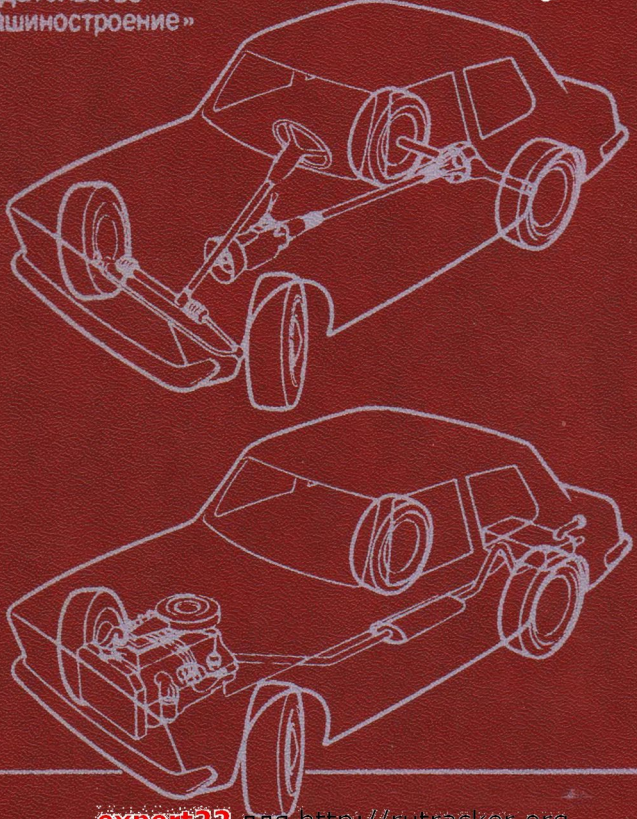
Е.В.Михайловский, К.Б.Серебряков, Е.Я.Тур

Устройство автомобиля

rutracker.org

Издательство
«Машиностроение»



expert22 для http://rutracker.org

ББК 39.33
М69
УДК 629.113(075)

Рецензент предметная комиссия Ивановского автотранспортного техникума

Михайловский Е. В. и др.

М69 Устройство автомобиля: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов/Е. В. Михайловский, К. Б. Серебряков, Е. Я. Тур. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1985. — 352 с., ил.

В пер.: 1 р. 60 к.

Описаны устройство и работа механизмов, агрегатов и систем автомобилей, оригинальные механизмы и агрегаты некоторых моделей автомобилей, технологические и конструктивные мероприятия, повышающие надежность автомобиля.

В данном издании (4-е изд. 1981 г.) изложен материал, отражающий вопросы экономичности автомобиля, охраны окружающей среды, влияние конструкции автомобиля на безопасность движения.

М $\frac{3603030000\text{-}190}{038(01)\text{-}85}$ 190-85

ББК 39.33
6Т2.1

© Издательство «Машиностроение», 1974
© Издательство «Машиностроение», 1979, с изменениями
© Издательство «Машиностроение», 1985 г., с изменениями

Оглавление

Введение 4

Раздел 1

Поршневые автомобильные двигатели (К. Б. Серебряков) 15

Глава 1. Устройство и основные параметры двигателя . 15
Глава 2. Рабочие циклы . . . 17
Глава 3. Кривошипно - шатунный механизм 37
Глава 4. Механизм газораспределения 55
Глава 5. Система охлаждения . 67
Глава 6. Смазочная система . . 82
Глава 7. Система питания карбюраторного двигателя 99
Глава 8. Система питания двигателя от газобаллонной установки 130
Глава 9. Система питания дизеля 140
Глава 10. Системы зажигания и электрического пуска 163

Раздел 2

Трансмиссия (Е. В. Михайловский, Е. Я. Тур) 185

Глава 11. Сцепление 187
Глава 12. Коробки передач . . . 199
Глава 13. Карданные передачи . . 218
Глава 14. Мосты автомобилей . . 224

Раздел 3

Ходовая часть, кузов и кабина (Е. Я. Тур) . . . 245

Глава 15. Рама и тягово-сцепное устройство 245
Глава 16. Подвеска 246
Глава 17. Колеса и шины . . . 256
Глава 18. Кузов и кабина . . . 264

Раздел 4

Механизмы управления (Е. Я. Тур) 278

Глава 19. Рулевое управление . . 278
Глава 20. Тормозные системы автомобиля 293

expert22 для http://rutracker.org

Введение

Курс «Автомобили» является базовым для изучения других предметов специального цикла, обеспечивающего высококвалифицированную подготовку техников-механиков по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей.

Курс включает три раздела, составляющие единое целое в формировании технических знаний учащихся: «Устройство автомобиля», «Основы теории и конструкции автомобильных двигателей» и «Теория и конструкция автомобиля». «Устройство автомобиля» — первый и основной раздел, с которого учащиеся автотранспортных техникумов начинают изучение курса «Автомобили».

Данный учебник освещает все вопросы программы «Устройство автомобиля». При изучении этого раздела учащиеся должны ознакомиться с устройством и работой основных моделей автомобилей и автобусов. Это позволит им усвоить материал последующих разделов, а также сдать экзамены на получение прав водителя автомобиля. Не зная устройства автомобилей, трудно грамотно организовать ремонт и эксплуатацию подвижного состава автомобильного транспорта.

Автомобильный транспорт имеет большое значение, так как обслуживает все отрасли народного хозяйства. Ежегодно увеличиваются перевозки пассажиров автобусами и легковыми автомобилями по внутригородским, пригородным и междугородным маршрутам. В нашей стране непрерывно возрастает дальность перевозок грузов и пассажиров вследствие повышения эксплуатационных качеств автомобилей, улучшения автомобильных дорог и строительства новых.

