смазывание подшипников колес, периодическую проверку состояния шкворней поворотных кулаков, крепления рулевых рычагов и тяг, обслуживание рессор и амортизаторов.

Техническое состояние пневматических шин оценивают по результатам внешнего осмотра. Шины не должны иметь проколов, разрывов, трещин, расслоений, порезов и предельного износа протектора. Давление в шинах должно находиться в пределах, рекомендуемых заводом-изготовителем. С целью безопасности движения шины должны быть особо надежными в работе. Периодически колеса с пневмати-

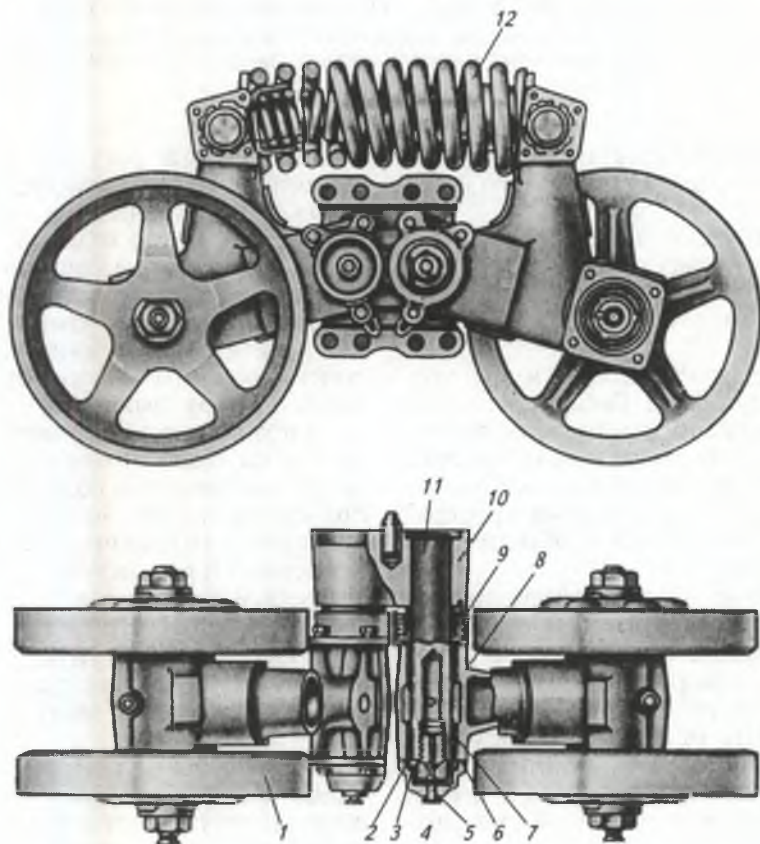


Рис. 135. Каретка подвески трактора Т-150:

1 — опорный каток; 2 — крышка; 3 — шайба; 4 — болт; 5 — пробка; 6 — прокладка; 7 — втулка; 8 — балансир; 9 — уплотнение; 10 — кронштейн цапф; 11 — цапфа; 12 — пружина

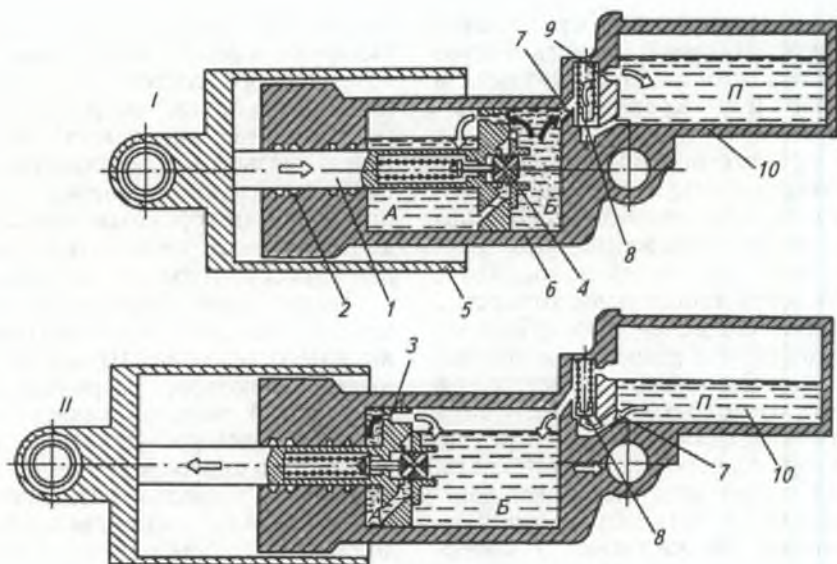


Рис. 136. Схема работы гидроамортизатора каретки трактора Т-150:

1 — шток; 2 — уплотнение штока; 3, 9 — дроссельные отверстия; 4 — перепускной клапан; 5 — кожух; 6 — цилиндр; 7 — подводящий канал; 8 — компенсационный клапан; 10 — компенсационный бачок; А, В — полости гидроцилиндра; П — полость бачка

ческими шинами переставляют с целью обеспечения более равномерного изнашивания шин.

Систематически проверяют и при необходимости регулируют подшипники ступиц колес. Колесо должно вращаться равномерно и свободно без осевого зазора.

Диски колес не должны иметь трещин и погнутостей. Гайки крепления колес необходимо заворачивать равномерно, добиваясь совпадения конусных поверхностей на гайках и дисках, плотно и надежно. Периодически проверяют затяжку гаек и при необходимости подтягивают их.

Техническое обслуживание подвески заключается в систематическом осмотре и смазывании шарниров, проверке крепления рессор и амортизаторов. Рессоры необходимо систематически очищать от грязи, не допускать их эксплуатацию с поломанными листами и ослабленными креплениями. При разборке рессоры листы смазывают графитной смазкой.

У гусеничных тракторов техническое обслуживание ходовой части состоит из очистки ее от грязи, подтягива-

нии креплений, регулировании и смазывании подшипников, регулировании натяжения гусеничных цепей. При внешнем осмотре ходовой части обращают внимание на состояние гусениц: натяжение, шплинтовку, износ пальцев и проушин звеньев, крепление башмаков к звеньям, состояние ведущих звездочек, натяжных колес, опорных катков и поддерживающих роликов.

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

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

9. РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

Общие сведения. Рулевое управление предназначено для изменения и поддержания направления движения трактора или автомобиля по требуемой траектории.

Наиболее распространены две схемы рулевого управления: поворотом передних колес относительно переднего моста (рис. 137, а) или поворотом полурам вместе с мостами и колесами относительно шарнира, соединяющего эти полурамы (рис. 137, 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 — качество 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_1 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*.

Рулевое управление с передними управляемыми колесами состоит из рулевого колеса 12 (рис. 138) с рулевым валом 11, рулевого механизма и рулевого привода. Рулевой механизм включает в себя червяк 10, сектор 9 и вал 8 с рулевой сошкой 7. В рулевой привод входят продольная тяга 6 и рулевая трапеция, состоящая из передней оси, рулевых рычагов 3, закрепленных на шкворнях 2 поворотных кулаков, и поперечной тяги (или тяг) 4, шарнирно соединенной с рычагами 3 и поворотным рычагом 5.

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 $35...40^\circ$ происходило за $1,25...2$ оборота рулевого колеса в каждую сторону. Передаточное число рулевого механизма у многих тракторов и автомобилей составляет $15...25$.

Чем больше передаточное число, тем меньше 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. Наиболее распространены гидравлические усилители рулевого управления. Гидроприводы управления поворотом рассмотрены в главе 3.

В качестве рулевых механизмов применяют следующие передачи: *цилиндрический червяк 1* (рис. 139, а) — *сектор 2* (тракторы К-701, Т-150К, МТЗ-80.1, автомобиль «Урал-375Д»); *глобоидальный червяк 1* (рис. 139, б) — *ролик 2* (ГАЗ-53-12, ГАЗ-66, «Волга», «Жигули», «Москвич»); *винт 1* (рис. 139, в) — *гайка 2* и *рейка 3* — *зубчатый сектор 4* (автомобили КамАЗ, ЗИЛ-130); *зубчатое колесо* — *зубчатая рейка* (автомобили ВАЗ-2108, ВАЗ-2109).

По взаимному расположению рулевого колеса и рулевого механизма различают *совмещенное* и *разделенное* рулевое управление. При совмещенном рулевом управлении (см. рис. 138) рулевой вал 11 непосредственно соединен с 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-80.1 и др. При разделенном рулевом управлении рулевое колесо можно

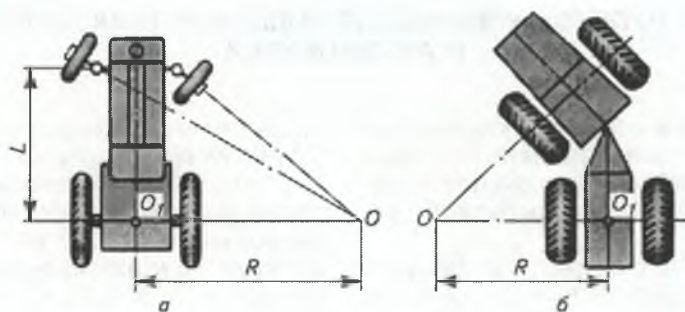


Рис. 137. Схемы рулевого управления:

a — поворотом передних колес относительно переднего моста; *b* — поворотом полурам вместе с мостами и колесами

устанавливать в наиболее удобном для водителя месте.

По месту расположения рулевой трапеции относительно передней оси различают рулевые приводы с *передним* и *задним расположением трапеции*. На рисунке 138 показано рулевое управление с *передним расположением* рулевой трапеции.

По конструкции поперечной тяги рулевые трапеции могут быть *цельными* или *расчлененными*. На рисунке 138 показана расчлененная трапеция, состоящая из двух поперечных тяг 4. Расчле-

ненные трапеции применяют на автомобилях с независимой передней подвеской, а также на тракторе МТЗ-80.1.

Колесные тракторы общего назначения (Т-150К, К-701) со всеми ведущими одинакового размера колесами поворачиваются в результате углового смещения полурам гидроцилиндрами, которые являются исполнительными механизмами рулевого управления. Схема рулевого управления и рулевой механизм трактора Т-150К подробно рассмотрены в главе 3.

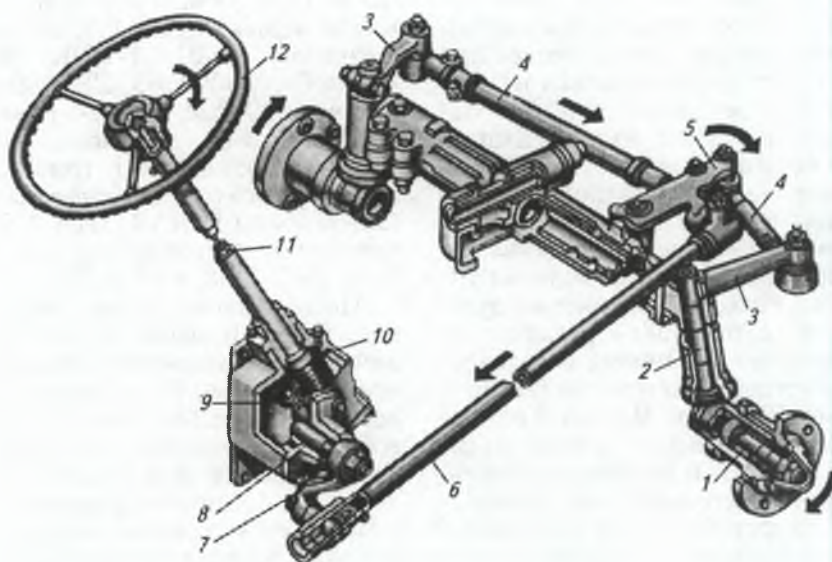


Рис. 138. Рулевое управление колесного трактора:

1 — цапфа; 2 — шкворень; 3 — рулевые рычаги; 4 — поперечные тяги; 5 — поворотный рычаг; 6 — продольная тяга; 7 — рулевая сошка; 8 — вал рулевой сошки; 9 — сектор; 10 — червяк; 11 — рулевой вал; 12 — рулевое колесо

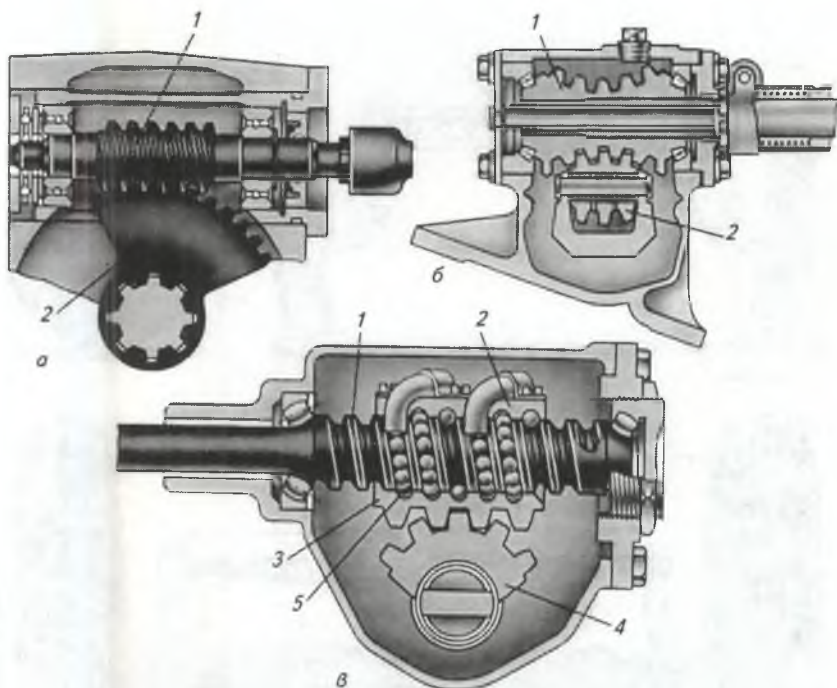


Рис. 139. Схемы рулевых механизмов:

а — цилиндрический червяк 1 — сектор 2; *б* — глобоидальный червяк 1 — ролик 2; *в* — комбинированная: 1 — винт; 2 — гайка; 3 — рейка; 4 — сектор; 5 — шарик

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. Стабилизации колес достигают с помощью поперечного и продольного наклона шкворней.

Поперечный наклон шкворней определяется углом $\gamma'_{шк}$ (рис. 140, *а*), который составляет $6...10^\circ$. При таком наклоне шкворней поворот колес сопровождается некоторым подъемом передней оси, что способствует возвращению колес в положение, соответствующее прямолинейному движению.

Продольный наклон шкворня верхним концом назад определяется углом

$\gamma''_{шк}$ (рис. 140, *б*), который составляет $1...3,5^\circ$. При повороте возникает центробежная сила, которая через шины передается на дорогу и вызывает со стороны дороги боковые реакции на колеса. Эти реакции приложены в области контакта шины 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 колеса устанавливают под некоторыми углами.

Развал колес под углом γ_0 (см. рис. 140, *а*), который составляет не более 2° , способствует появлению силы, направленной вдоль оси колеса и постоянно прижимающей его к внутреннему подшипнику ступицы. Это пре-

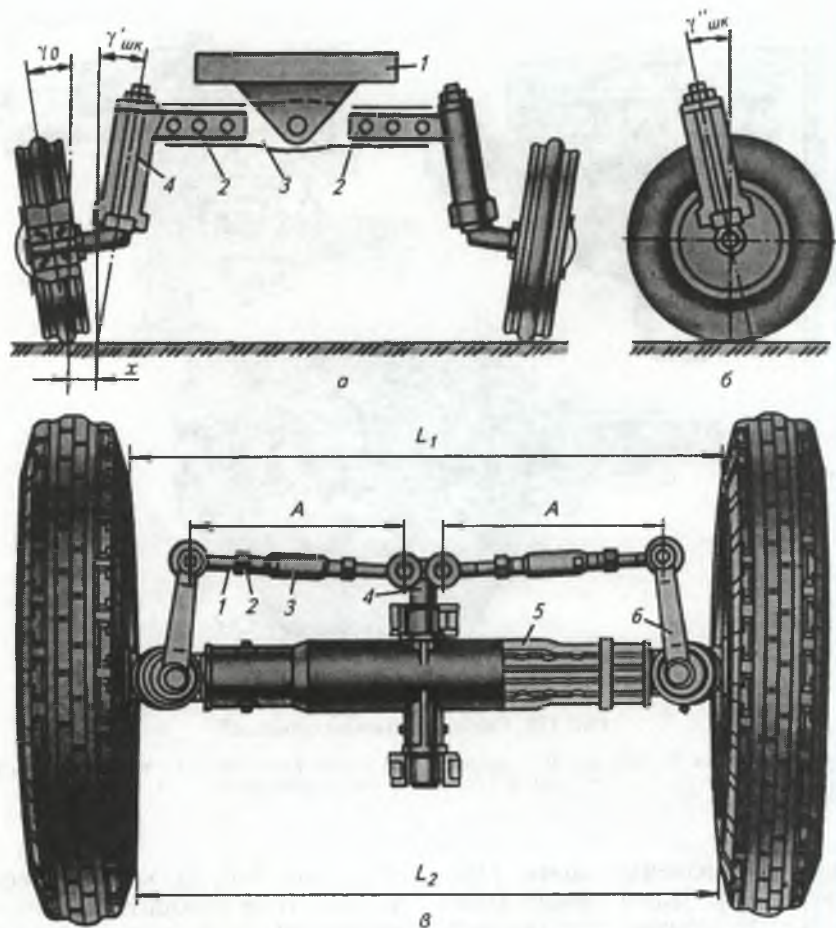


Рис. 140. Установка направляющих колес:

а — развал колес и поперечный наклон шкворней: 1 — остов трактора; 2 — выдвижные трубы кулаков; 3 — передняя ось; 4 — шкворень; *б* — продольный наклон шкворней; *в* — сходжение колес: 1 — наконечник; 2 — контргайка; 3 — труба поперечной тяги; 4 — сошка; 5 — ось; 6 — поворотный рычаг

дотвращает 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.

Сходжение колес определяют как разность расстояний между боковина-

ми шин в средней их части сзади по ходу трактора или автомобиля (расстояние L_2 на рис. 140, *в*) и спереди (расстояние L_1). Сходжение колес задают в пределах 2...12 мм регулировкой длины поперечной тяги (расстояния A) как допуск на зазоры, которые при качении выбираются, и сходжение 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. 141, *а*) непосредственно соединен с червяком 12.

Рулевой механизм состоит из глобидального 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.

Трехгребневой ролик 13 посажен на ось с помощью двух шариковых 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 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 контргайкой 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 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. 141, б) продольной тяги приварены наконечники 6, в которые установлены сменные вкладыши 14, сухарь 13 и полусферический палец 12, опирающийся на пята 2. Пята поджата к пальцу конической пружиной 3, которая упирается другим концом в крышку 4, закрепляемую стопорным кольцом 5. На палец шарнира надет резиновый колпак 10,

закрепленный обоймой 9 на наконечнике. Пружинное кольцо 11 обеспечивает уплотнение колпака. Шарнир смазывают 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 гидроусилителем и задним расположением расчлененной рулевой трапеции.

Привод рулевого колеса служит для изменения его положения и передачи вращения к рулевому механизму. Труба 6 (рис. 142, 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. В рабочем положении I (рис. 142, б) рулевая колонка удерживается фиксатором, а в положении II колонка не фиксируется. У тракторов МТЗ-100, МТЗ-102 предусмотрена фиксация колонки в четырех положениях через угол 5°. Для поворота колонки рукоятку 19 (см. рис. 142, а) подают вверх, и фиксатор 17 выходит из паза правой стенки 16 стойки 9. После этого колонку можно легко повернуть вперед.

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. Это устройство позволяет регулировать положение рулевого колеса по высоте в пределах 120 мм.

Вращение от рулевого колеса передается на вал 3, затем через гайку 20 и штифт 21 на промежуточный вал 5 и далее через карданный вал 10, передний вал 13 — на шлицевую втулку 14, установленную на шлицы червяка рулевого механизма.

Рулевой механизм смонтирован в одном корпусе 22 (рис. 143) с гидроусили-

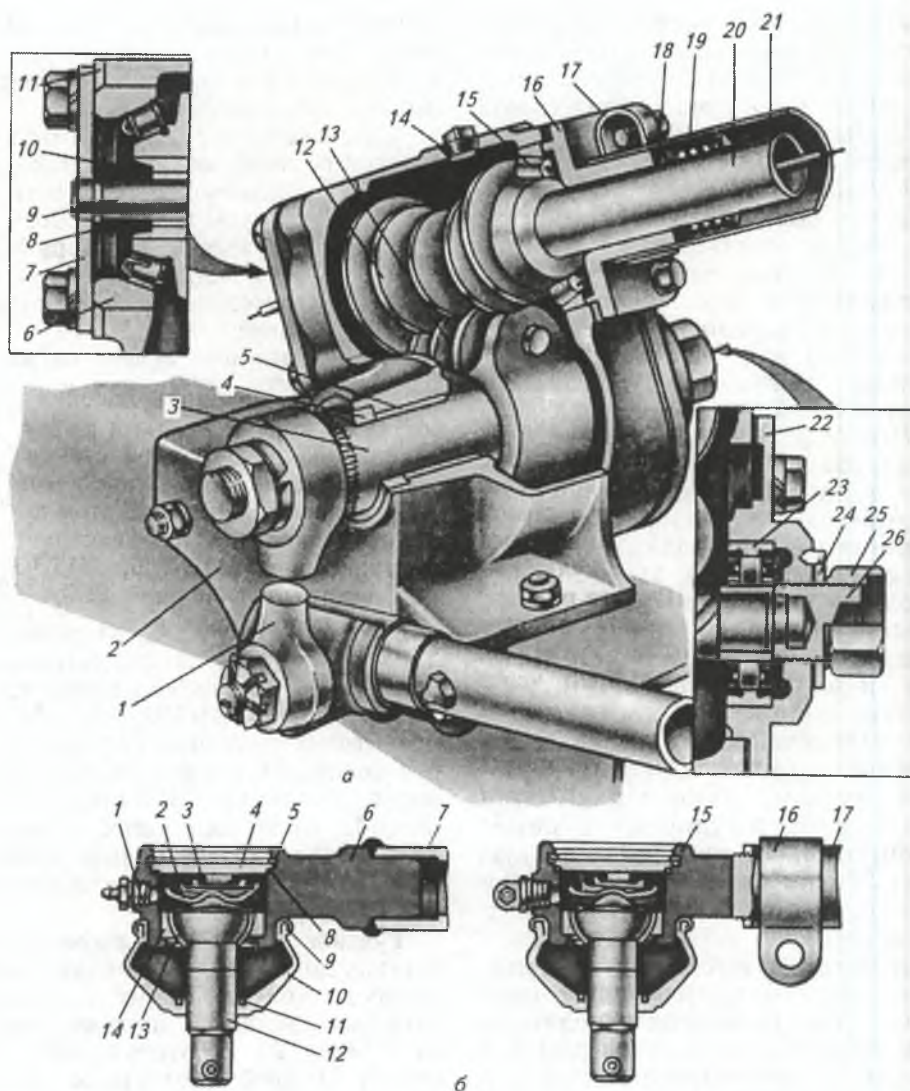


Рис. 141. Рулевой механизм и шарнирные устройства автомобиля ГАЗ-53-12:

a — рулевой механизм: 1 — рулевая сошка; 2 — картер; 3 — вал сошки; 4, 10, 18 — сальники; 5 — втулка; 6, 15 — подшипники червяка; 7 — нижняя крышка картера; 8, 19 — пружины сальника; 9 — трубка электропровода; 11 — регулировочные прокладки; 12 — глобоидальный червяк; 13 — трехребневой 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 — пята; 3 — коническая пружина; 4 — крышка; 5 — стопорное кольцо; 6, 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

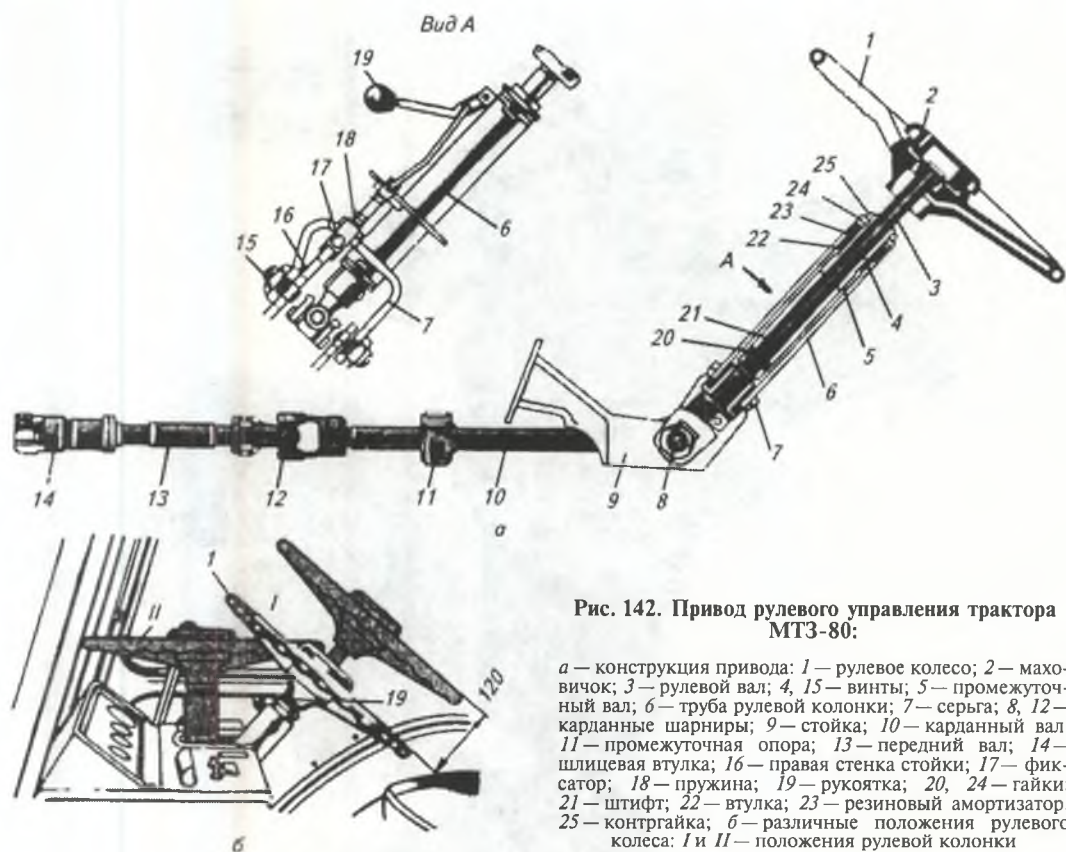


Рис. 142. Привод рулевого управления трактора МТЗ-80:

а — конструкция привода: 1 — рулевое колесо; 2 — маховичок; 3 — рулевой вал; 4, 15 — винты; 5 — промежуточный вал; 6 — труба рулевой колонки; 7 — серьга; 8, 12 — карданные шарниры; 9 — стойка; 10 — карданный вал; 11 — промежуточная опора; 13 — передний вал; 14 — шлицевая втулка; 16 — правая стенка стойки; 17 — фиксатор; 18 — пружина; 19 — рукоятка; 20, 24 — гайки; 21 — штифт; 22 — втулка; 23 — резиновый амортизатор; 25 — контргайка; *б* — различные положения рулевого колеса: *1* и *II* — положения рулевой колонки

телем. В качестве рулевого механизма использована передача цилиндрический червяк 4 — сектор 7. Двухвенцовый сектор одновременно находится в зацеплении с червяком 4 и рейкой 9, которая соединена со штоком 25 гидроцилиндра.

Червяк вращается в двух шариковых подшипниках, наружные обоймы которых установлены в эксцентриковой 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 вращается в двух втулках: корпуса 22 и верхней крышки 12 гидроусилителя. На нижнем шлицевом конце поворотного вала установлена сошка 18, закрепляемая гайкой 19.

Принцип работы рулевого механизма с гидроусилителем изложен в главе 3.

Рулевая трапеция включает в себя две поперечные рулевые тяги, соединенные с сошкой 4 (см. рис. 140, *в*), два поворотных рычага 6 и переднюю ось 5. Каждая поперечная 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 наконечников размещено шарнирное устройство, состоящее из шарового пальца, резинового и капронового вкладышей, закрытых резиновым чехлом и регулировочной пробкой.

Рулевое управление автомобилей КамАЗ разделенное, с гидроусилителем и цельной рулевой трапецией. Рулевое управление состоит из рулевого колеса 1 (рис. 144), рулевой колонки 2, карданной передачи 6, углового редуктора 9, рулевого механизма 10, вала 13, сошки 12, продольной рулевой тяги 11 и

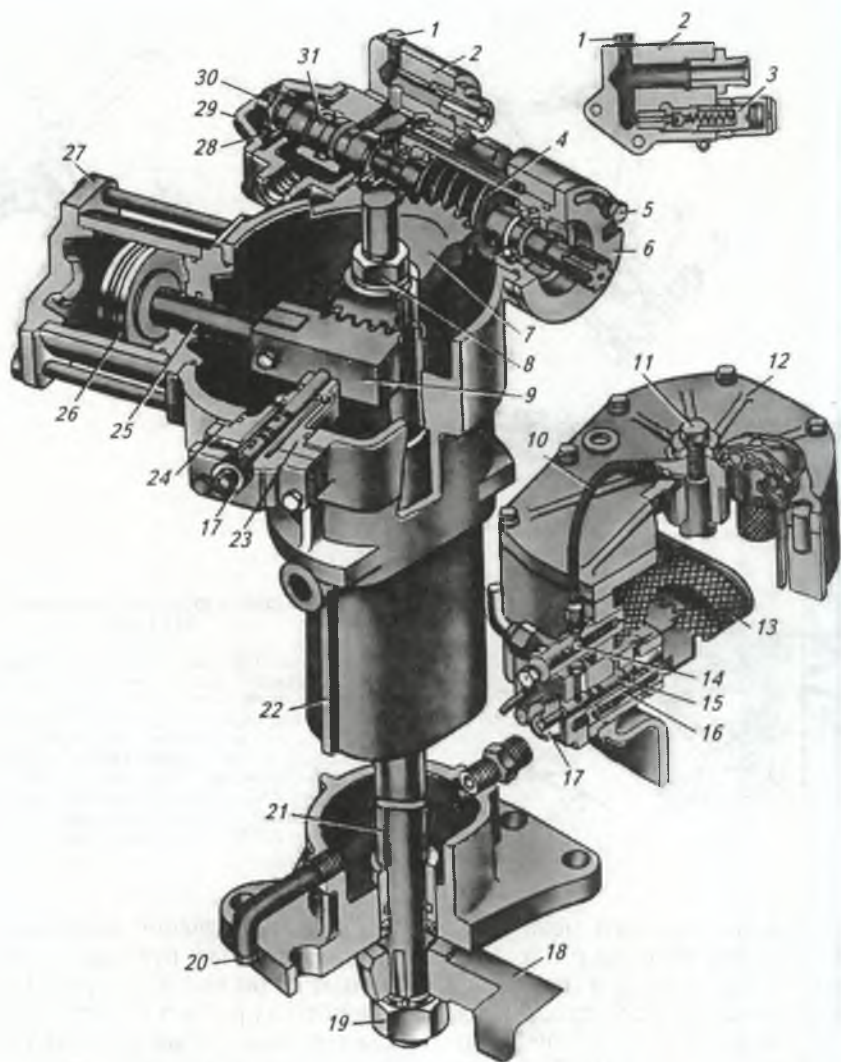


Рис. 143. Гидроусилитель рулевого управления трактора МТЗ-80:

1 — пробка; 2 — клапанная крышка; 3 — регулировочный винт предохранительного клапана; 4 — червяк; 5 — болт регулировочной втулки; 6 — регулировочная эксцентриковая втулка; 7 — сектор; 8, 19, 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

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 2, состоящая из трубы с размещенным внутри рулевым валом на двух шариковых подшипниках,

прикреплена в верхней части к 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 передает вращение с рулевого вала на вал ведущего конического зубчатого колеса углового редуктора 9.

Конический одноступенчатый угло-

Рис. 144. 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

вой редуктор служит для передачи вращения на винт 26 (рис. 145) рулевого механизма с передаточным отношением, равным единице. Собран редуктор в корпусе 33, который шпильками прикреплен к корпусу 23 рулевого механизма.

Ведущее коническое зубчатое колесо 7 изготовлено как одно целое с валом 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 на двух шариковых подшипниках 12, установленных в корпусе 33 редуктора. Шариковые подшипники

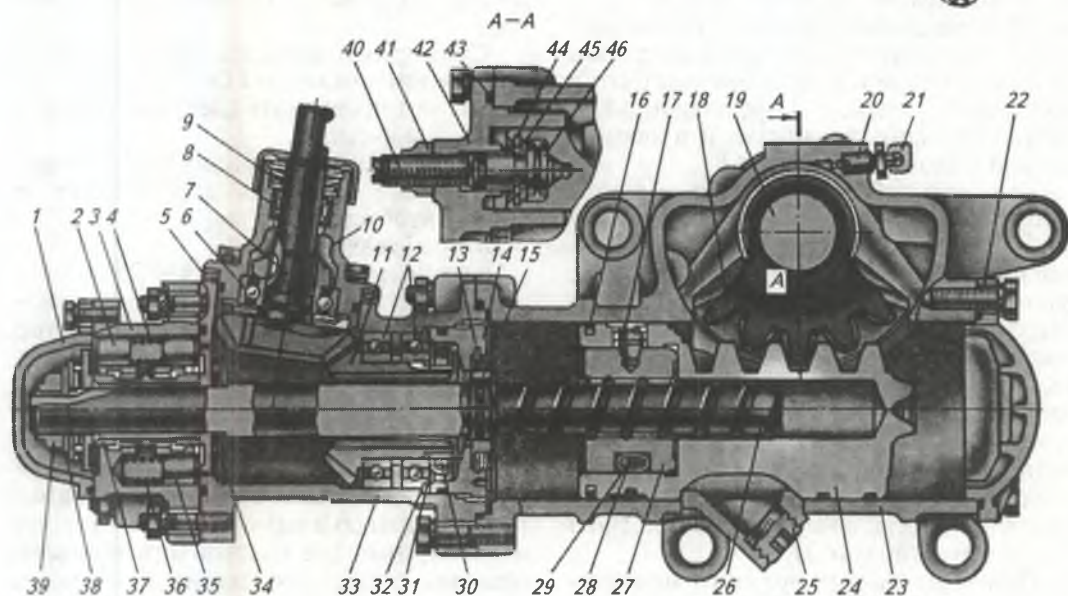
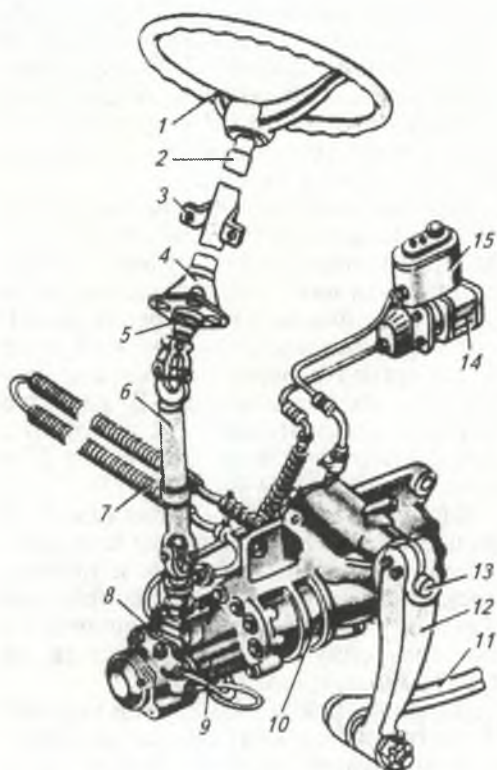


Рис. 145. Рулевой механизм автомобиля КамАЗ-5320:

1, 14, 22, 42 — крышки; 2 — реактивный плунжер; 3 — корпус клапана управления; 4, 36 — пружины; 5 — регулировочные прокладки; 6, 12 — шариковые подшипники; 7 — ведущий вал с зубчатым колесом; 8 — игольчатый подшипник; 9 — уплотнительное устройство; 10 — корпус; 11 — ведомое зубчатое колесо; 13, 32, 44 — стопорные кольца; 15 — упорное кольцо; 16 — уплотнительное кольцо; 17, 26 — винты; 18 — сектор; 19 — вал сошки; 20 — перепускной клапан; 21 — колпачок; 23 — корпус; 24 — поршень-рейка; 25 — пробка; 27, 30, 39, 41 — гайки; 28 — желоб; 29 — шарик; 31 — стопорная шайба; 33 — корпус редуктора; 34 — упорный подшипник; 35 — плунжер; 37 — золотник; 38 — шайба; 40 — регулировочный винт; 43 — уплотнение; 45 — регулировочная шайба; 46 — упорная шайба

посажены с натягом на хвостовик зубчатого колеса и закреплены гайкой 30 со стопорной шайбой 31. Осевые смещения зубчатого колеса ограничены стопорным кольцом 32 и крышкой 14. Зацепление конических зубчатых колес регулируют прокладками 5.

Ведомое коническое зубчатое колесо 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 корпусе 23, который одновременно служит 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 корпусе 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 поворачивает 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. Осевое перемещение вала сошки 0,02...0,08 мм устанавливают, подбирая регулировочную шайбу 45 определенной толщины. Винт 40 стопорят гайкой 41.

Принцип работы рулевого механизма с гидроусилителем рассмотрен в главе 3.

На шлицевой конец вала 13 (см. рис. 144) установлена и застопорена болтами сошка 12, которая соединена с продольной тягой 11 рулевого привода. Другим концом продольная тяга

шарнирным устройством соединена с верхним рычагом левого поворотного кулака.

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.

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.

Суммарный зазор (люфт) в рулевом управлении согласно ГОСТ Р 51709—01 не должен превышать следующих допустимых значений:

в легковых автомобилях и созданных на их базе грузовых автомобилях и микроавтобусах — 10°;

в автобусах — 20°;

в грузовых автомобилях — 25°.

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,

ввертывая в наконечник тяги регулировочную пробку (крышку) или заменяя изношенные вкладыши и шаровые пальцы. Если после выполнения этих операций свободный ход рулевого колеса больше допустимого, то проверяют и регулируют зазор в подшипниках направляющих колес и рулевом механизме.

В рулевом механизме типа глобидальный червяк — ролик регулируют 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. 141, 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. 143) крепления регулировочной эксцентриковой 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 ча-

совой 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.

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, предварительно положив под головки болтов шайбы, толщина которых равна толщине фланца крышки 29. Затягивают гайку 30 моментом 20 Н·м и отворачивают ее на $1/12...1/10$ оборота до совмещения отверстия в червяке с прорезью под шплинт в гайке. Убирают монтажные шайбы из-под болтов крепления распределителя, закрепляют его и устанавливают крышку на место.

В рулевом механизме автомобилей 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 $3/4...1$ 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 неисправности в рулевом управлении, но также недостаточное или различное давление в ши-

нах, повышенный зазор в подшипниках ступиц колес, неправильная установка управляемых колес, неисправности амортизатора, неправильная балансировка колес.

Состояние рулевого управления влияет не только на работоспособность трактора и автомобиля, но в большей степени на безопасность дорожного движения.

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 автомобиля 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* и обозначают $S_{ост}$ (рис. 146), а путь от начала торможения до полной остановки — *тормозным* $S_{тор}$. Значение тормозного пути зависит от скорости движения, состояния дороги (коэффициента сцепления) и многих других эксплуатационных факторов. Рассчитывая остановочный путь, необходимо знать путь $S_{реакц}$ за время реакции водителя и путь $S_{ср}$ за время срабатывания тормозов.

Оценочные показатели тормозных качеств автотранспортных средств: сила P_n на органе управления; тормозной путь $S_{тор}$ автомобиля полной массы; установившееся замедление $j_{уст}$; время срабатывания тормозной системы $\tau_{ср}$ при начальной скорости торможения 40 км/ч. Значения этих показателей указаны в ГОСТ Р 51709—01.

Автотранспортные средства классифицируют по категориям следующим образом: M_1 — автотранспортные средства для перевозки не более восьми пассажиров и созданные на их базе модификации для перевозки мелких гру-

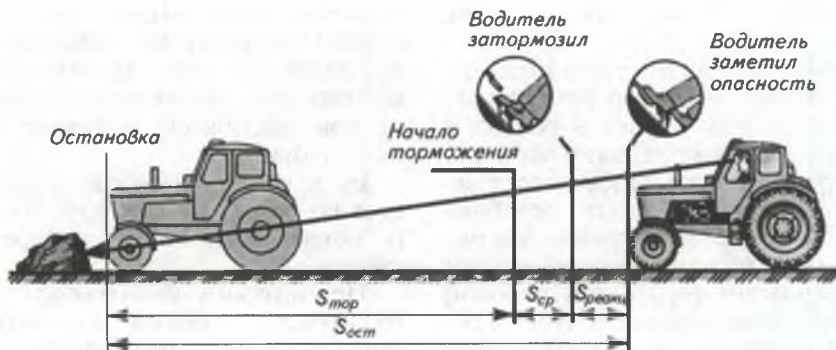


Рис. 146. Схема определения остановочного пути

зов; M_2 и M_3 — то же, что и M_1 , но полной массой до 5 т (M_2) и свыше 5 т (M_3); N_1 — грузовые автотранспортные средства полной массой до 3,5 т; N_2 — свыше 3,5 до 12 т; N_3 — более 12 т.

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 педаль (рычаг) 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 регулировки скорости движения трактора или автомобиля с требуемым замедлением вплоть до полной остановки в любых условиях.

Стояночная тормозная система предназначена для удержания неподвижного транспортного средства при отсутствии в кабине водителя на уклоне не менее 16 % для автомобиля полной массы, на уклоне не менее 23 % для категорий М и не менее 31 % для автомобилей категорий N в снаряженном состоянии.

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. Вспомогательная тормозная система, за исключением моторного замедлителя, должна обеспечивать в диапазоне скоростей 35...25 км/ч установленное замедление не менее 0,5 м/с² для автотранспортных средств полной массы и 0,8 м/с² для автотранспортных

средств в снаряженном состоянии с учетом массы водителя и одного пассажира.

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: рабочей тормозной системой с отъединенным от трансмиссии двигателем; только двигателем; рабочей 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) — значительно уменьшают или прекращают подачу топлива. В этом случае коленчатый вал принудительно прокручивается от колес, из-за чего резко увеличиваются механические и другие потери в двигателе. Интенсивность торможения двигателем зависит от включенной передачи, степени открытия дроссельной заслонки или подачи топлива насосом, включено или выключено зажигание. Этот способ торможения 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 противодавления на выпуске у двигателя. Для этого перекрывают заслонкой выпускной трубопровод 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 предназначен для замедления вращения колес или одного из валов трансмиссии под действием сил трения.

Тормозные механизмы подразделяют: по расположению — *колесные, центральные*; 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 состоит из шкива 5 (рис. 147, а), укрепленного на вращающемся валу 7 трансмиссии, и тормозной ленты 4 с

фрикционными накладками. Один конец ленты через тяги 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 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 (на рис. 147, а по направлению стрелки).

Плавающий ленточный тормоз (рис. 147, 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

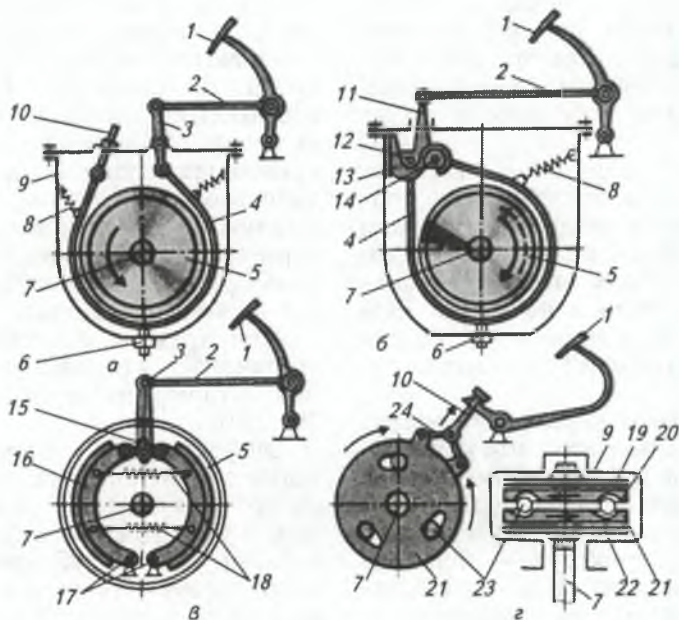


Рис. 147. Схемы тормозных механизмов:

а — простого ленточного; б — плавающего ленточного; в — колодочного; г — дискового; 1 — педаль; 2 — тяга; 3, 11 — рычаги; 4 — тормозная лента; 5 — тормозной шкив; 6 — винт; 7 — вал; 8 — оттяжная пружина; 9 — картер; 10 — тяга с регулировочной гайкой; 12, 14 — пальцы; 13 — неподвижный кронштейн; 15 — разжимной кулачок; 16 — колодка; 17 — неподвижные шарниры колодок; 18 — пружины; 19, 22 — диски с фрикционными накладками; 20 и 21 — нажимные диски; 23 — шарики; 24 — серьга

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. 147, 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 состоит из соединительных 19, 22 (рис. 147, г) и нажимных 20, 21 дисков. Диски 19 и 22 посредством шлиц насажены на вал 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 по-

казаны) возвращаются в исходное положение.

Тормозной привод предназначен для управления тормозными механизмами и прижатия тормозных лент, колодок и дисков к соответствующим поверхностям трения. По принципу действия различают *механические, пневматические и гидравлические* тормозные приводы.

Механический привод 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. Они могут быть *одно-, двух- и многоконтурными*. Одноконтурный привод осуществляет управление тормозными механизмами как передних, так и задних колес. Поэтому при нарушении какого-либо соединения 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, установленные на валах ведущих зубчатых колес конечных передач с левой и правой наружных сторон корпуса заднего моста с механическим приводом. Схема и принцип их работы показаны на рисунке 147, г.

Каждый тормозной механизм состоит из двух соединительных стальных дисков 4 (рис. 148) с наклеенными с

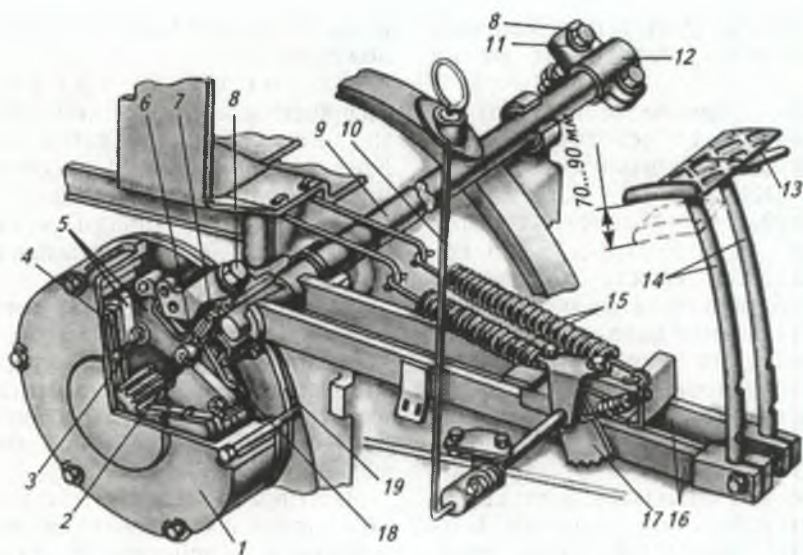


Рис. 148. Тормозная система трактора МТЗ-80:

1 — кожух правого тормоза; 2 — разжимной шарик; 3 — пружина нажимного диска; 4 — соединительный диск; 5 — нажимные диски; 6 — вилка; 7 — контргайка; 8 — регулировочные болты; 9 — валик педалей; 10 — тяга защелки тормозов; 11 — сферическая шайба; 12 — рычаг левого тормоза; 13 — соединительная планка; 14 — стержни педали; 15 — оттяжные пружины; 16 — рычаги; 17 — защелка тормоза; 18 — тяга; 19 — крышка кожуха

обеих сторон фрикционными накладками и двух нажимных дисков 5, установленных между соединительными дисками. Соединительные диски шлицами связаны с валом зубчатых колес конечных передач и вращаются вместе с ним. Нажимные диски не вращаются, но поворачиваются один навстречу другому механизмом привода. Между нажимными дисками 5 в специальных углублениях расположены разжимные шарики. Диски соединены между собой пружинами 3. Снаружи тормоза закрыты кожухами 1.