Значительно возрастает выпуск грузовых автомобилей и автопоездов повышенной грузоподъемности. Увеличение грузоподъемности — важнейший резерв повышения эффективности использования автомобильного транспорта, так как увеличивается его производительность и снижается себестоимость перевозок.

Этапы развития автомобильной промышленности в СССР. До Великой Октябрьской социалистической революции в царской России не было автомобильной промышленности и автомобильного транспорта. В небольшом количестве автомобили ввозили из-за границы. Единственным предприятием, выпускавшим автомобили в России, был Русско-Балтийский вагоностроительный завод (г. Рига). На этом заводе автомобили, как правило, собирали из импортных частей. С 1908 по 1915 г. завод выпустил лишь 451 легковых автомобилей и небольшое количество грузовых и специальных автомобилей. Эвакуированный в Москву во время первой мировой войны Русско-Балтийский завод прекратил существование в 1915 г. Отечественную автомобильную промышленность в стране пришлось создавать практически заново. Сложная задача организации массового производства автомобилей в основном была решена к концу первой пятилетки, когда был построен Горьковский автомобильный завод и реконструированы Московский и Ярославский автомобильные заводы.

В развитии отечественной автомобильной промышленности можно выделить несколько основных этапов.

Первый этап (1924 — 1930 гг.) характеризовался мелкосерийным производством автомобилей. Первые советские автомобили АМО-Ф-15 грузоподъемностью 1,5 т были выпущены в 1924 г. в Москве на заводе АМО — в настоящее время Московский автомобильный завод им. И. А. Лихачева (производственное объединение ЗИЛ). В день седьмой годовщины Великой Октябрьской социалистической революции по Красной площади прошло десять первых отечественных автомобилей АМО-Ф-15.

В 1925 г. начал выпуск грузовых автомобилей Я-3 Ярославский автомобильный завод.

На втором этапе (1931 — 1946 гг.) главное внимание уделялось созданию материальной базы для массового производства

автомобилей. В это время заводы выпускали небольшое количество моделей автомобилей, необходимых для народного хозяйства, накапливали производственный опыт и готовили кадры высококвалифицированных рабочих, конструкторов и технологов. В указанный период был построен автомобильный завод в г. Горьком и полностью реконструирован автомобильный завод в г. Москве. Горьковский автомобильный завод (ГАЗ) вступил в строй в январе 1932 г. и выпускал грузовые автомобили ГАЗ-АА и ГАЗ-ММ, а также легковые автомобили ГАЗ-А и М-1, а московский – грузовые автомобили ЗИС-5 и легковые ЗИС-101. Модернизированные модели грузовых автомобилей ГАЗ-ММ и ЗИС-5 стали в годы Великой Отечественной войны (1941 – 1945 гг.) основными.

На Горьковском автомобильном заводе в 1943 г. был освоен выпуск легковых автомобилей повышенной проходимости ГАЗ-67Б, а в 1946 г. – грузовых автомобилей ГАЗ-51 и легковых М-20 «Победа».

Во втором этапе автомобильная промышленность страны значительно увеличила производство автомобилей.

На третьем этапе (1947 – 1958 гг.) были разработаны и выпущены автомобили новых конструкций: грузовые – большой грузоподъемности, тягачи, автомобили-самосвалы, пожарные, санитарные и др. С 1948 г. Горьковский автомобильный завод начал производство грузовых автомобилей ГАЗ-63 повышенной проходимости. Одновременно шло техническое перевооружение производства, велись работы по обновлению выпускаемой продукции.

Московский автомобильный завод стал производить грузовые автомобили ЗИС-150 и легковые ЗИС-110. В 1956 г. заводу было присвоено имя И. А. Лихачева, и он начал выпускать автомобили с маркой «ЗИЛ». На Московском заводе малолитражных автомобилей – в настоящее время автозавод имени Ленинского комсомола (производственное объединение «Москвич») – в 1947 г. был начат выпуск автомобилей «Москвич-400».

В связи с вступлением в строй новых автомобильных и автобусных заводов: Минского, Павловского, Кутаисского, Кременчугского и Львовского – еще больше расширился типаж грузовых и легковых автомобилей, а также автобусов.

В 1957 – 1959 гг. появились новые более совершенной конструкции легковые автомобили («Москвич-407», М-21 «Волга», ГАЗ-13 «Чайка», ЗИЛ-111) и более высокой производительности и экономичные грузовые автомобили (ГАЗ-51А, ЗИЛ-164А, «Урал-355М» и др.).

Четвертый этап (1959 – 1965 гг.) характерен увеличением количества выпускаемых автомобилей, повышением их качества, а также специализацией и кооперированием заводов автомобильной промышленности. Появляются новые модели автомобилей: ЗАЗ-965А «Запорожец» Запорожского автомобильного завода «Коммунар» (ЗАЗ), «Москвич-408», УАЗ-450 Ульяновского автомобильного завода им. В. И. Ленина (УАЗ), ГАЗ-53 и ГАЗ-66, ЗИЛ-130, МАЗ-500 Минского автомобильного завода (МАЗ), «Урал-375» Уральского автомобильного завода и др.

Происходит специализация заводов. Например, Ярославский автомобильный завод превращен в моторный завод (ЯМЗ) по выпуску дизелей, а производство грузовых автомобилей большой грузоподъемности передано новому Кременчугскому заводу. Изготовление карьерных самосвалов грузоподъемностью 25 т, выпускавшихся Минским автозаводом, поручено Белорусскому автомобильному заводу (БелАЗ) в г. Жодино.