При нажатии на педали, соединенные планкой 13, их стержни 14 опускаются и поворачивают рычаги 16 и валик 9. Далее усилие от рычагов передается через сферические шайбы 11 и болты 8 к вилкам 6, которые тягами 18 и пальцами шарнирно связаны с нажимными дисками 5. Диски 5 поворачиваются один относительно другого и шарики, перекатываясь по наклонным поверхностям углублений, разжимают их, преодолевая сопротивление пружин.

Нажимные диски перемещают по шлицам соединительные диски и при-

жимают их к неподвижным поверхностям кожуха 1 и крышки 19. Этим и обеспечивается торможение валов зубчатых передач и ведущих колес трактора. После отпускания педалей нажимные диски возвращаются в исходное положение под действием пружин 3 и 15, освобождая соединительные диски.

Действие левого и правого тормозов может быть отдельным 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 удерживать 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, фиксируя педали.

Стояночный тормоз трактора Т-150К ленточный, центральный, установлен на валу привода переднего моста. Барабан 11 (рис. 149) 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 сбегаящий 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, которые 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. Конструкция таких тормозных систем состоит из тормозных механизмов и пневматического привода. Пневматический привод тормозов 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 тормозной системы 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 к запасной тормозным системам.

Тормозной механизм смонтирован на суппорте 2 (рис. 150, 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 ним.

При торможении колодки раздвигаются фигурным разжимным кулаком 12

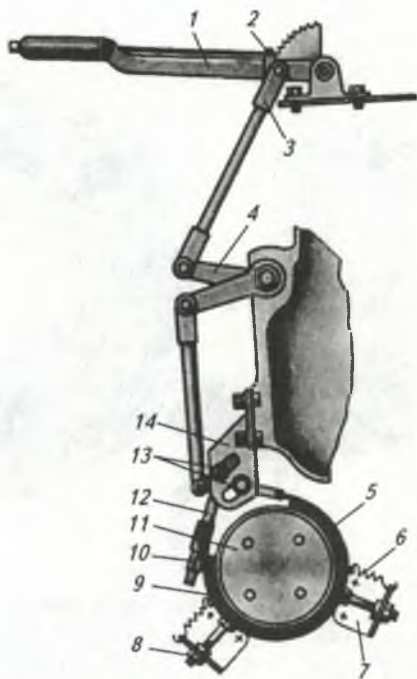


Рис. 149. Стояночный тормоз трактора Т-150К:

1 — рычаг управления; 2 — защелка; 3 — вилка; 4 — двуплечий рычаг; 5 — лента; 6 — оттяжная пружина; 7, 14 — кронштейны; 8 — регулировочный болт; 9 — колодка; 10 — регулировочная гайка; 11 — барабан; 12 — тяга; 13 — пальцы

и прижимаются к внутренней поверхности барабана. Усилие с кулака на колодки передается через ролики 13. Колодки возвращаются в исходное 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 регулировки зазора между колодками и тормозным барабаном. Для этого в корпусе рычага установлены червячное колесо 18 (рис. 150, б) и червяк 17. Червячное 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 червяк 17 поворачивает колесо 18, а вместе с ним и

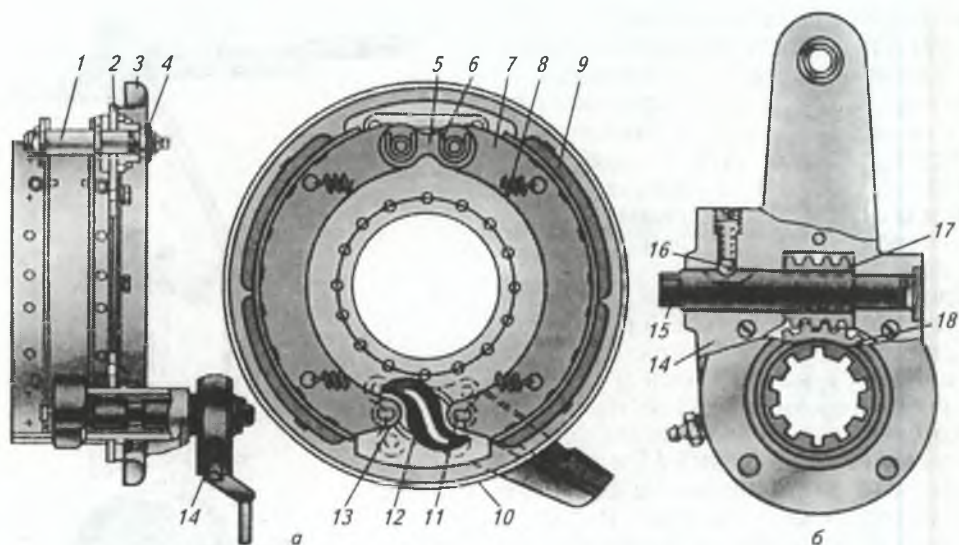


Рис. 150. Тормозной механизм автомобилей КамаЗ:

a — 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

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. 151, *a*) 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 выхо-

дит 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. 151, *б*), штоком 1 и пружиной 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 тормозных систем. При отсутствии торможения сжатый воздух находится в цилиндре 11. Его поршень 12 сжимает пружину 14 и удерживает толкатель 18 энергоаккумулятора в верхнем положении.

Шток тормозной камеры выдвигается при подаче сжатого воздуха. При торможении рабочей тормозной системой сжатый воздух подается в полость тормозной камеры над диафрагмой 5, которая, прогибаясь, перемещает

шток 1 с вилкой 7, соединенной 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 выходит из камеры в атмосферу и диафрагма 5 возвращается в первоначальное 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, в результате чего по-

ворачивается регулировочный рычаг тормозного механизма.

При выключении стояночного тормоза сжатый воздух подают в полость цилиндра под поршень 12, который приподнимается вместе с толкателем 18 и сжимает пружину 14. При этом под действием возвратной пружины 6 диафрагма 5 и шток 1 поднимаются 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 меха-

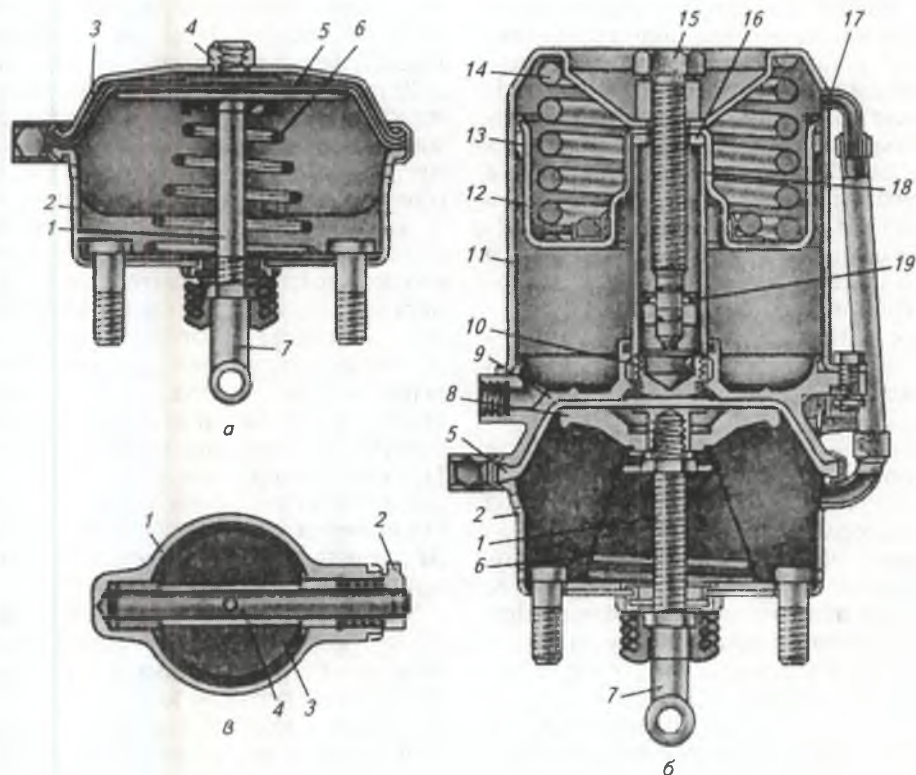


Рис. 151. Тормозные камеры и механизм вспомогательного тормоза автомобилей КамАЗ:

а, б — тормозные камеры соответственно типов 24 и 20: 1 — шток; 2 — корпус; 3 — крышка корпуса; 4 — штуцер; 5 — диафрагма; 6, 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

низмов 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 кнопочный кран, при нажатии на кнопку которого сжатый воздух поступает в цилиндр энергоаккумулятора.

Тормозной механизм *вспомогательной тормозной системы* установлен в двух приемных трубах глушителя двигателя. Каждый механизм состоит из корпуса 1 (рис. 151, в) и заслонки 3, закрепленной на валу 4. На этом же валу закреплен поворотный рычаг 2, соединенный со штоком пневмоцилиндра. При выключенном положении заслонка 3 устанавливается в открытом положении и пропускает по трубе отработавшие газы. При включении вспомогательного тормоза два пневмоцилиндра закрывают заслонки, а третий выключает подачу топлива. Двигатель начинает работать 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. 152), 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 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 тормоза 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 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 рукоятку крана 7 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.

При выключении стояночного тормоза рукоятку крана 7 устанавливают в нижнее положение. Воздух из баллона 24 через тормозной кран 7 поступает к ускорительному клапану 29, который 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 кра-

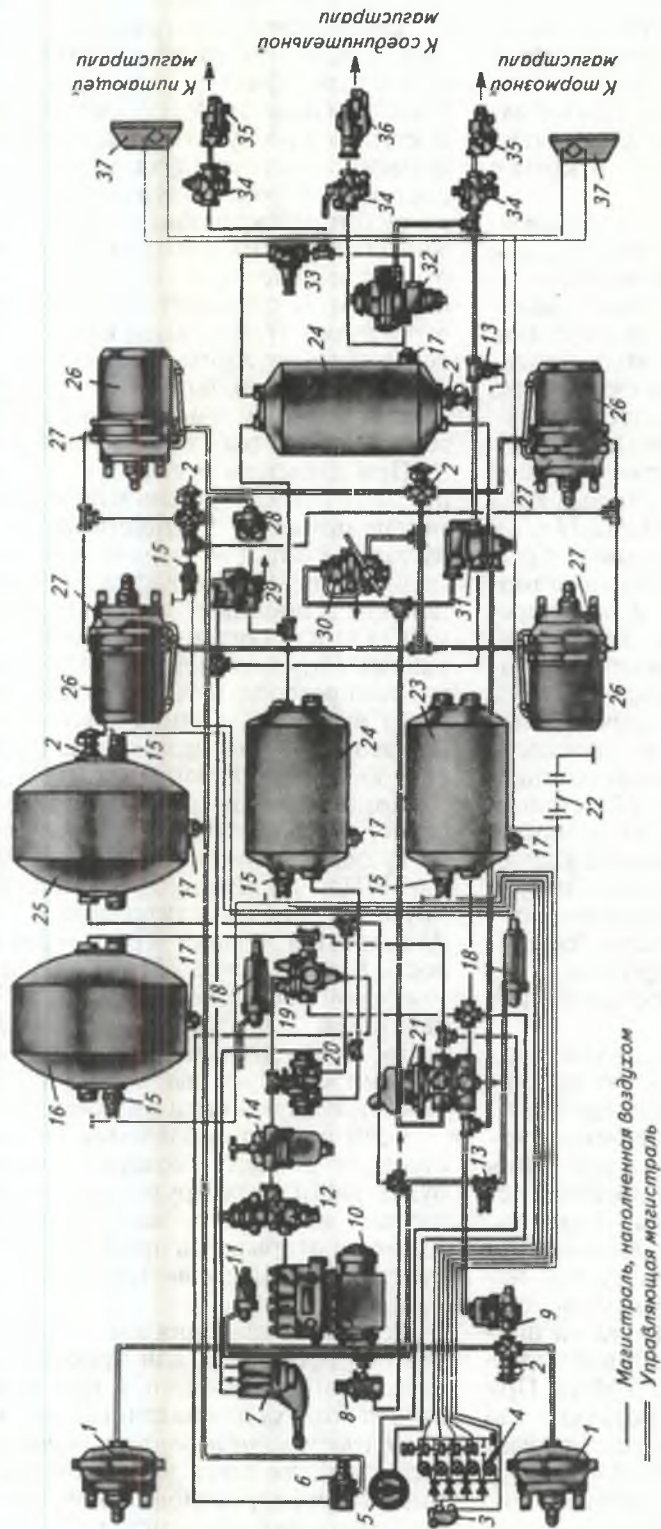


Рис. 152. Схема пневмопривода тормозных механизмов автомобилей КамАЗ.

1 — передняя тормозная камера; 2 — клапан контрольного выхода; 3 — звуковой сигнал; 4 — контрольная лампа; 5 — двухстрелочный манометр; 6 — край растормаживания стояночного тормоза; 7 — клапан стояночного тормоза; 8 — клапан вспомогательного тормоза; 9 — клапан ограничения давления; 10 — компрессор; 11 — пневмоцилиндр привода рычага останова двигателя; 12 — регулятор давления; 13 — пневмоэлектрический датчик включения электромагнитного пневмоклапана прицепа; 14 — предохранитель от замерзания; 15 — пневмоэлектрический датчик падения давления в контуре; 16 — воздушный баллон контура рабочего тормоза колес задней тележки и контура аварийного растормаживания; 17 — край слива конденсата; 18 — пневмоцилиндр привода механизма вспомогательного тормоза; 19 — тройной защитный клапан; 20 — двойной защитный клапан; 21 — двухсекционный тормозной клапан; 22 — аккумуляторные батареи; 23 — воздушный баллон контура рабочего тормоза колес передней оси и контура аварийного растормаживания; 24 — воздушные баллоны контуров стояночного тормоза и тормозов-привесов; 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, 32 — клапаны управления тормозами прицепа соответственно с двух- и одноприводными приводами; 33 — одиночный защитный клапан; 34 — разобщительный клапан; 35 и 36 — соединительные головки; 37 — задние фонари

ном 7. Рукоятка этого крана 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 происходит при нажатии на кран 6. При этом воздух из баллонов 16 и 23 через тройной защитный клапан 19, кран 6 и перепускной клапан 28 поступает в цилиндры энергоаккумуляторов. Пружины сжимаются, и автомобиль растормаживается.

Пневмопривод вспомогательной тормозной системы. При нажатии на кран 8 сжатый воздух из баллона 25 через кран 8 поступает в пневмоцилиндры 11 и 18. Штоки цилиндров 18, связанные с рычагами заслонок вспомогательного тормоза, повернут заслонки, и они переключат приемные трубы глушителя. Шток цилиндра 11, связанный с рычагом рейки топливного насоса высокого давления, передвинет этот рычаг, и подача топлива в цилиндры двигателя 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, двухцилиндровый, одноступенчатого сжатия установлен на двигателе и приводится от блока распределительных зубчатых колес. Воздух под действием разрежения поступает в цилиндры компрессора через пластинчатые впускные клапаны. Сжатый поршнями воздух вытесняется из цилиндров через пластинчатые нагнетательные клапаны в регулятор давления 12, который автоматически поддерживает давление воздуха в пневмосистеме в пределах 0,7...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. Сжатый воздух из компрессора поступает в вывод I (рис. 153, а) регулятора давления и проходит через фильтр 2, каналы 11 и 8, обратный клапан 9 и через вывод III поступает в воздушные баллоны. Одновременно часть воздуха через канал 7 поступает в полость А под поршень 6, нагруженный уравнивающей пружиной 5. При этом выпускной клапан 4 открыт и полость Б над разгрузочным поршнем 12 сообщается с атмосферой через вывод II. 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 0,7...0,75 МПа, поршень 6 преодолевает усилие пружины 5 и поднимается. Выпускной клапан 4 закрывается, впускной клапан 10 открывается, и воздух из полости А поступает в полость Б, перемещая вниз поршень 12. Разгрузочный клапан 1 открывается, и сжатый воздух из компрессора выходит в атмосферу через вывод IV. Одновременно давление воздуха в кольцевом канале 8 падает и обратный клапан 9 закрывается.

Когда давление воздуха в пневмосистеме, а следовательно, и в выводе III, и в 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 через вывод II соединится с атмосферой. При этом поршень 12 под действием пружины переместится вверх, разгрузочный клапан 1 закроется и компрессор снова будет нагнетать сжатый воздух в пневмосистему.

Если регулятор давления выйдет из строя, то давление воздуха в выводе I будет расти и разгрузочный клапан 1 начнет действовать как предохранительный, открываясь при давлении воздуха 1...1,35 МПа и выпуская часть воздуха в атмосферу.

Регулятор давления имеет канал, закрытый пробкой 3, для присоединения специальных устройств, а также клапан отбора воздуха для накачивания шин.

Предохранитель от замерзания предназначен для защиты сборочных единиц и трубопроводов пневмосистемы от замерзания конденсата. В стакан 2

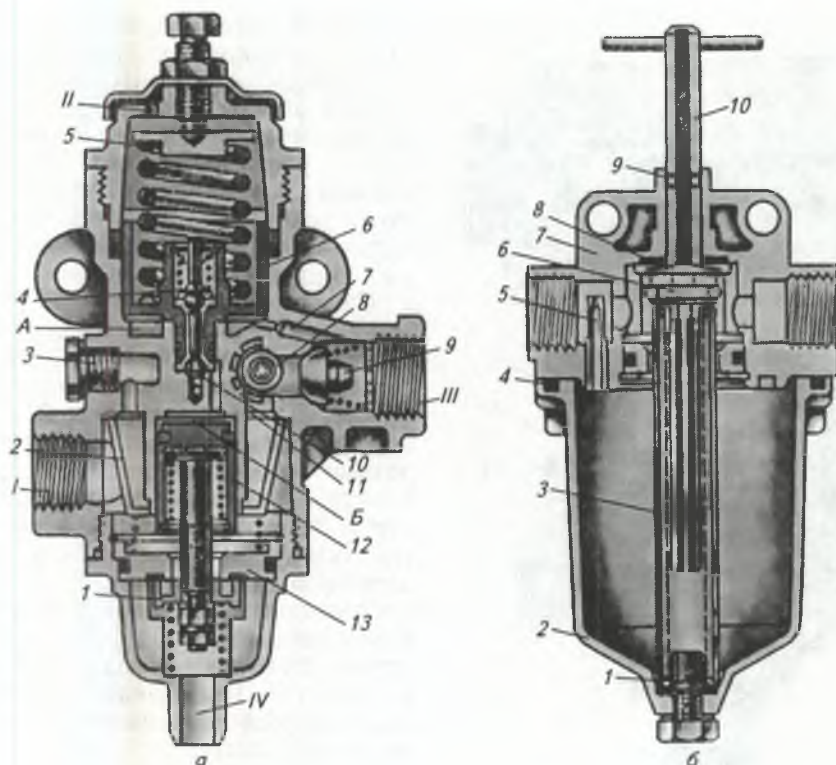


Рис. 153. Сборочные единицы пневмопривода автомобилей КамАЗ:

a — регулятор давления: 1 — разгрузочный клапан; 2 — фильтр; 3 — пробка канала отбора воздуха; 4 — выпускной клапан; 5 — уравнивающая пружина; 6 — следящий поршень; 7, 11 — каналы; 8 — кольцевой канал; 9 — обратный клапан; 10 — впускной клапан; 12 — разгрузочный поршень; 13 — седло разгрузочного клапана; *A* — полость под следящим поршнем; *B* — полость над разгрузочным поршнем; *I* — вывод от компрессора; *II*, *IV* — выходы в атмосферу; *III* — вывод в пневмосистему; *b* — предохранитель от замерзания: 1 — пружина фитиля; 2 — стакан; 3 — фитиль; 4, 9 — уплотнительные кольца; 5 — жиклер; 6 — пробка с уплотнительным кольцом; 7 — крышка; 8 — запирающий штифт; 10 — шток с рукояткой

(рис. 153, *b*) предохранителя заливают технический этиловый спирт. Для включения предохранителя в работу при температуре окружающего воздуха ниже 5°C 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 пневмосистеме при достаточно низкой температуре.

При температуре воздуха выше 5°C предохранитель отключают, опуская шток 10. Пробка 6 с уплотнительным

кольцом садится в гнездо и разоблачает 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. 154, *a*) 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 контуров давление воздуха в нем падает и центральный поршень 8 под действием

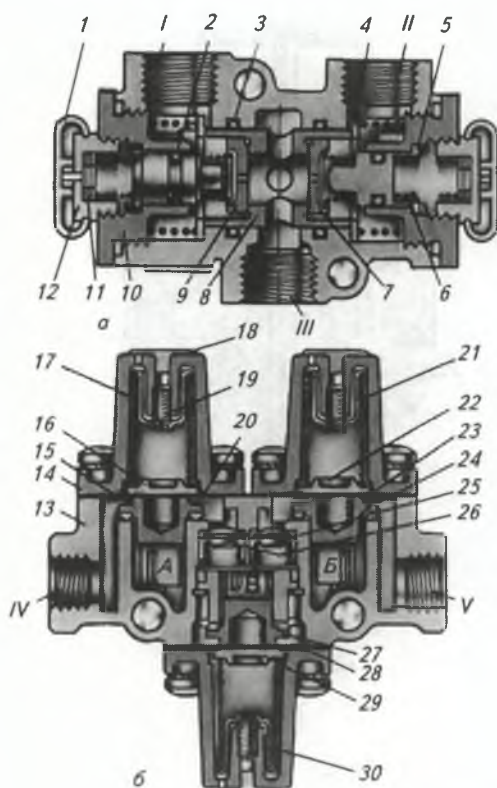


Рис. 154. Защитные клапаны пневмопривода автомобилей КамАЗ:

а — двойной; *б* — тройной; 1 — защитный чехол; 2, 3 — уплотнительные кольца; 4 — упорное кольцо; 5 — упорный поршень; 6, 17, 21, 30 — пружины; 7, 9 — плоские клапаны; 8 — центральный поршень; 10 — крышка; 11 — регулировочные шайбы; 12 — пробка с дренажным отверстием; 13 — корпус; 14 — колпак; 15, 24, 27 — клапаны; 16, 22, 29 — опорные диски; 18 — заглушка; 19 — регулировочный винт; 20, 23 и 28 — диафрагмы; 25, 26 — перепускные клапаны; *А, Б, В* — полости; *Г* — 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

перепада 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 подводимого

потока сжатого воздуха на три автономных пневмоконтура: 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. 154, *б*) под клапанами 15 и 24. При давлении воздуха 0,5 МПа эти клапаны открываются, преодолевая сопротивление пружин 17 и 21 и прогибая диафрагмы 20 и 23. Далее воздух через выходы *IV* и *V* поступает в пневмоконтуры рабочих тормозных систем соответственно передних колес и задней тележки. Одновременно открываются перепускные клапаны 25, 26 и воздух поступает в полость *В* над клапаном 27. При давлении 0,5 МПа этот клапан открывается и сжатый воздух через вывод проходит в пневмоконтур аварийной системы растормаживания стояночной тормозной системы.

В случае разгерметизации одного из пневмоконтуров давление в нем и в полости соответствующего защитного клапана уменьшается и под действием пружины клапан закрывается, автоматически отключая неисправный контур.

Двухсекционный тормозной кран предназначен для управления контурами рабочей тормозной системы и комбинированным приводом тормозных механизмов прицепа. Кран имеет две независимые секции, включаемые последовательно.

Для торможения автомобиля нажимают на тормозную педаль. Усилие через систему тяг и рычагов передается на рычаг 5 (рис. 155, *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* к тормозным камерам колес задней тележки с атмосферой. При дальнейшем опускании поршня 3 открывается клапан 2. Сжатый воздух, подводимый из баллона к выводу *III*, через открытый кла-

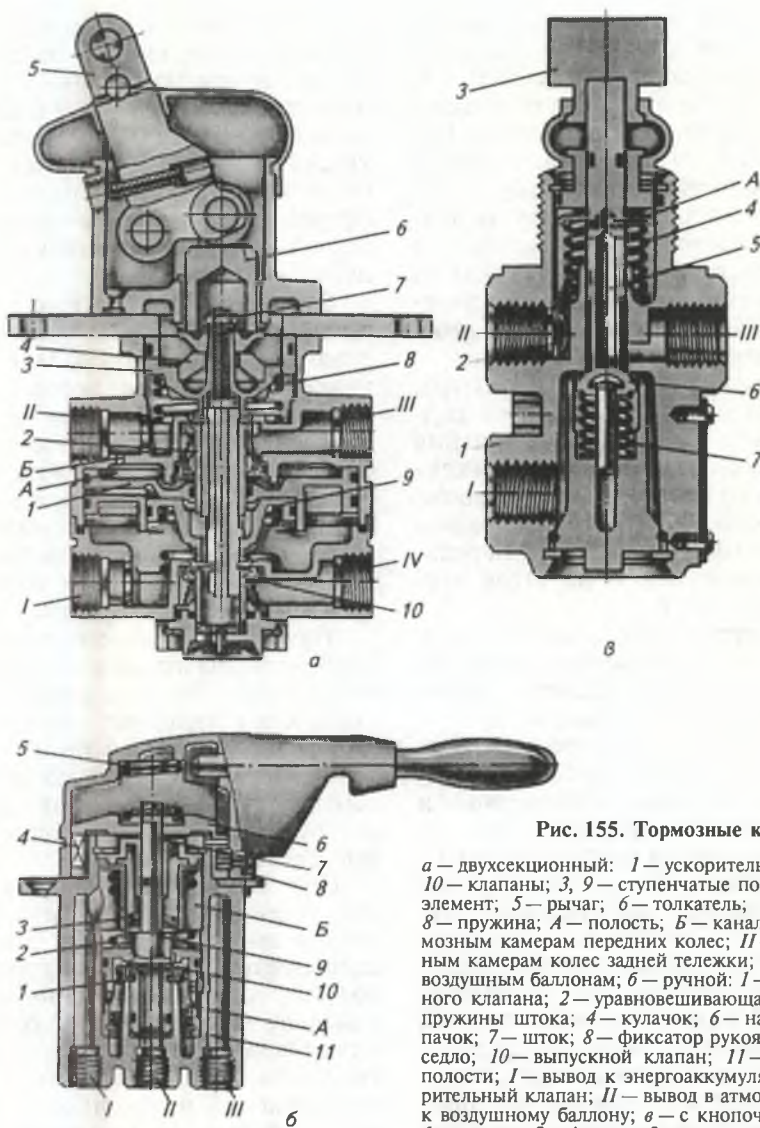


Рис. 155. Тормозные краны:

a — двухсекционный: 1 — ускорительный поршень; 2, 10 — клапаны; 3, 9 — ступенчатые поршни; 4 — упругий элемент; 5 — рычаг; 6 — толкатель; 7 — упорный болт; 8 — пружина; А — полость; Б — канал; I — вывод к тормозным камерам передних колес; II — вывод к тормозным камерам колес задней тележки; III, IV — выходы к воздушным баллонам; 6 — ручной: 1 — пружина выпускного клапана; 2 — уравнивающая пружина; 3, 5 — пружины штока; 4 — кулачок; 6 — направляющий колпачок; 7 — шток; 8 — фиксатор рукоятки (защелка); 9 — седло; 10 — выпускной клапан; 11 — поршень; А, Б — полости; I — вывод к энергоаккумуляторам через ускорительный клапан; II — вывод в атмосферу; III — вывод к воздушному баллону; *б* — с кнопочным управлением: 1 — корпус; 2 — фильтр; 3 — кнопка толкателя; 4 — пружина толкателя; 5 — выпускной канал; 6 — впускной клапан; 7 — пружина клапана; А — отверстие; I — вывод к воздушному баллону; II — вывод в атмосферу; III — вывод к пневматическим цилиндрам

пан 2 поступает к выводу II и далее в тормозные камеры колес среднего и заднего мостов.

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. В этом заключается следящее действие верхней секции тормозного крана.

С повышением давления в выводе II сжатый воздух через канал Б проходит в полость А над ускорительным поршнем 1 второй секции крана. Поршень 1 перемещается вниз и действует на ступенчатый поршень 9, который закрывает выпускное отверстие клапана 10, разобщая вывод I с атмосферой. Далее открывается клапан 10.

Сжатый воздух, подводимый из бал-

лона к выводу *IV*, через открытый клапан *10* поступает к выводу *I* и далее в тормозные камеры передних колес. С повышением давления воздуха в выводе *I* растет давление и в полости под поршнями *I* 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 верхней секции.

Ручной тормозной кран предназначен для управления пружинными энергоаккумуляторами привода стояночной и запасной тормозных систем. При отсутствии торможения сжатый воздух от баллона подводится к выводу *III* (рис. 155, *б*) крана. 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, полость *A* под поршнем, кольцевую щель между клапаном *10* и поршнем *11*, полость *B* поступает к выводу *I* и далее к ускорительному клапану, который обеспечивает подачу воздуха в цилиндры энергоаккумуляторов, сжимая их пружины и растормаживая тормозные механизмы. При этом полость *B* крана с выводом *II*, т. е. с атмосферой, 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 приподнимается под действием пружины *1* и прижимается к днищу поршня *11*, разобшая вывод

III с полостью *B* и выводом *I*. Поднимаясь еще выше, шток *7* открывает внутреннее отверстие клапана *10* и сообщает полость *B* с выводом *II*, а следовательно, вывод *I* с выводом *II* и атмосферой. Таким образом 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 первоначальное положение, соответствующее выключению тормоза.

Тормозные краны с кнопочным управлением предназначены для включения и отключения подачи 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. 155, *в*) толкателя впускной клапан *6* открывается, а выпускной канал *5* в толкателе закрывается. Сжатый воздух через вывод *I* из воздушного баллона поступает к выводу *III* и далее к исполнительным механизмам. При отпускании кнопки *3* толкатель под действием пружины *4* возвращается в исходное состояние, а впускной клапан *6* закрывается усилием пружины *7*. Из пневмоцилиндров сжатый воздух через вывод *III*, канал *5*, отверстие *A*, фильтр *2* и вывод *II* выходит в атмосферу.

Ускорительный клапан ускоряет впуск сжатого воздуха в цилиндры аккумуляторов и выпуск его из них.

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. 156, 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 энергоаккумуляторов. 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 в результате 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. 156, б) соединен с магистралью энергоаккумуляторов, вывод V — с магистралью крана аварийного растормаживания, вывод VI — 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 энергоаккумуляторов. 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 прижа-

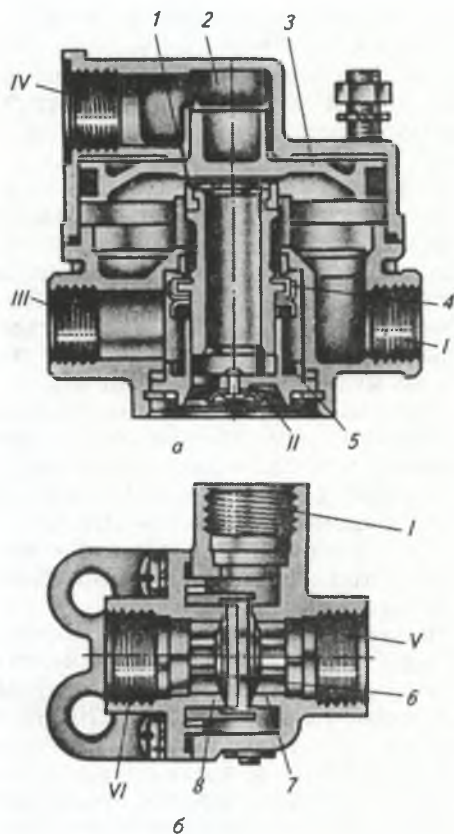


Рис. 156. Ускорительный (а) и перепускной (б) клапаны пневмопривода автомобилей КамАЗ:

1 — выпускной клапан; 2 — камера; 3 — поршень; 4 — впускной клапан; 5 — пружина; 6 — мембрана; 7, 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

той к тому седлу, к которому она переместилась ранее.

На автомобилях КамАЗ установлен регулятор тормозных сил, предназначенный для автоматического изменения давления воздуха в тормозных камерах задней тележки в зависимости от значения действующей на нее вертикальной нагрузки. Этим достигается регулирование тормозных сил на колесах ведущих мостов и устойчивое движение автомобиля при торможении.

Гидравлический привод тормозов рассмотрен в главе 3.

Основные неисправности и техническое обслуживание. Во время длительной

эксплуатации возможно возникновение таких неисправностей тормозных систем, как неэффективное торможение, потеря устойчивости автотранспортного средства при торможении рабочей тормозной системой.

Неэффективное 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.

При износе фрикционных накладок регулируют тормозные механизмы 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.

Исправность тормозов тракторов МТЗ-80, МТЗ-100 характеризуется полным ходом педалей, одинаковым для каждой педали и равным 70...90 мм (см. рис. 148). Допускается увеличение хода педалей из-за износа накладок до 110 мм. Для регулировки ослабляют контргайки 7 и заворачивают регулировочные болты 8 и регулировочные вилки 6 настолько, чтобы ход педалей соответствовал требуемым нормам.

Тормозной механизм колес автомобилей КамАЗ регулируют при увеличении зазора между накладками и барабаном, который должен быть 0,2...0,4 мм. Для регулировки поворачивают ось 15 (см. рис. 150) червяка и устанавливают наименьший ход штока 20 мм. Убеждаются, что при включении и выключении подачи сжатого воздуха штоки тормозных камер перемещаются быстро, без изменений. Барабаны 10 должны вращаться свободно и равномерно, не касаясь колодок. Разность ходов штоков правых и левых тормозных камер на каждом мосту должна быть не более 2...3 мм.

Правильно отрегулированный стояночный тормоз трактора Т-150К должен надежно тормозить трактор на угле 20...25° при подъеме рычага 1 (см. рис. 149) на три-четыре щелчка храповика. Для регулировки устанавливают рычаг 1 в нижнее положение и за-

меряют щупом зазор между барабаном 11 и колодками тормозной ленты 5. Зазор должен быть 1...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 болтами 8, а длину тяги — вилкой 3. При этом защелка 2 рычага 1 должна входить во второй паз сектора кронштейна, а пальцы 13 — упираться в торцы пазов кронштейна 14.

Потеря устойчивости автотранспортного средства при торможении рабочей тормозной системой, т. е. отклонение от требуемой траектории движения, происходит при неодновременном торможении колес одного и того же моста. Такая неисправность может привести к аварии при торможении. Причины этой неисправности: нарушение регулировки тормозных механизмов и их привода, засорение трубопроводов и шлангов. Устраняют неисправность и проверяют одновременность торможения при движении трактора или автомобиля на ровном участке дороги.

Притормаживание транспортного средства при отпущенной тормозной педали происходит при отсутствии свободного хода педали. Неисправность устраняют, регулируя длину тормозных тяг.

Техническое обслуживание тормозных систем включает в себя ежедневный контроль за надежностью крепления сборочных единиц и деталей, очистку их от грязи, пыли и масла, контроль за герметичностью гидро- и пневмопривода, проверку работоспособности тормозных механизмов и их приводов.

Герметичность пневмопривода проверяют при номинальном давлении воздуха (0,7...0,75 МПа), выключенных потребителей и неработающем компрессоре. Падение давления воздуха должно быть не более 0,01...0,02 МПа в течение 15 мин.

Периодически сливают конденсат из воздушных баллонов через краники. Наличие масла в конденсате указывает на неисправность компрессора.

Контрольные вопросы и задания. 1. Для чего предназначена трансмиссия? 2. По каким признакам классифицируют трансмиссии? 3. Чем

отличается бесступенчатая трансмиссия от ступенчатой? 4. Что такое передаточное отношение? 5. Что входит в механическую трансмиссию? 6. Как работает гидротрансформатор? 7. Для чего предназначены муфты сцепления? 8. Как классифицируют механические фрикционные муфты сцепления? 9. Чем различаются одно- и двухпоточная муфты сцепления? 10. В каких случаях муфта сцепления «ведет»? 11. Для чего предназначена коробка передач? 12. По каким признакам классифицируют коробки передач? 13. На какие группы подразделяют передачи в автомобилях и тракторах? 14. С какой целью устанавливают синхронизаторы? Как они работают? 15. Что значит переключение передач без разрыва потока мощности? 16. Как исключается самопроизвольное выключение и включение передачи? 17. Для чего предназначены ходоуменьшители, реверс-редукторы? 18. Объясните назначение промежуточных соединений. 19. Для чего нужна карданная передача? 20. Как устроен шарнир равных угловых скоростей? 21. Из каких механизмов состоит ведущий мост? 22. Назовите виды главных передач. 23. Для чего предназначен дифференциал? 24. Перечислите различия дифференциалов переднего и заднего ведущих мостов тракторов МТЗ-82 и МТЗ-102. 25. Конечные передачи каких типов

применяют на колесных тракторах? 26. Как работает механизм поворота с фрикционной многодисковой муфтой поворота? 27. Как работает планетарный механизм поворота? 28. Какие колеса и шины устанавливают на тракторах? 29. Как улучшают тягово-сцепные свойства колесных тракторов? 30. Перечислите типы остовов колесных тракторов. 31. Что значит эластичная подвеска гусеничного трактора? 32. Назовите схемы поворота колесных тракторов. 33. Какие передачи используют в рулевых механизмах? 34. Для каких целей устанавливают гидроусилители рулевого управления? 35. Каково назначение тормозных систем? 36. Перечислите виды тормозных систем. 37. Какие способы торможения применяют в автотранспортных средствах? 38. Какие существуют тормозные приводы? Перечислите их преимущества и недостатки. 39. Как устроены тормоза тракторов МТЗ-80.1? 40. Расскажите о конструкции тормозного механизма автомобилей КамАЗ. 41. Что включает в себя пневматический привод тормозов автомобилей КамАЗ? 42. Какие пневмоконтуры входят в пневмопривод тормозной системы автомобиля КамАЗ? 43. Что такое неэффективное торможение и потеря устойчивости автотранспортного средства при торможении?

Глава 3

ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

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 гидроприводах — за счет изменения 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 — гидроцилин-

дром, ограниченного поворота — поворотным гидроцилиндром, вращательное — гидромотором.

Долговечность и безотказность гидроприводов существенно зависят от степени загрязнения и обводнения рабочей жидкости. Разнообразные загрязнители, особенно частицы минеральных удобрений 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 задерживать 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 совершенство конструкции и качество технического обслуживания автотракторных гидроприводов следует оценивать по чистоте рабочей жидкости.

2. ГИДРОПРИВОДЫ МЕХАНИЗМОВ ТРАНСМИССИЙ

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 диф-

ференциала 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 пневматичес-

кие (КамАЗ-5320, Т-150К) или гидравлические (ДТ-75МВ, ДТ-175С) усилители.

Гидропривод муфты сцепления автомобиля ГАЗ-66 (рис. 157, а) не имеет усилителя. Он состоит из главного цилиндра 5, установленного в кабине и соединенного с подвесной pedalью 1, рабочего цилиндра 23, размещенного на левой стороне картера муфты сцепления и соединенного с вилкой 20, и напорной гидролинии 27.

Давление тормозной жидкости, необходимое для выключения нажимного механизма вилкой 20 через отводку 18, пропорционально усилию воздействия ноги водителя через pedalь 1, тягу 2, рычаг 10 и толкатель 9 на поршень 8 с шайбой-клапаном 7, манжетой 6 и возвратной пружиной 4. Это давление по гидролинии 27 через уплотнительный грибок 26 передается на поршень 25 рабочего цилиндра и через его толкатель 24 вызывает поворот вилки 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 оборудован пневмоусилителем. Подвесная pedalь 15 (рис. 157, б) 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 состоит из двух шлангов и двух стальных трубопроводов.

Поворот педали 15 и жестко связанного 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 и уплотнен манжетами 38 и 40. Следящий поршень 9 уплотнен манжетой 8 и кольцом. Корпус 10 цилиндра повернут 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.

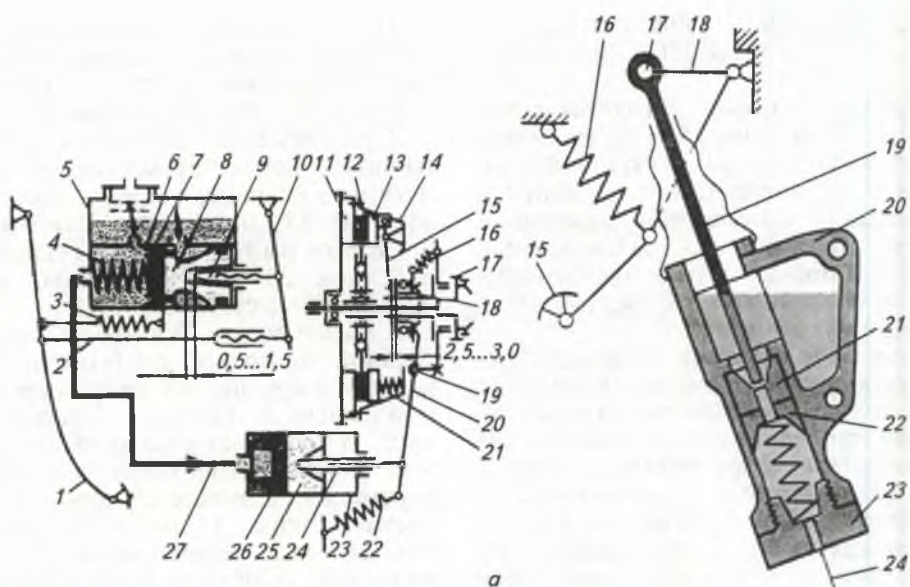
Сжатый воздух из контура вспомогательной тормозной системы через отверстие в крышке 28, открытый впускной клапан 26 и канал в переднем корпусе 35 поступает в полость над поршнем 33 пневмоцилиндра, вызывая его перемещение вместе с упором 34, поршнем-штоком 37 рабочего гидроцилиндра и толкателем 6 назад (на рисунке влево). Толкатель 6 через сферическую гайку 5 поворачивает рычаг 4, жестко связанный через вал 3 с вилкой 2, которая, в свою очередь, перемещает отводку 1 вперед (на рис. 157 вправо).

Следящее действие гидропривода (пропорциональность перемещения отводки 1 повороту педали 15) обеспечивается несжимаемостью и пропорциональным изменением объема тормозной жидкости в главном и рабочем гидроцилиндрах.

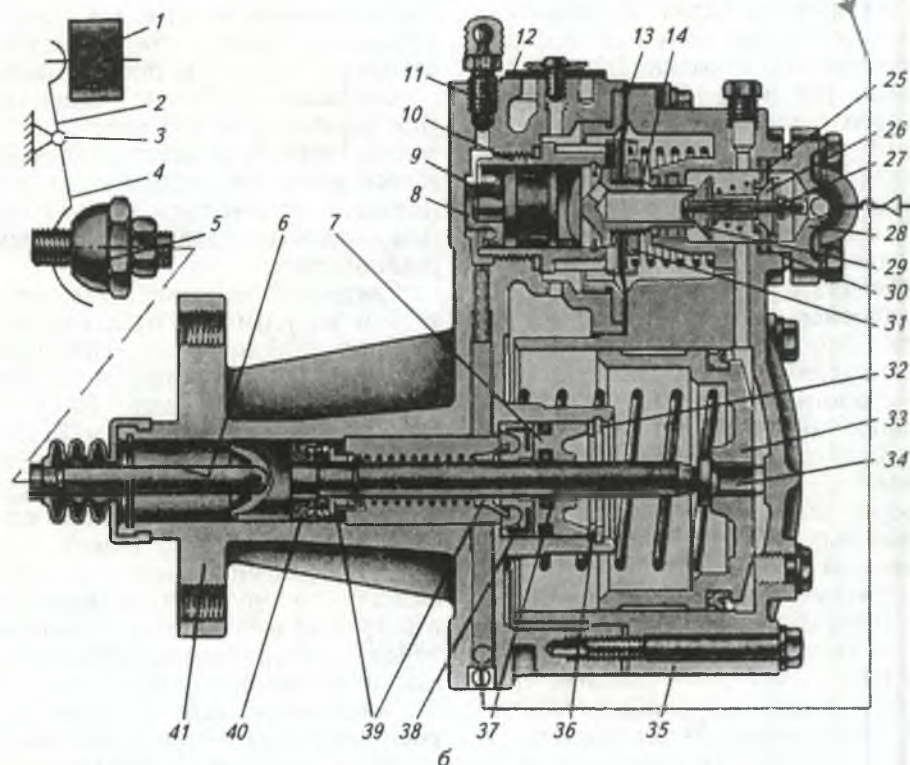
Следящее действие пневмоусилителя в зависимости от давления тормозной жидкости в гидроприводе обеспечивается прогибом диафрагмы 13, которая через седло 14 управляет выпускным 29 и впускным 26 пневмоклапанами. Прогиб диафрагмы вперед (в сторону открытия впускного клапана 26) обусловлен давлением на нее 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



a



b

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. 158) 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 гидроусилителя.

Следящее действие гидроусилителя в зависимости от перемещения 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-штока 9 гидроусилителя назад (на рисунке влево). Задний наконечник 25 поршня-штока 9 через ролик 26 поворачивает рычаг 27 и перемещает тягу 17 назад (на рисунке влево). Промежуточный рычаг 14 с валом и вилкой 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 остановятся, а поршень-шток 9 незначительно сместится назад и его канал А частично откроется. Через щель 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 (на рисунке вправо), открывая канал А. Вслед за втулкой движется поршень 9, на задний наконечник 25 которого через отводку 11, вилку 13, тягу 17 и ролик 26 действует давление дросселируемого потока масла и усилие пружин муфты сцепления.

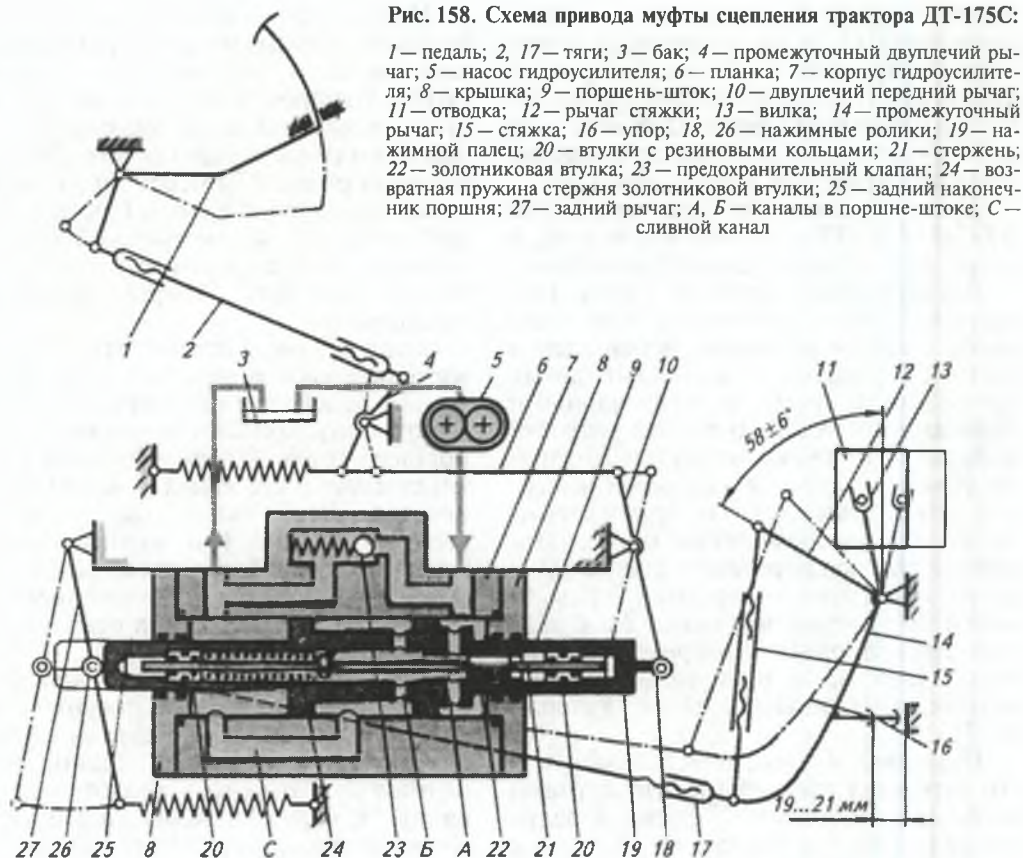
Максимальное давление масла в гидроусилителе при полностью нажатой педали 1 ограничивает предохранительный клапан 23. При отпущенной педали он закрыт, так как канал А полностью открыт.

Гидропривод коробки передач трактора К-701 обеспечивает торможение ведомых деталей на первичном (ведущем) валу при механическом переключении режимов, плавное трогание трактора на

Рис. 157. Привод муфт сцепления:

а — автомобиля ГАЗ-66: 1 — педаль; 2 — тяга; 3, 4, 16, 21, 22 — пружины; 5 — главный цилиндр; 6 — манжета; 7 — шайба-клапан; 8 — поршень; 9, 24 — толкатели; 10, 15 рычаги; 11 — маховик; 12 — ведомый диск; 13 — нажимной диск; 14 — кожух; 17 — вал муфты; 18 — отводка; 19 — шаровая опора; 20 — вилка; 23 — рабочий цилиндр; 25 — поршень рабочего цилиндра; 26 — уплотнитель; 27 — гидролиния; б — автомобиля КамАЗ: 1 — отводка; 2 — вилка; 3 — вал вилки; 4 — рычаг вала вилки; 5 — сферическая гайка; 6, 19 — толкатели; 7 — корпус комбинированного уплотнения; 8, 22, 38, 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; 20 — корпус главного гидроцилиндра; 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

Рис. 158. Схема привода муфты сцепления трактора ДТ-175С:



1 — педаль; 2, 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 стяжки; 13 — вилка; 14 — промежуточный рычаг; 15 — стяжка; 16 — упор; 18, 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 поршня; 27 — задний рычаг; А, Б — каналы в поршне-штоке; С — сливной канал

первой передаче любого режима, последующее переключение передач без разрыва потока мощности и управления МОМ.

Основные сборочные единицы гидропривода: гидронасос 3 (рис. 159) 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 в кольцевую проточку и прямоугольный паз золотника 12 переключения передач. Золотник 14 поворачивается на угол 90° 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. Ведомые детали на первичном (ведущем) валу коробки передач заторможены, 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 в бак. При этом образуется масляный туман, проникающий во все сопряжения деталей коробки передач, что облегчает переключение режимов работы.

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 угол 90° , гидроцилиндры 7 соединяются через паз золотника 12, а насос 3 и фильтр 22 — через сливную лыску золотника 14 с полостью корпуса коробки передач. Пер-

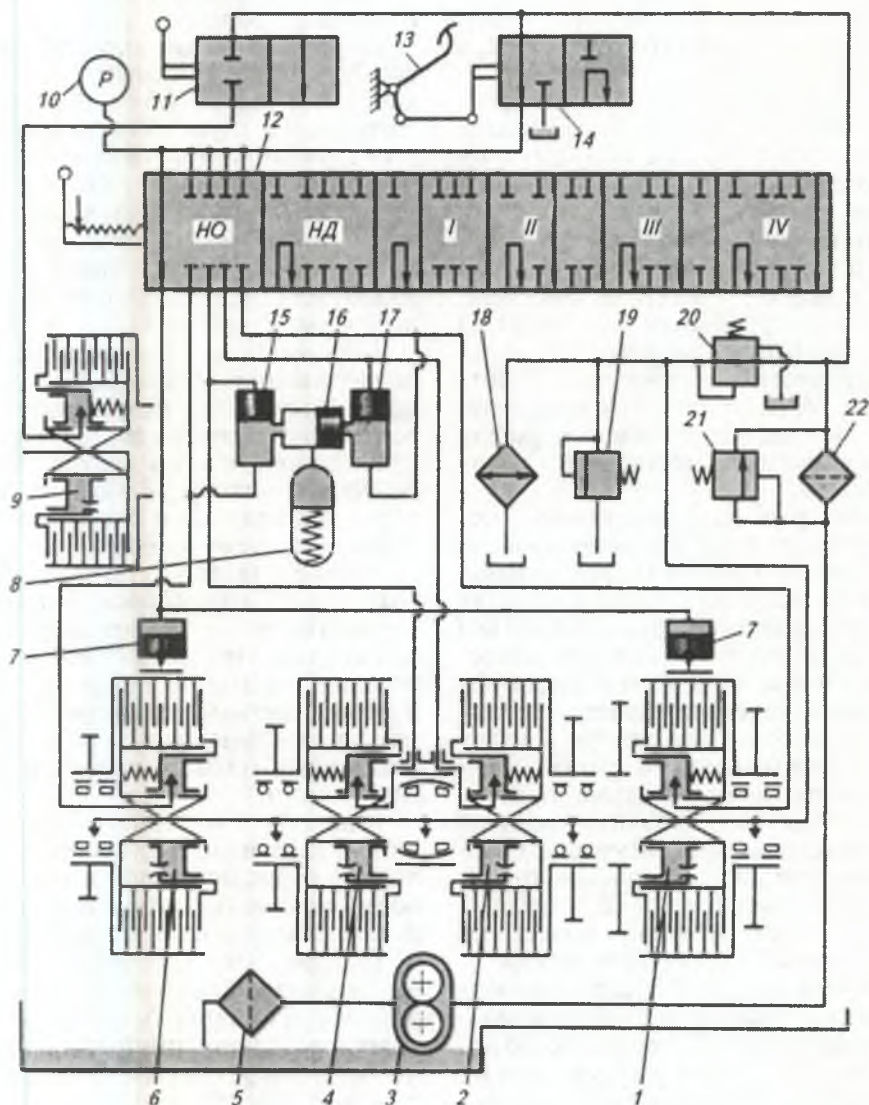


Рис. 159. Схема гидропривода коробки передач и MOM трактора К-701:

1, 2, 4, 6, 9 — гидроподжимные муфты соответственно IV, III, II, I передач, а также 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, 17 — перебросные золотники; 18 — радиатор; 19 — сливной клапан; 20 — редукционный клапан; 21 — перепускной клапан; 22 — фильтр

вичный 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 кольцевой 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. Под давлением масла поршень гидроаккумулятора перемещается, сжимая 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 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 происходит 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 в смазочную систему, а через сливной

клапан 19 в бак. Это положение золотника 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 параллельных гидроприводов правого и левого бортов.

Двухсекционный шестеренный насос 2 (рис. 160) 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 ветвями 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-охлаждающую систему в поддон.

Распределители управления с поворотными 14 и перебросными 10, 11, 12 золотниками не имеют нейтрального положения. Они соединяют гидроподжимные 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 под действием рулевого колеса слив масла в поддон.

Поворотные золотники 14 переводят двумя рычагами управления в любое из четырех фиксируемых положений, а клапаны 9 настраивают, поворачивая поводки 8 через систему тяг с помощью рулевого колеса.

Встроенные гидроцилиндры фрикционных муфт *I...IV* передач питаются маслом по линии: насос 2 — фильтр 3 — кольцевая канавка *A* и раздаточный паз *Б* золотника 14 — одна из четырех кольцевых канавок *В* — один из радиальных

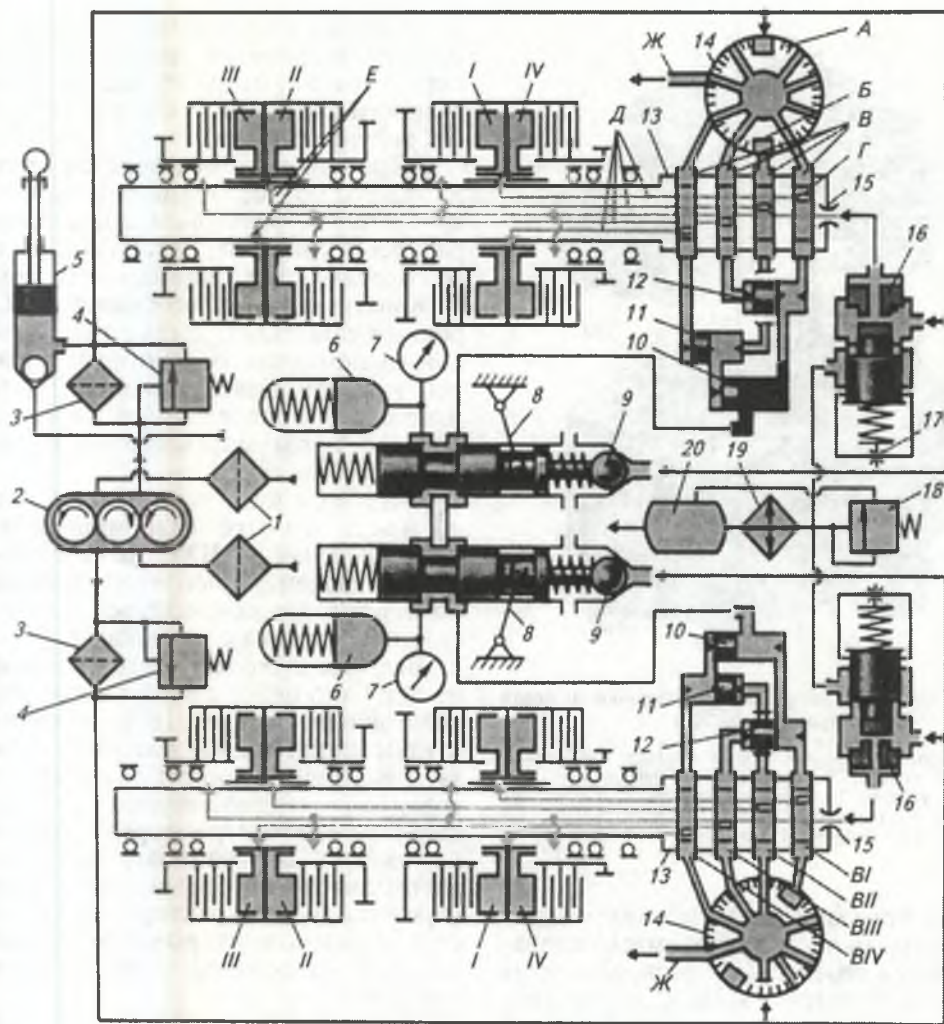


Рис. 160. Схема гидропривода коробки передач трактора Т-150:

1 — фильтр всасывания; 2 — насос; 3 — фильтр нагнетания; 4 — перепускной клапан; 5 — ручной насос; 6 — гидроаккумулятор; 7 — манометр; 8 — паводок; 9 — клапан управления; 10, 11, 12 — перебросные 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, Е — радиальные каналы; Д — продольные каналы; Ж — сливной канал; I, II, III, IV — гидроподжимные муфты соответствующих передач

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 160 правый (нижний) золотник 14 изображен в положении, соответствующем включению первой передачи, левый (верхний) — второй передачи, а рулевое колесо — в нейтральном положении. В правом гидроприводе меньшая часть потока масла насосом 2 подается по напорной гидрролинии в гидроподжимную муфту

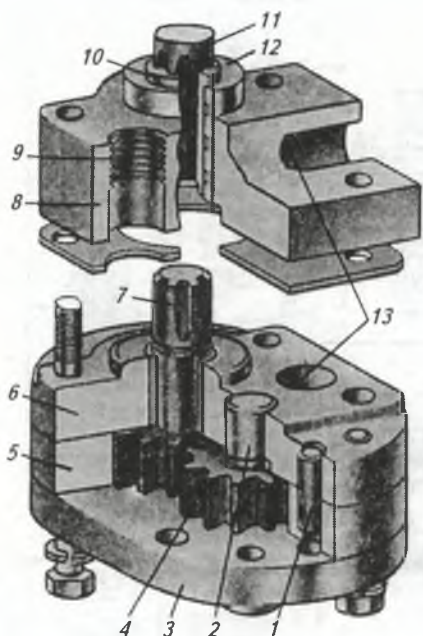


Рис. 161. Насос гидропривода коробки передач трактора К-701:

1 — штифт; 2 — ось; 3 — нижняя крышка; 4 — ведомое зубчатое колесо; 5 — корпус качающегося узла; 6 — верхний корпус; 7 — шлицевой хвостовик; 8 — верхняя крышка; 9 — напорный канал; 10 — шлицевая втулка; 11 — вал; 12 — опорная втулка; 13 — всасывающий канал

первой передачи и в гидроаккумулятор 6, а большая часть потока масла сливается через перепускной распределитель 16 под давлением 1 МПа. Сливная гидролиния перекрыта клапаном 9, 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 не включенной гидроподжимной муфты 11. 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. В этот гидроцилиндр мас-

ло поступает из гидроаккумулятора 6 при снижающемся давлении до тех пор, пока золотник 10 под действием разности давлений не сместится вперед (на рисунке вправо).

Включение разных передач правого и левого бортов вызывает движение трактора по траектории с постоянным радиусом кривизны, а поворот рулевого колеса — с переменным радиусом.

Конструктивные особенности. Сборочные единицы и детали гидроприводов трансмиссии большинства тракторов и автомобилей приспособлены к монтажу в определенных местах, как правило, невзаимозаменяемы и отдельно не применяются.

Односекционный масляный насос гидроприводов коробки передач и МОМ трактора К-701 малого давления состоит из двухколесного зубчатого качающегося узла и составного корпуса с крышками.

Ведущее зубчатое колесо изготовлено как одно целое с валом и шлицевым хвостовиком 7 (рис. 161), 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). Привод насоса переключают 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. 160), которым нагнетают масло в гидропривод левого вторичного вала.

Распределители управления гидроприводом коробки передач трактора Т-150 установлены на передних концах вторичных валов 13 (рис. 162, а) и прикреплены болтами к передней стенке коробки передач. В продольную расточку корпуса распределителя запрессована стальная втулка с наружными кольцевыми канавками и радиальными отверстиями напротив канавок VI...BIV вторичного вала (также см. рис. 160). 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 привода, роликовым фиксатором и перебросными золотниками 10, 11 и 12 (рис. 162, 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. 162, 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 выполнены две проточки: передняя (левая) соединена с каналом слива, а задняя (правая) — с каналом нагнетания. Из гильзы через радиальное и осевое отверстия в золотнике масло подводится к дросселю 15 (см. рис. 160) осевого канала вторичного вала.

При давлении масла в распределителе более 1 МПа пружина, прижатая к золотнику винтом 17, сжимается и золотник открывает выход из нагнетательного канала в сливной. При увели-

чении давления сжатие пружины и площадь проходного сечения на слив возрастают.

Гидропанель (рис. 162, 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, то 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 отрегулирован на давление срабатывания 1,65...1,9 МПа. В тракторе Т-150 его функцию выполняют клапаны плавного сброса давления.

Гидродинамический трансформатор (трактор 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

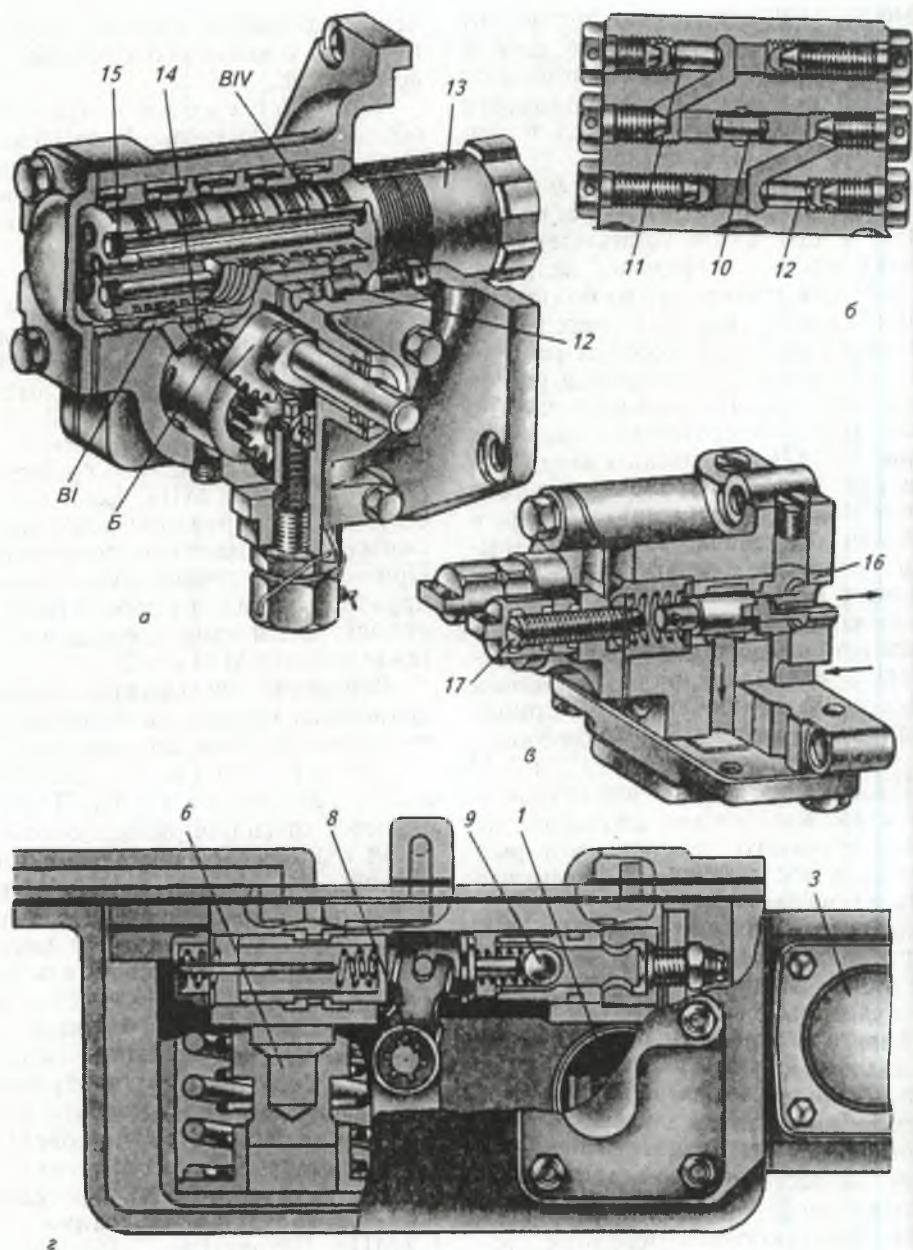


Рис. 162. Гидроагрегаты коробки передач трактора Т-150:

a — левый распределитель управления; *б* — перебросные золотники; *в* — перепускной распределитель; *г* — гидрона-
 пель. Остальные обозначения те же, что и на рис. 160

непрерывным изменением кинетической энергии потоков веретенного масла по торообразным траекториям в совмещающихся межлопастных каналах насосного H (рис. 163), турбинного T и реакторных P_1 и P_2 колес.

Насосное колесо H через корпус 15, вал 11, карданную передачу и главную муфту сцепления соединено с коленчатым валом дизеля; турбинное колесо T

через вал 16, муфту 22 и промежуточный вал — с первичным валом коробки передач, а реакторные колеса P_1 и P_2 через обгонные муфты 18 — с неподвижной ступицей 19. Все колеса установлены на подшипники качения. Зазоры между контурообразующими поверхностями минимальные.

Давление масла в торообразном контуре циркуляции ограничивает пре-

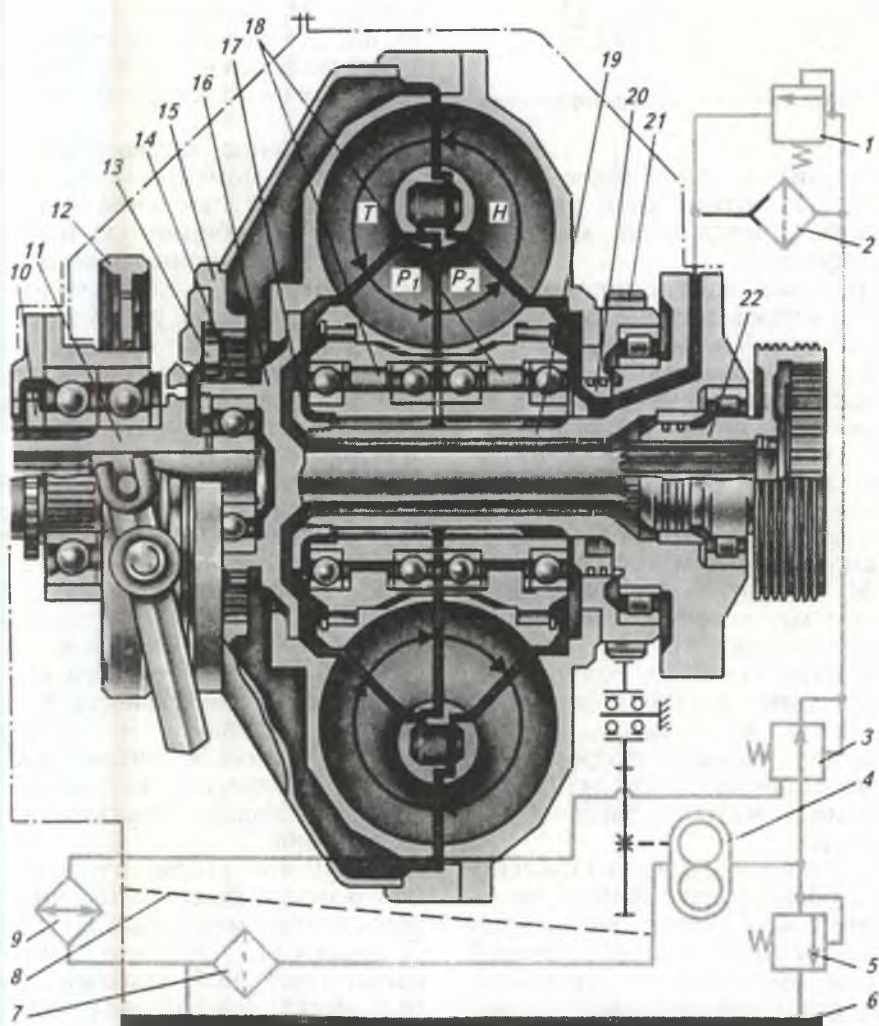


Рис. 163. Схема гидротрансформатора трактора ДТ-175С:

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 — пеноразрушающая сетка; 9 — радиатор; 10 — зубчатое колесо привода насоса смазочной системы трансмиссии; 11 — вал насосного колеса; 12 — отводка; 13 — шлицевая муфта; 14 — зубчатый венец фланца; 15 — корпус 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; H , T — насосное и турбинное колеса; P_1 , P_2 — реакторные колеса

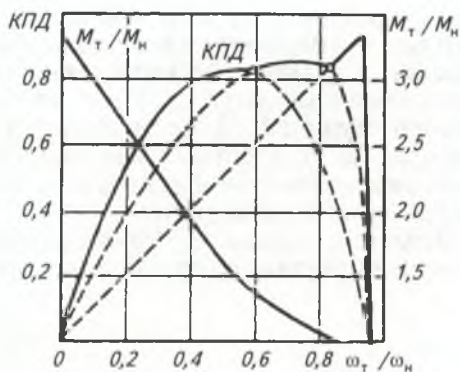


Рис. 164. Характеристика гидротрансформатора

дохранительный 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 H минимальная, а на выходе из них максимальная. Она определяется окружной и меридиональной скоростями потоков и зависит от радиуса и угловой скорости ω_n насосного колеса.

Угловая скорость ω_t турбинного колеса всегда меньше угловой скорости ω_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 ω_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, вследствие чего окружная составляющая их скорости снижается до нуля, а этим колесам сообщается большая часть кинетической энергии.

Если предположить, что неподвижных реакторных колес P_1 и P_2 нет, то действие потоков масла на лопасти

турбинного T и насосного H колес будет противоположным, обеспечивающим отношение $M_t/M_n = 1$ при любом $\omega_t/\omega_n < 0,95 \dots 0,98$ (рис. 164). 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 ω_t турбинного колеса и поступательной скорости трактора до нуля.

Уменьшение тягового сопротивления МТА и момента M_t вызывает увеличение поступательной (трактора) и угловой ω_t (турбинного колеса) скоростей, а также уменьшение отношения M_t/M_n . При $\omega_t/\omega_n > 0,6$ реакторное колесо P_1 , а при $\omega_t/\omega_n > 0,85$ и реакторное колесо P_2 начинают вращаться, не воспринимая реактивный момент, и заставляют гидротрансформатор работать в режиме гидромукты, при котором $M_t = M_n$.

Выключение гидротрансформатора при пуске дизеля буксированием трактора обеспечивает шлицевая муфта 13 (см. рис. 163), которая с помощью отводки 12 перемещается назад (на рисунке вправо) и соединяет насосное колесо H с турбинным T через зубчатые венцы фланца 14 и корпуса 15.

Основные неисправности и техническое обслуживание. В гидроприводах муфт сцепления возникают две основные неисправности: нарушение герметичности; подсос воздуха в напорную гидролинию.

Нарушение герметичности напорной полости главного цилиндра из-за повреждения манжеты 22 (см. рис. 157, б), толкателя 19, поршня 21 или загрязнения тормозной жидкости вызывает ее перетекание в бачок. При полностью нажатой педали это может вызвать смещение следящего поршня 9 назад (на рисунке влево) и самопроизвольное включение муфты сцепления.

При попадании воздуха в напорную гидролинию происходит его сжатие и неполное выключение муфты сцепления, когда нажата педаль.

При техническом обслуживании гидропривод муфты сцепления осматривают, устраняют неплотности защитных чехлов и подтекание 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 три-четыре 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. 158) 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. 160) 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 заклинивания клапанов: переливного (трактор МТЗ-100), перепускного (в распределителе тракторов Т-150, Т-150К) или редукционного (трактор К-701).

При техническом обслуживании тракторов МТЗ-100, Т-150, К-701 и их модификаций проверяют на слух работу гидропривода коробки передач, очищают его 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-10Г₂, зимой на М-8Г₂. 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 мелкодисперсная (размер частиц до 10 мкм), не задерживается сетчатыми фильтрами и циркулирует в масле весь срок его службы, вызывая интенсивное 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.

Давление масла в гидроприводе коробки передач постоянно контролируют по манометру. Оно должно составлять 0,8...1 МПа при установившемся

движении трактора и кратковременно уменьшаться до 0,5 МПа при переключении передач.

Работа трактора при пониженном давлении прогретого масла может вызвать постоянную пробуксовку, перегрев и даже сваривание дисков гидроджимных 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, регулируя переливной клапан 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...1,9 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^{-1} и давлении 1,6 МПа. Объемная подача 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 — $3...4^\circ$.

Эффективность гидроусилителя характеризуются коэффициентом усиления — отношением окружных усилий

на рулевом колесе при повороте машины с выключенным и включенным гидроусилителем в одинаковых условиях. В тракторных гидроусилителях 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 приводу параллельно с рулевым механизмом.

Гидроусилитель рулевого механизма трактора МТЗ-80 включает в себя насос 9 (рис. 165), реверсивный распределитель 7 клапаны, гидроцилиндр, фильтр 8 и датчик автоматической блокировки дифференциала (АБД) заднего моста. Корпус 22 одновременно служит баком и радиатором.

Шестеренный насос 9 (НШ-10-Л-3) преобразует подводимое от дизеля вра-

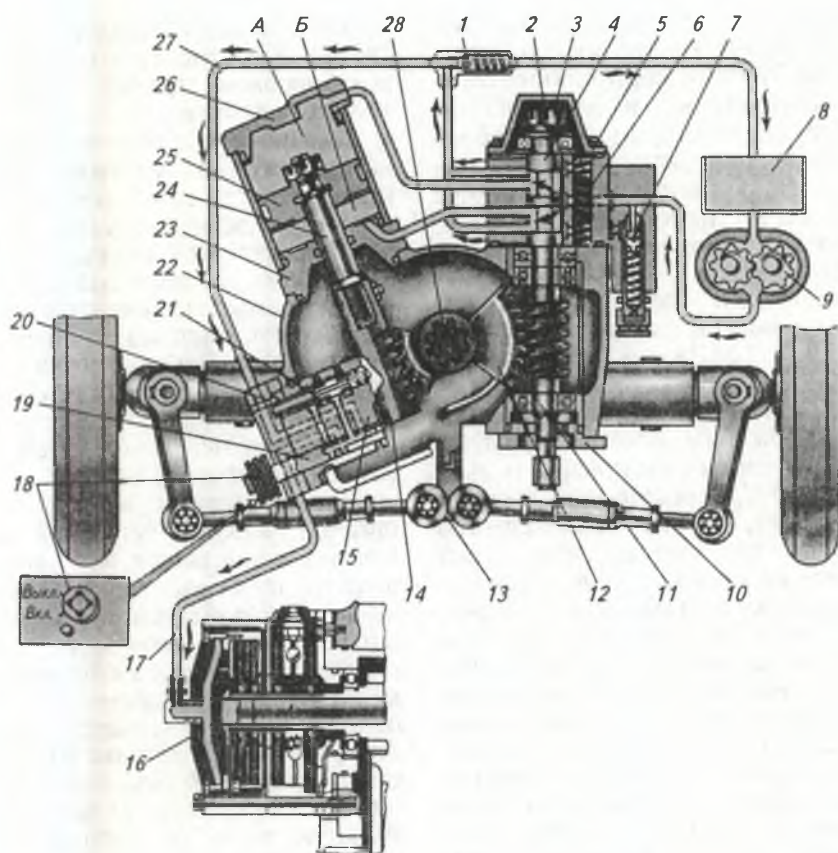


Рис. 165. Схема гидроусилителя рулевого механизма и гидропривода механизма блокировки дифференциала заднего моста трактора МТЗ-80:

1 — редукционный клапан; 2 — крышка распределителя; 3 — гайка; 4 — золотник; 5 — ползун; 6 — центрирующая пружина; 7 — предохранительный клапан; 8 — фильтр; 9 — насос; 10 — эксцентриковая втулка; 11 — червяк; 12 — сектор; 13 — сошка; 14 — рейка; 15 — упор рейки; 16 — гидроцилиндр 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

щательное 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 зазором, 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 эксцентриковой 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 кор-

пуса. 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. Через центральные щели полости *А* и *Б* гидроцилиндра сообщаются между собой и с напорной гидролинией насоса 9, а через крайние щели — 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 датчика АБД — с полостью корпуса 22 гидроусилителя.

Под действием давления масла поршень 25 через шток 24 и зубчатую рей-

ку 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, ввинчиваясь 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 установки золотника 4 в крайнее заднее положение рулевое колесо необходимо поворачивать быстрее и действовать на него с 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 датчика 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 автомобиля КамАЗ состоит из насоса 4 (рис. 166) 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.

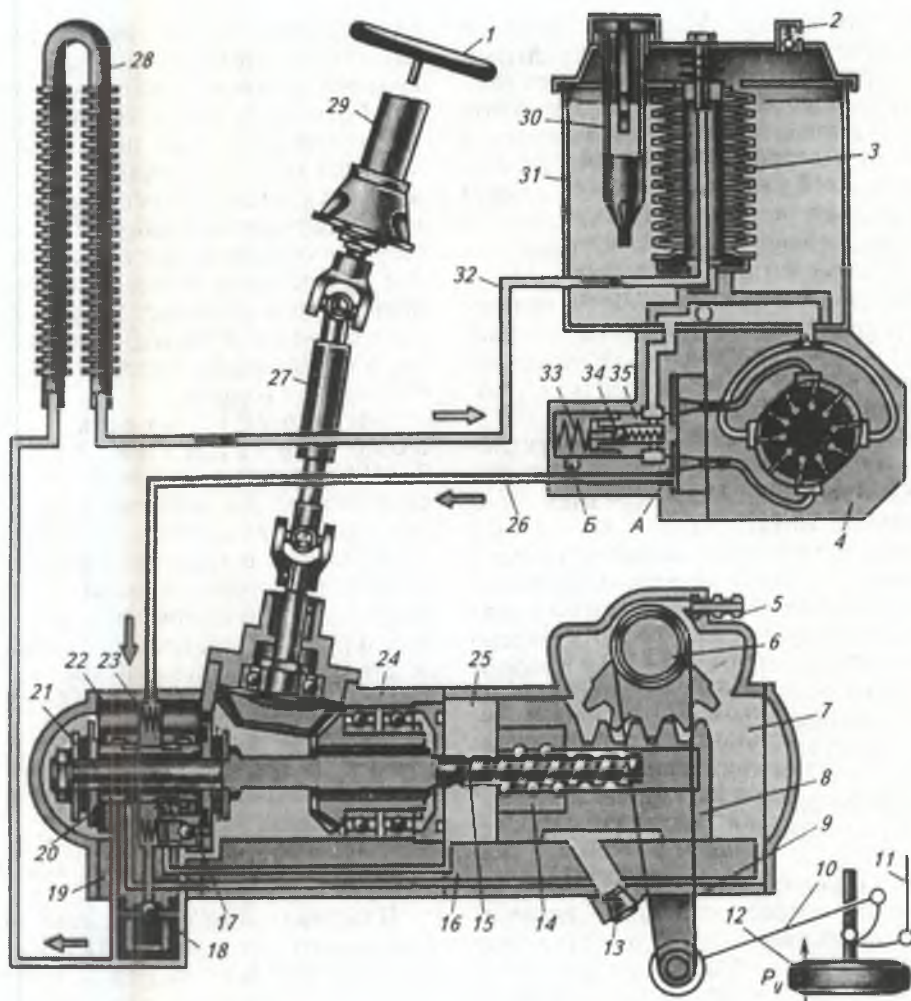


Рис. 166. Схема гидроусилителя рулевого механизма автомобилей КамАЗ:

1 — рулевое колесо; 2, 18, 34 — предохранительные клапаны; 3 — сливной фильтр; 4 — насос; 5, 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, Б — дросселирующие отверстия

В трех сквозных сверлениях корпуса 19, выполненных под углом 120° одно относительно другого, с минимальным зазором установлены три пары реактивных плунжеров 22 с центрирующими пружинами 23, 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 борт золотника 20, проходит через вторую и третьи щели в проточки 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 на 1,2 мм соответственно назад (на схеме вправо) или вперед (на схеме влево), 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 переднюю полость 25 гидроусилителя, 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 9 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. 167) со сливным 9 и заборным 10 фильтрами, насос 17, клапан 11 расхода, распределитель, встроенный в рулевой механизм, запорный клапан 5 (гидрозамок), 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 одинаковое, то грибовидные 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, опуская верхние плунжеры 30 и дополнительно сжимая их пружины 29. Перемещение золотника 4 вниз вызы-

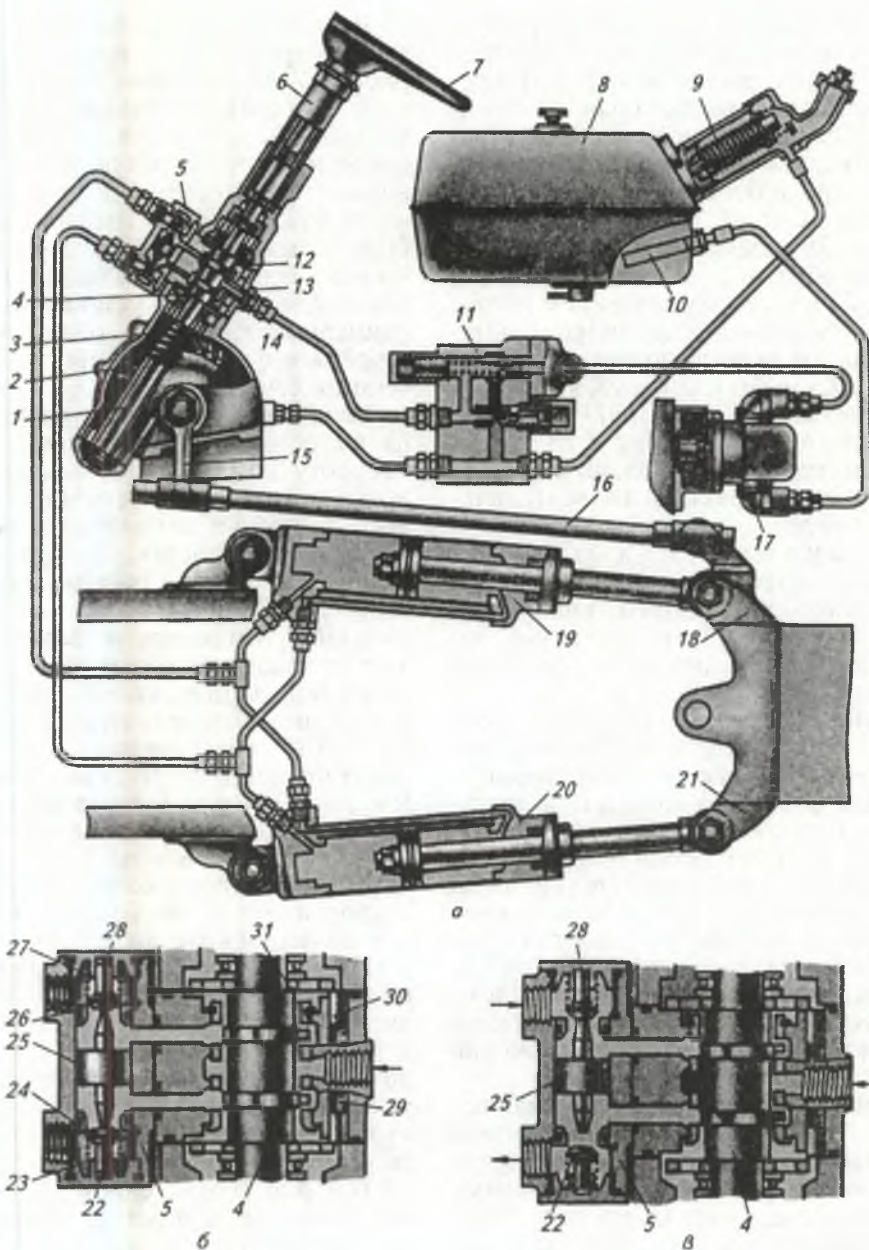


Рис. 167. Схемы рулевого управления трактора Т-150К (а) и распределителя в нейтральном положении (б) и при повороте направо (в):

1 — вал; 2 — сектор; 3 — червяк; 4 — золотник; 5 — запорный клапан (гидрозамок); 6 — рулевая колонка; 7 — рулевое колесо; 8 — бак; 9 — сливной фильтр; 10 — заборный фильтр; 11 — клапан расхода; 12, 14 — упорные шайбы; 13 — распределитель; 15 — сошка; 16 — тяга; 17 — насос; 18, 21 — поворотные рычаги рамы; 19, 20 — гидроцилиндры; 22, 28 — обратные грибовидные клапаны; 23, 27 — пружины клапанов; 24, 26 — седла грибовидных клапанов; 25, 30 — плунжеры; 29 — пружина; 31 — втулка золотника

вает 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 гидрозамке 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 и е 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 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 гидрوليнии и эффективность полностью включенного гидроусилителя пропорциональны сопротивлению управляемых колес повороту, автоматически поддерживаются насосом и ограничиваются предохранительным клапаном.

Давление масла совместно с усилием центрирующих пружин 23 (см. рис. 166) обеспечивает водителю «чувство дороги» — пропорциональность окружного усилия на рулевом колесе сопротивлению управляемых колес повороту. Чтобы данная пропорциональность при повороте направо и налево была одинаковой, необходимо уравновесить давление масла на задний торец винта 15. Для этого устанавливают 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 запиранием обеих полостей гидроцилиндров 19 и 20 (см. рис. 167) 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. 166) с 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. 168) — сектор 22, реверсивный распределитель с двухбуртовым золотником 8 и запорный клапан с плунжером 26.

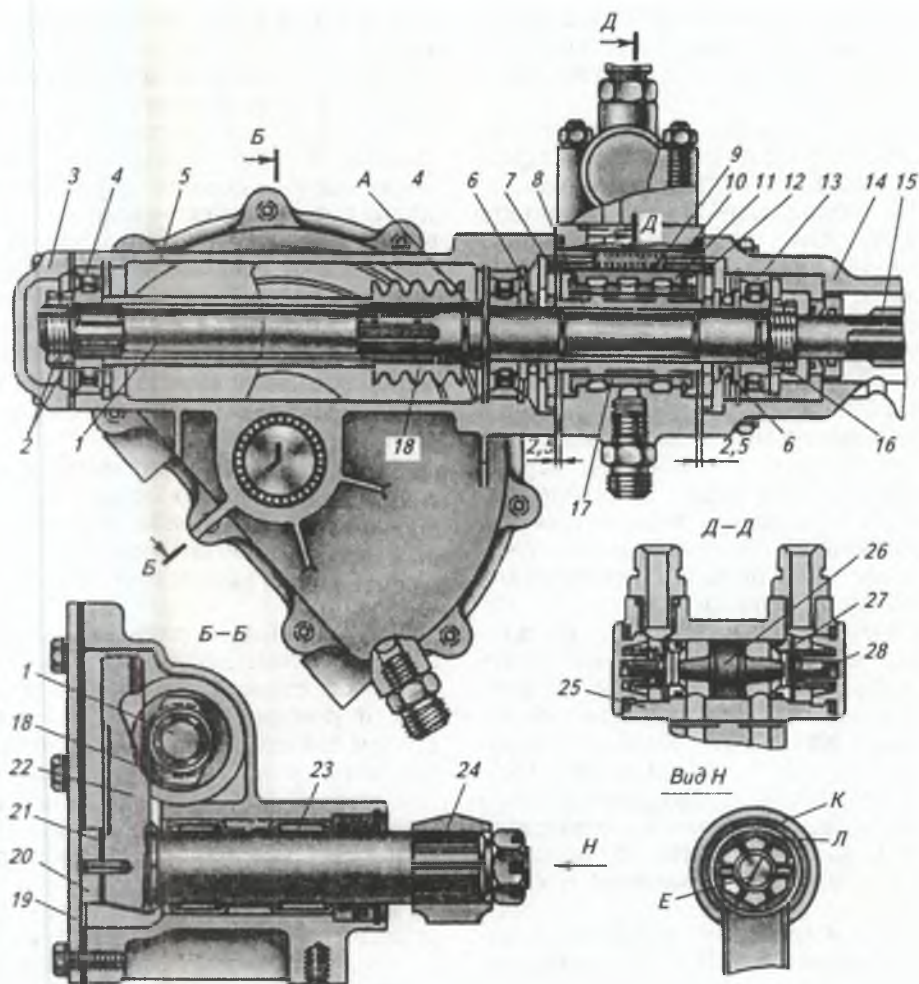


Рис. 168. Рулевой механизм трактора Т-150К:

1 — вал рулевого механизма; 2, 16 — гайки; 3 — нижняя крышка; 4 — роликовый подшипник; 5 — корпус; 6 — упорный шариковый подшипник; 7 — упорная нижняя шайба; 8 — золотник; 9 — пружина; 10 — плунжер; 11 — корпус распределителя; 12 — упорная верхняя шайба; 13 — нижний роликовый подшипник; 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, К — установочные метки

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 упор-

ными 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 подшипниках 23 и удерживается от осевого перемещения боковой крышкой 19 через упорную 20 и регулировочную 21 шай-

бы 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 записания 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 пробками, с минимальным зазором помещены двусторонний плунжер 26 гидрозамка 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. 166), перепускного 5 и предохранительного 18 клапанов, а также конструкцией корпусов 16 и 19, вента 15, поршня-рейки 8, следящего механизма и креплением.

Корпус 4 (рис. 169) рулевого механизма автомобиля ЗИЛ-130 закреплен на левой продольной балке рамы, а задний (на рисунке правый) хвостовик вента 7 через карданный вал соединен с валом рулевого колеса. Сквозная расточка в поршне-рейке 5 закрыта заглушкой 3, в канавку плунжерной части вента установлено уплотнительное кольцо 6, а надвинтовая полость В через осевой и радиальный каналы вента 7 постоянно соединена с полостью Г слива. Это устраняет давление масла на торец вента 7 и позволяет обеспечить одинаковое «чувство дороги» следящим механизмом, состоящим только из парных реактивных плунжеров 25 с центрирующими пружинами 24.

Однако при таком уравнивании вента 7 уменьшаются активная площадь полости В и коэффициент усиления при повороте направо. Поэтому конструкция гидроусилителя автомо-

билей КамАЗ, обеспечивающая одинаковую переднюю и заднюю активную площадь поршня-рейки и уравнивание неуплотненного вента тремя одинаковыми плунжерами, более совершенна. Ее преимуществом является также использование двух одинаковых плунжеров для встраивания в них обратного 17 (см. рис. 166) и предохранительного 18 клапанов. Это упрощает конструкцию корпуса 19, а 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. 169) 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. 166) обратный клапан 17 открывается, соединяя ее с гидролинией слива 32 через полость углового редуктора 24.

При повороте направо вент 15, сместившись вперед (на рисунке влево) 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 масло в переднюю 25 и надвинтовую полость.

При повороте налево вент 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 масло в заднюю полость 7.

Такое перекачивание масла из полости в полость увеличивает окружное усилие на рулевом колесе, контактное давление в паре вент 15 — шариковая гайка 14 и их изнашивание.

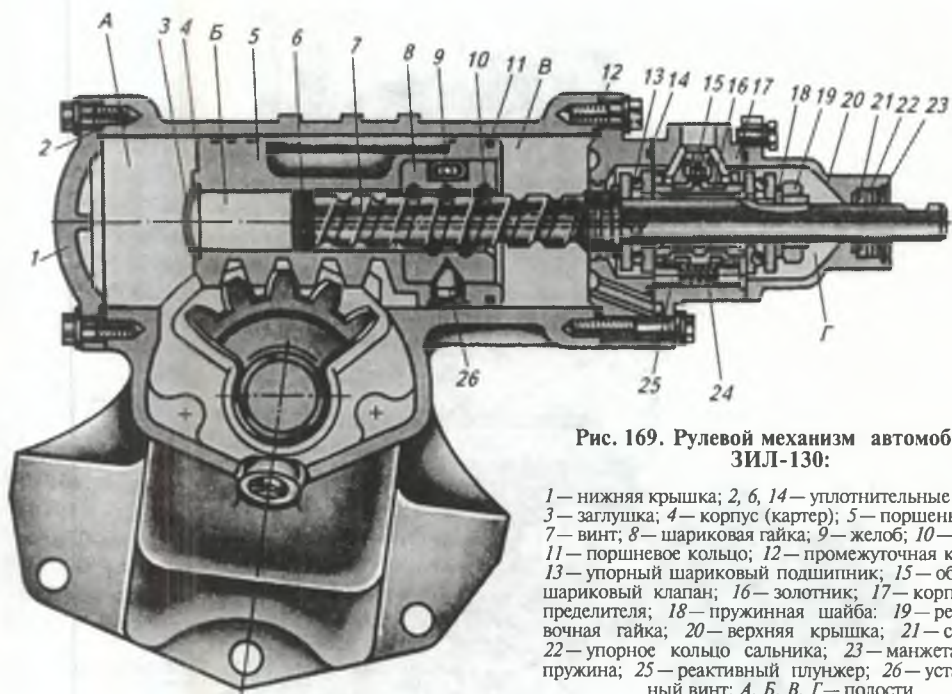


Рис. 169. Рулевой механизм автомобиля ЗИЛ-130:

1 — нижняя крышка; 2, 6, 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 шариковый подшипник; 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, Г — полости

Циркуляция масла в неработающем гидроусилителе автомобиля ЗИЛ-130 отличается от рассмотренной наличием изолированной полости Б (см. рис. 169) 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. 170) и встроенным в него предохранительным клапаном; бакоч 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 шариком 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 бака 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 диамет-

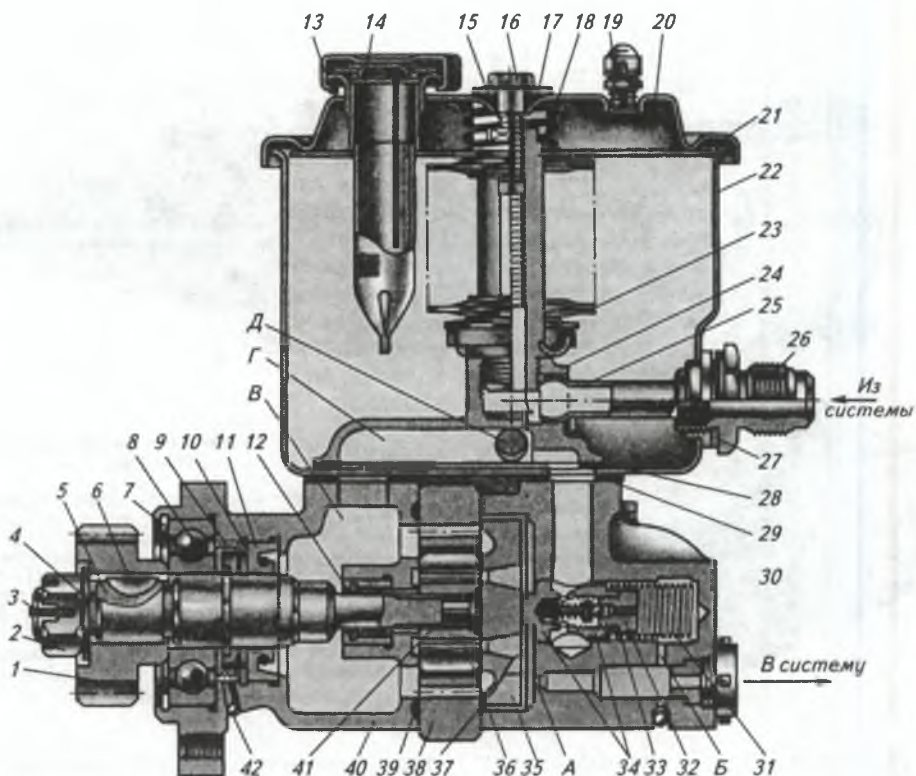


Рис. 170. Насос гидроусилителя рулевого механизма автомобилей КамАЗ:

1 — зубчатое колесо привода; 2 — гайка; 3 — шплинт; 4, 15, 27 — шайбы; 5 — вал; 6 — сегментная шпонка; 7, 10 — упорные кольца; 8 — шариковый подшипник; 9 — маслосгонное кольцо; 11 — манжета; 12 — игольчатый подшипник; 13 — пробка заливной горловины; 14 — заливной фильтр; 16 — болт; 17, 37, 39 — уплотнительные кольца; 18 — труба фильтра; 19 — предохранительный клапан; 20 — крышка бачка; 21, 29 — уплотнительные прокладки; 22 — бачок; 23 — сливной фильтр; 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 (калибровочное отверстие); Б — канал; В, Г — полости; Д — эжекторное отверстие

рально противоположно располагают две всасывающие и две напорные полости (см. рис. 166).