Пятый этап (1966 – 1970 гг.) характерен реконструкцией и техническим перевооружением действующих заводов (ГАЗ, ЗИЛ, АЗЛК, МАЗ, БелАЗ и др.) и строительством новых автомобильных заводов. Вступили в строй Ижевский автомобильный завод (1966 г.) по производству легковых автомобилей «Москвич-408» и Волжский автомобильный завод (ВАЗ) им. 50-летия СССР в г. Тольятти (производственное объединение АвтоВАЗ). За это пятилетие грузооборот автомобильного транспорта возрос примерно в 1,7 раза. Автомобиль ГАЗ-66 первый из советских грузовых автомобилей был удостоен в 1969 г. государственного Знака качества.

Шестой этап (1971 – 1980 гг.). Особенно интенсивно автомобилестроение развивалось в это десятилетие. Некоторые заводы подверглись реконструкции, и на более высокий уровень поднялись технология и организация производства.

Большого успеха автомобильная промышленность достигла в девятой пятилетке. За всю историю своего развития автомобильная промышленность не знала таких темпов, какие были достигнуты в 1971 – 1975 гг. Не случайно девятую пятилетку называют пятилеткой автомобилизации.

ГАЗ в 1975 г. снял с производства автомобиль ГАЗ-51А и стал выпускать автомобили ГАЗ-52-04, ГАЗ-53А и газобаллонные ГАЗ-53-07 и ГАЗ-24-07 «Волга».

В 1976 г. Камским заводом по производству большегрузных автомобилей был выпущен первый автомобиль КамАЗ-5320.

В 1976 г. в автомобильной промышленности были созданы производственные объединения ВАЗ, АвтоВАЗ, «Автодизель», АвтоУАЗ, БелавтоМАЗ, ГАЗ, ЗИЛ, «Москвич» и др.

ВАЗ приступил к серийному производству (1977 г.) легковых автомобилей ВАЗ-2121 «Нива» повышенной проходимости (колесная формула 4 × 4) с постоянным приводом на все колеса.

В 1977 г. был начат выпуск автомоби-

лей-самосвалов КамАЗ-5511. В 1980 г. ВАЗ приступил к выпуску новой модели легкового автомобиля ВАЗ-2105 «Жигули». Это первый автомобиль с ременным приводом распределительного вала.

Одним из главных итогов работы автомобильной промышленности в десятой пятилетке является создание промышленной основы для дизелизации грузовых автомобилей. В результате в общем выпуске автомобилей увеличилась доля автомобилей с дизелями.

Седьмой этап (с 1981 г.). Этот этап характеризуется дальнейшим развитием автомобильной промышленности. ВАЗ приступил к выпуску модернизированного автомобиля повышенной комфортабельности ВАЗ-2107 «Жигули». ГАЗ к открытию XXVI съезда КПСС выпустил промышленную партию новых легковых автомобилей ГАЗ-3102 «Волга».

В целях экономии топлива и сохранения окружающей среды некоторые автозаводы (УАЗ, ВАЗ и др.) приступили к изготовлению и испытанию электромобилей.

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981 – 1985 годы и на период до 1990 года», принятых XXVI съездом КПСС, предусмотрено развитие производства грузовых автомобилей с дизелями; повышение топливной экономичности двигателей за счет совершенствования их конструкции; создание и начало производства малотоннажных грузовых электромобилей с эффективными источниками тока для внутригородских перевозок; разработка конструкции и организация серийного выпуска специальных автомобилей и автопоездов высокой проходимости для сельского хозяйства, лесной промышленности и строительства и др. Трудно переоценить значение автомобильного транспорта в выполнении Продовольственной программы СССР. Неотъемлемой частью Продовольственной программы является обеспечение агропромышленного комплекса специальной автомобильной техникой.

В целях охраны окружающей среды в стране принят закон «Об охране атмосферного воздуха».

Отечественное автомобилестроение располагает мощной научно-экспериментальной базой. Широкая сеть научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций совместно с техническими службами заводов отрасли обеспечивает высокий уровень автостроения и постоянное его продвижение по пути научно-технического прогресса.

Классификация автомобилей. Автомобильная промышленность в зависимости от назначения и приспособленности к дорожным условиям выпускает автомобили различных типов. По назначению автомобили подразделяют на пассажирские, грузовые, специальные и специализированные. К пассажирским автомобилям, предназначенным для перевозки людей, относятся легковые автомобили и автобусы. Грузовые автомобили служат для перевозки различных грузов.

Пассажирские автомобили, вмещающие не более восьми человек (считая водителя), называют легковыми, а вмещающие более восьми человек – автобусами.

Легковые автомобили по рабочему объему двигателя (л) и сухой массе (кг) разделены на следующие классы:

особо малый (1,2 л; 850 кг);
малый (1,2 – 1,8 л; 850 – 1150 кг);
средний (1,8 – 3,5 л; 1150 – 1500 кг);
большой (свыше 3,5 л; до 1700 кг);
высший (не регламентируется).

Легковые автомобили различают также по типам кузовов (закрытые, открытые и открывающиеся) и по числу мест. Наибольшее распространение получили автомобили с кузовами закрытого типа и числом мест от четырех до семи.

Автобусы, предназначенные для внутригородского и пригородного общественного транспорта, называют городскими, а предназначенные для междугородных перевозок – междугородными и туристскими. Число мест в автобусах в зависимости от назначения составляет 10 – 80.

По длине автобусы разделены на следующие классы:

особо малый (до 5 м);
малый (6,0 – 7,5 м);
средний (8,0 – 9,5 м);
большой (10,5 – 12,0 м);
особо большой (сочлененный) (16,5 м и более).

Грузовые автомобили различают по грузоподъемности, т. е. по массе (т) груза, который можно перевезти в кузове. Грузоподъемность автомобиля обычно указывают для дорог с твердым покрытием; при работе на грунтовых дорогах установленная грузоподъемность снижается примерно на 25%. По грузоподъемности грузовые автомобили разделены на следующие классы:

особо малый (0,3 – 1,0 т);
малый (1,0 – 3,0 т);
средний (3,0 – 5,0 т);

большой (5,0–8,0 т);

особо большой (8,0 т и более).