Давление масла в напорной гидролинии 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 А (см. рис. 170) и перепускной клапан 34. Они работают только совместно и делят подаваемое насосом масло на два потока: дроссель А — 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 А (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 *А* через канал *Б*, отжимают плунжер вперед (на рисунке влево), а масло из напорной полости распределительного диска *35* — назад (вправо).

При минимальной подаче масла насосом и максимальной угловой скоростью рулевого колеса разность давлений на входе в дроссель *А* 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 *В* корпуса *40* соединены через полость *Г* коллектора *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 *В* за счет уменьшения кинетической энергии потока, перепускаемого открытым клапаном *34*.

При закрытом перепускном клапане *34* масло циркулирует по большому кругу: полость *В* — насос — полость диска *35* — дроссель *А* — напорная гидролиния *26* (см. рис. 166) — распределитель — радиатор *28* — сливная гидролиния *32* — штуцер *26* (см. рис. 170) 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 *В* 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 *А* 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. 166) 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 сработает, вместо него (но при давлении 8,5...9 МПа) будет действовать предохранительный шариковый клапан *34* (см. рис. 170), встроенный в перепускной клапан *35* (см. рис. 166).

Таким образом, насос гидроусилителя автомобилей КамАЗ имеет двойную защиту от перегрузки. Его бачок *22* (см. рис. 170) 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*.

Насос гидроусилителя рулевого механизма автомобиля ГАЗ-66 аналогичен по конструкции насосу, примененному в автомобиле ЗИЛ-130. 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, см³ за один оборот; 2 — условное обозначение номинального давления 14 МПа Л — левого (со стороны при-

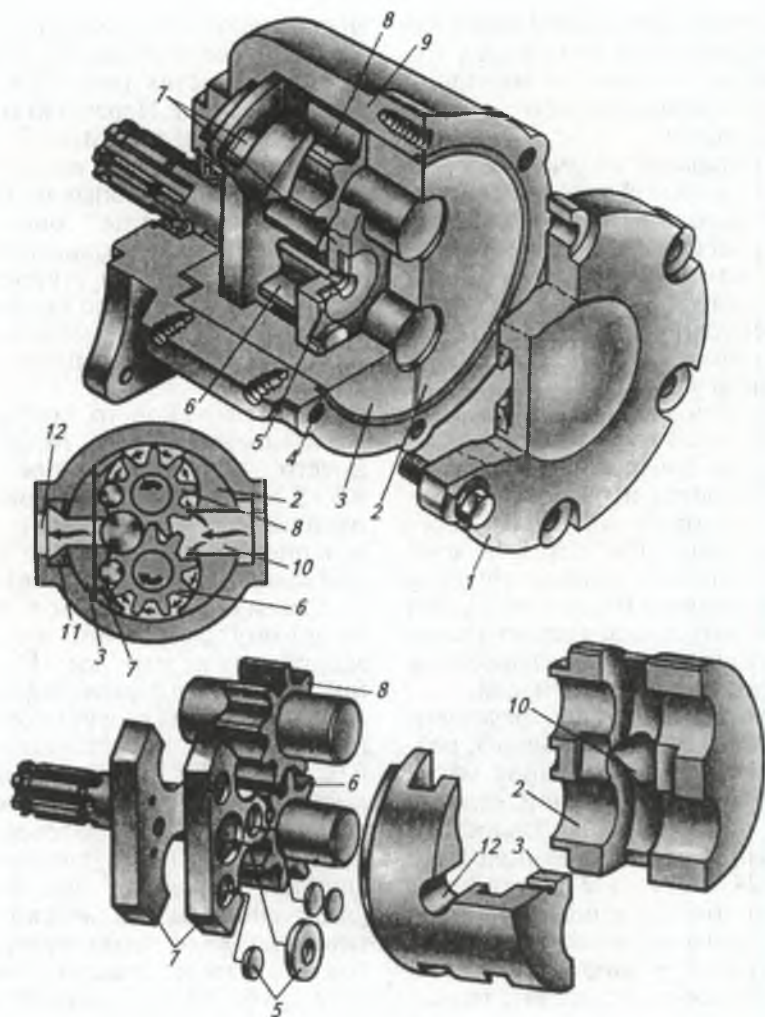


Рис. 171. Шестеренный насос высокого давления:

1 — крышка; 2 — подшипниковая обойма; 3 — поджимная обойма; 4 — резиновое кольцо; 5 — манжеты платиков; 6 — ведущее зубчатое колесо; 7 — платики; 8 — ведомое зубчатое колесо; 9 — корпус; 10 — всасывающее отверстие; 11 — манжета радиального поджима; 12 — напорное отверстие

вода) вращения. Буквами У или Е после рабочего объема, например НШ-32-У-2, НШ-10-Е-2, обозначают тип конструкции торцевого уплотнения между всасывающей и напорной полостями. Насосы правого вращения и круглой формы дополнительными буквами не обозначают (НШ-32-3).

Принцип действия насосов типа НШ, НШ-У и НШ-Е не отличается от принципа действия шестеренных насосов низкого давления, рассмотренных ранее.

Насосы типа НШ круглой формы отличаются от насосов НШ-У и НШ-Е конструкцией осевого уплотнения и наличием радиального уплотнения между всасывающей и напорной полостями.

Качающий узел насоса круглой формы установлен в цилиндрической расточке (колодце) корпуса 9 (рис. 171) и состоит из ведущего 6 и ведомого 8 зубчатых колес, подшипниковой 2 и поджимной 3 обойм и двух зеркально симметричных платиков-за-

мыкателей 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 насосов круглой формы 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 колодезь 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 колодезь 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 осевого 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 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 (рис. 172), установленный в гидроусилителе рулевого механизма трактора Т-150К, объединяет в себе золотниковый регулятор постоянного потока к распределителю, шариковый предохранительный 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 отсутствием кинематической связи между рулевыми и управляемыми колесами. Функцию этой связи выполняет статическая гидрорепердача вращательно-поступатель-

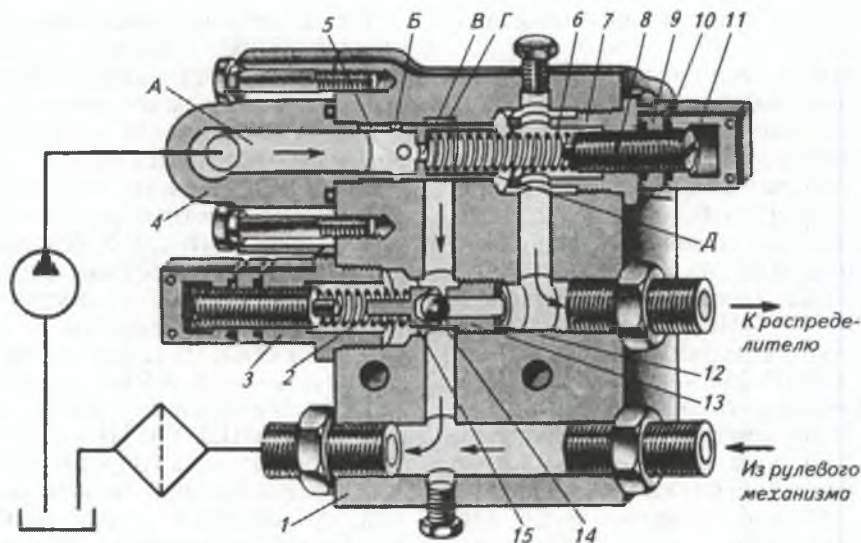


Рис. 172. Клапан расхода масла гидроусилителем рулевого механизма трактора Т-150К:

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, Д — полости; Б — сливное отверстие; В — дроссель; Г — сливная канавка

ного 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.

Широкое применение ГОРУ позволило упростить компоновочную схему машин и повысить удобство управления ими за счет установки рулевого колеса в любом месте, его регулировки по высоте и углу наклона.

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 насосов-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. 173) 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 поворачивается ротор и распределительное устройство 7 насоса-дозатора 6 обеспечивает 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 гидролиниях обоих насосов одинаково, задается со-

противлением управляемых колес повороту и ограничивается предохранительным клапаном 3.

При остановке рулевого колеса насос-дозатор перестает подавать масло, давление в торцовой 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. 174, а), насос-дозатор (рис. 174, б) с приводом от рулевого колеса, питающий насос 20 с невыключаемым приводом от дизеля, гидроаккумулятор (рис. 174, в), муфту 30 и распределитель (рис. 174, 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 бо-

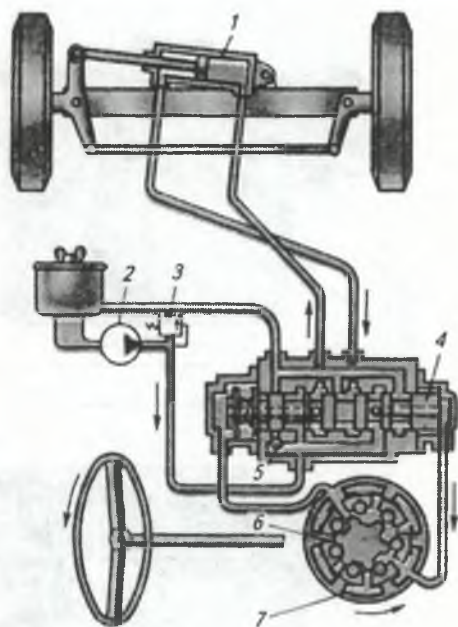


Рис. 173. Схема одноконтурного ГОРУ:

1 — гидроцилиндр; 2 — питающий насос; 3 — предохранительный клапан; 4 — золотниковый распределитель; 5 — обратный клапан; 6 — насос-дозатор; 7 — распределительное устройство насоса-дозатора

лее 10° 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 сум-

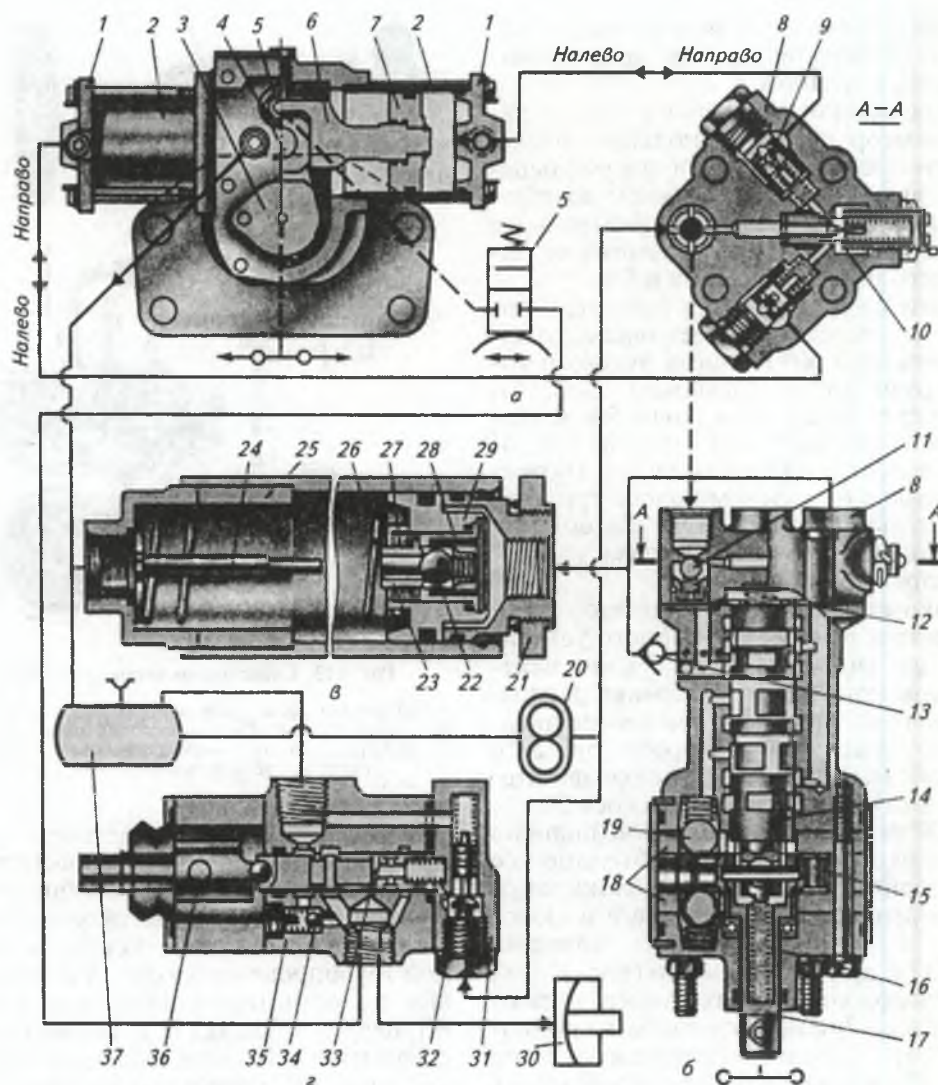


Рис. 174. ГОРУ трактора МТЗ-100:

a — механизм поворота; *б* — насос-дозатор НД-80К; *в* — гидроаккумулятор; *г* — распределитель блокировки; 1, 8, 21, 31 — крышки; 2 — гидроцилиндр; 3 — вал сошки; 4 — палец; 5 — клапан АБД; 6 — шток; 7, 29 — поршни; 9 — противоударный клапан; 10, 23, 34 — предохранительные клапаны; 11, 13 — обратные клапаны; 12, 16, 26, 27 — пружины; 14, 33 — золотники; 15 — кулачковая шайба; 17 — рулевой вал; 18 — блоки; 19 — шаровой поршень; 20 — насос НШ-10-Л-3; 22 — отсеccionный клапан; 24 — толкатель; 25 — упорная втулка поршня; 28 — седло; 30 — муфта блокировки дифференциала заднего моста; 32 — редукционный клапан; 35 — корпус; 36 — поворотный рычаг; 37 — бак

мирования потоков от отдельных шаровых поршней и обеспечения прямой пропорциональности подачи масла углу поворота кулачковой шайбы 15 рулевым валом 17, объединено с реверсивным трехпозиционным распределителем гидросилителя. Золотник 14 связан с рулевым валом 17 винтовой парой, перемещается в осевом направ-

лении 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...0,3 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 противоударными клапанами 9, перепускающими масло из одного гидроцилиндра в другой под давлением 15,7...16,7 МПа.

При повороте рулевого колеса золотник 14 смещается, обеспечивая дозатору и питающему насосу подачу масла в один из гидроцилиндров в количестве, прямо пропорциональном углу поворота рулевого колеса.

При неработающем дизеле и вращении рулевого колеса насос-дозатор работает в режиме насоса, всасывая масло из бака 37 через отсечный 22 и обратный 13 клапаны 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 фиксированном положении, показанном на рисунке 174, 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» (АБД). 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° 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 нефиксируемое 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 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, прослушивают, 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. В автомобиле ЗИЛ-130 проверяют и регулируют натяжение ремня привода насоса.

Гидроприводы механизмов поворота тракторов обычно заправляют моторным маслом М-10Г₂ или М-10В₂ летом и М-8Г₂ или М-8В₂ зимой, проверяют его уровень и доливают при ТО-2, а заменяют при СТО.

Определение содержания агрессивных примесей в масле и его периоди-

ческая 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 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. 175), 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 атмосферному давлению, а в рабочих цилиндрах 6 и напорной гидролинии несколько больше атмосферного. Это избыточное давление, обусловленное действием пружины 17 впускного клапана 20, предотвращает подсос воздуха через неплотности и способствует вытеканию тормозной жидкости, в результате чего обеспечивается визуальная диагностика напорной гидролинии и рабочих цилиндров 6.

Нажатие на педаль вызывает перемещение поршня 12 с манжетой 15

вправо. Меньшая часть тормозной жидкости через еще не закрытое компенсационное отверстие 16 вытесняется в бачок, а большая часть, открыв выпускной клапан 19, поступает в полость 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 одинаковое, а поданный объем пропорционален зазору между колодками и барабаном. Очевидно, что давление и напор тормозной жидкости ограничиваются усилием ноги водителя. Это *первый недостаток* гидростатического тормозного привода.

Резкое отпускание (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 — пре-

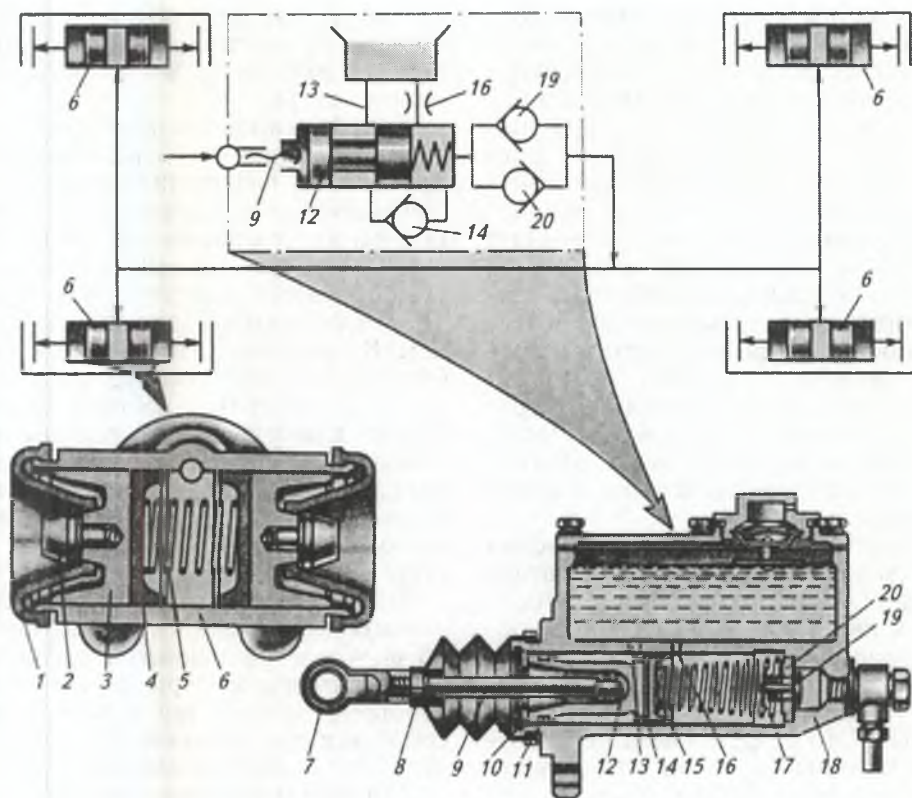


Рис. 175. Одноконтурный гидростатический тормозной привод:

1 — защитный колпак; 2, 9 — толкатели; 3, 12 — поршни; 4, 11, 15 — манжеты; 5, 17 — пружины; 6 — рабочие цилиндры; 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

крашении их вращения под действием тормозных механизмов и привода.

Блокировка колес вызывает потерю устойчивости автомобиля, увеличивает его тормозной путь и вероятность дорожно-транспортных происшествий, особенно при больших скоростях движения по дорогам с твердым покрытием в разном состоянии.

Максимально возможная по сцеплению с дорогой тормозная сила колес прямо пропорциональна нормальной нагрузке на них и коэффициенту сцепления, которые зависят 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 движения). Поэтому задача создания антиблокирующего устройства как составной части тормозного привода сложна и пока решена в тормозных приводах импортных автомобилей.

Одноконтурный гидровакуумный тормозной привод автомобилей ГАЗ-52-04, ГАЗ-53-12 и ГАЗ-66 обеспечивает легкость управления за счет применения гидровакуумного усилителя. Однако ему свойственны второй и третий недостатки гидростатического тормозного привода.

Двухконтурный гидростатический тормозной привод автомобилей ЗАЗ-968М, ЛуАЗ-969М, УАЗ-3303 уменьшает веро-

ятность 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 топливовоздушную 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. 176), 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 гидроцилиндра. Полость Г камеры через обратный клапан постоянно соединена с впускным трубопроводом двигателя, а полость В — 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 меж-

ду корпусами 10 и 19, закреплена на поршне 12 и отжимается вниз пружиной 11 и разрежением в полости Г 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 А, Б, В, Г 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 клапан 8 под действием пружины 7 закрыт, а вакуумный клапан 6 открыт и сообщает между собой полости А, Б, В, Г.

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 кла-

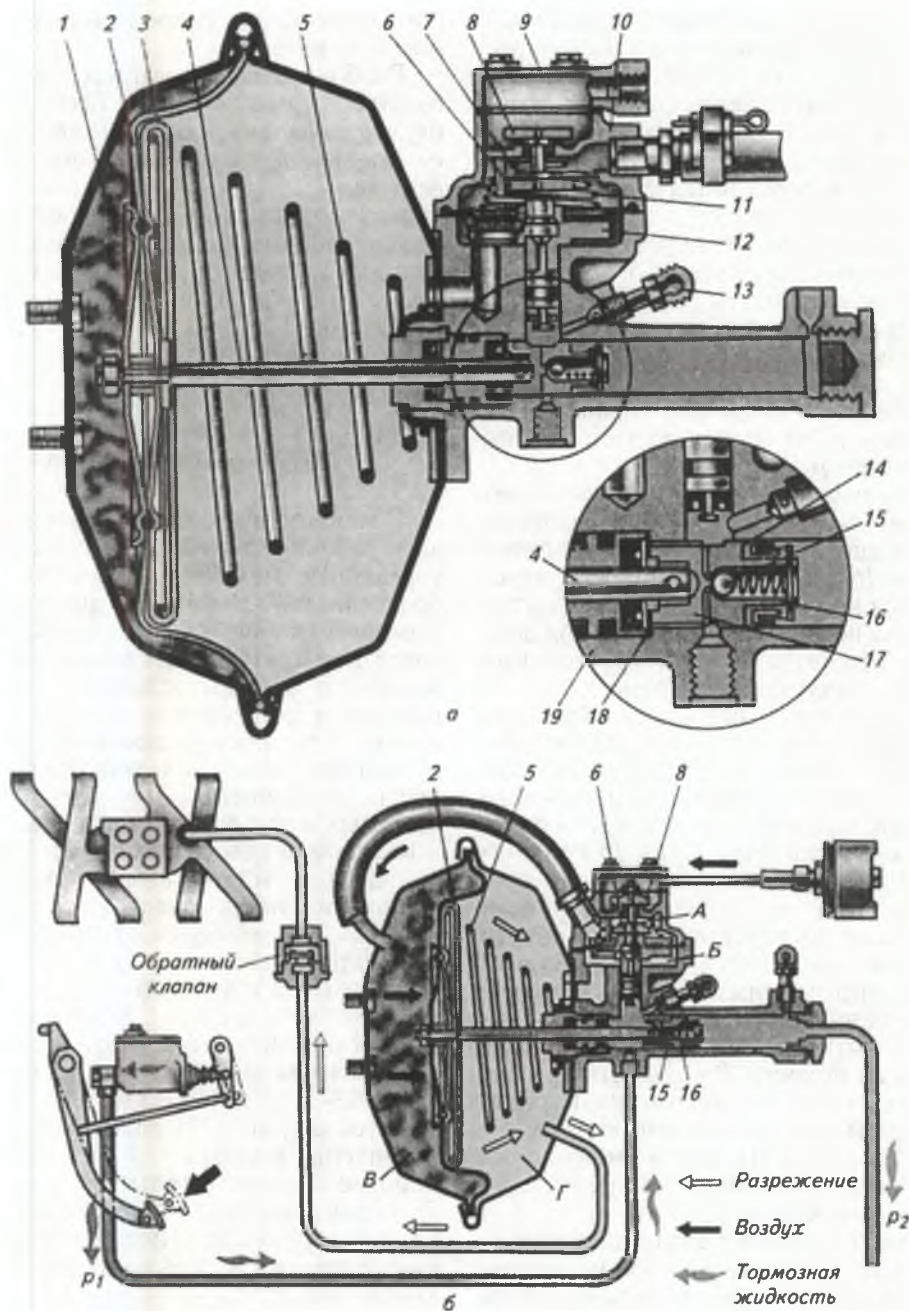


Рис. 176. Гидروвакуумный усилитель тормозного привода автомобиля ГАЗ-66:

а — устройство; *б* — схема работы при торможении; 1 — корпус вакуумной камеры; 2 — диафрагма; 3 — тарелка диафрагмы; 4, 17 — толкатели; 5, 7, 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; А, Б — полости клапана управления; В, Г — полости вакуумной камеры

пану 6, а шток открывает воздушный клапан 8. Это вызывает отключение полостей *Б* и *Г* от полостей *А* и *В* 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 *В*, 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 перепустит часть воздуха из полости *В* в полость *Г*, а диафрагма 2 сохранит положение поршня 16 неизменным. Уменьшению разрежения в полости *Г* из-за его уменьшения во впускном трубопроводе препятствует обратный клапан.

При отпускании педали давление p_1 тормозной жидкости уменьшается, поршень 12 пружинами 11 перемещается вниз, вакуумный клапан 6 полностью открывается, сообщая полости *А*, *Б*, *В*, *Г* 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 175, а их устройство и работа рассмотрены в главе 2.

Однопоршневые несаморегулирующиеся рабочие цилиндры устанавливаются по два в тормозные механизмы передних колес автомобилями УАЗ-3303 и ГАЗ-66.

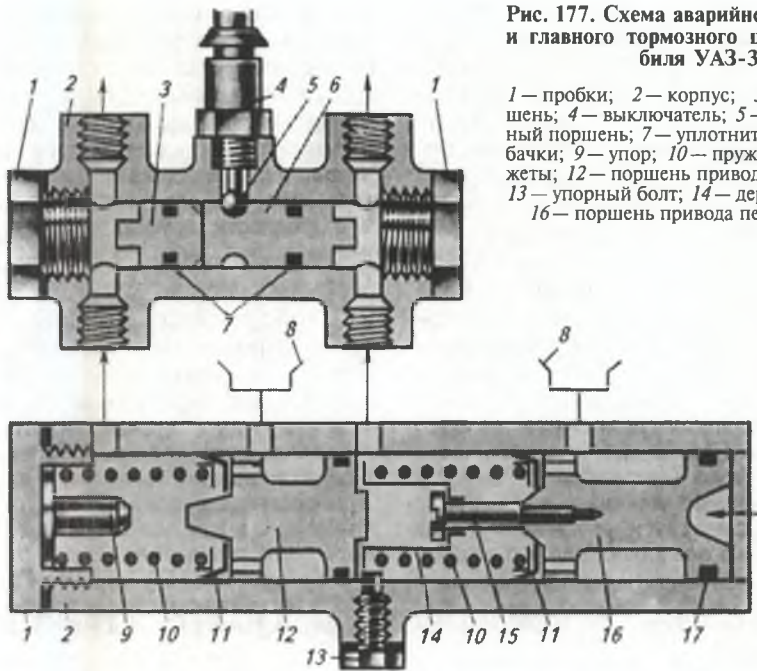
Саморегулирующиеся двухпоршневые рабочие цилиндры применяют в тормозных механизмах задних колес большинства легковых автомобилей. Саморегулировку обычно обеспечивает разрезное пружинное кольцо, расположенное с осевым зазором в канавке поршня и запрессованное в цилиндр с усилием, не превышающим силу максимального 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. 177) сигнализатора 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 гидролиниях 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 гидролиний вызывает перемещение порш-

Рис. 177. Схема аварийного сигнализатора и главного тормозного цилиндра 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, 17 — манжеты; 12 — поршень привода задних тормозов; 13 — упорный болт; 14 — держатель; 15 — винт; 16 — поршень привода передних тормозов

ней 3 и 6 в ее сторону, шарик 5 выходит из канавки, нажимая на толкатель выключателя 4, и контрольная лампа загорается, сигнализируя водителю о неисправности тормозного привода.

Основные неисправности и техническое обслуживание. 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») недопусти-

мо, 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. 176) 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 $1/2 \dots 3/4$ 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...4 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 агрегатируемым 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-8В₂ или М-8Б₂) 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 гидроприво-

дом коробки передач. Гидроподжимная муфта 9 (см. рис. 159) 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 агрегатируемым машинам с использованием высотного, силового, позиционного или комбинированного способов 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 гидро-

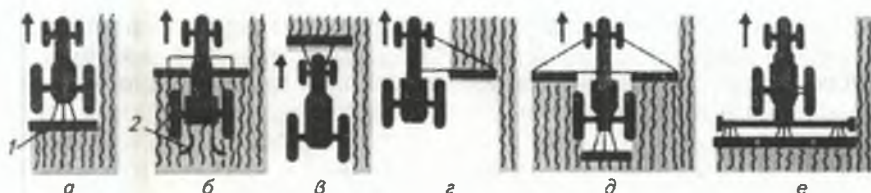


Рис. 178. Схемы навески машин:

а — задняя; б — передняя; в — фронтальная; г — боковая; д — эшелонированная; е — шеренговая;
1 — навесная машина; 2 — рычажные лапы для заделки следа задних колес трактора

приводом механизма навески трактора. Однако он не обеспечивает требуемой точности глубины обработки.

Схемы навески машин на трактор при высотном способе регулирования разнообразны (рис. 178, а...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. 179), 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 предохранительным клапанами, установлен в кабине и обеспечивает парал-

лельное питание от одного насоса 2 трех выносных гидроцилиндров: основного 6, левого и правого.

Три одинаковых шестибуртовых золотника 10 гидрораспределителя 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).

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.

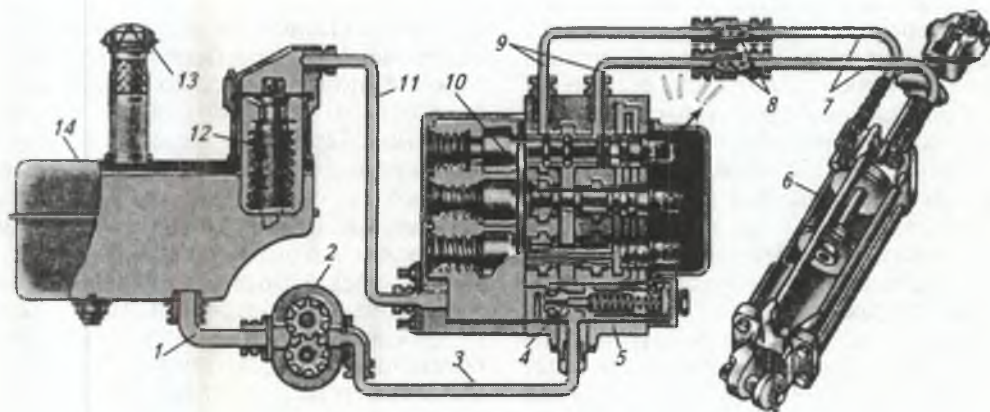


Рис. 179. Схема раздельно-агрегатного гидропривода механизма навески трактора:

1, 3, 9, 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

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 соединяться 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 контуру: 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 тягового сопротивления или опускается при его уменьшении. 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.

Для реализации силового способа регулирования в механизм навески ус-

танавливают датчик, а в гидропривод — автоматический регулятор.

Датчик силового регулирования механизма навески (в тракторе МТЗ-80) представляет собой упругую опору центральной тяги 17 (рис. 180). 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.

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 глубины обработки почвы (рис. 181, а) трактора МТЗ-80 установлен под сиденьем тракториста, соединен двумя шлангами с основным гидроцилиндром 30 (рис. 181, 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 зубчатым сектором в трех положениях: рабочем Р, подъеме П и транспортном Т, обеспечивая настройку регулятора перемещением гильзы 22 в корпусе 21.

Золотник 25 регулятора установлен в

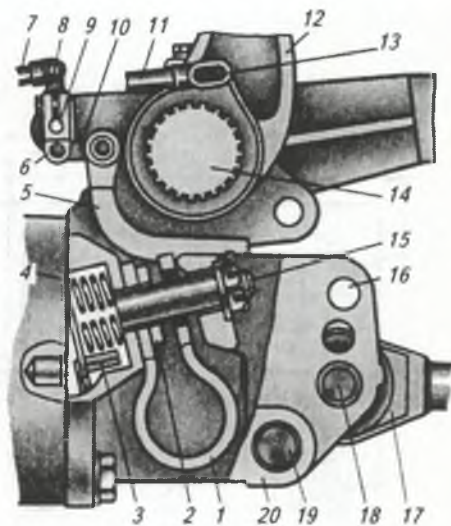


Рис. 180. Датчики механизма навески трактора МТЗ-80:

1, 4 — пружины; 2, 3 — ограничители сжатия пружин; 5 — рычаг серьги; 6 — короткий рычаг; 7, 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, 19 — пальцы; 20 — кронштейн поворотного вала

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, 12 установлены в нейтральное положение, показанное на схеме. Рабочая жидкость (моторное масло М-10Г₂ или М-10В₂ летом и М-8Г₂ или М-8В₂ зимой) подается насосом 1 из бака 2 в четыре кольцевые проточки корпуса 21 регулятора двумя потоками: управляющим и дополнительным.

Управляющий поток масла открывает стержневой обратный клапан 7 в калиброванном отверстии 8 плунжера перепускного клапана 6, ограничивается им и через канал управления распределителя и трубопровод малого сечения поступает к обратному клапану 23 регулятора.

Дополнительный поток, минуя распределитель, поступает к регулируемой вручную крану 24 регулятора.

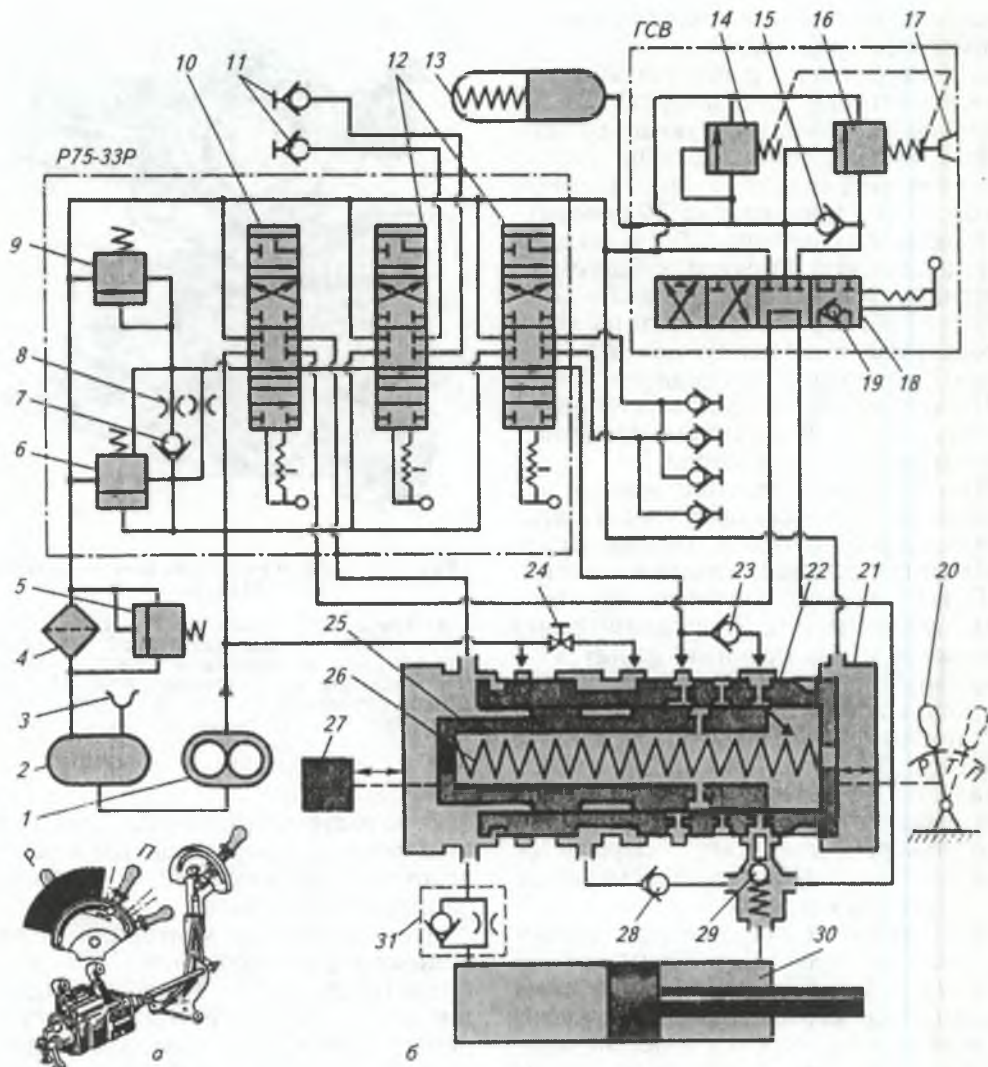


Рис. 181. Общий вид силового регулятора (а) и схема гидропривода механизма навески (б) трактора МТЗ-80:

1 — насос НШ-32-2; 2 — бак; 3 — маслозаливная горловина; 4 — фильтр; 5, 9, 14 — предохранительные клапаны; 6, 16 — перепускные клапаны; 7, 15, 23, 28 — обратные клапаны; 8 — калиброванное отверстие; 10 — золотник управления основным гидроцилиндром; 11, 19, 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

При отсутствии слива оба этих потока через обратный 28 и запорный 29 клапаны поступают в штоковую (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, заг-

лублиние 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 подъема 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 про-

является 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 представляет собой поворотный рычаг 12 (см. рис. 180), 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. 181).

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 смещение золотника 25 влево ограничено позиционной тягой, а вправо — длиной паза в ее наконечнике.

При повороте рукоятки 20 вперед (по схеме влево) гильза 22 перемещается вправо и открывает сливные радиальные отверстия — свои и золотника 25. Под действием силы тяжести и реакции почвы на рабочие органы машины опускается, поршень гидроцилиндра 30 перемещается назад (по схеме вправо) и через датчик смещает вправо золотник 25 вслед за гильзой 22.

При повороте рукоятки 20 назад гильза 22, а вслед за ней и золотник 25 под действием датчика перемещаются влево, обеспечивая уменьшение или прекращение слива масла и подъем машины.

Однако при позиционном способе существенно проявляется зависимость глубины обработки почвы от рельефа.

Комбинированные высотно-силовой и высотно-позиционный 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 обеспечить им одинарные и комбинированные способы, ручку переключения датчиков устанавливают в нейтральное положение, а рукоятку 20 — в фиксируемое положение П. При этом золотник 25 и гильза 22 смещаются влево 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 маховика 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 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 схе-

ме 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 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 подпитывает 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 сила тяжести 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 ре-

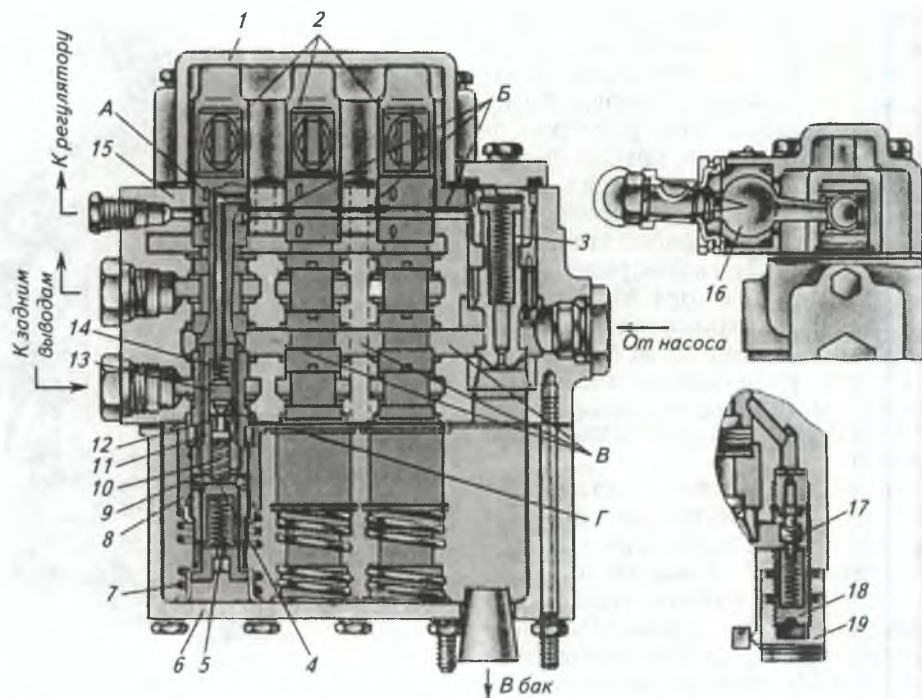


Рис. 183. Распределитель Р80-23Р:

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 — седло 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

минимальным зазором в расточки 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 седлом 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 от-

верстия в гильзе 11: нижнее отверстие большего диаметра выходит в полость Г под клапаном, а верхнее меньшего диаметра (дрессель) — 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 упирается в бурт золотника, а нижняя — в пробку. Поэтому при перемещении золотника пружина 7 дополнительно сжимается, упираясь тарелкой в крышку 6 или в корпус 15 через обойму 8.

В нейтральном положении золотни-

ков их радиальные отверстия *А* закрыты верхним пояском корпуса *15*, верхние проточки совмещены с каналом *Б* управления, а вторые снизу проточки — с напорной полостью *В*. Конусный клапан *13* под действием пружины *14* и одинакового давления масла сверху и снизу плотно закрывает отверстие в седле *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 не показано) и удерживается шариками *9*, зажатými 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 благодаря дросселю 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 седле *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* совместятся с полостью крышки *1*, сообщая полость над клапаном *13* с полостью слива. Дроссель в гильзе *11* создает достаточный для открытия клапана *13* перепад давления при значительно меньшем давлении в полости *В* (2 МПа вместо 20 МПа).

Регулятор глубины обработки почвы трактора МТЗ-80 собран в литом чугунном корпусе *5* (рис. 184) 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 гай-

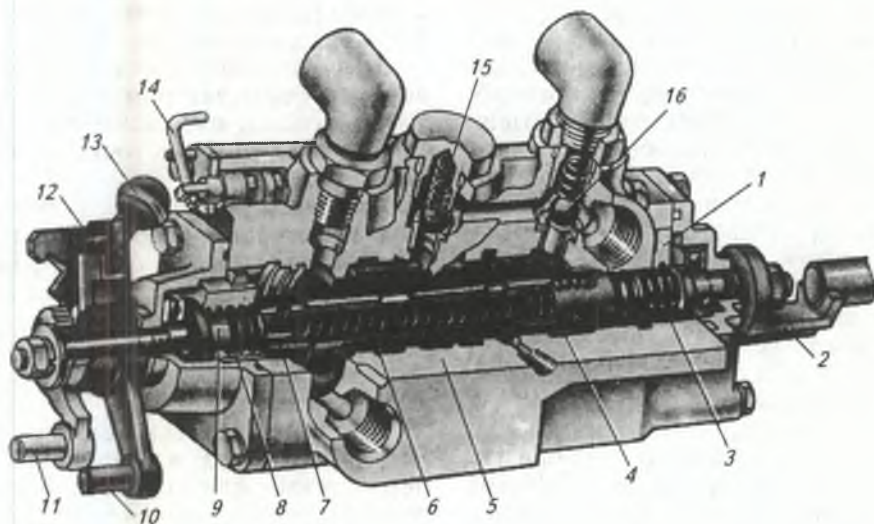


Рис. 184. Регулятор:

1 — гайка-упор гильзы; 2 — валик; 3, 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 — оборотный клапан; 16 — запорный клапан

ку-упор 8, винт 9 и упорный шариковый подшипник к левой крышке, а гильзу 4 через упорную шайбу, кольцо, гайку-упор 1, винт 3 и упорный шариковый подшипник — 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-упора 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 закреплён 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 подъема.

Обратный 15 и запорный 16 клапаны предотвращают утечку масла из штоковой полости гидроцилиндра через выключенный регулятор.

Г и д р о ц и л и н д р ы, применяемые в гидроприводах механизмов поворота и навески тракторов, как правило, поршневые, двустороннего действия. Они конструктивно подобны, но невзаимозаменяемы. 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). В обозначении цилиндра, например Ц80-200-4, указывают диаметр (80 мм) и ход (200 мм) поршня, а также рабочее давление: 2—14 МПа, 3—16 МПа, 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. 185) с осью, закрепленной в задних кронштейнах рамы, а головкой 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, прикрепленный двумя болтами к передней крышке. Кронштейн представляет собой штампованную стальную звездочку с центральным калиброванным отверстием и наружными зубцами, отогнутыми в сторону фаски маслопровода 6. 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.

При подъеме навесного орудия (машины) 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 навесного орудия (машины) 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.

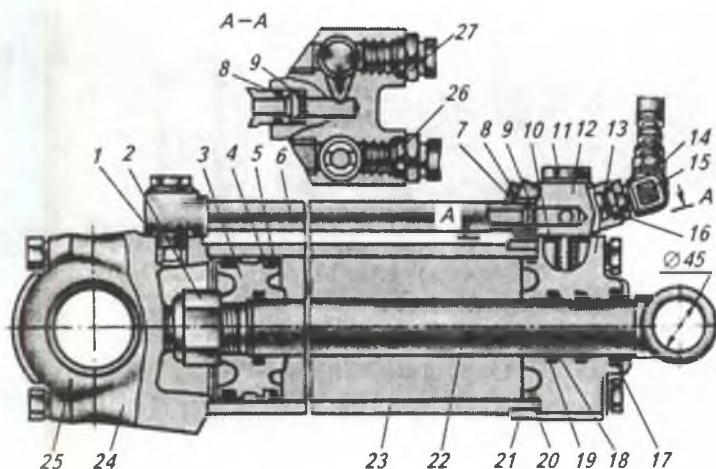


Рис. 185. Гидроцилиндр Ц125:

1, 8, 10, 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 штуцера; 16 — уплотнение штуцера; 17 — грязесъемная манжета; 18 — защитная шайба; 19 — уплотнение штока; 21 — фланец; 22 — шток; 23 — корпус; 24 — задняя крышка; 25 — бугель; 26, 27 — штуцера над- и подпоршневой полостей цилиндра

Гидролинии и 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 изготавливают из стальных бесшовных труб, рассчитанных на давление до 32 МПа. Их наконечники представляют собой ниппель, приваренный к трубе, и гайку, надетую на него, или приваренную втулку под специальный (полюй) болт с металлическими уплотнительными прокладками.

Шланги высокого давления имеют многослойную конструкцию. Их камера из маслостойкой резины заключена в два слоя хлопчатобумажной или капроновой оплетки, между которыми расположена металлическая оплетка. Снаружи камера закрыта резиновым слоем и банджом 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. 186, 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. 186, б) с фиксирующими шариками 6 установлены на выводах гидросистемы. Внутренние полумуфты 7 с фиксаторами 5 входят в комплект запасных инструментов и принадлежностей (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 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

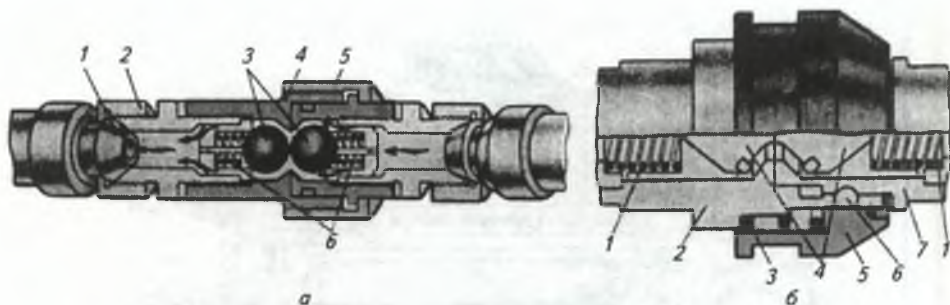


Рис. 186. Соединительные муфты:

а — с накидной гайкой: 1 — штуцер шланга; 2, 5 — накидные гайки; 3 — шарики запорных клапанов; 4 — полумуфты; 6 — пружины; *б* — быстросоединяемые трактора МТЗ-100: 1, 3 — пружины; 2 — наружная полумуфта; 4 — запорные клапаны; 5 — фиксатор; 6 — шарик; 7 — внутренняя полумуфта

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 запираания 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 силового и позиционного способов. Кроме того, САРГ обеспечивает работу ГСВ по высотному, силовому, позиционному, высотно-силовому и высотнопозиционному способам, а следовательно, является универсальной системой управления механизмом навески трактора.