Автомобили специального назначения выполняют преимущественно нетранспортные работы. К ним относятся коммунальные автомобили для очистки и поливки улиц, пожарные, автокраны, автомагазины, передвижные ремонтные мастерские и т. д.

Специализированные автомобили перевозят грузы со специфическими качествами или особенностями: сыпучие, жидкие, скоропортящиеся, крупногабаритные, трубы, лес, фермы и т. д. К этим автомобилям относятся: самосвалы, фургоны, цистерны, контейнеровозы, фермовозы, панелевозы, рефрижераторы и т. д.

Автомобили, предназначенные для перевозки сыпучих и вязких грузов, оборудуют самосвальными кузовами и называют автомобилями-самосвалами.

Автомобили, приспособленные для буксирования прицепов и полуприцепов, называют автомобилями-тягачами. Автомобиль-тягач или стандартный грузовой автомобиль вместе с одним или несколькими прицепами образует автопоезд.

По приспособленности к дорожным условиям различают автомобили нормальной (обычной) и повышенной проходимости. Первые имеют один, а вторые два или три ведущих моста. Автомобили нормальной проходимости предназначены для работы по благоустроенным дорогам, а повышенной проходимости – для работы по неблагоустроенным дорогам или по бездорожью.

Все автомобили по общему числу колес и числу ведущих колес условно обозначают колесной формулой: 4 × 2; 4 × 4; 6 × 4; 6 × 6 и 8 × 8.

Применяют следующую систему обозначения (индексацию) подвижного состава. Каждой модели автомобиля (прицепного состава) присваивается индекс, состоящий из четырех цифр. Модификации моделей имеют пятую цифру, указывающую порядковый номер модификации, а экспортный вариант модели имеет шестую цифру. Перед цифровым индексом ставят буквы, обозначающие завод-изготовитель. Цифры, входящие в полное обозначение автомобилей, указывают: класс, вид, номер модели, знак модификации, знак экспортного варианта (нормаль ОН 025 270–66*).

Класс подвижного состава (первая цифра):

1 – легковые автомобили с рабочим объемом двигателя до 1,2 л;

2 – то же с рабочим объемом двигателя 1,2 – 1,8 л;

3 – то же с рабочим объемом двигателя 1,8 – 3,5 л;

4 – то же с рабочим объемом двигателя свыше 3,5 л;

5 – грузовые автомобили полной массой 14 – 20 т;

6 – то же полной массой 20 – 40 т;

7 – то же полной массой свыше 40 т;

8 – прицепы;

9 – полуприцепы.

Полная масса снаряженного автомобиля – это собственная масса автомобиля с заправкой, полезным грузом, дополнительным снаряжением, водителем и пассажирами в кабине.

Вид подвижного состава (вторая цифра): 1 – легковые автомобили; 2 – автобусы; 3 – грузовые (бортовые) автомобили; 4 – седельные тягачи; 5 – самосвалы; 6 – цистерны; 7 – фургоны; 8 – резерв; 9 – специальные. Номер модели в каждом классе начинается с 01. Например, легковой автомобиль с рабочим объемом двигателя 1,45 л, выпускаемый ВАЗом, обозначается ВАЗ-2103; автобус с габаритной длиной 7,15 м, выпускаемый ПАЗом, обозначается ПАЗ-3201. Легковой автомобиль ГАЗ-3102 «Волга». что обозначает этот индекс? Первая цифра 3 – класс автомобиля с рабочим объемом двигателя от 1,8 до 3,5 л (2,445 л); вторая цифра 1 – вид – легковой автомобиль; две последние цифры 02 – порядковый номер – вторая модель.

По типу двигателя автомобили разделяют на имеющие карбюраторные двигатели, дизели, газовые двигатели и электродвигатели.

Краткая характеристика некоторых моделей отечественных автомобилей. Основные легковые автомобили, выпускае-

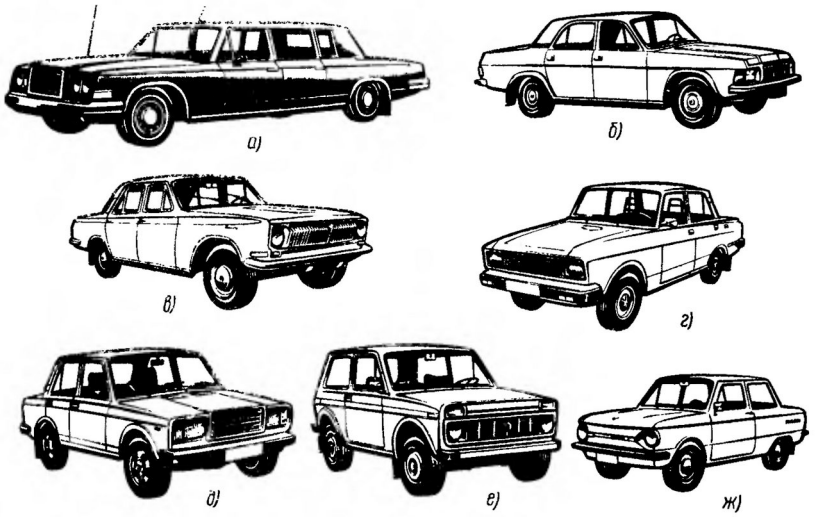


Рис. 1.
Легковые автомобили:

а – ЗИЛ-4104; *б* – ГАЗ-3102 «Волга»; *в* – ГАЗ-24 «Волга»; *г* – «Москвич-2140»; *д* – ВАЗ-2107 «Жигули»; *е* – ВАЗ-2121 «Нива»; *ж* – ЗАЗ-968М «Запорожец»

мые автомобильными заводами, показаны на рис. 1.

Автомобиль ЗИЛ-4104 (рис. 1, *а*) – семиместный, высшего класса. На автомобиле установлен четырехтактный V-образный восьмицилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 7,68 л, степень сжатия 9,3 и развивающий максимальную мощность 231,8 кВт при частоте вращения коленчатого вала 4000 – 4600 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 190 км/ч.

Автомобиль ГАЗ-3102 «Волга» (рис. 1, *б*) – пятиместный, среднего класса. На автомобиле установлен четырехтактный рядный четырехцилиндровый карбюраторный двигатель с форкамерным зажиганием, рабочим объемом 2,445 л, степенью сжатия 8 и максимальной мощностью 77,2 кВт при частоте вращения коленчатого вала 4600 – 4800 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 152 км/ч. Это автомобиль повышенной комфортабельности для служебного пользования, выпускается в незначительном количестве.

Автомобиль ГАЗ-24 «Волга» (рис. 1, *в*) – пятиместный, среднего класса. На автомобиле установлен четырехтактный рядный четырехцилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 2,44 л, степень сжатия 8,2 и развивающий максимальную мощность 69,9 кВт при частоте вращения коленчатого вала 4500 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 147 км/ч.

На ГАЗе организовано массовое производство различных модификаций автомобиля ГАЗ-24 «Волга»: ГАЗ-24-01 (такси); ГАЗ-24-02 (с кузовом универсал); ГАЗ-24-03 (санитарная) и ГАЗ-24-04 (такси с кузовом универсал).

Автомобиль «Москвич-2140» (рис. 1, *г*) – четырехместный (пятиместный), малого класса. В пассажирском помещении автомобиля может разместиться пять человек, считая водителя, при отсутствии багажа и при поездках по дорогам хорошего качества. При длительных поездках и эксплуатации автомобиля по плохим дорогам допу-

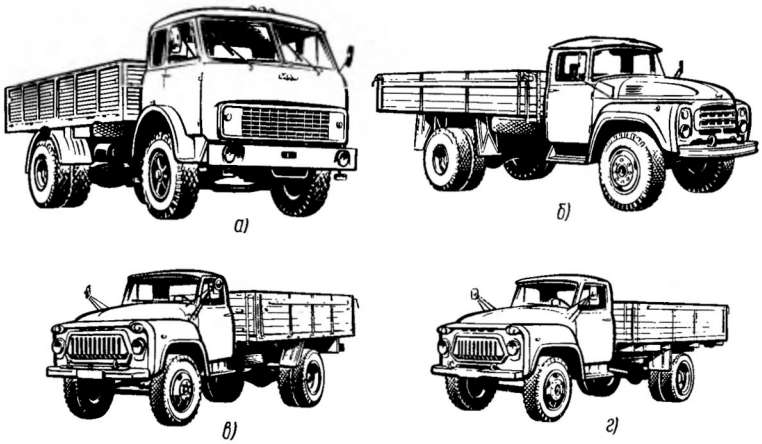


Рис. 2.
Грузовые автомобили с одним ведущим мостом:
а – МАЗ-5335; *б* – ЗИЛ-130; *в* – ГАЗ-53-12;
г – ГАЗ-52-04

скается не более четырех человск. На автомобиле установлен четырехтактный рядный четырехцилиндровый карбюраторный двигатель с рабочим объемом 1,5 л, степенью сжатия 8,8, максимальной мощностью 55 кВт при частоте вращения коленчатого вала 5800 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 140 км/ч.

На АЗЛК проводятся работы по подготовке выпуска новой модели – «Москвич-2141».

Автомобиль ВАЗ-2107 «Жигули» (рис. 1, *д*) – пятиместный, малого класса. На автомобиле установлен четырехтактный рядный четырехцилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 1,458 л, степень сжатия 8,5 и развивающий максимальную мощность 56,6 кВт при частоте вращения коленчатого вала 5600 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 150 км/ч.

Автомобиль ВАЗ-2121 «Нива» (рис. 1, *е*) – четырехместный, малого класса, повышенной проходимости (4 × 4). При поездках на небольшие расстояния может вмещать пять человек, включая водителя. На автомобиле установлен четырехтактный рядный четырехцилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 1,57 л, степень сжатия 8,5 и развивающий максимальную мощность 63,3 кВт при частоте вращения коленчатого вала 5400 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 130 км/ч.

Автомобиль ЗАЗ-968М «Запорожец» (рис. 1, *ж*) – четырехместный, особо малого класса. На автомобиле применен четырехтактный V-образный четырехцилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 1,19 л, степень сжатия 7,2 и развивающий максимальную мощность 29,4 кВт при частоте вращения коленчатого вала 4200–4400 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 118 км/ч. На автомобиле ЗАЗ-968М «Запорожец», кроме указанного, могут быть установлены двигатели мощностью 33 и 37 кВт.

Основные грузовые автомобили с одним ведущим мостом показаны на рис. 2.