Эта система имеет датчики 1 (рис. 187) позиционного и 3 силового регулирования, а также датчик давления 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 комби-

нированному позиционно-силовому способу регулирования положения механизма задней навески трактора за счет изменения регулятором давления масла в штоковой полости гидроцилиндра 34.

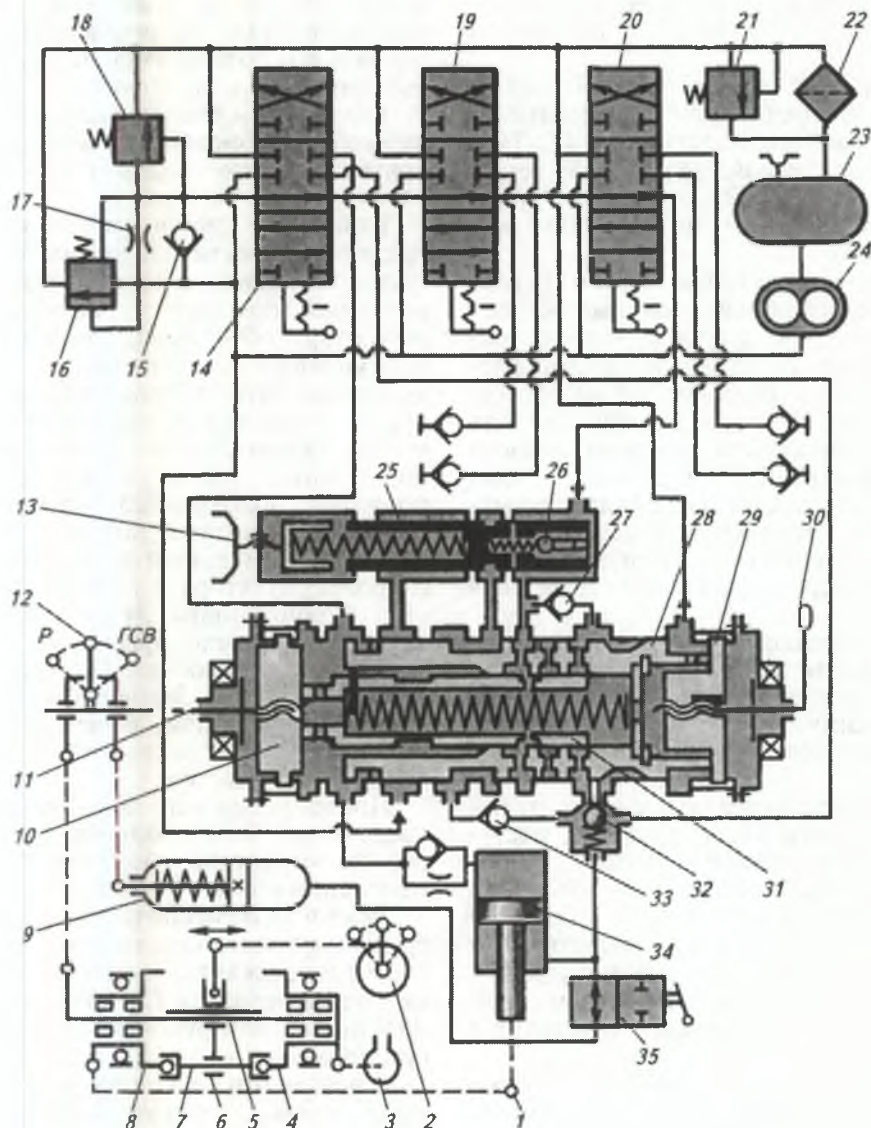


Рис. 187. Схема САРГ трактора МТЗ-100:

1 — датчик позиционного регулирования; 2 — рукоятка управления сумматором сигналов; 3 — датчик силового регулирования; 4, 6, 8 — рычаги сумматора сигналов; 5 — шлицевой валик; 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, 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 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 смещается 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 смещается 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 до-

полнительный 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 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, 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 запыленного атмосферного воздуха через сапун в бак и обратное выталкивание его с большой скоростью. Объем всасываемого воздуха растет с увеличением хода штока гидроцилиндра. При работе трактора, например МТЗ-80, с машинами, имеющими гидроцилиндры одностороннего действия с большим ходом штока, объемы разового (за один ход поршня) отбора масла из бака и всасываемого воздуха достигают 0,011 м³. Поэтому исправность сапуна как воздушного фильтра имеет особо важное значение.

Шток 22 (см. рис. 185), работающий при подъеме на сжатие, также является источником загрязнения масла в гидроприводе, особенно при загрязненном или неправильно установленном (наоборот) замедлителем клапане 9. Такой клапан вызывает 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 маслозаливной горловины и масломерную линейку, заливать в бак только чистое масло через пистолет с помощью запорочных средств.

Следует поддерживать нормальный уровень масла в баке, особенно при работе трактора с машинами, имеющими гидроцилиндры одностороннего действия (стогометателями, самосвальными прицепами). При опущенной раме таких машин уровень масла в баке дол-

жен быть не ниже меток на масломерной линейке. Доливка же масла при поднятой машине может вызвать переполнение бака и его разрыв при опускании машины.

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° с предварительным подъемом или без него.

Кузов большинства автомобилей-самосвалов опрокидывается (поворачивается) только назад без предварительного подъема, а у автомобиля САЗ-3502 — с предварительным подъемом. Кузов автомобилей-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

При недостаточном уровне возникают подсос воздуха, кавитация во всасывающей полости насоса и вспенивание масла.

гидроцилиндра, подключаемого к выводам гидропривода механизма навески трактора.

Гидроподъемник кузова автомобиля ГАЗ-САЗ-53Б включает в себя телескопический гидроцилиндр 1 (рис. 188) 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 промежуточ-

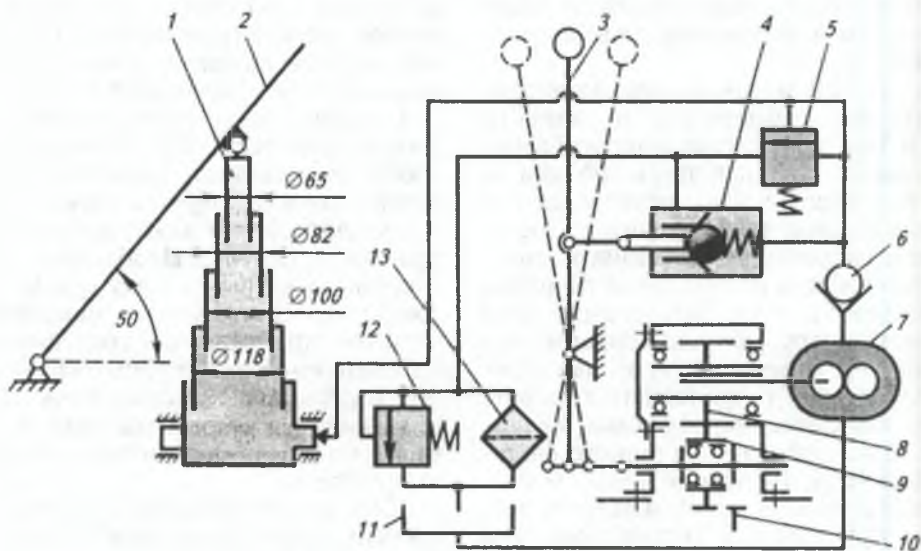


Рис. 188. Схема гидроподъемника кузова автомобиля ГАЗ-САЗ-53Б:

1 — телескопический гидроцилиндр; 2 — кузов; 3 — рычаг управления; 4 — сливной клапан; 5, 12 — предохранительные клапаны; 6 — обратный клапан; 7 — насос типа НШ-32; 8 — промежуточное зубчатое колесо; 9 — подвижное зубчатое колесо; 10 — зубчатое колесо промежуточного вала коробки передач; 11 — бак; 13 — фильтр

ным 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.

Внутри корпуса 9 (рис. 189) телескопического гидроцилиндра концентрично расположены четыре выдвижных звена — плунжеры 10, 11, 12, 13. Корпус и плунжеры изготовлены из стали 45, их рабочие поверхности закалены с помощью ТВЧ до твердости не менее 50 HRC, хромированы и отполированы.

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, 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. 188), начиная с первого (диаметром 118 мм) и кончая четвертым (диаметром 65 мм), выдвигаются на 762 мм, вызывая поворот кузова назад на угол 50°, направо или налево — на угол 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.

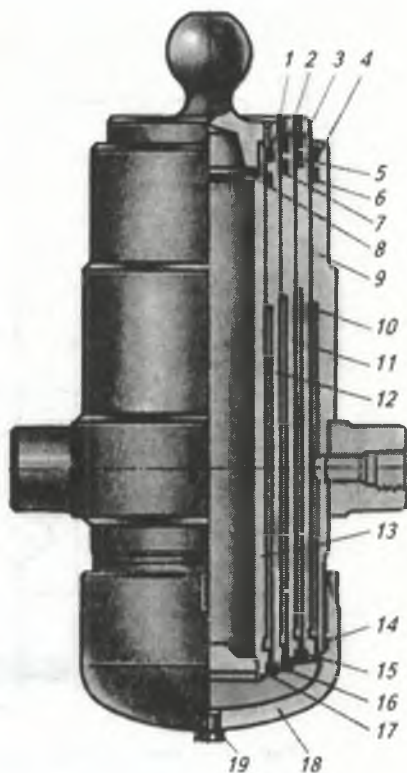


Рис. 189. Телескопический гидроцилиндр автомобиля ГАЗ-САЗ-53Б:

1, 2, 3, 4 — грязесъемники; 5, 6, 7, 8, 14 — уплотнительные кольца; 9 — корпус; 10, 11, 12, 13 — плунжеры; 15, 16, 17 — стопорные кольца; 18 — днище; 19 — сливная пробка

Чтобы остановить кузов в любом промежуточном положении, необходимо перевести рычаг 3 в среднее положение. Кузов опускают, поворачивая рычаг 3 вперед.

Гидроподъемник кузова автомобиля САЗ-3502 имеет четыре гидроцилиндра, управляемые трехзолотниковым распределителем Р75-33А, установленным на левой 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 пер-

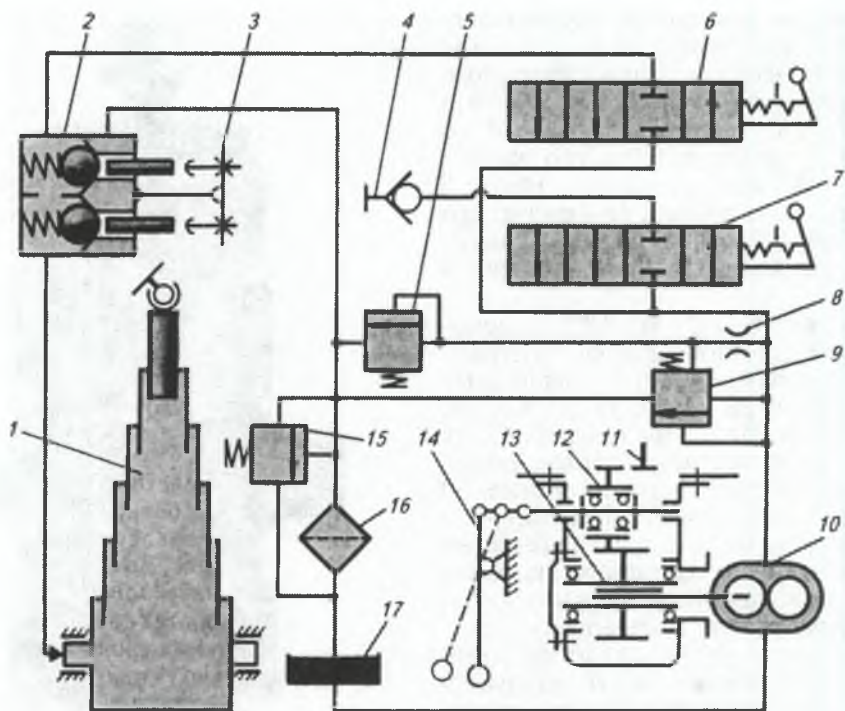


Рис. 190. Схема гидроподъемника кузова автомобиля ЗИЛ-ММЗ-554М:

1 — телескопический гидроцилиндр; 2 — кран ограничения бокового наклона кузова; 3 — коромысло; 4 — полумуфта; 5 — предохранительный клапан распределителя; 6, 7 — золотники управления гидроподъемниками соответственно автомобиля и прицепа; 8 — калиброванное отверстие; 9 — перепускной клапан распределителя; 10 — насос типа НШ-32; 11, 12, 13 — зубчатые колеса; 14 — рычаг управления коробкой отбора мощности; 15 — предохранительный клапан фильтра; 16 — фильтр; 17 — бак

выми. 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° — другой. Оба гидроцилиндра одинаковые: одностороннего действия, четырехступенчатые с общим ходом 792 мм. Управляют ими поочередно с помощью двух золотников 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 механиз-

мы 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 состоит из пятиступенчатого телескопического гидроцилиндра 1 (рис. 190) одностороннего действия с общим ходом 1055 мм, двухзолотникового распределителя Р75-22, крана 2, насоса 10 с выключаемым приводом от коробки передач через коробку отбора мощности, бака 17 с фильтром 16 и клапаном 15, арматуры.

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° 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 кузова 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 установлен 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 п. 5 главы 3. В данном гидроприводе он включен по наипростейшей схеме, обусловленной односторонним действием гидроцилиндров.

Неисправности и техническое обслуживание гидроподъемников кузова автомобилей-самосвалов те же, что и у гидроприводов механизма навески тракторов.

Контрольные вопросы и задания. 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. Объясните работу гидроусилителей рулевого механизма тракторов МТЗ-80, МТЗ-100 и 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 гидропривод механизма навески тракторов МТЗ-80, МТЗ-100 обеспечивает регулирование глубины обработки почвы по высотному, силовому, позиционному и комбинированному способам? 6. Объясните работу гидроподъемника кузова автомобилей ГАЗ-САЗ-53Б и ЗИЛ-ММЗ-554М. 7. Как обеспечить долговечную работу автотракторных гидроприводов?

Глава 4

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

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 состоит из источников электрической энергии (аккумуляторной батареи и генераторной установки), систем зажигания, электрического пуска, осве-

щения и сигнализации, контрольно-измерительных приборов и вспомогательных элементов.

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 отрицательные выводы источников тока.

1. 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* (железони-келевые, 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 1000 А и более, высокая надежность в условиях реальной эксплуатации машин, малые габаритные размеры, масса и стоимость. Такими свойствами пока обладают только свинцово-кислотные батареи — старейшие химические источники тока (первая батарея создана Планте в 1860 г.).

Стартерная свинцово-кислотная аккумуляторная батарея состоит из трех

или шести аккумуляторов, расположенных в изолированных отсеках бака 5 (рис. 191) 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 (α -ОНК, борную кислоту) и расширители (сернокислый барий, сажу, дубитель 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.

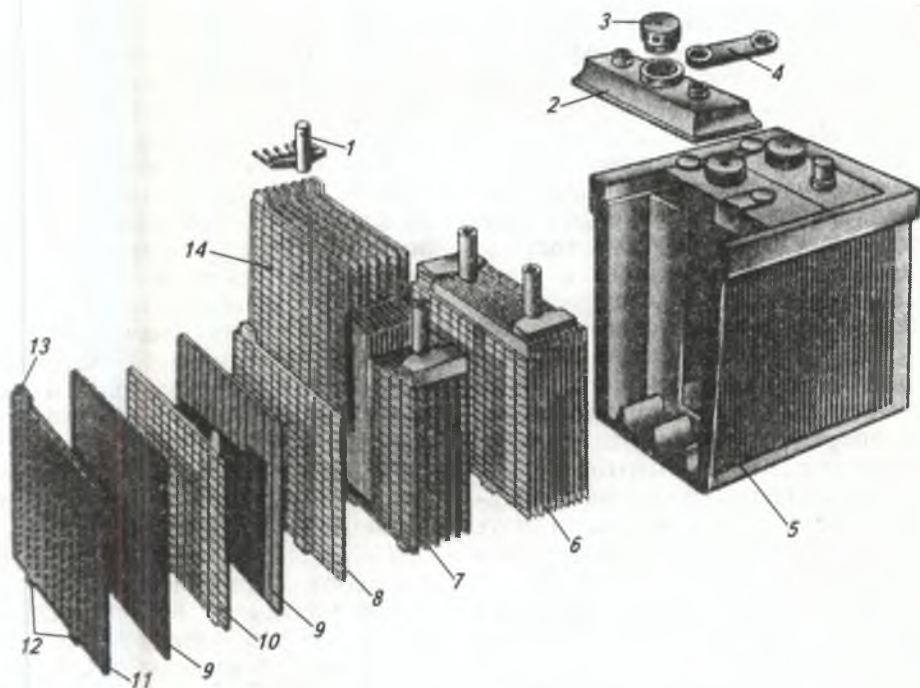


Рис. 191. Схема устройства стартерной свинцово-кислотной аккумуляторной батареи:

1 — баретка; 2 — крышка; 3 — пробка заливной горловины; 4 — межэлементное соединение; 5 — бак; 6 — блок аккумулятора; 7, 14 — полублоки однополюсных пластин; 8 — отрицательная пластина; 9 — сепараторы; 10 — положительная пластина; 11 — решетка; 12 — ножки; 13 — ушко

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. Сухозаря-

женными называют аккумуляторные батареи, после изготовления которых большая часть пасты состоит из диоксида 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. Важнейшие 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. Эта операция заключается в удалении уплотнительных элементов. В противном случае возможен взрыв выделяющегося гремучего газа (смеси двух объемов водорода и одного объема кислорода).

Заливают электролит кружкой через воронку. Уровень его должен быть на $10 \dots 15 \text{ мм}$ выше щитка.

Выдержка в течение 3 ч необходима для заполнения электролитом пор сепараторов и активной массы, а также для контроля степени заряженности отрицательных пластин. Если после 3 ч 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 $1/20$ 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 ам-

пер-часах ($1 \text{ А} \cdot \text{ч} = 3600 \text{ Кл}$), которое она должна отдавать потребителям при разрядке током, численно равным $0,05 Q_n$, в течение 20 ч до напряжения наименьшего («отстающего») аккумулятора $1,75 \text{ В}$ при температуре электролита 25°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 (уменьшение плотности) или электролита плотностью $1,4 \text{ г/см}^3$ (увеличение 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_3 , 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_3 — силе I_3 зарядного тока и времени t_3 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_3 зарядного тока — от разности напряжений U_r генератора и U_{a3} батареи.

В процессе зарядки аккумуляторной батареи генератором ее напряжение

увеличивается с переменной и неуправляемой скоростью до напряжения генератора, а разность напряжений $U_r - U_{a.з.}$ и сила I_3 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), климатические условия и время использования машины в течение суток.

Конструктивные особенности. Аккумуляторные батареи обозначают цифрами и буквами на стенке бака, межэлементном соединении или общей 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 асфальто-пековой пластмассы — буквой П, из термoplasta — Т, сепараторы из мипора — буквой Р, а комбинированные из мипора или мипласта со стекловойлок — 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 последователь-

ное 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. Конструкция этих батарей позволяет уменьшить расход дефицитного свинца и массу батареи, однако они не ремонтопригодны и требуют строгого соблюдения правил эксплуатации. В противном случае срок службы аккумуляторной батареи не увеличится, а уменьшится.

В серийных свинцово-кислотных батареях при длительных (10 и 20 ч) режимах разрядки используется около половины активной массы, а при стартерном режиме (продолжительность 3 и 5 мин) — только 4...10 % активной массы. 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 диоксидом 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 заменить положительные пластины дырчатым винипластом. При этом исключится 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. Устанавливая пластины в сепараторы-конверты на укороченные призмы или ровное дно моноблока, увеличивают уровень электролита над пластинами и длительность работы аккумуляторов до добавления дистиллированной воды.

В стартерных железоникелевых батареях типа СЖНТ электролитом служит водный раствор щелочи КОН плотностью 1,23...1,25 г/см³ 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 и последовательно соединяют 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 химичес-

кой 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 (платина, серебро) катализаторы, 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 возможные неисправности. Стартерные свинцово-кислотные аккумуляторы могут работать 4...5 лет, выдерживая 300...400 циклов зарядки-разрядки. Однако такая долговечность возможна при соблюдении четырех основных условий:

- 1) чистоты электролита и наружной поверхности батареи;
- 2) оптимальной и одинаковой во всех аккумуляторах плотности электролита;
- 3) зарядно-разрядного баланса при эксплуатации;
- 4) регулярной компенсации саморазряда подзарядкой при длительном хранении.

При нарушении 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 батареи. Например, при увеличении напряжения генератора на 10...12 % выше оптимального срок службы батареи 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 боль-

шую. При зарядке батареи генератором и одновременном электролизе воды сульфатная пленка решетки преобразуется в недостаточно прочный диоксид свинца увеличенного объема. Основная активная масса разрыхляется и оплывает на дно бака, а решетки корродируют на все большую глубину и разрушаются. Мелкодисперсные частицы диоксида свинца в электролите придают ему светло-коричневый оттенок. Они проникают в поры мипластового сепаратора, образуют в нем мостики-спайки между разнополюсными пластинами и ускоряют саморазряд.

Систематический недо- заряд из-за пониженного напряжения генератора проявляется в уменьшении плотности электролита и ухудшении работы потребителей, особенно стартера. Недозаряд батареи на машине, а также ее хранение без систематической подзарядки вызывают сульфатацию — образование плохорастворимых кристаллов сульфата свинца на поверхности и внутри активной массы пластин. Сульфатации также способствуют повышенная плотность 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 ($0,05...0,1$) Q_n .

Недостаточный уровень электролита из-за его вытекания через трещины в баке, крышке и мас- тике, 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 попадания 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 рассмотрен ранее. При установке батареи на машину полюсные выводы и наконечники проводов зачищают абразивной бумагой зернистостью 60...80, смазывают техническим вазелином или смазкой «Литол-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 ежемесячно 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 проволоочные или ламповые реостаты. Глубокий разряд недопустим, так как может вызвать изменение полярности пластин в наихудшем аккумуляторе и выход его из строя.

Если аккумулятор сульфатирован, то при пропусках 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 неотапливаемом, 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.

2. 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 быстротходности 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-, пяти- или семифазную обмотку статора по схеме многоугольника или звезды.

Магнитный поток, пронизывающий обмотку статора генератора переменного тока, создается постоянным магнитом (Г46, ГЗОЗВ, ГТ1А) или обмоткой возбуждения, которая может быть вращающейся или неподвижной.

В автомобильных трехфазных генераторах обмотка 7 (рис. 192) 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.

В тракторных индукторных генераторах обмотка 12 (рис. 193) 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

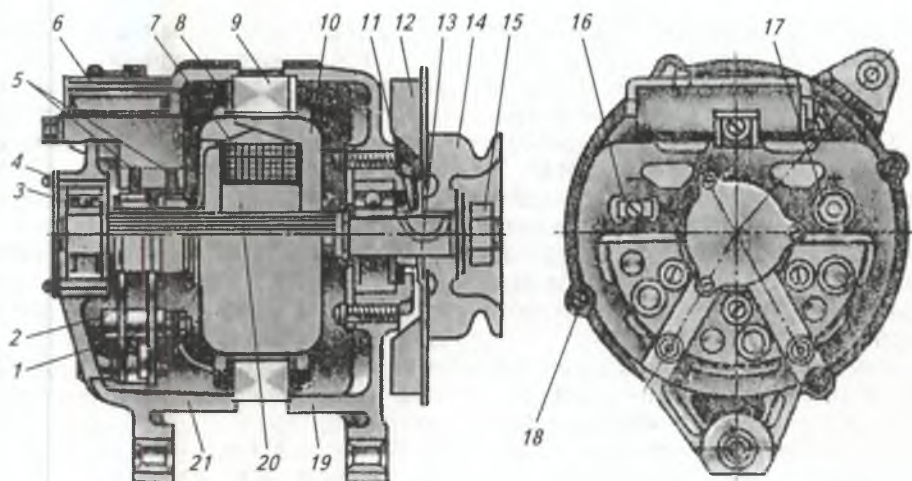


Рис. 192. Вентильный генератор с клювообразным ротором и встроенным регулятором напряжения:

1, 16, 17 — клеммы; 2 — выпрямительный блок; 3 — шариковый подшипник; 4, 18 — винты; 5 — щетки; 6 — щеткодержатель с ИРН; 7 — обмотка возбуждения; 8 — катушка обмотки статора; 9 — статор; 10 — клювообразные наконечники ротора; 11, 20 — втулки; 12 — крыльчатка вентилятора; 13 — вал ротора; 14 — шкив; 15 — гайка; 19, 21 — крышки

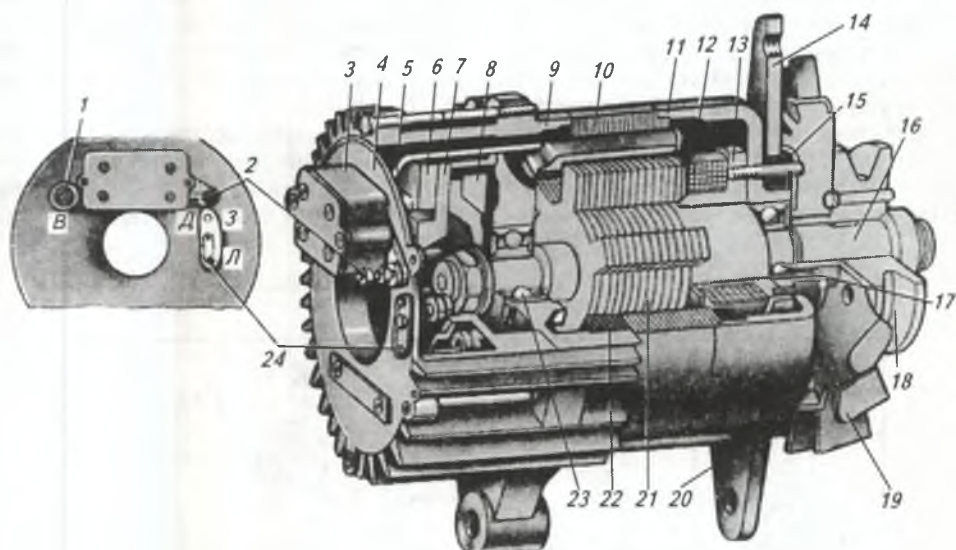


Рис. 193. Генератор 15.3701:

1, 2 — плюсовые выводы выпрямителей; 3 — кожух ИРН, резисторов и конденсатора; 4 — крышка выпрямительного блока; 5 — вывод фазной обмотки; 6 — теплоотвод выпрямительного блока; 7 — корпус выпрямительного блока; 8, 19 — крыльчатка; 9 — задняя крышка; 10 — пакет пластин статора; 11 — передняя крышка; 12 — обмотка возбуждения; 13 — втулка; 14, 20 — кронштейны; 15 — крышка подшипника; 16 — вал ротора; 17, 23 — шариковые подшипники; 18 — шкив; 21 — пакет пластин ротора; 22 — катушка фазной обмотки; 24 — пластина переключателя посезонной регулировки

пронизывает их магнитным потоком по цепи: втулка 13 — крышка 11 — пакет пластин статора 10 и его зубцы — лучи пакета 21 пластин 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) действия: вибрационный (РР24, РР315, РР380), контактно-транзисторный (РР362-Б, РР385-Б), бесконтактно-транзисторный (РР350, РР356, 201.3701) или 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 «закрыт». В состоянии «открыт» регулятор напряжения пропускает ток максимальной силы от источника (аккумуляторной батареи или генератора) в цепь обмотки возбуждения, а в состоянии «закрыт» — ток минималь-

ной силы. 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 дискретного действия заключается в непрерывном сравнении заданного напряжения U_r с действительным и в переключении цепи обмотки возбуждения из одного состояния в другое при напряжениях генератора $U_{\max}$ и $U_{\min}$.

Контактно-транзисторный реле-регулятор РР385-Б (рис. 194). Напряжение U_r генератору задается натяжением пружины якоря электромагнитного реле, которая обеспечивает размыкание контактов $K1.2$ и замыкание контактов $K1.1$. Катушка $K1$ этого реле непрерывно питается током от выпрямителя UZ генератора 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 натя-

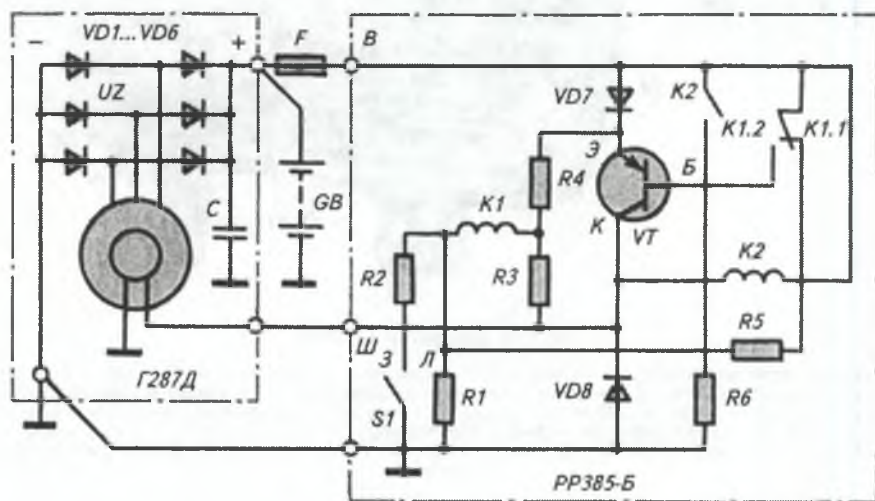


Рис. 194. Принципиальная электрическая схема генератора Г287Д с реле-регулятором РР385-Б

жения пружины и замыкания контактов $K1.2$.

При разомкнутых контактах $K1.2$ и любом состоянии контактов $K1.1$ база B транзистора VT через резистор $R6$ соединена с клеммой «—», а эмиттер $\mathcal{E}$ через входной диод $VD7$ — с клеммой «+» выпрямителя UZ . Поскольку такое соединение источника тока с переходом эмиттер-база 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 «+» — выпрямителя UZ — предохранитель F — клемма B реле-регулятора — диод $VD7$ — переход эмиттер-коллектор транзистора VT — клемма III — обмотка возбуждения генератора — клемма «масса» — клемма «—» 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 B транзистора непосредственно с «+» выпрямителя UZ . Эмиттер $\mathcal{E}$ тоже соединен с клеммой «+», но через входной диод $VD7$, на котором постоянно создается падение напряжения от тока катушки $K1$. Такое соединение источника тока с переходом эмиттер-база 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 $U_r = U_{\min}$ контакты $K1.2$ под действием пружины электромагнитного реле размыкаются и транзистор открывается. Сила тока в обмотке возбуждения увеличивается, а напряжение генератора достигает $U_{\max}$ еще при разомкнутых контактах $K1.1$. Контакты $K1.2$ замыкаются, и процесс повторяется.

Бесконтактно-транзисторный регулятор 201.3702 (рис. 195). Напряжение U_r генератора G (Г250 или 32.3701) поддерживает стабилитрон $VD1$, соединенный через резистор $R5$ делителя с клеммами «—» и «+» выпрямителя UZ .

При закрытом стабилитроне $VD1$ входной транзистор $VT1$ и управляющий транзистор $VT3$ закрыты, а выходной составной транзистор $VT4$ — $VT5$ открыт и пропускает через себя, клеммы III и выключатель S ток в обмотку возбуждения от выпрямителя UZ или аккумуляторной батареи GB . Ток возбуждения порождает магнитный поток индуктора и вызывает увеличение напряжения генератора U_r и в шунтирующей его цепи делителя: резистор $R5$ — стабилитрон $VD1$. При $U_r = U_{\max}$ стабилитрон $VD1$ открывается («пробивается») и пропускает через себя ток базы входного транзистора $VT1$ по цепи: клемма «+» — резисторы $R4$, $R3$ — переход база-эмиттер транзистора $VT1$ —

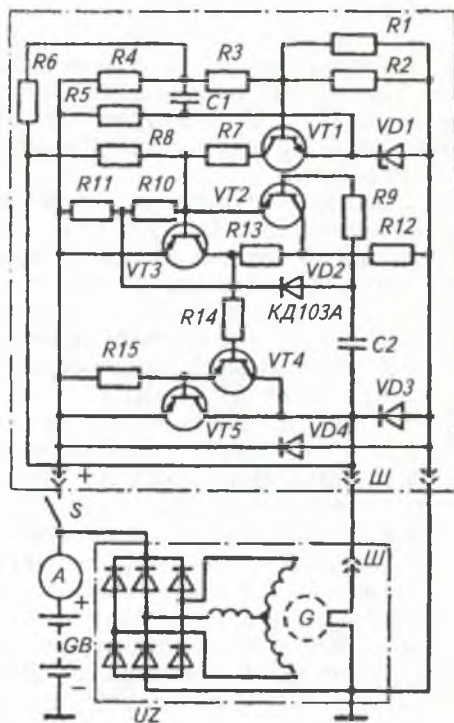


Рис. 195. Принципиальная электрическая схема генератора 32.3701 с регулятором напряжения 201.3702

стабилитрон $VD1$ — клемма «—» — «масса». Транзистор $VT1$ открывается и через свой переход коллектор-эмиттер пропускает ток базы транзистора $VT3$ по цепи: клемма «+» — переход эмиттер-база транзистора $VT3$ — резистор $R7$ — переход коллектор-эмиттер транзистора $VT1$ — стабилитрон $VD1$ — клемма «—» — «масса». Транзистор $VT3$ открывается и своим переходом эмиттер-коллектор шунтирует переход база-эмиттер составного транзистора $VT4$ — $VT5$, вызывая его закрытие, прерывание тока в обмотке возбуждения и возникновение ЭДС и тока самоиндукции в ней. Поскольку обмотка возбуждения вместе с диодом $VD3$ образует замкнутый («гасящий») контур и обладает сопротивлением, то возникающий в ней ток самоиндукции быстро преобразуется в тепловой поток, вызывая резкое уменьшение напряжения генератора и закрытие («запирание») стабилитрона $VD1$. При напряжении $U_r = U_{\min}$ входной $VT1$ и управляющий $VT3$ транзисторы закрываются, а выходной (составной) транзистор $VT4$ — $VT5$ открывается, ток и магнитный поток в обмотке возбуждения резко увеличиваются, вызывая увеличение напряжения генератора U_r до $U_{\max}$. Стабилитрон $VD1$ открывается, и описанные выше процессы повторяются.

Ускорение процессов перехода транзисторов $VT3$, $VT4$ и $VT5$ из одного состояния в другое (открытого в закрытое и наоборот), а также их защиту от перегрузки при коротком замыкании клемм III и «—» обеспечивает транзистор $VT2$, управляемый конденсатором $C2$ через резистор $R9$ и диод $VD2$.

При закрытии составного транзистора $VT4$ — $VT5$ конденсатор $C2$ заряжается (током самоиндукции) по цепи: обмотка возбуждения генератора G (источник кратковременного тока самоиндукции) — «масса» — клемма «—» аккумуляторной батареи GB — клеммы «+» (через амперметр A и выключатель S) — резисторы $R11$, $R10$ — переход эмиттер-база транзистора $VT2$ — резистор $R9$ — конденсатор $C2$ — штепсельные разъемы III . Транзистор $VT2$ открывается и пропускает ток по цепи: клемма «+» — резисторы $R11$, $R10$ — переход эмиттер-коллектор транзистора $VT2$ — резистор

$R12$ — штепсельный разъем «—» — выпрямитель UZ . Этот ток создает положительную разность потенциалов на базо-эмиттерном переходе транзистора $VT3$, ускоряет его открытие и закрытие составного транзистора $VT4$ — $VT5$. Когда составной транзистор $VT4$ — $VT5$ открывается, ранее заряженный конденсатор $C2$ разряжается по цепи: диод $VD2$ — резистор $R11$ — переход эмиттер-коллектор транзистора $VT5$. При этом на переход база-эмиттер транзистора $VT3$ действует отрицательная разность потенциалов, ускоряющая его закрытие и открытие составного транзистора $VT4$ — $VT5$.

Интегральный регулятор Я112Б (рис. 196, 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 и эмиттер через резисторы соответственно $R9$ и $R10$ соединены с «массой».

При закрытом транзисторе $VT1$ база составного транзистора через резистор $R3$, клеммы B и B соединена с клеммой «+» выпрямителя $UZ2$, а эмиттер составного транзистора через резистор $R10$ и «массу» — с клеммой «—». 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 генератора. Сила тока в обмотке возбуждения, магнитный поток статора и напряжение генератора увеличивают-

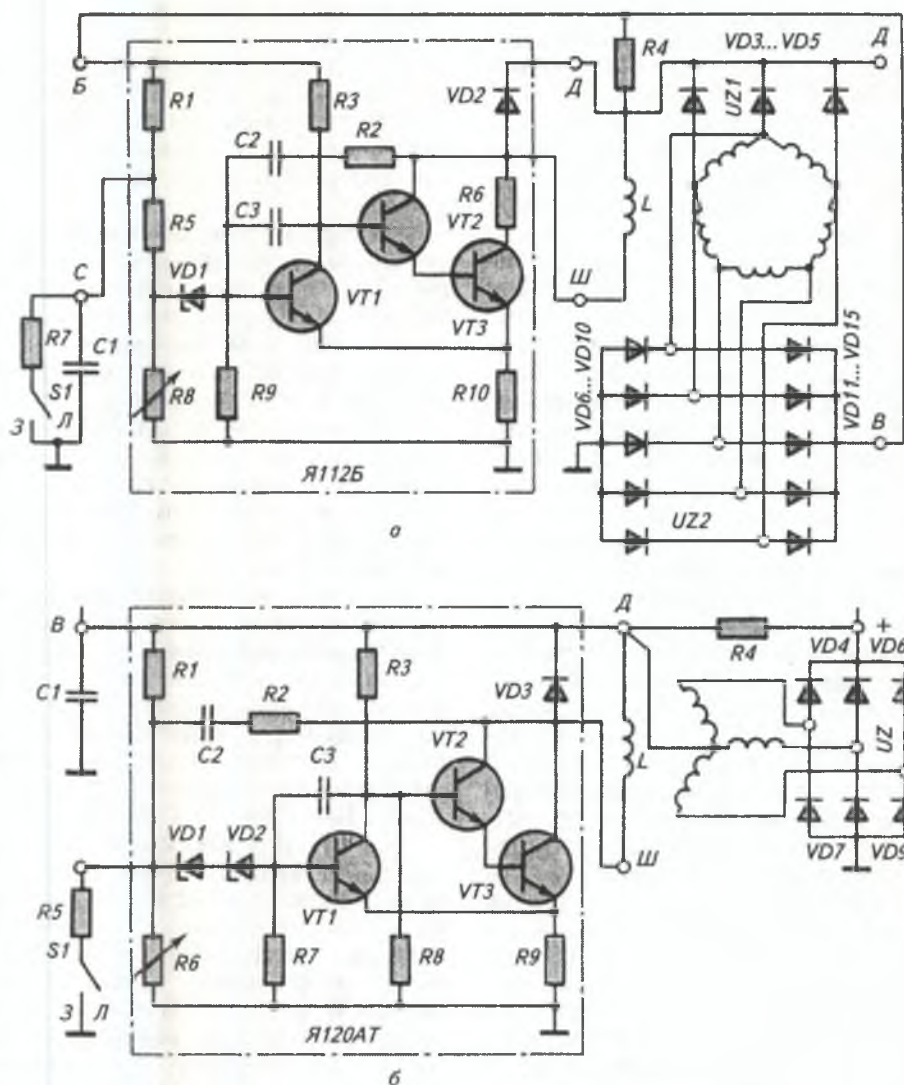


Рис. 196. Принципиальная электрическая схема генераторов с интегральными регуляторами напряжения (ИРН):

а — 15.3701 с ИРН Я112Б; б — Г273А с ИРН Я120АТ

ся. Растет сила тока в делителе и увеличивается 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 $VD1$ через

резисторы $R5$ и $R1$, клеммы B и B с клеммой «+» выпрямителя $UZ2$. Поскольку эмиттер транзистора $VT1$ через резистор $R10$ постоянно соединен с клеммой «-» выпрямителя, то при открытом стабилитроне $VD1$ транзистор $VT1$ тоже открывается и через его переход коллектор-эмиттер соединяются база и эмиттер составного транзистора. Последний закрывается, сила тока в обмотке возбуждения, магнитный по-

ток 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. 196, б). Напряжение генератору Г273А тоже задает делитель, образованный резисторами $R1$ и $R6$, а поддерживают напряжение 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 клеммой «+» выпрямителя UZ , а его эмиттер через резистор $R9$ — с клеммой «—», то по этой цепи течет ток управления составным транзистором. Последний открыт, сопротивление его перехода коллектор-эмиттер минимально, и через этот переход, 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 клеммой «+» выпрямителя UZ . Поскольку эмиттер транзистора $VT1$ через резистор $R9$ постоянно соединен с клеммой «—» выпрямителя, то при открытых стабилитронах транзистор $VT1$ тоже открывается и через его переход коллектор-эмиттер соединяются база и эмиттер составного транзистора. Составной транзистор закрывается. Сила тока в обмотке возбуждения, магнитный по-

ток 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. Авто-тракторные 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 исходной моделью генератора. Индексы 10, 11, 12 и т. д. означают, что данный генератор неважимо заменяем с первоначально установленным.

Конструкции 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 значительного увеличения мощности при большом расходе меди и стали, а принятая компоновка выпрямителя и выводов требовала укладки проводов внутри статора (генераторы 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 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. 194), частично обеспечивают защиту цепи возбуждения.

В генераторах 13.3701, 15.3701, 46.3701 и Г273А питание обмотки возбуждения *L* (см. рис. 196) от аккумуляторной батареи при неработающем дизеле осуществляется через резистор *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 «+», *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 (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 *UZI* (см. рис. 196, *a*) с плюсовой клеммой *D* — исключить выпрямитель из реле блокировки.

При отсутствии реле блокировки клемма *D* свободна и генераторы 13.3701, 15.3701 и 46.3701 включают в сеть одним проводом, соединенным с клеммой *B*.

Генератор Г273А (см. рис. 196, *б*) включают в сеть двумя проводами: клемму «+» соединяют с указателем тока *РА*, а клемму *B* — 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. В генераторах могут возникать механические и электрические неисправности. Механические неисправности определяют при внешнем осмотре и прослушивании в процессе работы, а электрические — по показаниям контрольных приборов.

Несоответствие напряжения генератора оптимальному значению, обеспе-

чивающему 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 выходных транзисторах: *VT* (см. рис. 194), составном *VT4 — VT5* (см. рис. 195) или *VT2 — VT3* (см. рис. 196). Постоянное открытие этих транзисторов может быть обусловлено обрывом цепи катушки *K1* (см. рис. 194) или делителя и стабилитрона (см. рис. 195, 196).

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 выходных транзисторов, 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 выключении «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 на-

правлениях. Он вызывает постоянное открытие транзистора *VT1* (см. рис. 196), запирающие 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 клеммы *Ш* (см. рис. 194) 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 тока 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 клеммой «плюс» источника 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 успевает и транзистор выходит из строя — пробивается током недопустимой силы при разомкнутых контактах *K2*.

Рассмотренные 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 ежедневно очищают от пыли и грязи, осматривают, прослушивают. Их работу постоянно контролируют по указателю тока (амперметру): нормальное показание сразу после пуска двигателя 5...20 А; через несколько (до 20) минут и в течение смены — нуль.

У генераторов с вращающейся обмоткой возбуждения периодически

проверяют состояние щеток и контактных колец. При техническом обслуживании генераторов также периодически регулируют натяжение приводного ремня и напряжение.

Большинство генераторных установок имеет переключатель *SI* (см. рис. 194 и 196) сезонной регулировки напряжения (ППР). Винт ППР при вращении в разные стороны до упора занимает два положения: 3 (зима) и Л (лето). В генераторе 15.3701 вместо винта применена поворотная контактная пластина 24 (см. рис. 193).

Установка винта ППР реле-регуляторов РР362-Б и РР385-Б в положение 3 вызывает размыкание контактов переключателя *SI* (см. рис. 194), 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 3 (см. рис. 196, а) вызывает замыкание контактов переключателя *SI*, 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 3 тоже вызывает замыкание контактов переключателя *SI* (см. рис. 196, 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 генерато-

ра меньше оптимального и его необходимо увеличить, т. е. установить ППР в положение 3 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 осложняется 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 3 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.

3. 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*, *накальные* и *поверхностного разряда*.

Для воспламенения рабочей смеси в цилиндрах автотракторных двигателей применяют *искровые* системы зажига-

ния, а в предпусковых подогревателях — *накальные*.

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...0,1 Дж.

Такое напряжение и энергию искры получают импульсной трансформацией тока низкого напряжения в катушке зажигания с помощью накопительно-колебательного контура $L—C$. 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. 197), однокулачковым прерывателем с контактами SR и конденсатором C . Обмотка $L1$ одновременно является обмоткой статора генератора и первичной обмоткой трансформатора TV и вместе с конденсатором C 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 Φ_0 (рис. 197, б) в сердечнике трансформатора максимален, но скорость его изменения равна нулю. Поэтому сила тока I_1 в первичной обмотке $L1$ (рис. 197, а) при замкнутых контактах SR и напряжение U_2 во вторичной обмотке $L2$ близки к нулю.

Поворот постоянного магнита в вертикальное положение ($\alpha = 90^\circ$) вызывает резкое изменение магнитного потока Φ_0 , силы тока I_1 в первичной обмотке $L1$ и результирующего магнитного потока $\Phi_{рез}$ в сердечнике трансформатора TV .

При повороте ротора на угол $90^\circ + \alpha_0$ сила тока в обмотке $L1$ и энергия магнитного поля достигают максимальных значений. Контакты SR под действием кулачка размыкаются, преобразуя накопительный контур $L1—C$ в колебательный. Это вызывает в обмотке $L1$ ЭДС самоиндукции до 300 В и быстро затухающий заряд-разряд конденсатора C . Магнитный поток в сердечнике трансформатора TV резко изменяется от $\Phi_{рез}$ до Φ_0 , а накопленная энергия магнитного поля преобразуется в энергию тока высокого напряжения вторичной обмотки $L2$.

При напряжении $U_2 < U_{пр}$ 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 $U_{пр}$, между электродами свечи зажигания возникнет *емкостный разряд* — кратковременная искра голубого цвета с температурой в центре до $10\,000^\circ\text{C}$. 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 $L1—C$ (рис. 197, в) подводится от генератора или от аккумуляторной батареи GB через указатель тока (амперметр) 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 $L1—C$ в коле-

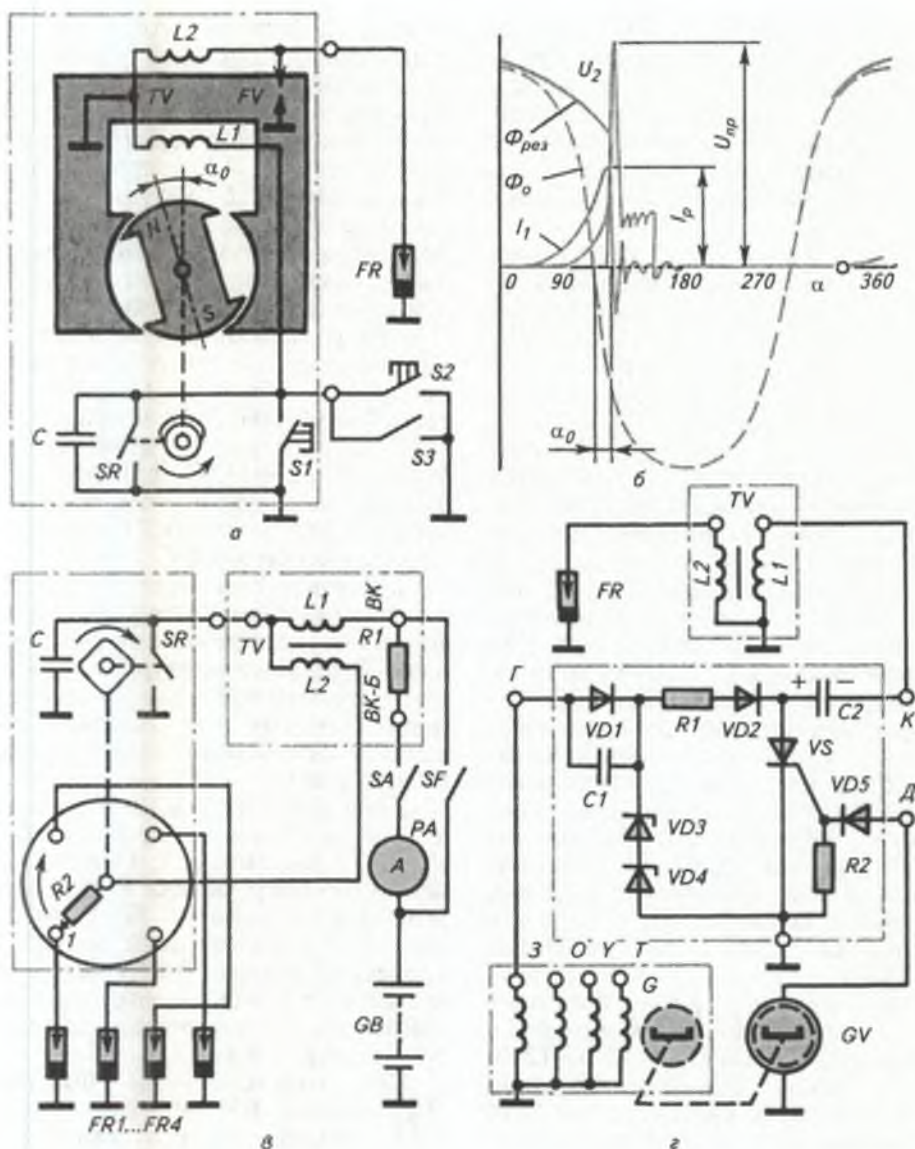


Рис. 197. Электрические принципиальные схемы систем зажигания:

a — магнетной; *б* — характеристика магнетной системы зажигания; *в* — батарейной классической; *г* — бесконтактной тиристорной

бательный 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 *C*. Магнитный поток в сердечнике катушки зажигания (трансформатора) *TV* резко изменяет-

ся, 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 $U_2 = U_{пр}$ 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 $L1-C2$ (рис. 197, *з*) соединяется с фазой 3 генератора G через диод $VD1$, резистор $R1$, диод $VD2$ и переключается в колебательный контур через своевременно открытый тиристор VS .

При закрытом тиристоре VS накопительный конденсатор $C2$ заряжается до трехкратного напряжения фазы 3 генератора, которое ограничивается стабилизаторами $VD3$ и $VD4$.

В определенном положении ротора генератора G датчик GV через диод $VD5$ подает импульс ЭДС на управляющий электрод тиристора VS и открывает его. Сопротивление 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 $U_{2м}$ до 18 кВ.

Контактно-транзисторная система зажигания автомобилей ГАЗ-3102, ГАЗ-53-12 и ЗИЛ-130. Между первичной обмоткой $L1$ (рис. 198) катушки зажигания $B114$ 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 «+» 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 «-» 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. 199) — однофазный магнитоэлектрический генератор переменного тока частотой in (здесь i — число цилиндров двигателя; n — 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 «+» аккумуляторной батареи GB , а его эмиттер через резисторы $R6$, $R7$ и клемму «масса» — с клеммой «-». По этой цепи течет ток управления транзистором $VT2$, обеспечивая минимальное сопротивление его перехода коллектор-эмиттер.

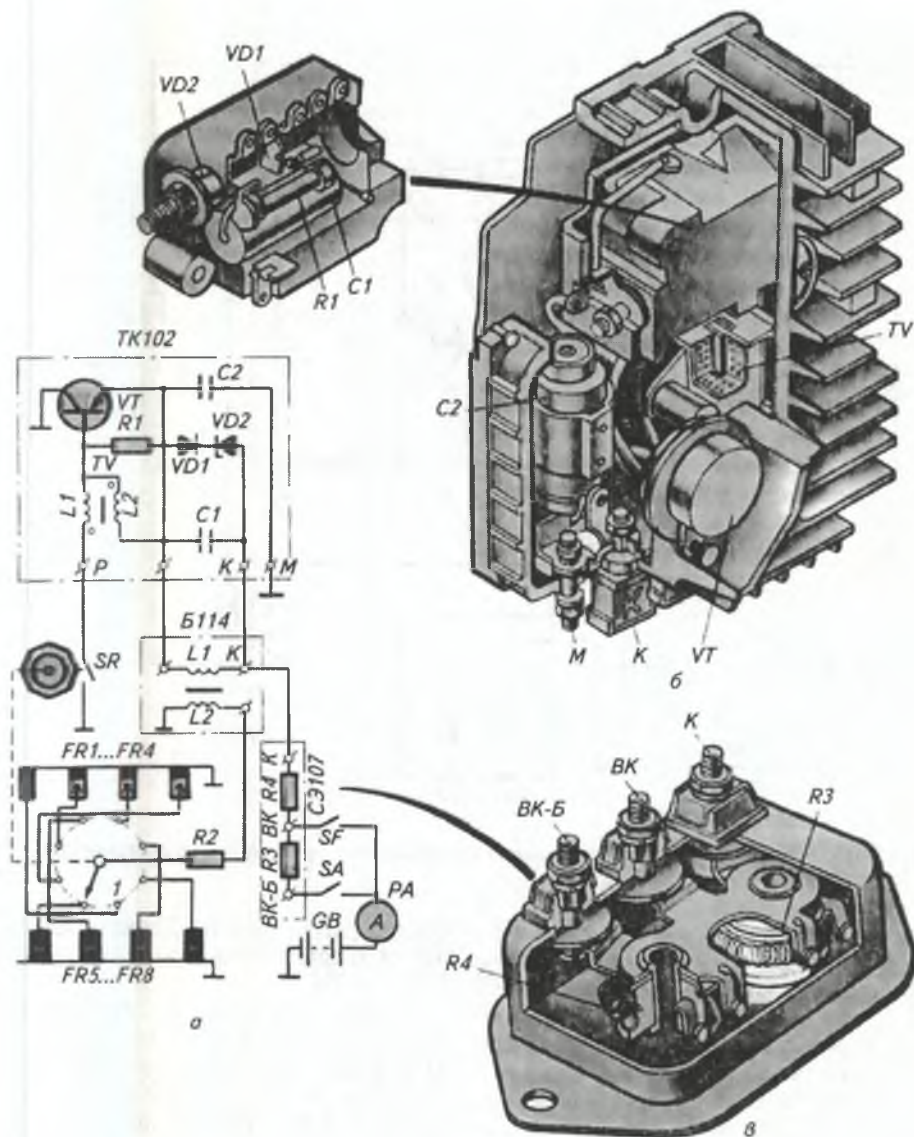


Рис. 198. Контактно-транзисторная система зажигания:

a — принципиальная электрическая схема; *б* — внешний вид транзисторного коммутатора ТК102; *в* — внешний вид блока сопротивлений СЭ107

При открытом транзисторе *VT2* база *VT3* составного транзистора соединена с клеммой «+», а его эмиттер *VT4* — с клеммой «-» батареи *GB*. По цепи: клемма «+» батареи *GB* — указатель тока *PA* — контакты *SA* — диод *VD5* — резистор *R3* — переход коллектор-эмиттер *VT2* — переходы база-эмиттер транзисторов *VT3* и *VT4* — клемма

«масса» — клемма «-» 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 «+» батареи *GB* — указатель

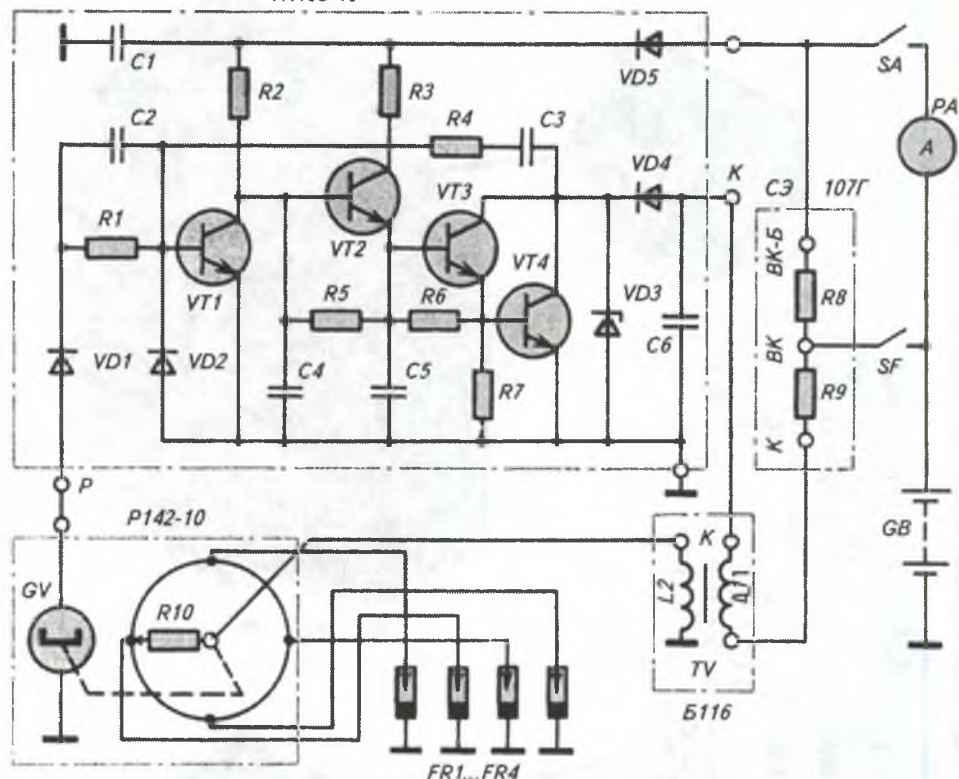


Рис. 199. Принципиальная электрическая схема бесконтактной транзисторной системы зажигания

тока PA — контакты SA — резисторы $R8$ и $R9$ — обмотка $L1$ — диод $VD4$ — переходы коллектор-эмиттер $VT3$ и база-эмиттер $VT4$ — клемма «масса» — клемма «—» батареи GB . Этот ток 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 резисторы $R6$ 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 отражают зависимости напряжения $U_{2м}$ от частоты искрообразования f (рис. 200, а) и от сопротивления $R_{ш}$ шунта между электродами свечи зажигания (рис. 200, б).

Наибольшей быстроходностью и наименьшей чувствительностью к загрязнению свеч (уменьшению $R_{ш}$) обладает бесконтактная тиристорная сис-

тема зажигания (кривая 4). Батарейная классическая система зажигания (кривая 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. 200, в) до и после ВМТ (кривая 2). Этот оптимальный момент подачи искры, измеряемый углом поворота кривошипа до ВМТ, называют *оптимальным углом $\theta_{опт}$ опережения зажигания*.

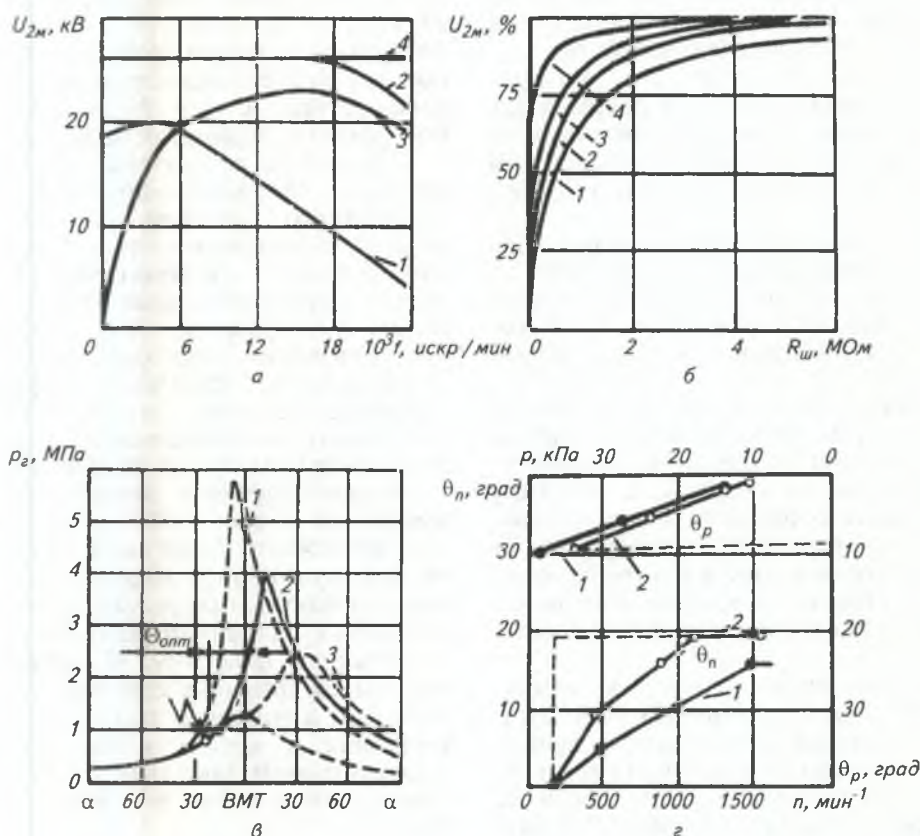


Рис. 200. Характеристики:

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

Угол $\theta_{\text{опт}}$ является характеристикой двигателя и зависит от его конструкции, режима работы и технического состояния, а также от свойств топлива, климатических и дорожных условий. Учет такого многообразия факторов с целью непрерывной оптимизации угла опережения зажигания возможен при использовании на автомобиле микро-ЭВМ с гибкой программой. 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. 201) 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 200, г.

Вакуумный регулятор автоматически изменяет угол θ_p опережения зажигания в зависимости от разрежения p в смесительной камере карбюратора. Он состоит из двух чашек 17 (см. рис. 201), 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 ручную 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 блоку-картеру. Пластины соединяют между собой винтовой тягой с двумя регулировочными гайками 12.

Распределитель тока высокого напряжения равномерно подключает катушку к искровым свечам зажигания. Он состоит из карболитовой крышки 1, которую крепят в определенном положении к

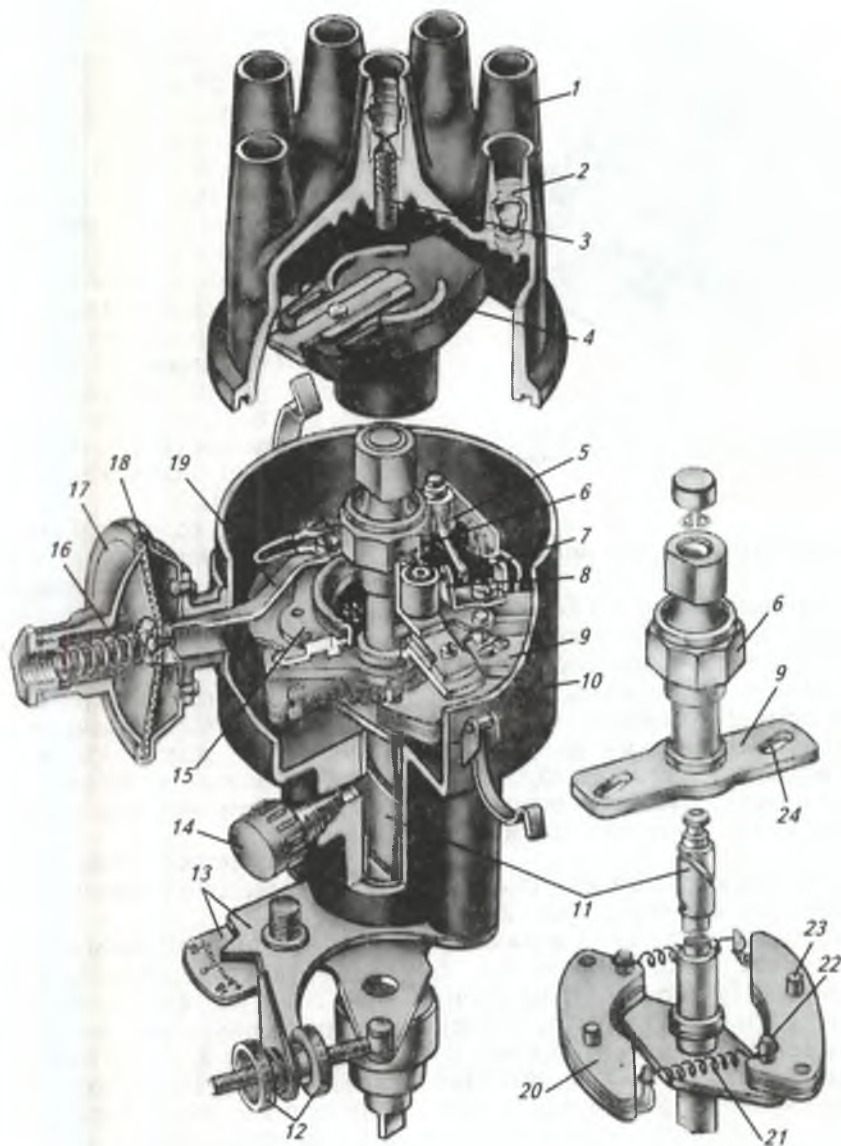


Рис. 201. Распределитель:

1 — крышка распределителя; 2 — раздаточная клемма; 3 — графитовый стержень; 4 — ротор распределителя; 5 — рычажок подвижного контакта; 6 — кулачок; 7 — подвижный контакт; 8 — неподвижный контакт; 9 — поводковая 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

корпусу 10, и ротора 4, надеваемого на хвостовик кулачка 6. Контакт центральной клеммы крышки с токопроводящей пластиной ротора обеспечивают графитовым 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),

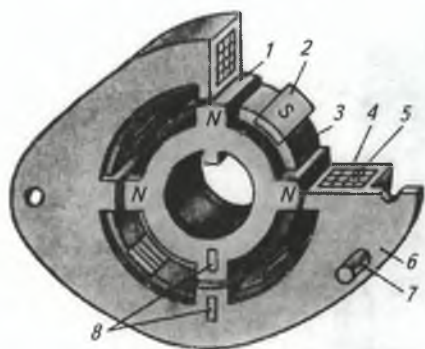


Рис. 202. Датчик импульсов:

1, 2 — наконечники постоянного магнита; 3 — магнит; 4, 6 — пластины магнитопровода; 5 — катушка; 7 — шип; 8 — метки

конструктивным оформлением, размерами.

Датчики-распределители бесконтактных систем зажигания изготовляют на базе распределителей контактных систем, встраивая магнитоэлектрический датчик вместо прерывателя.

Магнитоэлектрический датчик импульсов включает в себя статор, поворачиваемый вакуумным регулятором, и ротор, вращаемый центробежным регулятором.

Ротор датчика состоит из кольцевого постоянного магнита 3 (рис. 202) 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 полюсов 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 202, магнитный поток постоянного магнита 3 замыкается по цепи: клювы наконечника 1 — зуб и пластина 6 — пластина 4 и ее зубцы — клювы наконечника 2. Поскольку перекрытие полюсов ротора и зубцов статора максимальное, то магнитный по-

ток, пронизывающий пластины 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 проводом — 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.

Для установки зажигания на верхнюю пластину 6 и наконечник 1 наносят метки 8.

Транзисторный коммутатор ТК108-10 монтируют в оребренном корпусе 5 (рис. 203) 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. 204) 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 об-

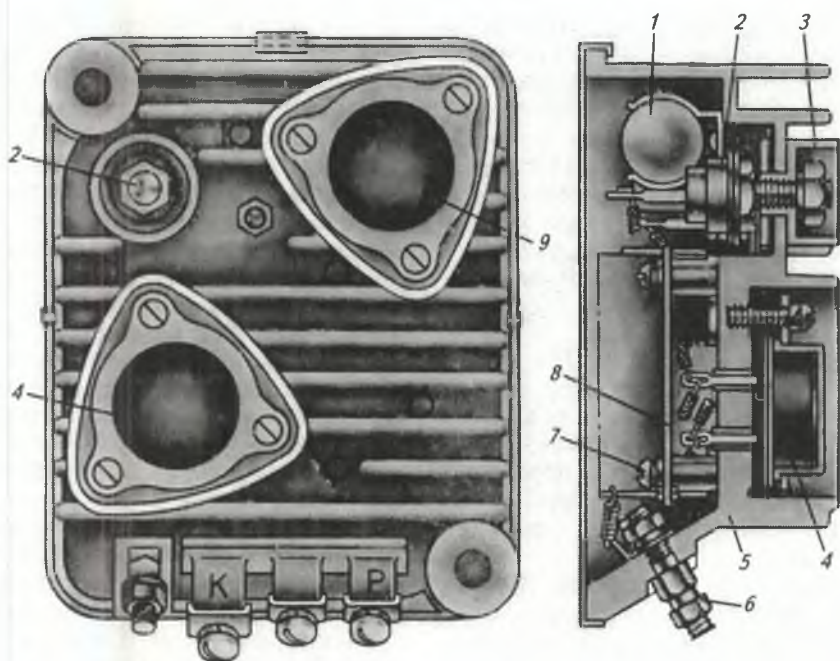


Рис. 203. Транзисторный коммутатор ТК108-10:

1 — конденсатор *C1* (см. рис. 199) емкостью 50 мкФ; 2 — диод *VD4* марки Д245А; 3 — изолятор; 4 — транзистор *VT4* марки КТ808А; 5 — корпус; 6 — клемма «масса»; 7 — винт; 8 — плата; 9 — транзистор *VT3* марки КТ809А; К, Р — клеммы

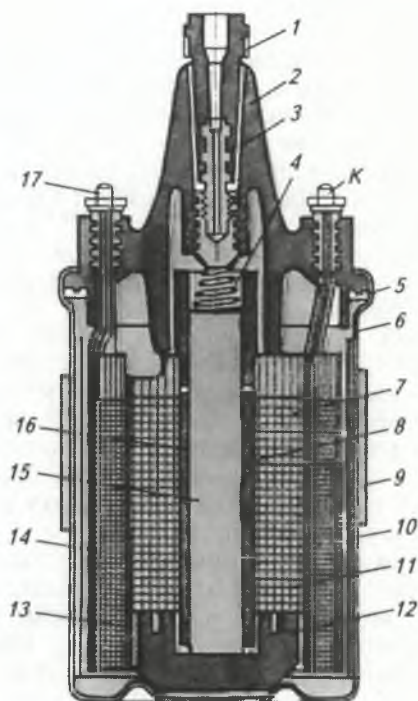


Рис. 204. Катушка зажигания Б116:

1 — штуцер; 2 — крышка; 3 — клемма высокого напряжения; 4 — контактная пружина; 5 — уплотнительная прокладка; 6 — кожух; 7 — вторичная обмотка; 8, 13 — контактные пластины; 9 — кронштейн-хомут; 10 — магнитопровод; 11 — изолирующие прокладки; 12 — изолятор; 14 — первичная обмотка; 15 — сердечник; 16 — втулка; 17, К — зажимы

мотку 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 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 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. 205, 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 сопротивлению $R_{ш}$ (см. рис. 200, 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.

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 одноцилиндровой 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. 206) с залитыми в него полюсными башмаками-стойка-

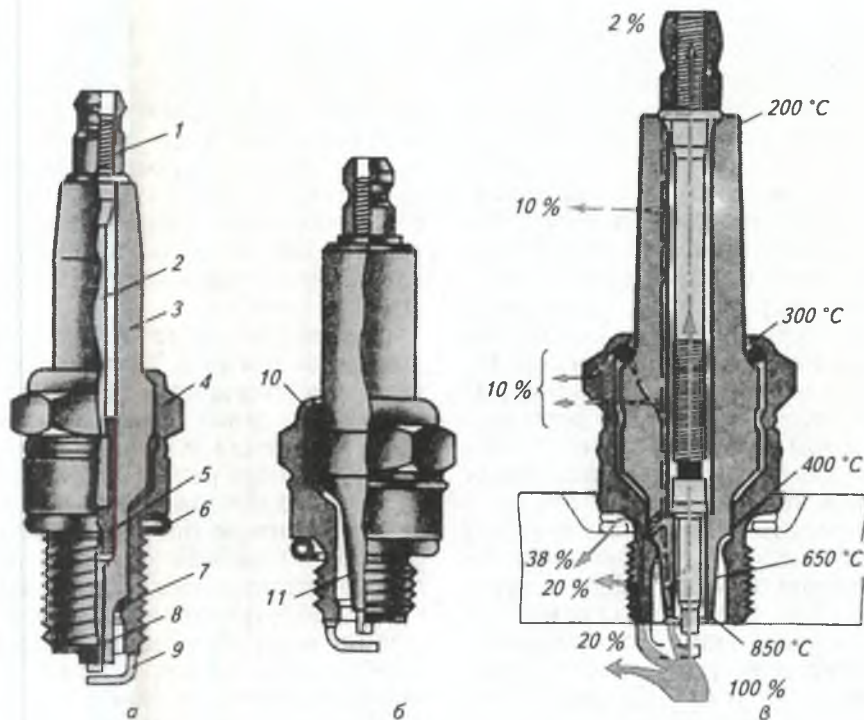


Рис. 205. Искровые свечи зажигания:

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

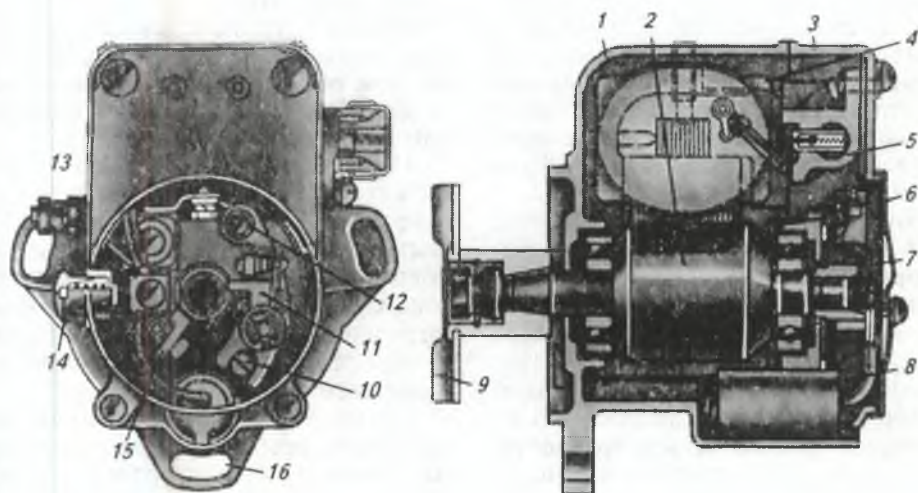


Рис. 206. Магнето М124-Б1:

1 — корпус; 2 — ротор; 3 — крышка; 4 — трансформатор; 5 — вывод высокого напряжения; 6 — крышка прерывателя; 7 — кулачок; 8 — конденсатор; 9 — полумуфта; 10 — эксцентрик; 11 — подушечка рычажка; 12 — винт; 13 — клемма; 14 — кнопка выключения; 15 — фильц; 16 — паз

ми, 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 α_0 (см. рис. 197, а, 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 угол $8...10^\circ$, учитывая скоростную характеристику магнето (см. кривую 3 на рис. 200, 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 существенно зависит от сопротивления первичной цепи и всегда отстает от максимума 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 $\alpha_1 \approx 8...10^\circ$. 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. 206) 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 ВМТ (см. кривую 1 на рис. 200, в) вызывают опасное увеличение противодействия газов движению поршня к ВМТ, 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. 200, г) коленчатого вала свидетельствует об увеличении крутизны кривых θ_{π} из-за недостаточного натяжения или поломки пружин центробежного регулятора.

Позднее зажигание и сгорание рабочей смеси после ВМТ (см. кривую 3 на рис. 200, 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. 200, г) в смесительной камере карбюратора, свидетельствует о горизонтальности кривых θ_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 θ 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. 200, 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, об-

рыве или замыкании на «массу» первичной или вторичной цепи, межвитковом замыкании обмоток катушки зажигания, отсутствии зазора между контактами прерывателя. Малый абрис магнето ($\alpha_0 < 8^\circ$), 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. 198, а) глохнет двигатель после выключения стартера. Неоднократно 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 коротко добавочный резистор или его часть; увеличивать зазор между электродами свечей зажигания более 1 мм.

При техническом обслуживании 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 увлажнение 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 напряжения — перебои в искрообразовании.

3. Смазывать втулку кулачка, фильц и ось рычажка прерывателя двумя-тремя каплями моторного масла, а валик распределителя смазкой ЯНЗ-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 пружинкой 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 $28...32^\circ$, у двигателей ВАЗ при зазоре в контактах 0,37...0,43 мм — $52...58^\circ$, а у двигателей автомобилей «Москвич» при зазоре в контактах 0,35...0,45 мм — $47...53^\circ$. 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 $\theta_n = f(n)$ центростремительного регулятора (см. рис. 200, з). 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 несоответствии

регулируют шайбами силу сжатия пружины;

- состояние изоляции цепи высокого напряжения по бесперебойности искрообразования при частоте вращения ротора 500...700 мин⁻¹;

- бесперебойность искрообразования при максимальной частоте вращения ротора: 3000 мин⁻¹ — в P125, P127; 2000 мин⁻¹ — P137; 1650 мин⁻¹ — P133;

- сопротивление $R_{ш}$ (см. рис. 200, б) шунта свечей зажигания (мегомметром 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 P137 и его привод устанавливают на двигатель автомобиля ЗИЛ-130 в такой последовательности.

1. Вывертывают искровую свечу зажигания первого (переднего правого) цилиндра и закрывают отверстие булавочной пробкой.

2. Поворачивают коленчатый вал пусковой рукояткой до тех пор, пока сжатая рабочая смесь не вытолкнет пробку, а затем до совмещения метки 1 (рис. 207, 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. 207, б) был смещен влево вверх и

располагался вдоль риски 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° до ВМТ.

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 P133 и его привод устанавливают на двигатель ЗМЗ-53-11 в той же последовательности, что и P137 на двигатель ЗИЛ-130, но угол опережения зажигания задают

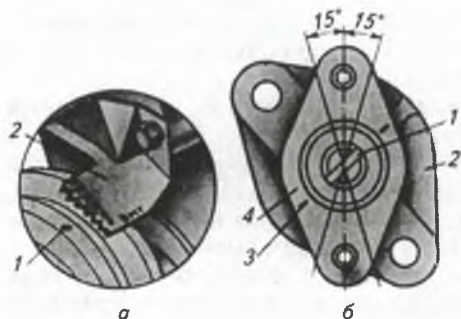


Рис. 207. Метки установки угла зажигания на двигателе ЗИЛ-130:

а — положение кривошипа первого цилиндра: 1 — метка на шкиве коленчатого вала; 2 — указатель установки угла зажигания; б — привод распределителя: 1 — асимметричный паз в торце приводного вала; 2 — нижний фланец корпуса; 3 — риска; 4 — верхний фланец корпуса

не 9° , а 4° и паз валика 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° .

Своевременность зажигания проверяют по наличию детонации в процессе разгона автомобиля от 30 до 45 км/ч на прямой передаче при полностью нажатой педали управления дроссельной заслонкой карбюратора. Если детонация не прослушивается, то угол опережения зажигания увеличивают, если же она слышна и при скорости более 45 км/ч, то его уменьшают октан-корректором. В первом случае гайки 12 (см. рис. 201) 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 ВМТ 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 ВМТ 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 коленчатый вал против его направления вращения или на неполный оборот по направлению вращения.

4. Поворачивают вал магнето отверстием (меткой) на полумуфте 9 (см. рис. 206) 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 ВМТ. Устанавливают свечу зажигания и присоединяют провода.

Через каждые два сезона работы магнето снимают с двигателя, разбирают, промывают и смазывают. Подшипники заполняют на $2/3$ 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 стенда нагар удаляют щеткой из тонкой медной проволоки.

4. 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 $M_{\text{п}}$ и обеспечить вращение коленчатого вала с угловой скоростью $\omega_{\text{п}}$, 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 $M_{\text{я}\omega_{\text{я}}} > M_{\text{п}\omega_{\text{п}}}$.

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 ме-

ханизмов, 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 двигатель пускают без подготовки или после частичной подготовки за счет других источников энергии (см. главу 1). При хранении машин в закрытом помещении (гараже) применяют коллекторные 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 (двигатели 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 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. 208, 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. 208, 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 втулках, запрессованных в крышках 13 и 21.

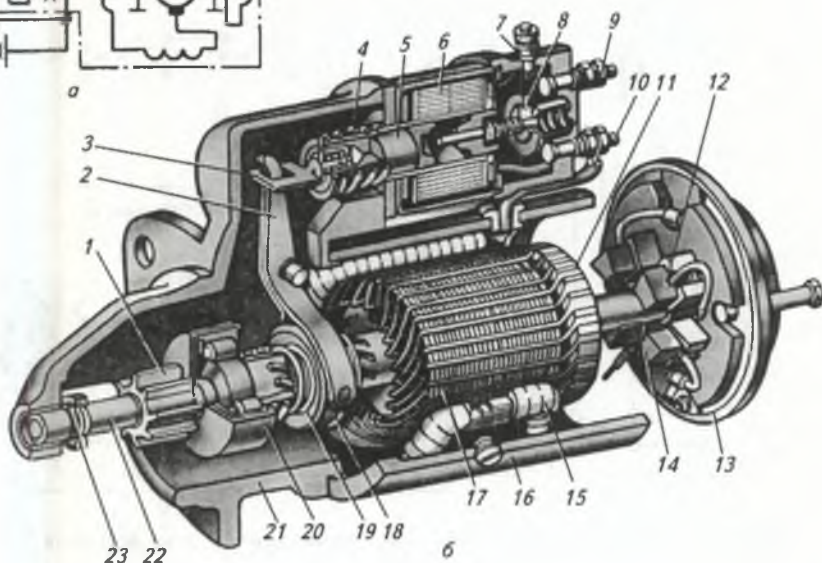
Силовую электрическую цепь стартера образуют контактные болты 9 и 10, замыкаемые диском 8, обмотка возбуждения, разделенная на две ветви по две последовательно соединенные катушки 15, две изолированные щетки 12, обмотка якоря 17 и две щетки 14, соединенные с «массой».

Все элементы цепи изготовлены из меди, кроме щеток 12 и 14 (они меднографитовые). Эта цепь обеспечивает преобразование постоянного тока мощностью IU во вращательное движение якоря мощностью $M_{я\omega_{я}} \leq 0,5 \text{ кВт}$.

Механизм привода предназначен для одностороннего переноса вращательного движения — от якоря к коленчатому 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 *K*: «+» аккумуляторной батареи *GB* — ШР19 — выключатель *S2* — ШР20 — изолированный болт 7 — катушка 6 (*K*) — зажим (контактный болт) 10 — катушка 15 обмотки возбуждения — щетки 12 — коллектор 11 — обмотка якоря 17 — коллектор 11 — щетки 14 — клемма



а — схема электрическая принципиальная; *б* — устройство: 1 — ведущее зубчатое колесо; 2 — двуплечий рычаг; 3 — серьга; 4, 19 — пружины; 5 — сердечник; 6 — катушка тягового реле; 7, 9, 10 — болты; 8 — контактный диск; 11 — коллектор; 12, 14 — щетки; 13, 21 — крышки; 15 — катушка обмотки возбуждения; 16 — статор; 17 — якорь; 18, 20 — муфты; 22 — вал якоря; 23 — упорное кольцо

Под действием магнитного потока катушек *K2.1* и *K2.2* сердечник тягового

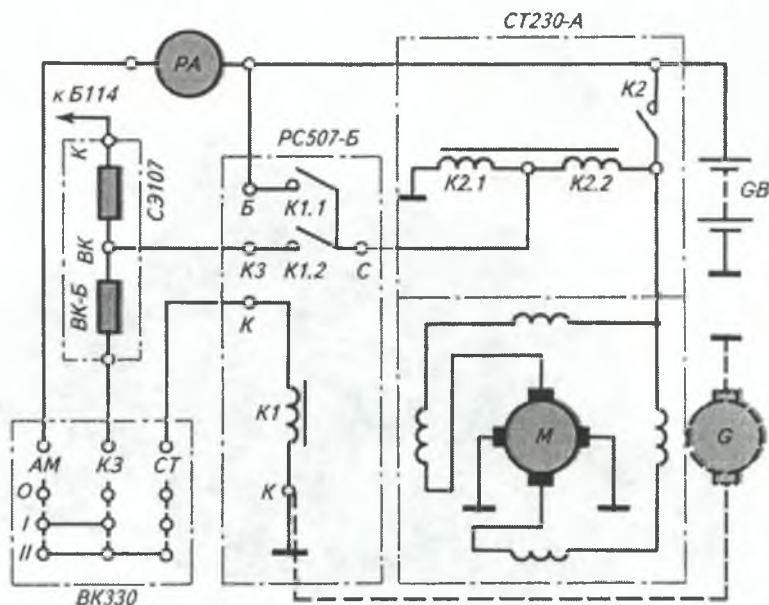


Рис. 209. Принципиальная электрическая схема системы пуска двигателя ЗМЗ-53-11

реле втягивается до упора и замыкает силовые контакты *K2*. Они выключают (закорачивают через клеммы *B* и *C*) втягивающую катушку *K2.2* и включают силовую цепь стартера: «+» батареи *GB* — контакты *K2* (медные контактные болты и диск) тягового реле — медная

шина — катушки обмотки возбуждения — изолированные щетки — цилиндрический коллектор — обмотка якоря — коллектор — щетки, соединенные с «массой», — «—» батарее GB.

Постоянный ток в обмотке возбуждения и якоря преобразуется во взаимодействующие магнитные поля и вращательное движение якоря мощностью $M_{\text{я}\leq} 1 \text{ кВт}$ (рис. 210). Сила тока I якоря пропорциональна напряжению $U_{\text{а}}$ аккумуляторной батареи и обратно пропорциональна ее внутреннему сопротивлению $r_{\text{а}}$ и сопротивлению $R_{\text{ст}}$ силовой цепи стартера.

При полном торможении якоря колечатым валом двигателя через механизм привода его угловая скорость $\omega_{\text{я}} = 0$, а сила потребляемого тока $I_{\text{кз}}$, падение напряжения, равное $I_{\text{кз}} R_{\Sigma}$, в электродвигателе стартера и крутящий момент $M_{\text{я}}$ якоря максимальные.

На холостом ходу, когда зубчатое колесо механизма привода выведено из зацепления с зубчатым венцом маховика, крутящий момент $M_{\text{я}} = 0$. Обратная ЭДС $E_{\text{я}}$, индуцируемая в обмотках якоря (как в генераторе постоянного тока), максимальная, противоположная действующему со стороны батареи напря-

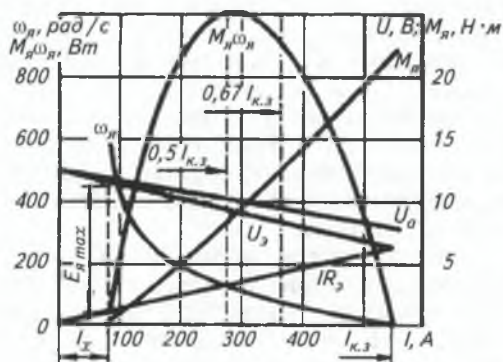


Рис. 210. Электрическая характеристика СТ130 с аккумуляторной батареей 6СТ-90ЭМ при температуре 20 °С:

I_k — сила тока при холостом ходе; $I_{к.з.}$ — сила тока при полном торможении якоря; U_a — напряжение аккумулятора батареи; U_2 — напряжение на электродвигателе; IR_2 — падение напряжения в электродвигателе; E_a — ЭДС якоря; ω_a — угловая скорость якоря; M_a — крутящий момент якоря; $M_a\omega_a$ — мощность стартера

жению U_3 на электродвигателе и обуславливает минимальную силу потребляемого тока I_x . При этом угловая скорость ω_x максимальная и у стартеров с последовательным соединением катушек обмотки возбуждения может быть недопустимо большой (до 800 рад/с).

При максимальной мощности $M_{я\omega_x}$ сила тока, потребляемого стартером, примерно равна половине силы тока короткого замыкания $I_{кз}$, соответствующего режиму полного торможения. На расчетном режиме, соответствующем наиболее тяжелым условиям пуска, силу тока принимают равной $0,67I_{кз}$. При этом мощность стартера меньше максимальной только на 12 %, а крутящий момент $M_{я}$ больше примерно на 60 %.

Передачное число между колечатым 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 $K1$ (см. рис. 209) дополнительного реле по двум основным схемам.

Схема 1. Встречное включение аккумуляторной батареи GB и генератора G постоянного тока (показано штриховой линией) через катушку GB обеспечивает ее питание под разностью напряжений $U_a - U_r$. При пуске, когда напряжение генератора $U_r = 0$, катушка $K1$ оказывается под полным напряжением аккумуляторной батареи U_a и обеспечивает замыкание контактов $K1.1$, включающих цепь катушек $K2.1$ и $K2.2$ тягового реле. При напряжении генератора $U_r > 6$ В сила тока в катушке недостаточна и пружина дополнительного реле размыкает контакты $K1.1$, выключая цепь удерживающей катушки $K2.1$.

Соединение клеммы «+» бортовой сети и клеммы D (см. рис. 196, а) генератора 13.3701, 15.3701 или 46.3701 с катушкой дополнительного реле PC502 тоже обеспечивает встречное включение и питание его катушки разностью напряжений через открытый составной транзистор $VT2 - VT3$ регулятора напряжения.

Схема 2. Катушка дополнительного реле включается через нормально замкнутые контакты реле блокировки РБ1 (машины 3А3-968, 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 211.

Электрофакельный подогреватель обеспечивает подогрев всасываемого воздуха за счет теплоты сгорающего дизельного топлива, подаваемого самотеком через электромагнитный клапан YA на спираль EK .

При положении 1 выключателя $S4$ (ВК316-Б) ток предварительного нагрева спирали EK идет по цепи: «+» аккумуляторной батареи GB — клемма B дополнительного реле $K2$ (PC502) — клемма «+» выключателя $S4$ — клемма C — спираль контрольного элемента ПД50-В — добавочный резистор СЭ50-В — спираль EK — «масса» — выключатель $S2$ (ВК318-Б) «массы» — «-» батареи GB .

После нагрева спирали контрольного элемента до малинового цвета ключ выключателя $S4$ поворачивают в положение 2. При этом все клеммы («+», C , CT , $3K$) 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: «+» батареи GB — клемма B реле $K2$ — клемма «+» выключателя $S4$ — контакты и клемма CT выключателя $S4$ — контакты $S3$ (ВК418) — $ШП30$ реле $K1$ блокировки (111.3747) — контакты $K1.1$ — $ШП88$ — катушка $K2$ дополнительного реле $K2$ (PC502) — «масса» — выключатель $S2$ «массы» — «-» 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: «+» батареи

тока по цепи: «+» батареи *GB1* — указатель тока *PA* — предохранитель *F2* — *ШР30* — контакты *K6.1* — *ШР88* реле *K6* блокировки — выключатель *S1* — катушка *K1* — «-» 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 *EK3*, включаемая в цепь: «+» батареи *GB1* — указатель тока *PA* — предохранители *F1* и *F3* — выключатель *S6* — спираль *EK3* — «масса» — контакты *K1* — «-» батареи *GB1*.

Воспламенение топлива в горелке обеспечивает спираль *EK1* свечи накаливания, включаемая в цепь: «+» бата-

реи *GB1* — указатель тока *PA* — предохранители *F1* и *F3* — переключатель *S5* (положение *I*) — контрольный элемент *EK2* — спираль *EK1* — «масса» — контакты *K1* — «-» батареи *GB1*.

Привод нагнетателя (крыльчаток подачи воздуха в горелку и насоса прокладки жидкости в системе охлаждения) осуществляет электродвигатель *M3*, включенный в цепь: «+» батареи *GB1* — указатель тока *PA* — предохранители *F1* и *F3* — переключатель *S5* (положение *II*) — электродвигатель *M3* — «масса» — контакты *K1* — «-» батареи *GB1*. При этом спираль *EK1* выключена, а топливовоздушная смесь нагнетается в пламя горелки до тех пор, пока температура жидкости в системе охлаждения не достигнет 80 °С.

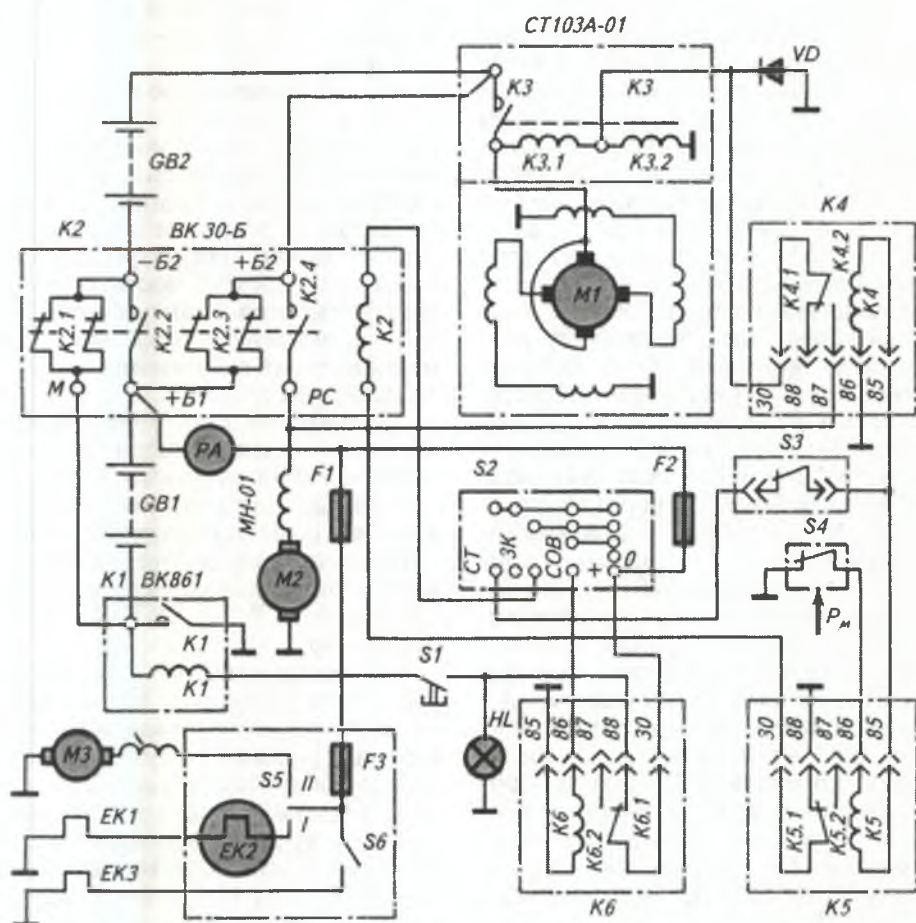


Рис. 212. Принципиальная электрическая схема системы пуска дизеля ЯМЗ-240Б

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: «+» батареи *GB1* — указатель тока *РА* — предохранитель *F2* — клеммы «+» и *С* выключателя *S2* (положение *II*) — катушка *K2* — ШП30 — контакты *K5.1* — ШП88 реле *K5* блокировки — «масса» — контакты *K1* — «—» батареи *GB1*.

Включение дополнительного реле K4 осуществляют поворотом ключа выключателя *S2* из положения *II* в положение *III* при выключенной передаче (замкнутых контактах *S3*) и давлении масла в смазочной системе дизеля не менее 0,15 МПа, вызывающем размыкание контактов *S4* датчика. Ток течет по цепи: «+» батареи *GB1* — указатель тока *РА* — предохранитель *F2* — клеммы «+» и *СТ* выключателя *S2* — выключатель *S3* — ШП85 — катушка *K4* — ШП86 реле *K4* — «масса» — контакты *K1* — «—» батареи *GB1*.

Под действием магнитного поля катушки *K4* якорек дополнительного реле *K4* замыкает контакты *K4.2*, включая через них цепь тягового реле стартера: «+» батареи *GB1* — контакты *K2.2* — батарея *GB2* — контакты *K2.4* — ШП87 — контакты *K4.2* — ШП30 реле *K4* — втягивающая катушка *K3.1* (через электродвигатель *M1* стартера) и удерживающая катушка *K3.2* — «масса» — контакты *K1* — «—» 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: «+» батареи *GB1* — контакты *K2.2* — батарея *GB2* — контакты *K3* — щетки — обмотка якоря — щетки — обмотка возбуждения — «масса» — контакты *K1* — «—» батареи *GB1*. Сила тока в этой цепи достигает 825 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* «массы» при работающем дизеле (положение *I* выключателя *S2*) — за счет размыкания контактов *K6.1* под действием магнитного поля катушки *K6*, включенной в цепь «+» батареи *GB1* — указатель тока *РА* — предохранитель *F2* — клеммы «+» и *ОВ* выключателя *S2* — ШП86 — катушка *K6* — ШП85 реле блокировки *K6* — «масса» — контакты *K1* — «—» 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 коллектор, а стартеры СТ221, СТ362, 24.3708 — торцовый коллектор.

Цилиндрический коллектор 6 (рис. 213) 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.