Автомобиль МАЗ-5335 (рис. 2, *а*) большой грузоподъемности (8 т). На автомобиле установлен четырехтактный V-образный шестицилиндровый дизель ЯМЗ-236, имеющий рабочий объем 11,15 л, степень сжатия 16,5 и разви-

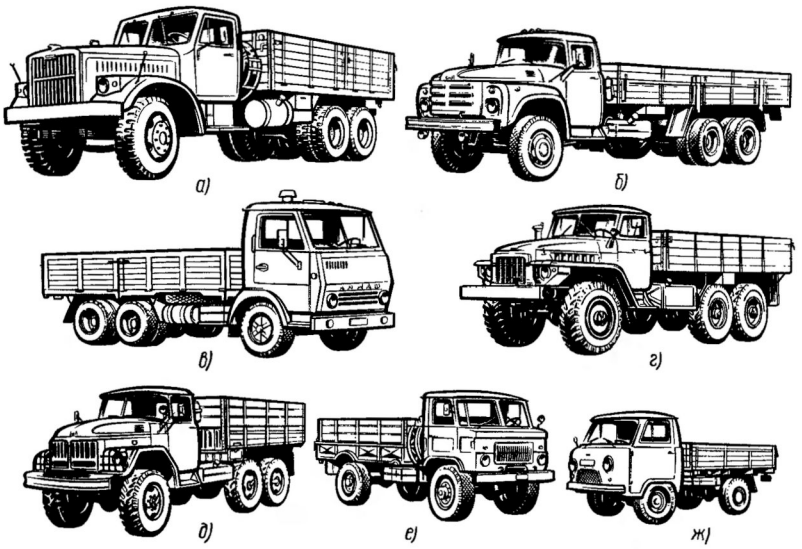


Рис. 3.
Грузовые автомобили с двумя и со всеми ведущими мостами (повышенной проходимости):
а – КрАЗ-257Б1; *б* – ЗИЛ-133ГЯ; *в* – КамАЗ-5320; *г* – «Урал-375Н»; *д* – ЗИЛ-131; *е* – ГАЗ-66; *ж* – УАЗ-452Д

вающий максимальную мощность 132 кВт при частоте вращения коленчатого вала 2100 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля при полной нагрузке 85 км/ч.

Автомобиль ЗИЛ-130 (рис. 2, *б*) большой грузоподъемности (6 т). На автомобиле использован четырехтактный V-образный восьмицилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 6,0 л, степень сжатия 6,5 и развивающий максимальную мощность 110,4 кВт при частоте вращения коленчатого вала 3200 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 90 км/ч.

Автомобиль ГАЗ-53-12 (рис. 2, *в*) средней грузоподъемности (4,5 т). На автомобиле установлен четырехтактный V-образный восьмицилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 4,25 л, степень сжатия 6,7 и развивающий максимальную мощность 88,3 кВт при частоте вращения коленчатого вала 3200 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 80 км/ч. Автомобиль ГАЗ-53-12 – это модернизированный автомобиль ГАЗ-53А. Автомобилю ГАЗ-53-12 и его модификациям присвоен государственный Знак качества, и со временем он должен заменить выпускаемый автомобиль ГАЗ-53А.

Автомобиль ГАЗ-52-04 (рис. 2, *г*) малой грузоподъемности (2,5 т). На автомобиле применен четырехтактный рядный шестицилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 3,48 л, степень сжатия 6,7 и развивающий максимальную мощность 55 кВт при частоте вращения коленчатого вала 2800 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 70 км/ч.

Грузовые автомобили с двумя и со всеми ведущими мостами (повышенной проходимости) показаны на рис. 3.

Автомобиль КрАЗ-257Б1 (рис. 3, *а*) особо большой грузоподъемности (12 т), колесная формула 6 × 4. На автомобиле установлен четырехтактный V-образный восьмицилиндровый дизель ЯМЗ-238,

имеющий рабочий объем 14,86 л, степень сжатия 16,5 и развивающий максимальную мощность 176,6 кВт при частоте вращения коленчатого вала 2100 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 68 км/ч.

Автомобиль ЗИЛ-133ГЯ (рис. 3, *б*) особо большой грузоподъемности (10 т), колесная формула 6 × 4. На автомобиле использован четырехтактный V-образный восьмицилиндровый дизель КамАЗ-740, с рабочим объемом 10,85 л, степенью сжатия 17 и максимальной мощностью 154,5 кВт при частоте вращения колепчатого вала 2600 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 85 км/ч.

Автомобиль КамАЗ-5320 (рис. 3, *в*) большой грузоподъемности (8 т), колесная формула 6 × 4. Двигатель автомобиля – четырехтактный V-образный восьмицилиндровый дизель КамАЗ-740, с рабочим объемом 10,85 л, степенью сжатия 17, максимальной мощностью 154,5 кВт при частоте вращения коленчатого вала 2600 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 80–100 км/ч (в зависимости от передаточного числа главной передачи). Выпускается автомобиль КамАЗ-4310 с колесной формулой 6 × 6.

Автомобиль «Урал-375Н» (рис. 3, *г*) большой грузоподъемности (7,0 т), колесная формула 6 × 6. На автомобиле установлен четырехтактный V-образный восьмицилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 7,0 л, степень сжатия 6,5 и развивающий максимальную мощность 132,5 кВт при частоте вращения коленчатого вала 3200 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 75 км/ч. Выпускается также автомобиль «Урал-4320» с колесной формулой 6 × 6 и дизелем КамАЗ-740.

Автомобиль ЗИЛ-131 (рис. 3, *д*) средней грузоподъемности (3,5 т), колесная формула 6 × 6. На дорогах с твердым покрытием (кроме дорог с булыжным покрытием) масса груза может быть увеличена до 5 т (без прицепа). На автомобиле применен четырехтактный V-образный восьмицилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 6,0 л, степень сжатия 6,5 и развивающий максимальную мощность 110,4 кВт при частоте вращения коленчатого вала 3200 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 80 км/ч.

Автомобиль ГАЗ-66 (рис. 3, *е*) малой грузоподъемности (2,0 т), колесная формула 4 × 4. На автомобиле установлен четырехтактный V-образный восьмицилиндровый карбюраторный двигатель с рабочим объемом 4,25 л, степенью сжатия 6,7 и максимальной мощностью 88,3 кВт при частоте вращения коленчатого вала 3200 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 90 км/ч.

Автомобиль УАЗ-452Д (рис. 3, *ж*) особо малой грузоподъемности (0,8 т), колесная формула 4 × 4. На автомобиле установлен четырехтактный рядный четырехцилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 2,44 л, степень сжатия 6,7 и развивающий максимальную мощность 55,2 кВт при частоте вращения коленчатого вала 4000 об/мин. Наибольшая скорость движения автомобиля 95 км/ч.