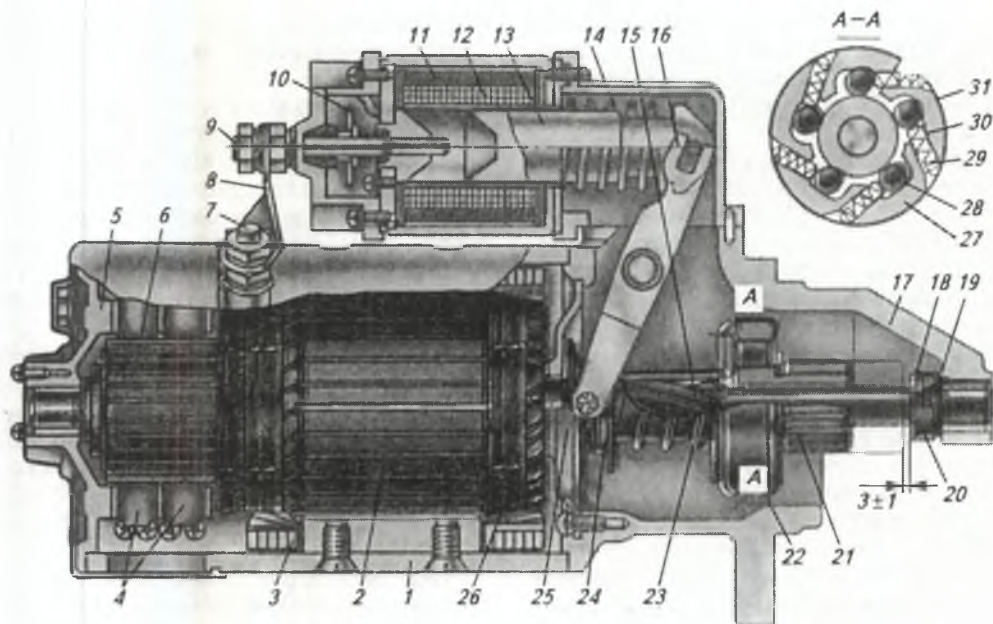


Рис. 213. Стартер СТ212-А:

1 — корпус; 2 — якорь; 3 — катушка обмотки возбуждения; 4 — щетки; 5, 17, 25, 31 — крышки; 6 — коллектор; 7, 9 — контактные болты; 8 — пластина; 10 — контактный диск; 11 — удерживающая катушка; 12 — втягивающая катушка; 13 — сердечник; 14, 23, 29 — пружины; 15 — вал якоря; 16 — двуплечий 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

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 бандаж 26 из проволоки.

Щетки 4 медно-графитовые с добавкой свинца. Они имеют прямоугольное сечение, вогнутый цилиндрический 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 чис-

тотой, достаточной площадью сечения и высотой щеток, а также свободным их перемещением под действием спиральных пружин (силой 8...20 Н). Поскольку толщина щеток не должна превышать удвоенной толщины пластины коллектора, то с увеличением мощности ширины щеток, длину коллектора и габаритную длину стартера приходится увеличивать.

Торцовый коллектор 11 (см. рис. 208, б) 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 для автомобилей КамАЗ. Большинство же стартеров, в

том числе СТ212-А (см. рис. 213), не герметизировано, хотя электродвигатель и отделен от механизма привода крышкой 25 промежуточной опоры вала 15 якоря.

Механизм привода стартера СТ212-А состоит из зубчатого колеса 21, соединенного с валом 15 якоря через винтовые шлицы и роликовую муфту 22 свободного хода, буферной 23 и возвратной 14 пружин, муфты 24 отводки и двуплечего 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 двуплечий 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 упираются в торцы зубьев венца маховика и не входят с ним в зацепление, то муфта 24 перемещается 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, 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 храпо-

вую (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 аккумуляторных батарей соединяет клеммы «—» батарей GB1 и GB2 (см. рис. 212) с «массой» или отключает от нее. Выключатель ВК861 состоит из электромагнита напряжением питания 12 В (выключатель ВК860 рассчитан на напряжение 24 В), управляемого кнопкой S1 из кабины, корпуса 10 (рис. 214), 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 провод — «минусы» батарей с «массой».

После перемещения фиксатора 11, установленного в стержне 4, через переключку 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 борт 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 переключку 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.

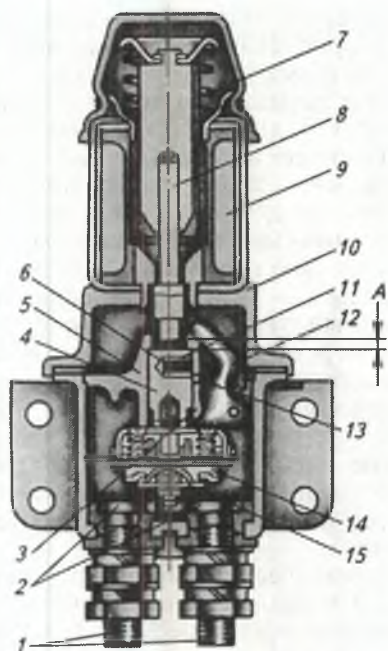


Рис. 214. Выключатель аккумуляторных батарей BK861:

1 — контактные болты; 2 — головки болтов; 3 — часть рычага закругления; 4 — стержень; 5 — основание корпуса; 6, 7 — пружины; 8 — шток; 9 — катушка; 10 — корпус; 11 — фиксатор; 12 — рычаг; 13 — перемычка основания корпуса; 14 — основная пластина; 15 — искрогазующая пластина

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 аккумуляторных батарей в выключенном состоянии (см. рис. 212) соединяет батареи GB1 и GB2 параллельно через контакты K2.1 и K2.3, а во включенном состоянии — последовательно через контакты K2.2 и K2.4.

Катушка 7 (рис. 215) электромагнита включается в сеть через два изолированных зажима 6. Под действием ее магнитного поля сердечник 8 со штоком, текстолитовым 11, медными изолированными 4 и подпружиненными 5 контактными дисками перемещается вниз.

Сначала диск 11 размыкает четыре пары серебряных нормально замкнутых контактов 12, затем диск 5 замыкает

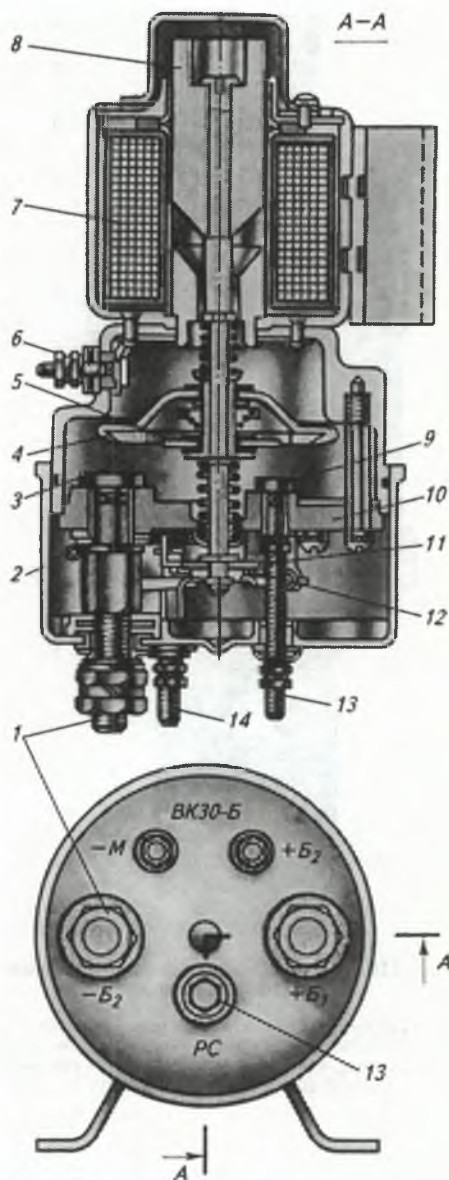


Рис. 215. Переключатель аккумуляторных батарей BK30-B:

1, 13 — контактные болты; 2 — крышка; 3, 9 — головки болтов; 4, 5 — контактные диски; 6 — зажим; 7 — катушка; 8 — сердечник; 10, 11 — текстолитовые диски; 12 — серебряные контакты; 14 — зажим

плоскую головку 9 контактного болта 13 (PC) с такой же головкой, соединенной с зажимом 14 (+B₂), а при максимальной скорости перемещения диск 4 замыкает плоские головки 3 болтов 1 (зажимов +B₁ и -B₂).

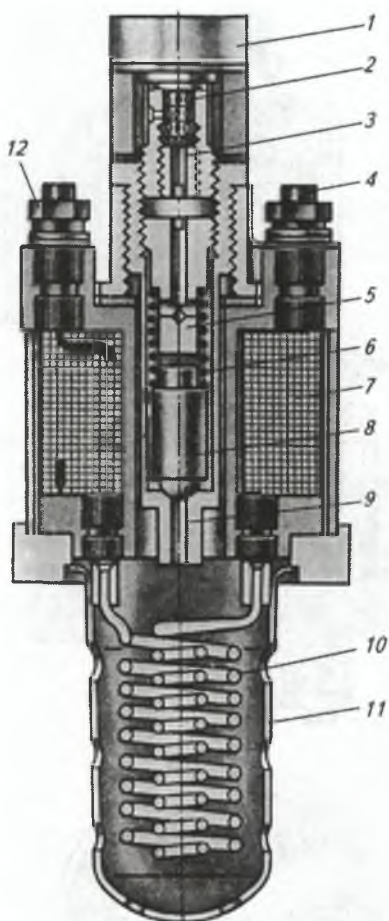


Рис. 216. Электрофакельный подогреватель ЭПФ-8101500:

1 — болт штуцера; 2 — войлочные регулировочные диски; 3 — гайка; 4, 12 — зажимы; 5 — штуцер; 6 — пружина; 7 — катушка; 8 — клапан-сердечник; 9 — корпус клапана; 10 — спираль; 11 — кожух

Надежность соединения диском 4 зажимов $+B_1$ и $-B_2$, а диском 5 зажимов РС и $+B_2$ обеспечивается расположением головок 3 и 9 в одной плоскости, чистой контактных поверхностей, достаточной жесткостью верхней пружины и прочностью затяжки гаек.

Тяговые реле стартеров различаются 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 тягивающей 12 (см. рис. 213) 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 тягивающая катушка КЗ.1 (см. рис. 211) выключается (шунтируется).

Автоматическое выключение катушки КЗ.2 и размыкание контактов дополнительного реле вызывают последовательное включение тягивающей КЗ.1 и удерживающей КЗ.2 катушек через замкнутые еще контакты КЗ. Поскольку направление намотки катушек КЗ.1 и КЗ.2 противоположное, а число витков одинаковое, то их суммарный магнитный поток равен нулю и сердечник 13 (см. рис. 213) под действием возвратной пружины 14 ускоренно перемещается вправо, обеспечивая размыкание силовых контактов с достаточной скоростью.

Электрофакельный подогреватель устанавливают во впускной коллектор дизелей Д-240 и Д-245 для подогрева воздуха за счет теплоты предварительно нагретой (до 950°C) спирали 10 (рис. 216) 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 пружинной 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

остановки. 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 аккумуляторной батареи. Причиной «стрельбы» может быть также обрыв удерживающей катушки $K2.1$ (см. рис. 209) тягового реле.

Не сработало дополнительное реле (PC502, PC507-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 C и B дополнительного реле.

Скрежет механизма привода обычно обусловлен неправильной его регулировкой, забоинами и поломкой зубьев, пробуксовкой муфты свободного хода.

5. СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ, СИГНАЛИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ. ОБЩАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Системы освещения и сигнализации. Основная и противоречивая задача системы внешнего освещения — обеспечение максимальной освещенности дороги при минимальной освещенности глаз водителей встречных транспортных средств.

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 коленчатого вала (угловая скорость якоря $\omega_{\text{я}}$), 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 $I_{\text{кз}}$ 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. 213) головок контактных болтов 9 должно соответствовать зазору 3 ± 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.

По способу решения этой задачи различают европейскую и американскую системы светораспределения головных фар. Обе эти системы двухрежимные, обеспечивают хорошую освещен-

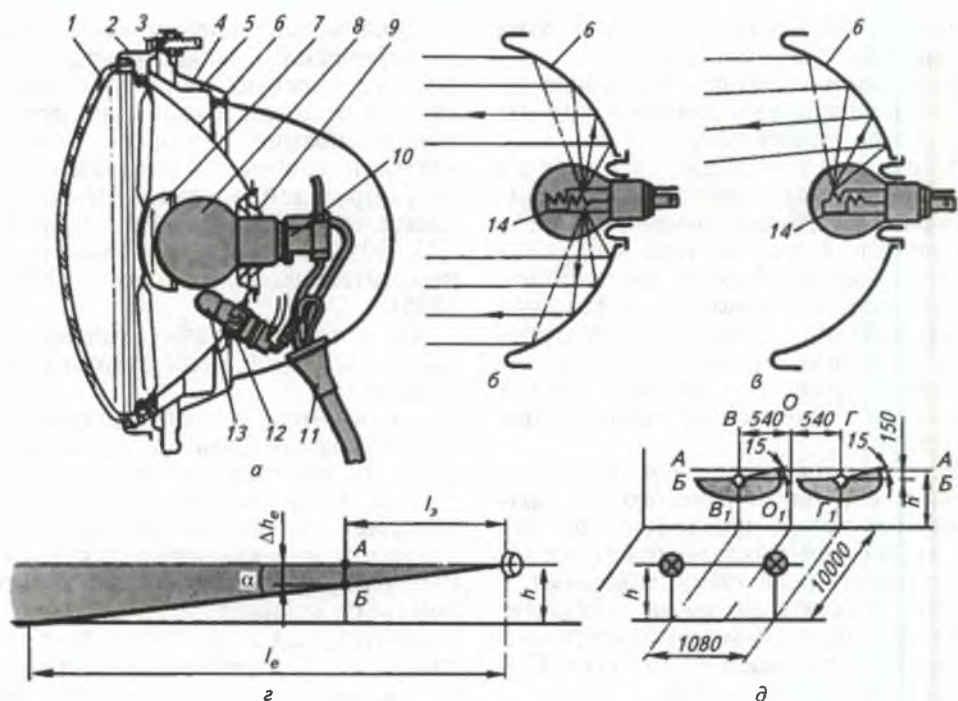


Рис. 217. Фара с европейским светораспределением:

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 дальнего света; *в* — ход лучей ближнего света; *г* — схема светового потока; *д* — разметка экрана для регулировки фар трактора МТЗ-100

ность прямолинейной дороги в режимах ближнего (до 50 м) и дальнего (не менее 100 м) света. В обеих системах ближний свет используется при встречном разезде машин.

Основная часть любой фары — оптический элемент, который состоит из лампы накаливания 8 (рис. 217, *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. 217, *б*) и вместе с рассеивателем при правильной регулировке положения обеспечивает хорошую освещенность прямолинейной дороги далее 100 м. На перпендикулярно распо-

ложенном 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. 217, *в*) и защищена снизу экраном 14 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 перпендикулярно расположенном экране — вторую четверть (рис. 217, *д*) и 75° первой четверти.

Американские фары не имеют экрана, нить ближнего света смещена вверх и влево от фокуса, в котором расположена нить дальнего света, и вместе с отражателем и рассеивателем 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 угол 2° приводит к сокращению дальности видимости ослепленным водителем на 30 % (против 16,5 % у американских фар).

Согласно Правилам ЕЭК ООН и Правилам дорожного движения РФ 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 транспор-

тных 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 автомобиля. 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 враще-

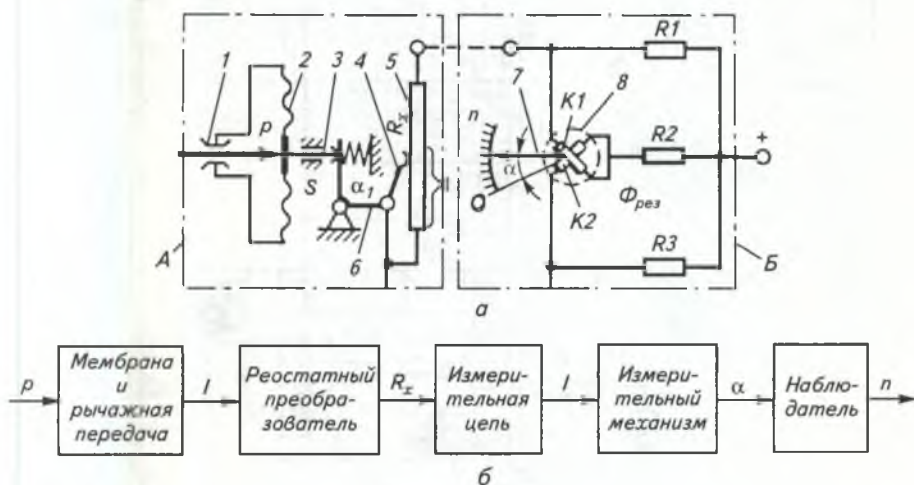
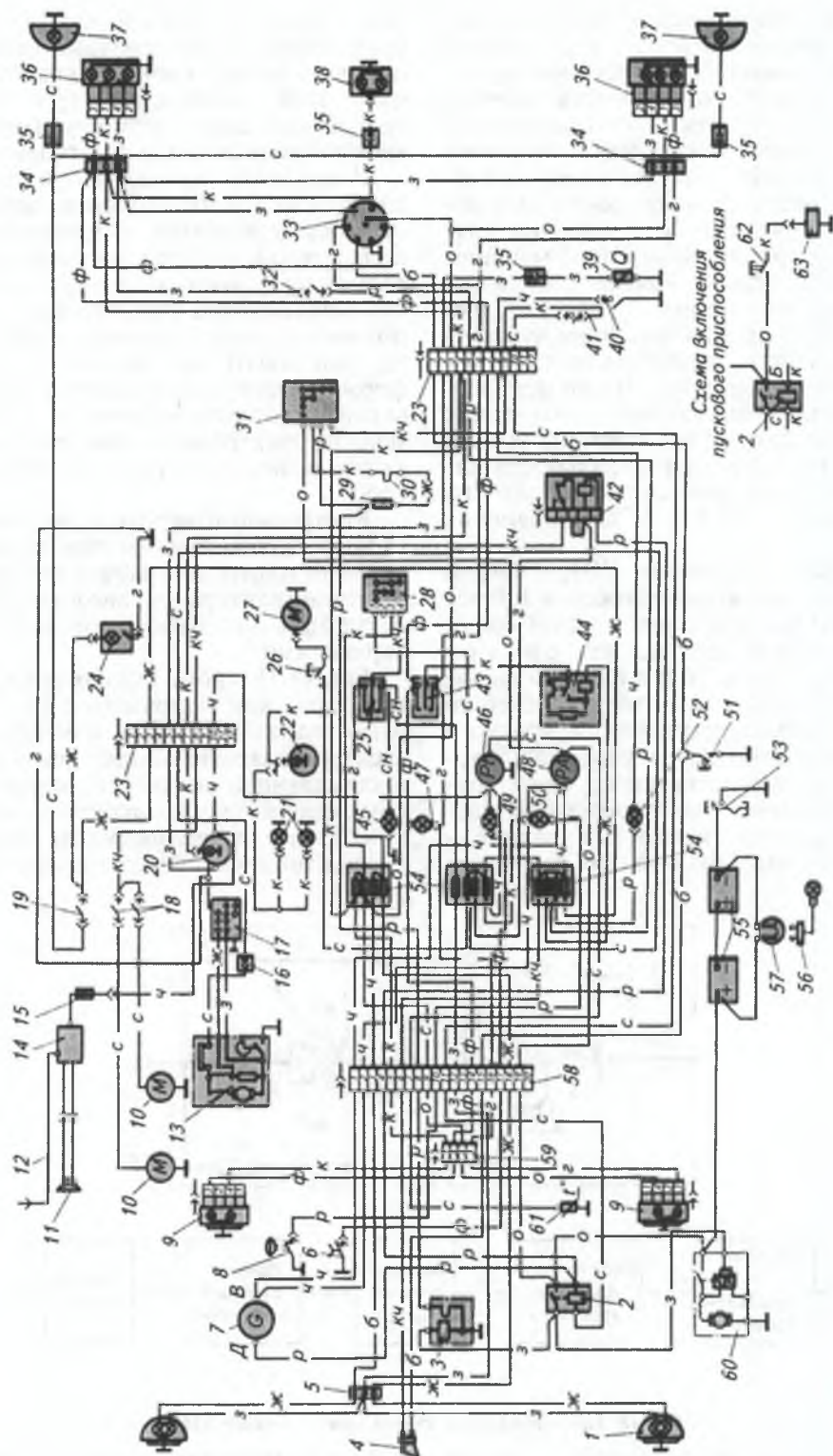


Рис. 218. Принципиальные схемы электрического КИП:

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



ния (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.п.) 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 приемник на отдельные чувствительные элементы и измерительные преобразователи, каждый из которых выполняет одну элементарную функцию. Например, датчик *A* (рис. 218) давления преобразует давление *p* в прогиб мембраны 2, перемещение 5 толкателя 3, поворот α_1 рычажка 6, перемещение ползунка 4 и, наконец, в сопротивление R_x реостата 5.

Магнитоэлектрический приемник *B* имеет постоянный поворотный магнит 8, закрепленный на оси стрелки 7, и расположен в магнитном поле перпендикулярных катушек *K1* и *K2*. Катушка *K2* питается постоянным током из сети через термокомпенсационный

резистор *R2* и шунтирована резистором *R3*. Катушка *K1* шунтирована резистором *R1* и питается постоянным током из сети через резисторы *R2* приемника и *R5* датчика *A*, соединенные последовательно.

При изменении давления *p* сопротивление R_x резистора 5, сила тока *I* в цепи катушки *K1*, ее магнитный поток и результирующий магнитный поток $\Phi_{рез}$ катушек *K1* и *K2* тоже изменяются. Это вызывает поворот постоянного магнита 8 и стрелки 7 на угол α , проградуированный на *n* значений давления *p*.

Структурная схема рассмотренных преобразований изображена на рисунке 218, б.

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 из 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 «+» к «-»), а в действительном (от «-» к «+») направлении тока. Например, цепь тока в нитях ближнего света фар 1 (рис. 219) следует «проходить» так: «-» правой аккумуляторной батареи 55 —

Рис. 219. Схема электрооборудования трактора МТЗ-100:

1 — головные фары; 2 — реле стартера; 3 — электрофакельный подогреватель; 4 — звуковой сигнал; 5, 16, 34, 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, 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, 52 — контрольные лампы включения дальнего света, указателей поворота и стояночного тормоза; 46 — указатель температуры охлаждающей жидкости; 48 — указатель тока; 49, 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 высккивания 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

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 — «+» указателя 48 тока — оранжевый провод — ШР19 штепсельного разъема 58 — клемма Б дополнительного реле 2 стартера — оранжевый провод — клемма тягового реле стартера 60 — «+» левой батареи 55 — соединительный провод — «+» 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 изоляции, 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 оплавляється и жгут воспламеняется, вызывая пожар, который трудно потушить, а трактор или автомобиль после пожара практически невозможно отремонтировать.

Датчики и указатели КИП, как правило, изготавливают 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 сигналов электромагнитного реле поворота.

Перегоревшие лампы заменяют новыми. В маркировке ламп для фар с европейским светораспределением, например А12-45 + 40, указывают номинальное напряжение (12 В) и мощность (45 Вт нити дальнего, 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.

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 различия характеристик быстроходности и добротности различных систем зажигания? 6. Как регулируют угол опережения зажигания? 7. Как установить оптимальный угол опережения зажигания на двигателе ЗИЛ-130? 8. Как работают контрольно-измерительные приборы трактора МТЗ-100?

1. РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТРАКТОРОВ

Трактора как мобильные энергетические средства сельскохозяйственного производства предназначены для передачи агрегируемым машинам поступательного движения, вращательного движения и гидравлического потока. Перенос этих форм движения определяет конструкцию механизмов, составляющих основу рабочего оборудования.

Поступательное движение агрегируемым машинам сообщается через сцепные устройства (буксирный крюк, скобу с серьгой), механизм навески или остова трактора. Для передачи вращательного движения применяют валы отбора мощности (ВОМ) с механизмами их привода и приводные шкивы. Гидравлический поток передается с помощью гидросистемы отбора мощности (ГСОМ).

Управление механизмами навески всех тракторов обеспечивает раздельно-агрегатная гидросистема, которая может одновременно выполнять и функции ГСОМ.

Назначение, устройство и принцип действия гидроприводов механизмов отбора мощности, механизмов навески 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 прицепляют к нему, а третьи крепят к его остова.

Конструкция устройств для навешивания машин зависит от расположения машин относительно трактора: спереди, сбоку или сзади трактора. На самоходных шасси машины навешивают к продольным трубам рамы между передним и задним мостами.

Механизм задней навески тракторов выполняют по единой рычажно-шарнирной схеме. Он состоит из двух ниж-

них продольных тяг 6 и 10 (рис. 220, а) и верхней центральной регулируемой тяги 4. Передними концами все они шарнирно связаны с остоном 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.

Подъем и опускание навешенной машины обеспечивает гидроцилиндр 14, шток которого связан через рычаг 13 с подъемным валом 1.

Изменяя длину правого раскоса 3, регулируют положение навесной машины в горизонтальной плоскости, а изменяя длину верхней центральной тяги 4 выравнивают глубину хода передних и задних рабочих органов машины.

В зависимости от конструкции сельскохозяйственных машин и выполняемых ими технологических операций их могут присоединять к трактору по трех- и двухточечной схемам.

Трехточечную схему навески применяют при работе трактора с широкозахватными машинами (культиваторами, сеялками и т. п.), обеспечивая их устойчивое прямолинейное движение. Для этого передние концы нижних продольных тяг 6 и 10 крепят отдельно в точках Б и В, а верхнюю — в точке А.

Двухточечную схему навески применяют при работе с машинами, имеющими сравнительно небольшую ширину захвата и требующими поворота вокруг вертикальной оси трактора. При такой схеме навески агрегат может двигаться без выглубления рабочих органов не только по прямой, но и по дуге большого радиуса.

В такой схеме передние концы обеих продольных тяг 6 и 10 совмещены в одной точке Г (рис. 220, б), а верхняя —

как и прежде, в точке *A*. При работе с плугами точки *A* и *Г* смещают вправо, что позволяет трактору двигаться не по борозде, а рядом с ней.

Трехточечный механизм навески применяют на универсально-пропашных тракторах, а на тракторах общего назначения используют универсальные механизмы навески, имеющие двух- и трехточечную наладки.

Механизмы навески тракторов ДТ-75МВ, ДТ-75Д, ВТ-100Д аналогичны. Их подъемный вал 8 (рис. 220, *в*) установлен во втулках оси 5, которая закреплена бугелями 7 в головках стоек 3. На шлицах подъемного вала закреплены два подъемных рычага 13 и 24, шарнирно соединенных с двумя регулируемыми раскосами 14. Нижние вилки 16 раскосов связаны шарнирно с помощью пальцев с шаровыми шарнирами нижних продольных тяг 17. Передние концы тяг 17 присоединяют к боковым кронштейнам 20 при трехточечной наладке или к кронштейну 22 при двухточечной наладке. Кронштейны 20 и 22 установлены на нижней оси 21, которая закреплена в кронштейнах продольных балок (лонжеронов) рамы.

На оси 23 закреплён основной гидроцилиндр 2. Его шток соединен пальцем с поворотным рычагом 4. Центральная тяга 12 с пружиной 10 амортизатора и винтовой муфтой 11 связана с помощью вилки с муфтой 9, закреплённой посредине подъемного вала 8. Пружинный амортизатор улучшает копирование рельефа рабочими органами машины и уменьшает ударные нагрузки.

При подъёме навешенной машины шток гидроцилиндра 2 выдвигается и свободно поворачивает рычаг 4 до тех пор, пока его опорная площадка не упрётся 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.

Навешенная машина может опускаться под действием собственной силы тяжести или принудительно 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 10...20 мм в каждую сторону.

Автоматическая сцепка предназначена для соединения механизма навески трактора с навесными машинами без выхода тракториста из кабины трактора и посторонней помощи.

Автосцепку 1 (рис. 221, *а*) соединяют с механизмом навески трактора пальцами 3 или 4 (нижние продольные тяги) и через отверстие в щеке 2 (центральный тягу). На сельскохозяйственной машине должен быть установлен ответный замок II. Для соединения трактора с машиной опускают автосцепку вниз, подают трактор назад и вводят автосцепку I в замок II машины. При подъёме механизма навески автосцепка автоматически сцепляется с замком с помощью фиксатора 7, который под действием пружины заходит в паз замка.

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 серья предназначена для присоединения к трактору прицепных машин, а также двусосных прицепов, создающих только продольную нагрузку на тягово-сцепные устройства и движущихся со скоростью до 15 км/ч.

К остоу трактора (рис. 221, *б*) или к механизму навески (рис. 221, *в*) крепят прицепную скобу 9 с рядом отверстий, с помощью которых устанавливают прицепную серьгу 10 в нужное положение и закрепляют ее двумя пальцами 3 и 11. Высоту серьи над уровнем поля (дороги) изменяют, поворачивая на угол 180° бугели и скобу 9 или с помощью механизма навески.

Буксирное устройство применяют на некоторых тракторах для присоединения двусосных прицепов при работе на скоростях свыше 15 км/ч. На тракторах «Беларусь» это устройство устанавлива-

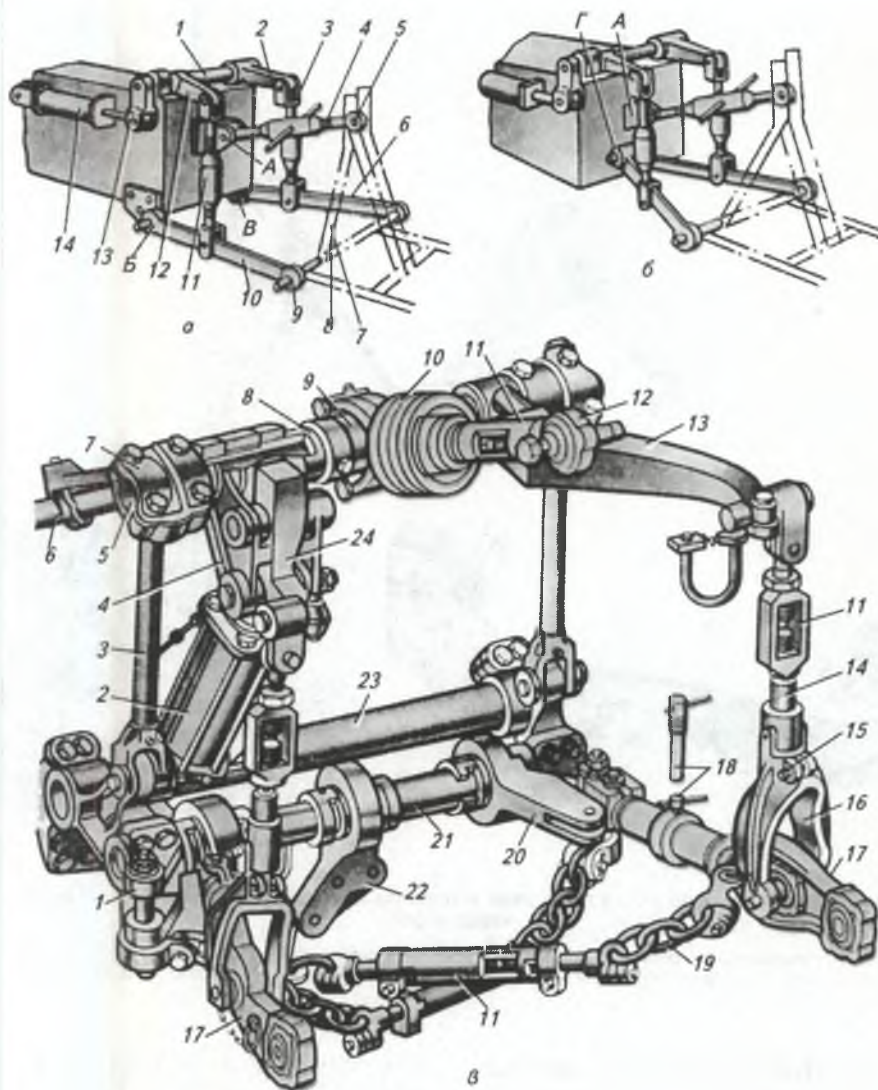


Рис. 220. Механизм навески:

а — трехточечная схема навески; *б* — двухточечная схема навески; 1 — подъемный вал; 2, 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, Г — точки присоединения тяг навески; *в* — механизм навески трактора ДТ-75МВ: 1 — кронштейн; 2 — основной гидроцилиндр; 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, 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

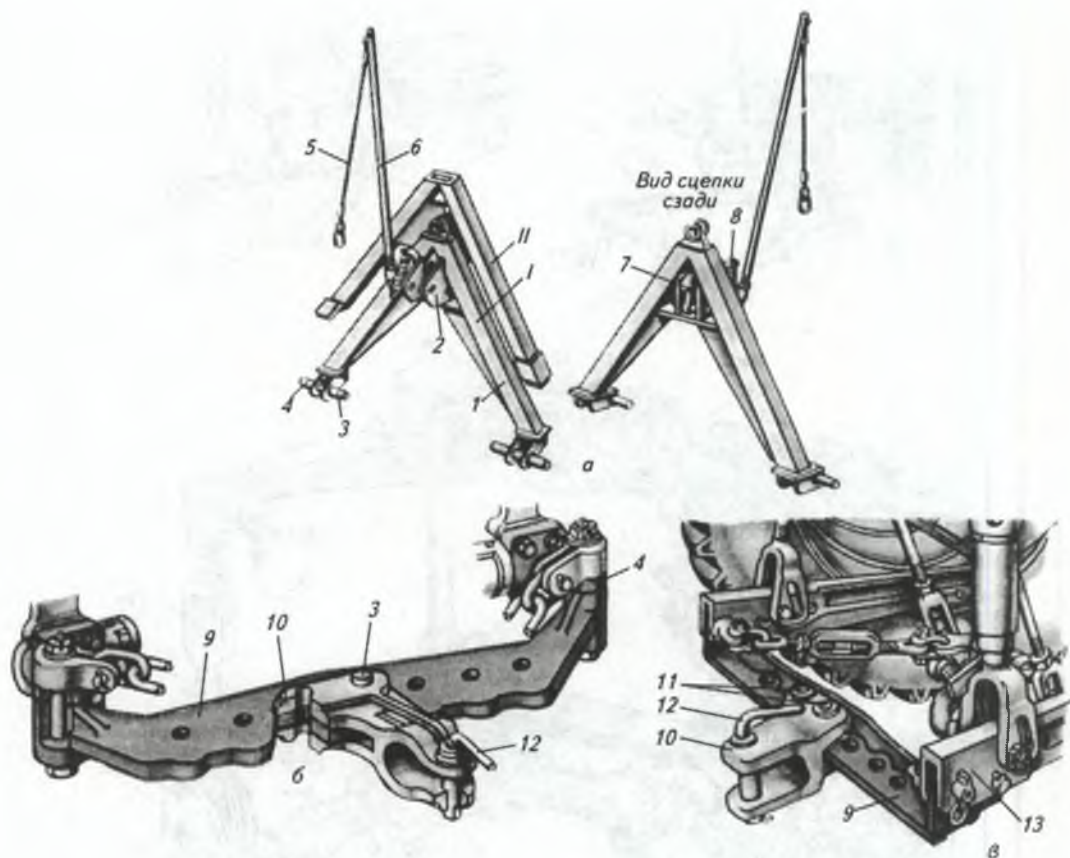


Рис. 221. Автоматическая сцепка (а) и прицепные устройства на корпусе заднего моста (б) и на механизме навески (в):

1 — сцепка; 11 — ответный замок сельскохозяйственных машин; 1 — рамка; 2 — щетка; 3, 4, 11 — пальцы; 5 — тросик; 6 — рукоятка; 7 — фиксатор; 8 — пружина; 9 — скоба; 10 — прицепная серьга; 12 — шкворень; 13 — продольная тяга

ют на кронштейн поворотного вала механизма навески и крепят к валу двумя пальцами 20 (рис. 222).

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 предназначен для работы тракторов с одноосными прицепами, навозоразбрасывателями и т. п. По сравнению с ранее рассмотренными прицепными устройствами он способен выдерживать большую нормальную нагрузку.

Крюк 10 (рис. 223) шарнирно соединен осью 13 с кронштейном 7, закрепленным на корпусе заднего моста. С помощью тяг 3 ось 9 крюка связана с подъемными рычагами 1 механизма на-

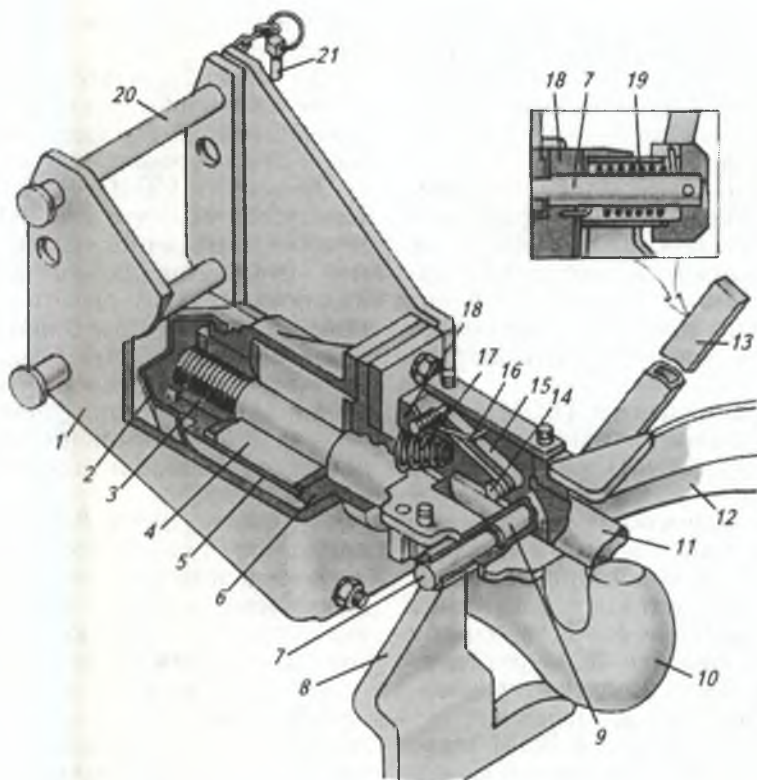


Рис. 222. Буксирное устройство:

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 — отогнутый конец пружины упора фиксатора; 17 — пружина фиксатора; 18 — корпус автомата сцепки; 19 — пружина рукоятки управления; 20, 21 — пальцы

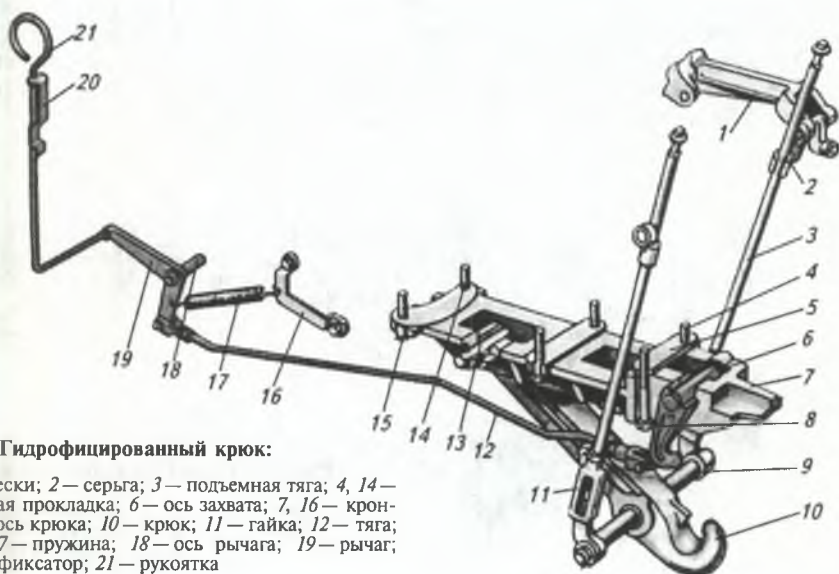


Рис. 223. Гидрофицированный крюк:

1 — наружный рычаг навески; 2 — серьга; 3 — подъемная тяга; 4, 14 — болты; 5 — регулировочная прокладка; 6 — ось захвата; 7, 16 — кронштейны; 8 — захват; 9 — ось крюка; 10 — крюк; 11 — гайка; 12 — тяга; 13 — ось; 15 — шайба; 17 — пружина; 18 — ось рычага; 19 — рычаг; 20 — фиксатор; 21 — рукоятка

вески и фиксируется механическими захватами 8, закрепленными на оси 6. Захватами управляют рукояткой 21, выведенной в кабину. Фиксация крюка повышает безопасность движения при высоких скоростях.

Для соединения трактора с прицепом освобождают захваты 8, приподняв рукоятку 21 и установив ее на фиксатор 20. Опускают крюк, подают трактор назад и располагают носок крюка под петлей дышла прицепа. Поднимают крюк вместе с дышлом и опускают рукоятку 21.

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, укрепленном на корпусе коробки передач.

По скорости вращения ВОМ могут быть с *постоянной и переменной частотой вращения*. С постоянной частотой вращения должны работать рабочие органы уборочных, почвообрабатывающих и некоторых других машин. Рабочие органы таких машин, как сеялки, сажалки, разбрасыватели, должны иметь частоту вращения, пропорциональную или синхронную поступательной скорости движения трактора.

Установлены следующие два значения номинальной частоты вращения ВОМ: 540 и 1000 мин⁻¹ при номиналь-

ной частоте вращения коленчатого вала двигателя.

По способу привода МОМ и их ВОМ классифицируют на *зависимые, независимые, полунезависимые, синхронные и комбинированные*.

Зависимый МОМ (рис. 224, 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. 224, б) вращается от коленчатого вала двигателя независимо от того, включена или выключена муфта сцепления. ВОМ включают и выключают зубчатой муфтой 3 при неработающем двигателе.

Независимый ВОМ отличается от полунезависимого тем, что для управления ВОМ при движении и остановке трактора устанавливают дополнительную фрикционную муфту или планетарный редуктор.

Синхронный МОМ (рис. 224, в) изменяет частоту вращения ВОМ при переходе от 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.

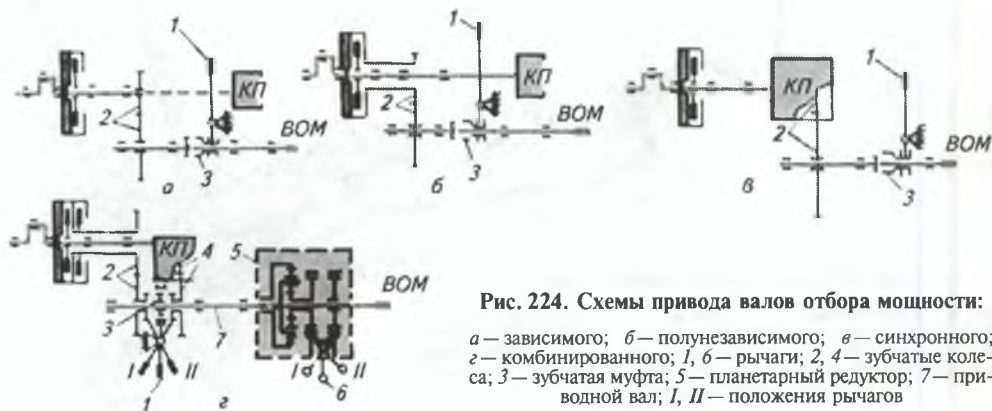


Рис. 224. Схемы привода валов отбора мощности:

а — зависимого; б — полунезависимого; в — синхронного; 2 — комбинированного; 1, 6 — рычаги; 2, 4 — зубчатые колеса; 3 — зубчатая муфта; 5 — планетарный редуктор; 7 — приводной вал; 1, II — положения рычагов

Комбинированный МОМ (рис. 224, а) 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 включается 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-80.1 комбинированный: независимый двухскоростной с частотами вращения 545 и 1000 мин⁻¹ при частоте вращения коленчатого вала двигателя 2100 мин⁻¹ и зависимый синхронный с частотой вращения ВОМ 3,5 оборота на 1 м пройденного трактором пути. МОМ состоит из двухступенчатого редуктора, приводных валов, муфты переключения и планетарного редуктора.

Двухступенчатый редуктор расположен в корпусе муфты сцепления. Его ведущий вал 13 (рис. 225, 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 шариковых подшипника 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 мин⁻¹) зубчатую муфту 7 передвигают вперед и вводят в зацепление со ступицей зубчатого колеса 5. При перемещении назад муфта 7 входит в зацеп-

ление со ступицей зубчатого колеса 6 и включает вторую ступень (1000 мин⁻¹).

Ведомый вал 12 через шлицевую втулку, вал 14, проходящий внутри промежуточного вала коробки передач, муфту 7 передает вращение валу 18 планетарного редуктора.

При независимом приводе ВОМ (положение I, рис. 225, 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. 225, б) 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. 225, в) размещен в корпусе заднего моста трактора. Он состоит из ведущего коронного зубчатого колеса 21, находящихся с ним в зацеплении трех сателлитов 23, установленных на осях 22, водила 31 и солнечного зубчатого колеса 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 установлено солнечное зубчатое колесо 32, соединенное шлицами с тормозным барабаном 28. Тормозные барабаны 27 и 28 охватываются тормозными лентами с фрикционными 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 солнечного зубчатого колеса затянут, а

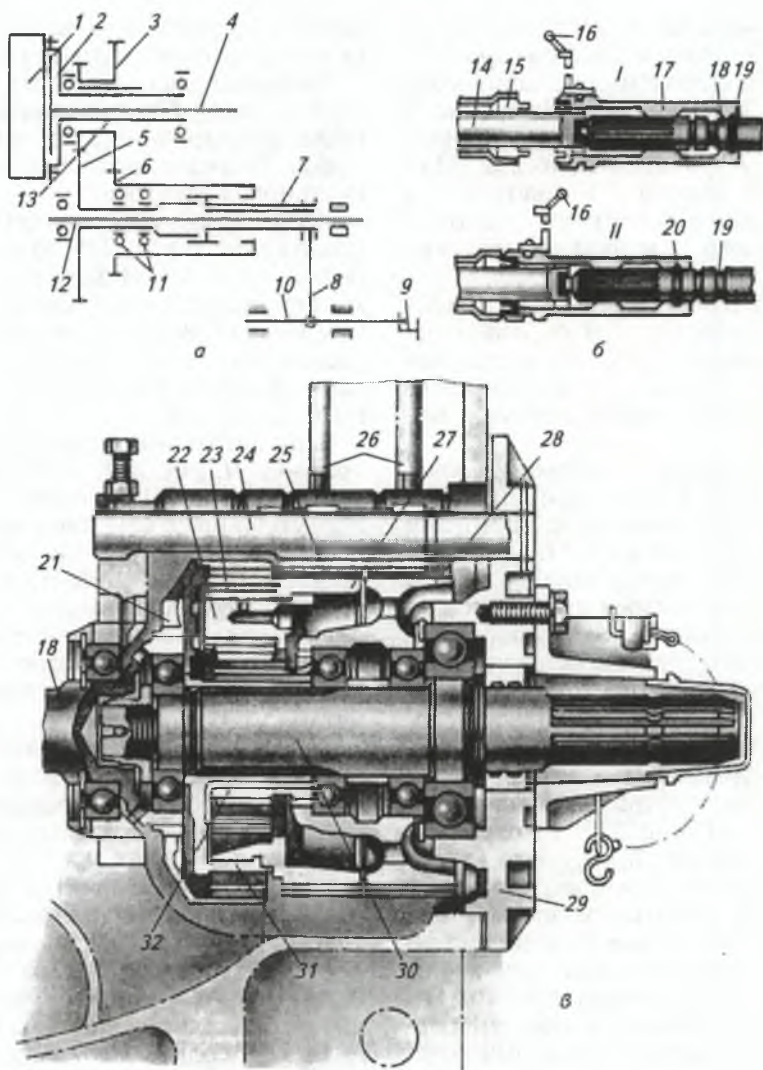


Рис. 225. Задний ВОМ трактора МТЗ-80.1:

а — схема двухскоростного редуктора; *б* — переключение привода ВОМ; *в* — планетарный редуктор; 1 — включен независимый привод; 11 — включен синхронный привод; 1 — маховик; 2 — опорный диск; 3 — двухвенцовое зубчатое колесо; 4 — вал муфты сцепления; 5, 6 — зубчатые колеса соответственно первой и второй ступеней; 7 — подвижная зубчатая муфта; 8 — вилка; 9 — поводок; 10 — валик; 11 — шариковые подшипники; 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 коронного зубчатого колеса планетарного редуктора; 19 — кольцевая выточка; 20 — шарик фиксатора; 21 — коронное зубчатое колесо; 22, 24 — оси; 23 — сателлит; 25 — тормозная лента; 26 — тяги; 27 — тормозной барабан водила; 28 — тормозной барабан солнечного зубчатого колеса; 29 — крышка; 30 — задний ВОМ; 31 — водило; 32 — солнечное зубчатое колесо

на барабане 27 водила отпущен. Вращение от вала 18 с коронным зубчатым колесом 21 через сателлиты, которые обегают неподвижное солнечное зубчатое колесо, 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 затянут. Водило 31 вместе с валом 30 остановлено, коронное зубчатое колесо

вращает сателлиты вокруг своих осей, а сателлиты, в свою очередь, вращают вхолостую солнечное зубчатое колесо 32 вместе с барабаном 28.