Современные отечественные автобусы показаны на рис. 4.

Автобус ЛиАЗ-677М (рис. 4, *а*) большого класса, городского типа. Его выпускает Ликинский автобусный завод (ЛиАЗ). Автобус вмещает 80 человек при номинальной и 110 человек при предельной нагрузках. Число мест для сидения 25. На автобусе установлен четырехтактный V-образный восьмицилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 7,0 л, степень сжатия 6,5 и развивающий максимальную мощность 132 кВт при частоте вращения коленчатого вала 3200 об/мин. Наибольшая скорость движения автобуса 70 км/ч. Этот же завод выпускает автобус большого класса ЛиАЗ-5256 с дизелем КамАЗ-740.

Автобус ЛАЗ-4202 (рис. 4, *б*) среднего класса, городского типа. Автобус вмещает 69 человек при номинальной и 96 человек при предельной нагрузках. Число мест для сидения 25. На автобусе установлен четырехтактный V-образный восьмицилиндровый дизель КамАЗ-740,

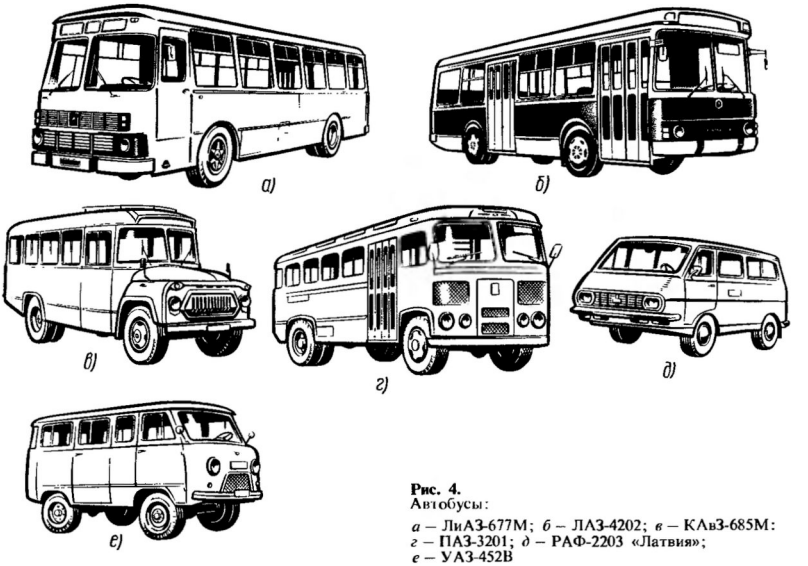


Рис. 4.
Автобусы:
а – ЛиАЗ-677М; *б* – ЛАЗ-4202; *в* – КАвЗ-685М: *г* – ПАЗ-3201; *д* – РАФ-2203 «Латвия»; *е* – УАЗ-452В

имеющий рабочий объем 10,85 л, степень сжатия 17 и развивающий номинальную мощность 154,5 кВт при частоте вращения коленчатого вала 2600 об/мин. Наибольшая скорость движения автобуса 74 км/ч. Львовский автобусный завод выпускает автобусы ЛАЗ-695Н и ЛАЗ-699Р с четырехтактными V-образными восьмицилиндровыми карбюраторными двигателями.

Автобус КАвЗ-685М (рис. 4, *в*) малого класса, городского типа, вмещает 28 человек и имеет 21 место для сидения. Его выпускает Курганский автобусный завод. На автобусе установлен четырехтактный V-образный восьмицилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 4,25 л, степень сжатия 6,7 и развивающий максимальную мощность 88,3 кВт при частоте вращения коленчатого вала 3200 об/мин. Наибольшая скорость движения автобуса 80 км/ч.

Автобус ПАЗ-3201 (рис. 4, *г*) малого класса, городского типа, повышенной проходимости (колесная формула 4 × 4), имеет 26 мест для сидения. На автобусе установлен четырехтактный V-образный восьмицилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 4,25 л, степень сжатия 6,7 и развивающий максимальную мощность 88,3 кВт при частоте вращения коленчатого вала 3200 об/мин. Наибольшая скорость движения автобуса 80 км/ч.

Автобус РАФ-2203 «Латвия» (*рис. 4, д*) особо малого класса, вмещает 12 человек, считая водителя. Его выпускает Рижский автобусный завод (РАФ). На автобусе использован четырехтактный рядный четырехцилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 2,44 л, степень сжатия 8,2 и развивающий максимальную мощность 69,9 кВт при частоте вращения коленчатого вала 4500 об/мин. Наибольшая скорость движения автобуса 120 км/ч.

Автобус УАЗ-452В (рис. 4, *е*) повышенной проходимости, колесная формула 4 × 4, особо малого класса, вмещает 11 человек, считая водителя. На автобусе установлен четырехтактный четырехцилиндровый карбюраторный двигатель, имеющий рабочий объем 2,44 л, степень

сжатия 6,7 и развивающий максимальную мощность 55,2 кВт при частоте вращения коленчатого вала 4000 об/мин. Наибольшая скорость движения автобуса 95 км/ч.

Общее устройство автомобиля. Автомобиль – самоходная машина, приводимая в движение установленным на нем двигателем. Автомобиль состоит из отдельных деталей, узлов, механизмов, агрегатов и систем.

Деталь – часть машины, состоящая из целого куска материала.

Узел – соединение нескольких деталей.