Момент затяжки тормозных лент создается усилием сжатых пружин, размещенных в специальном стакане.

Боковой ВОМ тракторов МТЗ-80.1 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⁻¹ в зависимости от того, включен или выключен понижающий редуктор коробки передач.

Приводной шкив устанавливают на тракторах для привода через ременную передачу стационарных машин. Его размещают обычно сзади или сбоку трактора с приводом соответственно от заднего ВОМ или коробки передач.

Приводной шкив тракторов МТЗ-80 и МТЗ-100 (рис. 226) представляет собой конический одноступенчатый редуктор с передаточным числом 1,64, расположенный на крышке планетар-

ного редуктора МОМ. Он вращается от хвостовика ВОМ.

В рукаве 1 на двух шариковых подшипниках установлено ведущее коническое зубчатое колесо с валом, имеющим внутренние шлицы под хвостовик ВОМ. Ведомое коническое зубчатое колесо вместе с валом смонтировано на двух шариковых подшипниках в корпусе 4 шкива. На шлицевой хвостовик этого вала надет и закреплен корончатой гайкой шкив 5.

Техническое обслуживание механизма навески тракторов заключается в систематической проверке затяжки бугелей и крышек верхней оси, смазывании резьбовых соединений раскосов и центральной тяги, а также в проверке натяжения цепей растяжек.

В процессе эксплуатации тракторов МТЗ-80.1, МТЗ-80 следят за положением рычага управления задним ВОМ, так как при упоре его в пол 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. 227) в рычаг 13 и сжимают пружину 8 до тех пор, пока отверстие в стака-

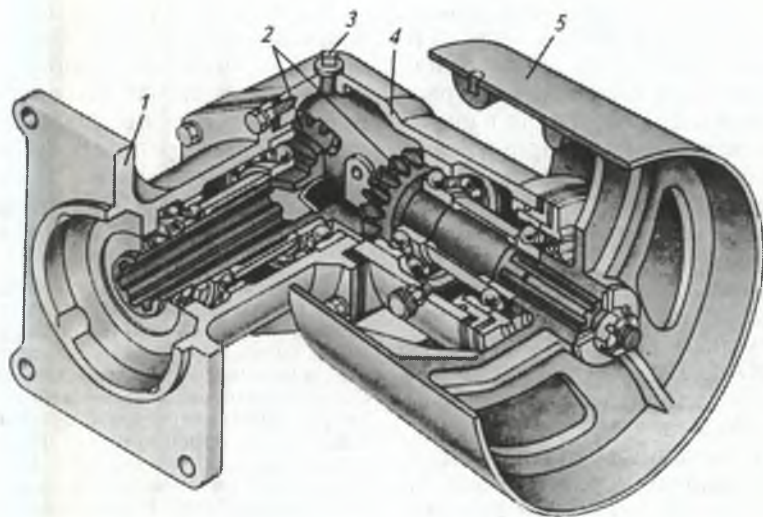


Рис. 226. Приводной шкив тракторов МТЗ-80 и МТЗ-100:

1 — рукав шкива; 2 — конические зубчатые колеса; 3 — пробка заливного отверстия; 4 — корпус шкива; 5 — шкив

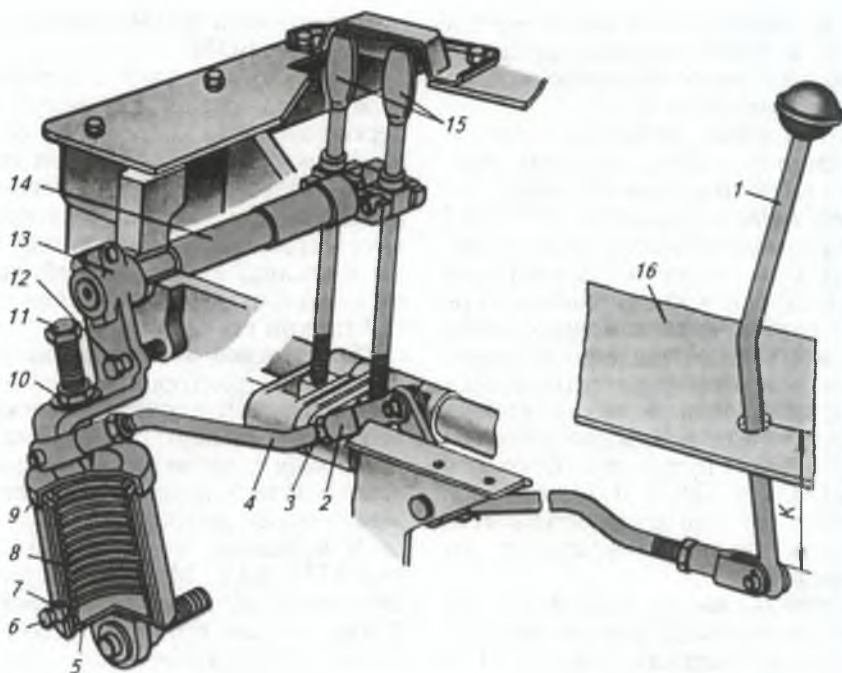


Рис. 227. Управление задним ВОМ трактора МТЗ-80:

1 — рычаг управления; 2 — регулировочная вилка; 3, 10 — контргайки; 4 — тяга; 5 — стакан пружины; 6, 7 — монтажные болт и гайка; 8 — пружина; 9 — крышка стакана; 11 — упорный болт; 12 — установочный болт; 13 — рычаг; 14 — валик; 15 — регулировочные тяги; 16 — пол кабины

не 5 не совместится с болтом 6. Отвернув контргайку 7, заворачивают болт 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 ввертывают в это отверстие болт 12, фиксируя рычаг.

Сняв крышку регулировочного люка, заворачивают поочередно регулировочные тяги 15 до отказа, а затем отворачивают их на три оборота. Проверяют от руки за хвостовик легкость вращения ВОМ. При тугом вращении отворачивают дополнительно тяги 15 еще на пол-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 регулируют так, 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. 226) и корпуса 4. Нормальный зазор составляет $0,25...0,45$ мм.

Контрольные вопросы. 1. Что входит в рабочее оборудование тракторов? 2. Как отрегулировать механизм навески тракторов для работы с плугом и широкозахватными сельскохозяйственными машинами? 3. Как работает автоматическая сцепка тракторов? 4. Для каких целей используют прицепную серьгу и буксирное устройство? 5. К какому прицепному устройству следует прицепить одноосный прицеп? 6. Как классифицируют ВОМ по способу привода? 7. Что такое синхронный ВОМ? 8. Как работает комбинированный ВОМ трактора МТЗ-80.1? 9. Для чего предназначен приводной шкив трактора? 10. Как отрегулировать управление задним ВОМ трактора «Беларусь»?

2. РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ

Буксирное устройство. Для соединения с прицепом в задней поперечине рамы, усиленной раскосами, расположено буксирное устройство.

Буксирное устройство автомобиля КамАЗ представляет собой крюк 2 (рис. 228, а), стержень которого проходит через отверстие в задней поперечине рамы. Стержень вставлен в цилиндрический корпус 15, закрытый крышкой 16 и кожухом 12. В корпус 15 между шайбами 13 и 14 с небольшим предварительным натягом вставлен резиновый упругий элемент 9. Наличие резинового упругого элемента смягчает ударные нагрузки при трогании автомобиля с прицепа с места, а также при движении по неровной дороге. На оси 3, проходящей через крюк, установлена защелка 6 крюка, которая стопорится собачкой 4 и шплинтом с це-

пью 8, благодаря чему исключается возможность выхода дышла прицепа из зацепления с крюком.

Лебедка. Ее устанавливают на полноприводных грузовых автомобилях для самовытаскивания и подтягивания автомобилей и прицепов на труднопроходимых участках.

Лебедка автомобиля «Урал-4320» состоит из червячкового редуктора, барабана с тросом, ленточного тормоза, привода и тросоукладчика. Рабочая длина троса 65 м, максимальное тяговое усилие на тросе 70...90 кН.

Червячный редуктор включает в себя глобоидальный червяк 20 (рис. 228, б) и червячное колесо 13. Червяк установлен в подшипниках 19, 21 и 22. Под крышками подшипников расположены регулировочные прокладки 18 и 23. На одном конце червя-

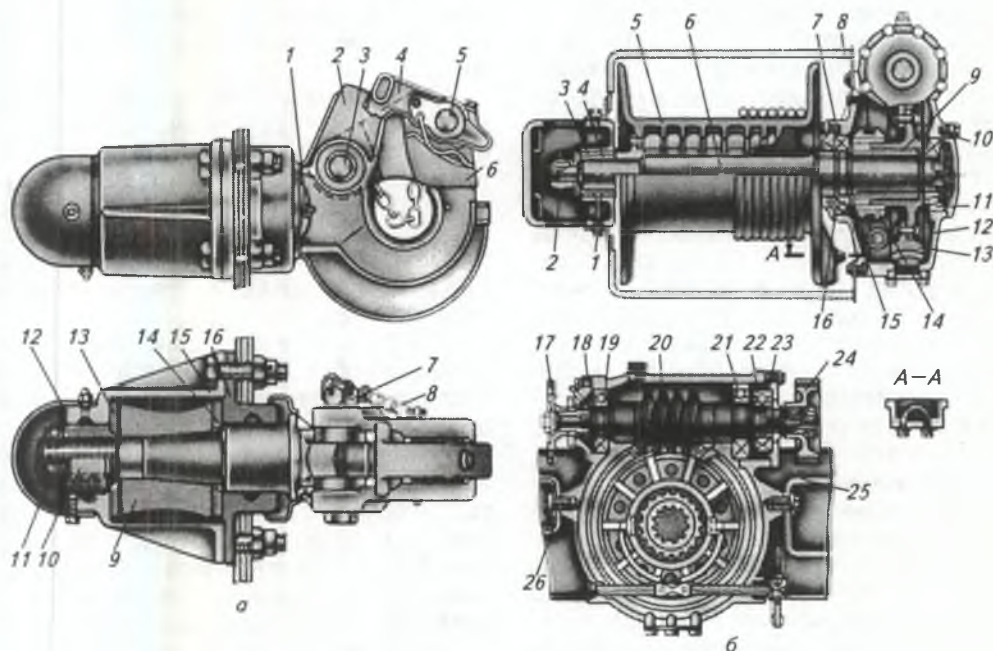


Рис. 228. Буксирное устройство и лебедка:

а — буксирное устройство автомобиля КамАЗ-5320: 1 — масленка; 2 — крюк с грязеотражателем и стержнем; 3 — ось защелки крюка; 4 — собачка защелки крюка; 5 — ось собачки; 6 — защелка; 7 — гайка; 8 — цепь шплинта защелки крюка; 9 — упругий элемент; 10 — гайка крюка; 11 — шплинт; 12 — защитный кожух; 13, 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, 23 — регулировочные прокладки; 11, 15 — конические роликовые подшипники; 12 — картер редуктора; 13 — червячное колесо; 14 — подвижная муфта; 17 — фланец; 19, 21, 22 — упорные подшипники; 20 — червяк; 24 — ленточный тормоз; 25 — правый кронштейн ходового винта; 26 — поперечина подвески лебедки

ка установлен 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 необходим для правильной укладки троса на барабане и 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 коробки устанавливают в нейтральное положение. Для размотки вручную троса рычаг подвижной муфты 14 перемещают в нижнее (выключенное) положение, разматывают трос, оставляя на барабане не менее трех-четырех 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. Они предназначены для размещения различных грузов, специального оборудования и пассажиров. По типу кузова грузовые автомобили могут быть *общего назначения* (с кузовом 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* — это седан с перегородкой, отделяющей водителя от пассажиров; *купе* — двухдверный кузов с одним или двумя рядами сидений;

фаэтон — кузов с мягким складным верхом и съемными боковинами; *кабриолет* — кузов с откидывающимися задней стенкой и частью крыши; *универсал* — кузов грузопассажирского автомобиля с двумя или четырьмя дверями и люком сзади.

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. 229) 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 брусками 4, которые стремянками 8 стянуты с продольными брусками 12 и балками рамы. Продольные бруска 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 откидные. Пол платформы деревянный. Платформа с продольными брусками 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 для втулок оси опрокидывания и отверстиями для стопорения.

В средней части первой поперечины надрамника приварено четыре болта для крепления нижней опоры гидроцилиндра. К переднему борту платформы присоединен кронштейн крепления верхней опоры гидроцилиндра.

Платформа имеет амортизатор (обрезиненную пластину), служащий опо-

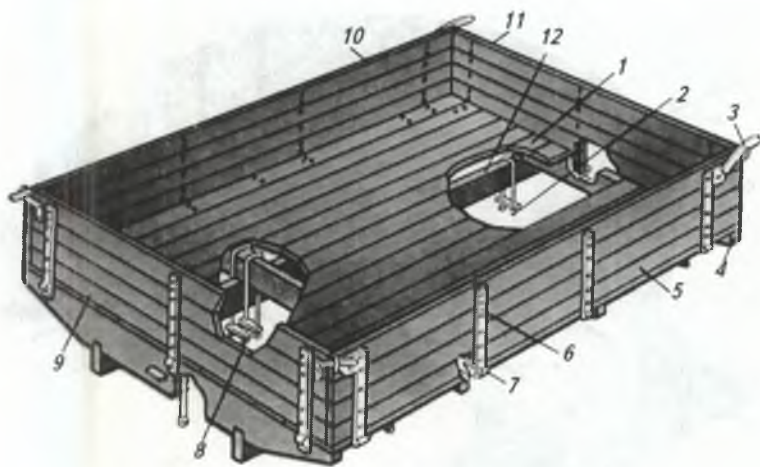


Рис. 229. Грузовая платформа:

1 — пол кузова; 2, 8 — стремянки; 3 — затвор; 4 — поперечина; 5, 10 — боковые борта; 6 — планка; 7 — петля; 9 — задний борт; 11 — передний борт; 12 — продольный брус

рой 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.

Гидроподъемники кузовов автомобилей-самосвалов описаны в главе 3.

Типы кузовов сельскохозяйственных автомобилей. В сельском хозяйстве имеется значительная номенклатура перевозимых грузов. Только отрасли земледелия и животноводства дают более 45 наименований грузов в виде основной и побочной продукции. Кроме того, 30...35 видов грузов необходимы для обеспечения деятельности указанных отраслей.

Часть сельскохозяйственных грузов относится к скоропортящимся сельскохозяйственным продуктам, и для их перевозки необходимо соблюдать определенный температурный режим. К таким продуктам относятся молоко и молочные продукты, яйца, фрукты и ягоды, многие овощи (огурцы, кабачки, капуста, помидоры, зелень и др.).

Типаж специализированного подвижного состава предусматривает выпуск специализированных автомобилей, прицепов и полуприцепов многоцелевого назначения — это фургоны, самосвалы, цистерны, контейнеровозы, лесовозы и др.

Автомобили-фургоны подразделяют по назначению: общего назначения, рефрижераторы, изотермические, для перевозки яиц и птицы, для перевозки хлеба, для перевозки скота и др.

Автомобили-цистерны предназначены для перевозки воды, молока, нефтепродуктов (в том числе топливозаправщики), пищевых концентратов и муки, пищевых жидкостей, цемента и др.

Седельно-сцепное устройство автомобилей-тягачей предназначено для шарнирного соединения тягача с полуприцепом, передачи части веса полуприцепа на раму тягача, а также тягового усилия от тягача к полуприцепу. Это устройство позволяет изменять положение тягача относительно полуприцепа при движении на поворотах.

Седельно-сцепное устройство автомобиля-тягача КамАЗ-5410 смонтировано на подставке 9 (рис. 230, а), которая болтами прикреплена к раме автомобиля. Седло 8 (опорная плита) установлено на кронштейнах с помощью двух осей 3, которые удерживаются от осевого перемещения стопорными пластинами 1 с болтами. Седло свободно поворачивается во втулках, чем обеспечивается его продольный наклон. С помощью резинометаллических втулок седло может поворачиваться в поперечной плоскости на угол до 3°.

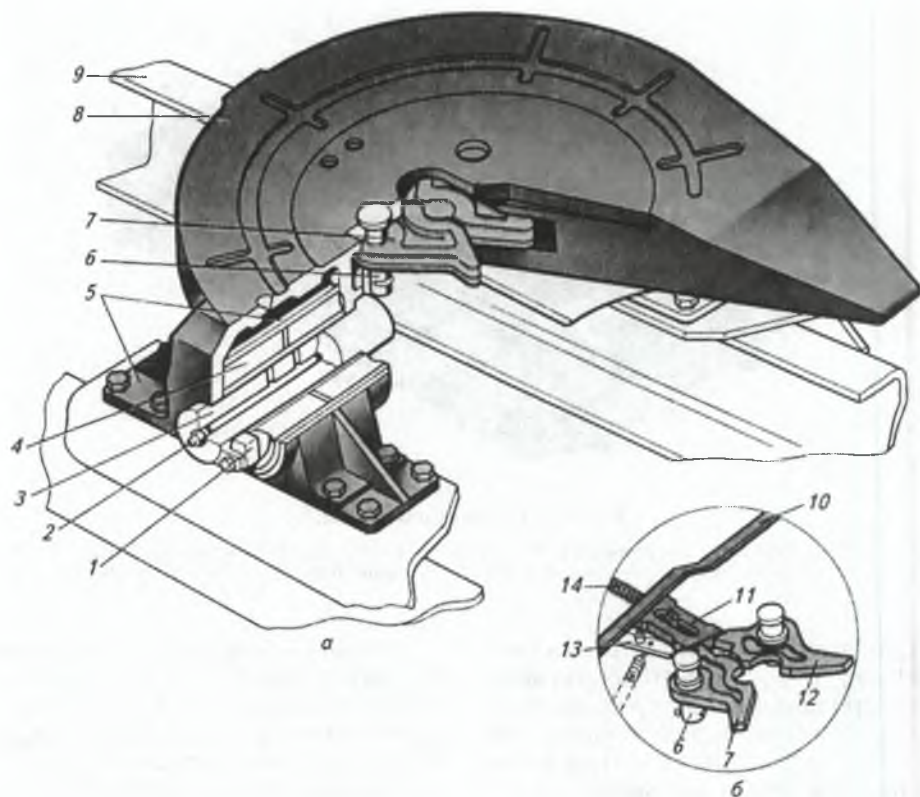


Рис. 230. Седельно-сцепное устройство автомобиля КамАЗ-5410:

a — устройство; *б* — схема сцепного механизма; 1 — стопорная пластина; 2 — масленка; 3 — ось; 4 — втулка; 5 — кронштейн; 6 — палец захвата; 7 — левый захват; 8 — седло (опорная плита); 9 — подставка; 10 — рычаг; 11 — запорный кулак; 12 — правый захват; 13 — защелка; 14 — пружина запорного кулака

Сцепной механизм состоит из двух захватов 7 и 12 (рис. 230, б), установленных на пальцах 6, запорного кулака 11 с пружиной 14 и рычага 10 управления расцепкой. Запорный кулак имеет два положения: переднее — захват открыт, заднее — захват закрыт. Заднее положение запорного кулака фиксируется предохранителем, переднее — защелкой.

Для соединения автомобиля с полуприцепом поворачивают предохранитель саморасцепки и рычагом 10 отводят запорный кулак 11 в переднее взведенное положение, фиксируя его защелкой 13, при этом захват открыт (изображено на рисунке).

При движении тягача назад к полуприцепу сцепной шкворень полуприцепа входит в зев захватов, которые

раскрываются еще больше и освобождают от фиксации защелку 13. Запорный кулак 11 под действием сжатой пружины 14 перемещается в заднее положение и сначала упирается в затылок захватов 7 и 12, а при дальнейшем передвижении входит в паз захватов, обеспечивая надежное их запирание.

Техническое обслуживание. У буксирного устройства автомобиля периодически проверяют свободный ход крюка, который не должен превышать 0,5 мм. При увеличенном ходе разбирают буксирное устройство, выпрямляют шайбы 13 и 14 (см. рис. 228, а) и заменяют изношенные детали. Регулировать свободный ход крюка гайкой 10 нельзя, так как это приводит к увеличению свободного хода.

Техническое обслуживание лебедки заключается в регулярном смазывании, проверке уплотнений, креплений и состояния троса.

У седельно-сцепного устройства периодически проверяют состояние и крепление деталей. Проверяют предохранитель саморасцепки — при выводе его из положения равновесия в любую сторону он должен возвращаться в исходное положение.

3. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Общие сведения. 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 составлять 30...50 Н (не более), на органы периодического, непостоян-

Контрольные вопросы и задания. 1. Что входит в рабочее оборудование автомобиля? 2. Для чего необходима и как работает лебедка автомобиля «Урал-4320»? 3. Назовите специализированные кузова, которые устанавливают на автомобилях для перевозки сельскохозяйственных грузов. 4. Как устроено и работает седельно-сцепное устройство на автомобилях-тягачах? 5. Перечислите типы кузовов легковых автомобилей.

ного воздействия (рычаги переключения передач, включения ВОМ, гидросистемы и т.п.) — 150...200 Н (не более).

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 шумоизолирующие ка-

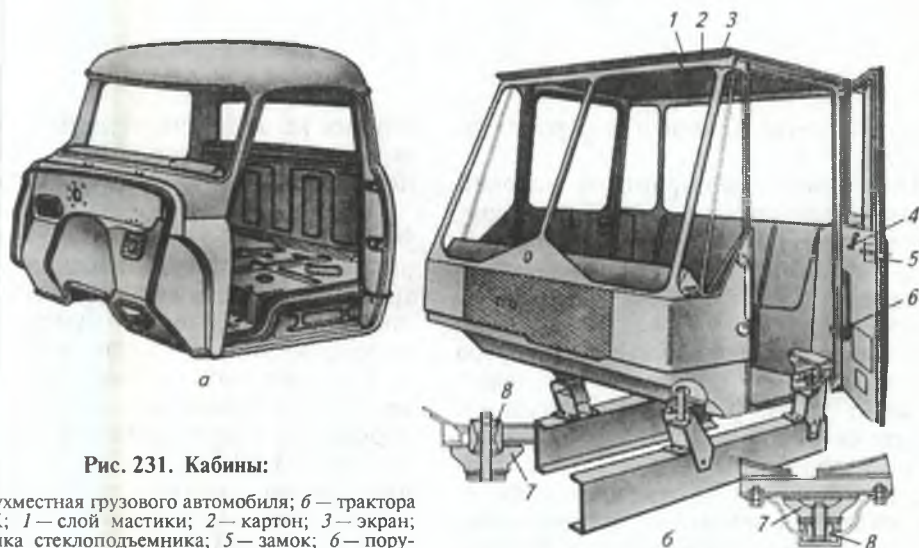
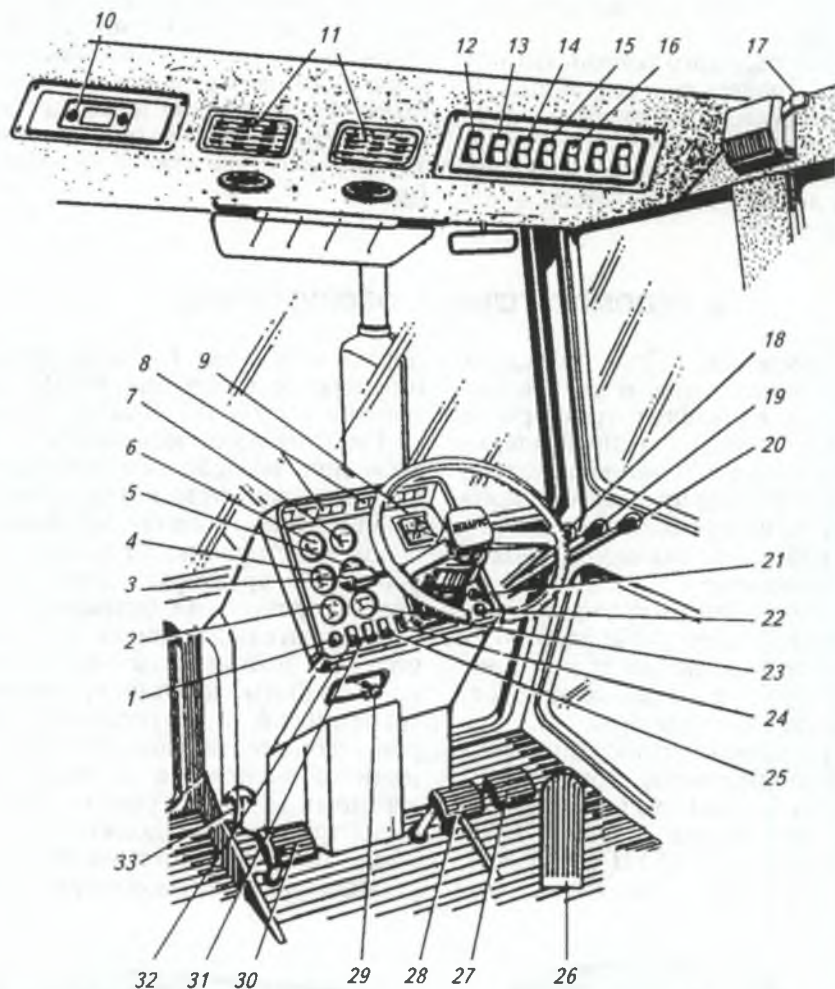


Рис. 231. Кабины:

а — двухместная грузового автомобиля; б — трактора Т-150К; 1 — слой мастики; 2 — картон; 3 — экран; 4 — ручка стеклоподъемника; 5 — замок; 6 — поручень; 7 — амортизатор; 8 — буфер



бины 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, отрабо-

тавших газов, отрицательных температур, вибрации и шума; хорошая обзорность; большой запас прочности.

Кабину обычно изготовляют 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).

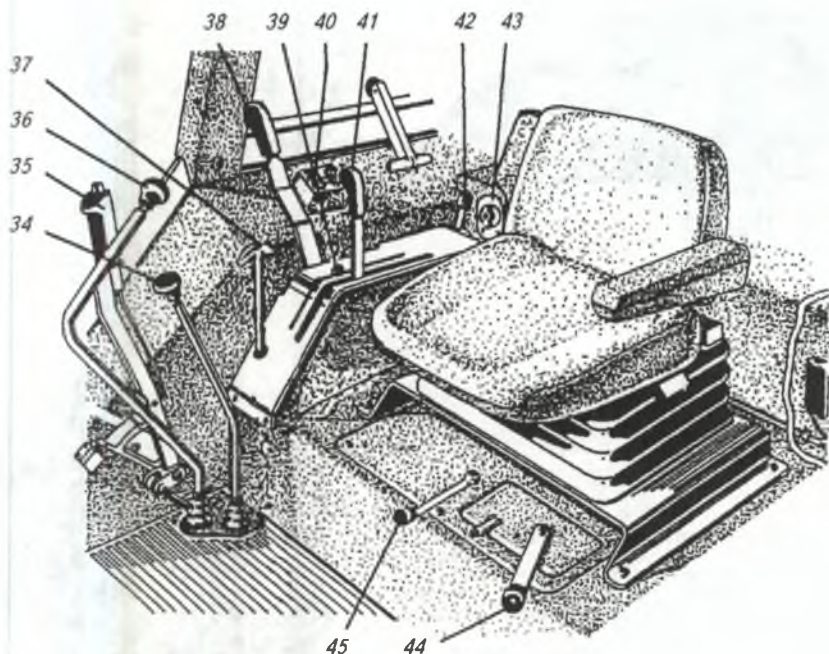


Рис. 232. Органы управления, приборы и сиденье трактора «Беларусь» МТЗ-100:

1 — кнопка аварийной сигнализации; 2 — указатель напряжения; 3 — переключатель указателей поворота, ближнего и дальнего света; звукового сигнала; 4 — указатель уровня топлива; 5 — указатель давления воздуха в пневмосистеме; 6 — указатель температуры охлаждающей жидкости в дизеле; 7 — указатель давления масла в дизеле; 8 — блоки контрольных ламп; 9 — тахометр или электронный информационный прибор (ЭИП); 10 — радиоприемник; 11 — рециркуляционные заслонки; 12 — включатель стеклоочистителя переднего стекла; 13 — включатель вентилятора кабины; 14 — включатель задних фар; 15 — включатель передних рабочих фар; 16 — включатель сигнализации «Автопоезд»; 17 — включатель плафона кабины; 18, 19, 20 — рычаги управления выводами гидросистемы; 21, 24 — заглушки; 22 — включатель приборов, стартера; 23 — указатель давления масла в коробке передач; 25 — включатель средств облегчения пуска дизеля; 26 — педаль управления подачей топлива; 27 — педаль тормоза правая; 28 — педаль тормоза левая; 29 — рукоятка фиксации наклона рулевой колонки; 30 — педаль муфты сцепления; 31 — включатель стеклоомывателя; 32 — включатель габаритных огней; 33 — тяга переключения привода насоса коробки передач (устанавливают при наличии коробки передач с фиксированными муфтами); 34 — рычаг переключения диапазонов коробки передач; 35 — рычаг стояночного тормоза; 36 — рычаг переключения передач; 37 — рычаг управления ВОМ (если установлен); 40 — пульт управления ПВМ и блокировкой дифференциала заднего моста; 41 — рычаг управления регулятором глубины обработки почвы (если установлен); 42 — рукоятка переключателя режимов силового (позиционного, смешанного) регулирования; 43 — выключатель «массы»; 44 — рычаг переключения ВОМ (независимый — синхронный); 45 — рычаг управления механизмом фиксации навески (ГНС без гидроподъемника)

На рисунке 231 показаны кабины грузового автомобиля и трактора Т-150К. Для термо- и шумоизоляции, уменьшения вибраций пол, крышку 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, на лобовое стекло — стеклоомыватель.

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 клас-

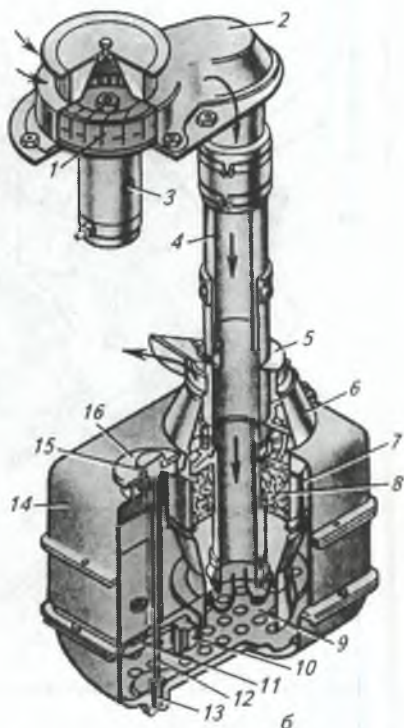
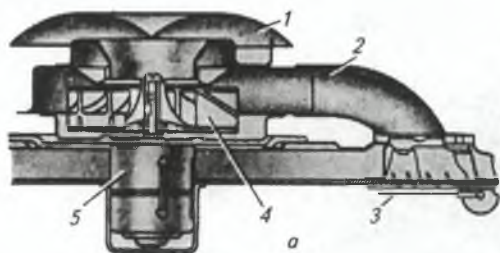


Рис. 233. Вентиляционные устройства:

a — 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

сов — трехместные с двумя сиденьями для пассажиров.

Органы управления и приборы трактора «Беларусь» МТЗ-100 показаны на рисунке 232.

Если на тракторе установлен тахоспидометр, то он показывает: скорости движения трактора при различных диапазонах и передачах, км/ч; частоту вращения ВОМ I — 540 мин^{-1} и ВОМ II — 1000 мин^{-1} ; частоту вращения коленчатого вала дизеля и наработку дизеля в моточасах.

Электронный информационный прибор (если он установлен) показывает: скорость движения трактора, км/ч; частоту вращения коленчатого вала дизеля, мин^{-1} ; частоту вращения ВОМ I и ВОМ II, мин^{-1} , и астрономическое время.

На шкале приборов имеется блок контрольных ламп: засоренности воздухоочистителя, повышенной температуры (105°C) охлаждающей жидкости; давления масла в дизеле, давления масла в ГОРУ, давления воздуха в пневмосистеме (ниже $0,5 \text{ МПа}$); индикаторы

дальнего света, поворота трактора, поворота прицепа, стояночного тормоза.

Устройства для поддержания микроклимата в кабинах. Микроклимат в кабине должен соответствовать следующим требованиям: температура воздуха в летнее время года не должна превышать температуру окружающего воздуха более чем на $2...3^\circ\text{C}$ и должна быть не ниже 14°C и не выше 28°C ; скорость движения воздуха при вентиляции — не более $1,5 \text{ м/с}$; содержание пыли в воздухе — не более 2 мг/м^3 , оксида углерода — не более 20 мг/м^3 .

Система вентиляции кабины может быть *естественной* (через окна) и *принудительной* (подача воздуха вентилятором). На большинстве тракторов и автомобилей используют обе системы вентиляции. На автомобилях и некоторых современных тракторах принудительная вентиляция объединена с системой отопления кабины в холодное время.

В системе приточно-принудительной вентиляции кабин тракторов применен вентилятор-пылеотделитель. При вра-

щении крыльчатки 4 (рис. 233, а) вентилятора воздух засасывается под колпак 1, поступает на лопатки крыльчатки и после центробежной очистки по патрубку 2 проходит в кабину. Пыль, отделенная от воздуха, ударяясь в пере-

городки, выбрасывается наружу через выходное отверстие в корпусе вентилятора. Щитком 3 регулируют направление потока воздуха в кабину.

Для обеспечения нормального температурного режима в летнее время ка-

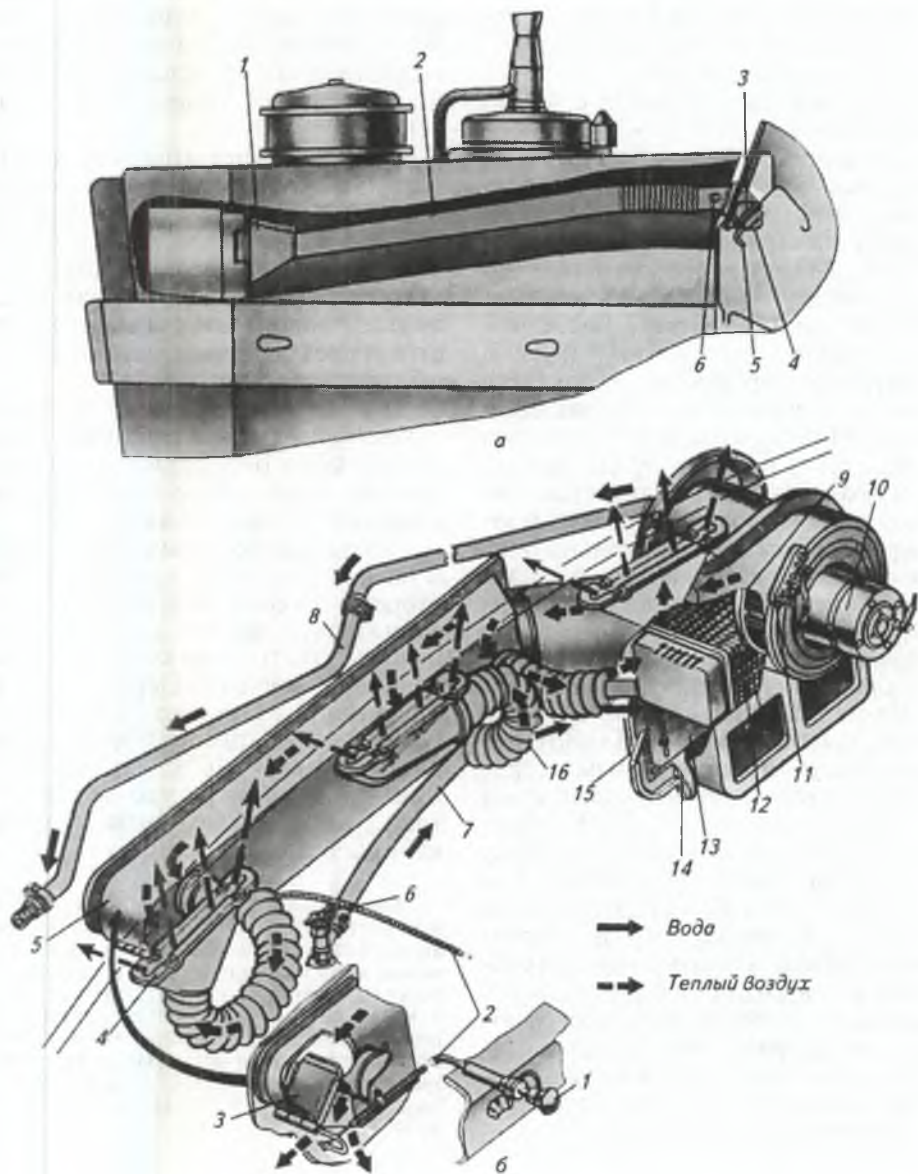


Рис. 234. Устройства для обогрева кабины:

а — трактора Т-150К: 1 — заборник; 2 — рукав; 3 — направляющий патрубок со щелями; 4 — выходной патрубок; 5, 6 — рукоятки заслонок; б — автомобиля ЗИЛ-130: 1 — рукоятка управления заслонкой канала отопителя; 2 — трос; 3 — заслонка канала отопителя; 4 — сопла обдува ветрового стекла; 5 — канал; 6 — кран; 7 — водоподающий 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

бины некоторых тракторов оборудуют принудительной вентиляцией с воздухоохладителем. Как правило, применяют воздухоохладители водоиспарительного типа, работа которых основана на принципе отбора теплоты 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 работает следующим образом. Наружный воздух через воздухозаборный колпак, установленный над крышей кабины, засасывается центробежным вентилятором 1 (рис. 233, б) и проходит центробежную очистку от пыли, которая удаляется через щели в улитке 2. Далее воздух проходит по центральной трубе 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. Увлажненный и охлажденный воздух, проходя через кассету 8, окончательно очищается от пыли и капелек воды и поступает в кабину через щиток 5, которым регулируют направление его потока.

Уровень воды в поддоне поддерживается клапаном с поплавком 10. Расход воды составляет 1,2...1,4 л/ч.

Зимой кабина трактора Т-150К обдувается воздухом, нагреваемым в сердцевине радиатора системы охлаждения дизеля. Нагретый воздух через заборник 1 (рис. 234, а) по металлическому рукаву 2 направляется в патрубки 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 6 во входном патрубке можно полностью перекрыть поступление воздуха в кабину.

Кабина автомобиля ЗИЛ-130 обогревается теплым воздухом, прошедшим через радиатор 12 (рис. 234, 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.

Воздух в отопитель поступает по специальному каналу, расположенному под капотом вдоль двигателя. Подогретый воздух направляется вентилятором 9 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 рукояткой 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 -10°C , второе положение — при температуре выше -10°C , третье положение — для вентиляции кабины без отопления.

Контрольные вопросы. 1. Что относится к вспомогательному оборудованию тракторов и автомобилей? 2. Чем оборудуют кабины тракторов и автомобилей? 3. Как отрегулировать сиденье тракториста на тракторе МТЗ-80? 4. Какие системы вентиляции кабин используют на тракторах и автомобилях? 5. Как работает вентиляционная установка с воздухоохладителем трактора ДТ-75МВ? 6. Как работает система отопления и вентиляции кабины автомобиля ЗИЛ-130?

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Краткая техническая характеристика тракторов

Показатель	T-16M	BT3-30CS	T-30-69 T-30A-80	BT3-2027	BT3-2032	BT3-2048	MT3-310 MT3-320	ЛТЗ-55
Тип трактора	Самоходное шасси	Самоходное шасси	Универсально-пропашной					
Тяговый класс	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,9
Тип движителя	Пневматические колеса							
Марка дизеля	Д-21A1	Д-120-77	Д-120	Д-120	Д-120	Д-130	LDW1503 СНД	Д-144
Номинальная мощность, кВт	18	22	22	18,4	22	33	22,2	39
Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	1800	2000	2000	1800	2000	2000	3000	1800
Число передач:								
переднего хода	7	6	6	6	6	6	16	6
заднего хода	1	6	6	6	6	6	8	7

Продолжение

Показатель	MT3-80 MT3-82	MT3-100 MT3-102	MT3-80.1 MT3-82.1	MT3-812 MT3-822	MT3-912 MT3-922	MT3-1221
Тип трактора	Универсально-пропашной					
Тяговый класс	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	2,0
Тип движителя	Пневматические колеса					
Модель дизеля	Д-240	Д-245	Д-243	Д-243	Д-245.5	Д-260.2
Номинальная мощность, кВт	55	73,4	57,4	60	65	95,6
Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	2200	2200	2200	2200	1800	2100
Число передач:						
переднего хода	18	24	18	14	14	16
заднего хода	2	8	4	4	4	8

Продолжение

Показатель	ДТ-75MB	ДТ-75H	ДТ-75Д	BT-100Д	BT-100H	T-150	ДТ-175C	T-150K
Тип трактора	Общего назначения							
Тяговый класс	3	3	3	3	3	3	3	3
Тип движителя	Гусеничная цепь							Пневматические колеса
Модель дизеля	A-41	СМД-18H	Д-440-22	Д-442-24	СМД-20ТА	СМД-60	СМД-66	СМД-62
Номинальная мощность, кВт	69	70	72	I — 107* II — 88	I-107* II — 88	110,4	125	121,4
Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	1750	1800	1750	1800	1800	2000	1900	2100
Число передач:								
переднего хода	7	7	7 (23 ^{2*} , 14 ^{3*})	5 (25 ^{2*} , 10 ^{3*})	5 (25 ^{2*} , 10 ^{3*})	12	4	12
заднего хода	1	1	1 (5 ^{2*} , 7 ^{3*})	1 (5 ^{2*} , 5 ^{3*})	1 (5 ^{2*} , 5 ^{3*})	4	1	4

* I (первый уровень) — приводной режим; II (второй уровень) — тяговый режим; ^{2*} с ходоуменьшителем; ^{3*} с реверс-редуктором.

Показатель	T-4A	K-701	T-130M
Тип трактора	Общего назначения		
Тяговый класс	4	5	6
Тип двигателя	Гусеничная цепь	Пневматические колеса	Гусеничная цепь
Модель дизеля	A-01M	ЯМЗ-240БМ	Д-160
Номинальная мощность, кВт	95,5	220,6	117
Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	1700	1900	1250
Число передач:			
переднего хода	8	16	8
заднего хода	4	8	4

2. Краткая техническая характеристика автомобилей

Показатель	ЛуАЗ-969М	ВАЗ-2121 «Нива»	УАЗ-3151-01	ГАЗ-33021 «Газель»	ЗИЛ-5301АО «Бычок»	ГАЗ-3307	ЗИЛ-4314.10	КамАЗ-5320
Назначение	Легковые высокой проходимости				Транспортные грузовые			
Грузоподъемность, кг	400	400	800	1650	3225	4500	6000	8000
Тип двигателя	Карбюраторный четырехтактный четырехцилиндровый				Четырехтактный четырехцилиндровый дизель	Карбюраторный четырехтактный восьмицилиндровый		Четырехтактный четырехцилиндровый дизель
Модель двигателя	МеМЗ-965А	2121	4141-10	ЗМЗ-4025.10 или ЗМЗ-4026.10	Д-245.12	ЗМЗ-53.11	ЗИЛ-508.10	КамАЗ-740.10
Максимальная мощность, кВт	30,9	53,7	58,9	66,2 или 73,5	80	88	110	154
Число передач:								
переднего хода	4	4	4	5	5	4	5	10
заднего хода	1	1	1	1	1	1	1	2
Типоразмер шин	150—330	6,95—16	215—380	175R16C	225/75R16C	8,25R20	9,0R20	9,0R20

ЛИТЕРАТУРА

- Акимов А. П., Лиханов В. А. Справочная книга тракториста-машиниста. Категории АВГ. — М.: Колос, 1993. — 430 с.
- Акимов А. П., Лиханов В. А. Справочная книга тракториста-машиниста. Категории БД. — М.: Колос, 1994. — 352 с.
- Гельман Б. М., Москвин М. В. Сельскохозяйственные тракторы и автомобили. — М.: Колос, 1996.
- Гуревич А. М., Болотов А. К., Судницын В. И. Конструкция тракторов и автомобилей. — М.: Агропромиздат, 1989. — 368 с.
- Кузнецов А. С., Глазычев С. И. Автомобили семейства ЗИЛ-4314 (ЗИЛ-130) и ЗИЛ-4333. Альбом по устройству и техническому обслуживанию. — М.: Третий Рим, 1998. — 87 с.
- Левков В. Г., Бруенков И. Ф. Тракторы «Беларусь» МТЗ-80.1, МТЗ-82.1, МТЗ-82Р. Руководство по эксплуатации. — 4-е изд., перераб. и доп. — Минск: ПО «Минский тракторный завод», 2000. — 139 с.
- Родичев В. А. Грузовые автомобили. — М.: ПрофОбрИздат, 2000. — 252 с.
- Трактор ДТ-175С/В. П. Шевчук, Я. Ф. Ракин, В. В. Косенко и др.; Под общ. ред. Я. Ф. Ракина. — М.: Агропромиздат, 1988. — 335 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. ДВИГАТЕЛИ	9
1. Классификация, работа и общее устройство двигателей	9
2. Кривошипно-шатунные механизмы	20
3. Механизмы газораспределения	38
4. Системы питания	50
5. Регуляторы частоты вращения	84
6. Системы питания с впрыскиванием бензина	90
7. Системы питания двигателя газом	97
8. Смазочные системы	102
9. Системы охлаждения	114
10. Системы пуска	123
Глава 2. ШАССИ	132
1. Основные элементы шасси	132
2. Классификация и конструктивные особенности трансмиссий	132
3. Муфты сцепления	135
4. Коробки передач. Раздаточные коробки. Ходоуменьшители	143
5. Промежуточные соединения и карданные передачи	156
6. Ведущие мосты колесных тракторов и автомобилей	159
7. Ведущие мосты гусеничных тракторов. Механизмы поворота	167
8. Ходовая часть	174
9. Рулевое управление колесных тракторов и автомобилей	193
10. Тормозные системы	204
Глава 3. ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	222
1. Общие сведения	222
2. Гидроприводы механизмов трансмиссий	222
3. Гидроприводы механизмов поворота	236
4. Гидравлические тормозные приводы автомобилей	254
5. Гидроприводы МОМ и механизмов навески тракторов	260
6. Гидроподъемники кузовов автомобилей-самосвалов	276
Глава 4. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	280
1. Аккумуляторные батареи	280
2. Генераторные установки переменного тока	286
3. Системы электрического зажигания рабочей смеси в двигателях	295
4. Системы электрического пуска двигателей	311
5. Системы освещения, сигнализации и контроля. Общая схема электрооборудования	323
Глава 5. РАБОЧЕЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	329
1. Рабочее оборудование тракторов	329
2. Рабочее оборудование автомобилей	339
3. Вспомогательное оборудование	343
<i>Приложения</i>	349
<i>Литература</i>	350

Учебное издание

**Болотов Алексей Константинович,
Лопарев Аркадий Афанасьевич,
Судницын Василий Иванович**

КОНСТРУКЦИЯ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

Учебное пособие для вузов

**Художественный редактор В. А. Чуракова
Компьютерная верстка Н. А. Зубковой
Корректор Т. Д. Мирлис**

Сдано в набор 07.06.05. Подписано в печать 25.06.06. Формат 60 × 88¹/₁₆. Бумага офсетная. Гарнитура Ньютон.
Печать офсетная. Усл. п. л. 28,60. Изд. № 011. Тираж 2000 экз. Заказ № 6485.

ООО «Издательство «КолосС», 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 17.
Почтовый адрес: 129090, г. Москва, Астраханский пер., д. 8. Тел. (495) 680-99-86,
тел./факс (495) 680-14-63, e-mail: koloss@koloss.ru, наш сайт: www.koloss.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов в ОАО ордена «Знак Почета»
«Смоленская областная типография им. В. И. Смирнова».
214000, г. Смоленск, проспект им. Ю. Гагарина, 2.

ISBN 5-9532-0147-8



9 785953 201476