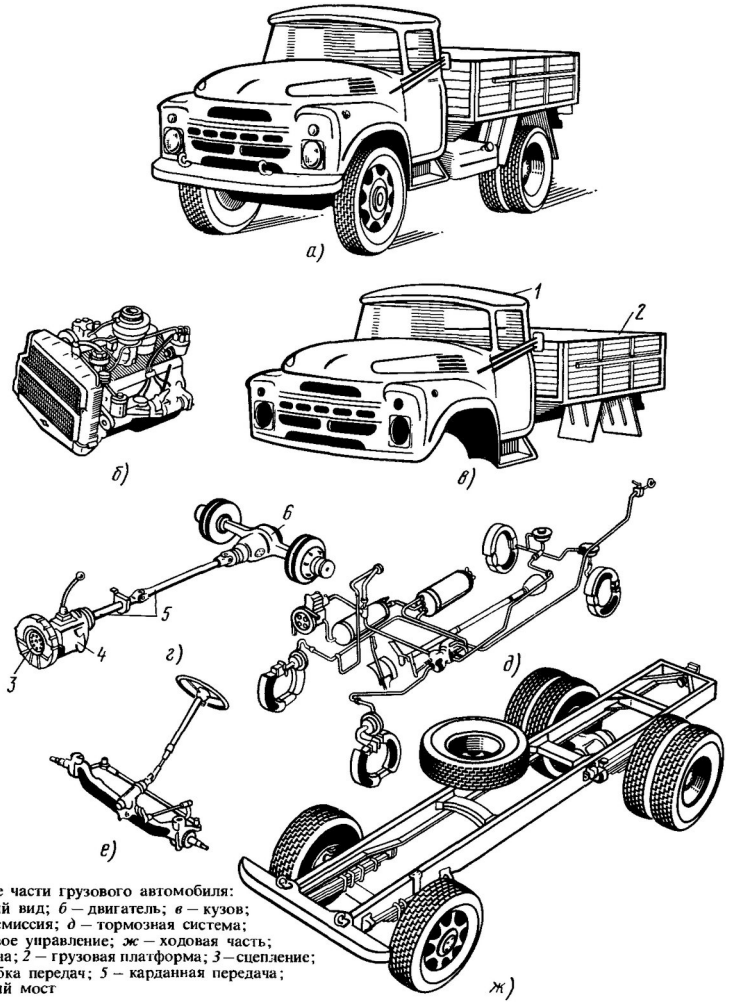


Рис. 5.
Основные части грузового автомобиля:
а – общий вид; *б* – двигатель; *в* – кузов;
г – траисмиссия; *д* – тормозная система;
е – рулевое управление; *ж* – ходовая часть;
1 – кабина; *2* – грузовая платформа; *3* – сцепление;
4 – коробка передач; *5* – карданная передача;
6 – задний мост

Механизм – устройство, предназначенное для преобразования движения и скорости.

Агрегат – соединение нескольких устройств в одно целое.

Система – совокупность отдельных частей, связанных общей функцией (например, системы питания, охлаждения и т. д.).

Автомобиль состоит из трех основных частей (рис. 5): двигателя, шасси и кузова.

Двигатель – источник энергии.

Шасси объединяет трансмиссию, ходовую часть и механизмы управления.

Трансмиссия передает крутящий момент от коленчатого вала двигателя к ведущим колесам автомобиля и изменяет величину и направление этого момента. В трансмиссию входят следующие механизмы: сцепление, коробка передач, карданная передача, главная передача, дифференциал и полуоси. Последние три механизма составляют ведущий мост (как правило задний).

Автомобиль повышенной проходимости в отличие от автомобиля обычной проходимости имеет два или три ведущих моста, а в трансмиссию его кроме известных механизмов и агрегатов дополнительно устанавливают (за коробкой передач) раздаточную коробку. Она распределяет крутящий момент (через карданные передачи) между соответствующими ведущими мостами.

Ходовая часть состоит из рамы, на которой установлены кузов и все механизмы автомобиля, подвески (рессоры и амортизаторы), передних и задних мостов и колес. Крутящий момент, подводимый от двигателя через трансмиссию к ведущим колесам, вызывает противодействие дороги, которое выражается силой реакции, приложенной к ведущим колесам и направленной в сторону движения автомобиля. Силы реакции передаются на ведущий мост, а от него через рессоры на раму автомобиля и толкают ее вперед. Рама, в свою очередь, передает эти силы через передние рессоры на передний мост и к передним колесам, вызывая поступательное движение автомобиля.

В механизмы управления входят рулевое управление, которым изменяют направление движения автомобиля, и тормозная система, позволяющая быстро уменьшать скорость движения или останавливать автомобиль.

Кузов, устанавливаемый на раме, предназначен для размещения водителя и пассажиров в легковом автомобиле и груза в грузовом. Кузов грузового автомобиля состоит из платформы для груза, кабины водителя, капота, закрывающего двигатель, и оперения.

Знание устройства автомобиля – необходимое условие для правильной эксплуатации и ремонта автомобильного транспорта.

РАЗДЕЛ 1

Поршневые автомобильные двигатели

Глава 1
Устройство и основные параметры двигателя
Глава 2
Рабочие циклы
Глава 3
Кривошипно-шатунный механизм
Глава 4
Механизм газораспределения
Глава 5
Система охлаждения
Глава 6
Смазочная система
Глава 7
Система питания карбюраторного двигателя
Глава 8
Система питания двигателя от газобаллонной установки
Глава 9
Система питания дизеля
Глава 10
Системы зажигания и электрического пуска

Глава 1

Устройство и основные параметры двигателя

Двигатель – энергосиловая машина, преобразующая какой-либо вид энергии в механическую работу. На большинстве современных автомобилей установлены поршневые (тепловые) двигатели, называемые двигателями внутреннего сгорания. В них теплота, выделяющаяся при сгорании топлива в цилиндрах, преобразуется в механическую работу.

§ 1. Классификация двигателей

Двигатель как источник механической энергии необходим для движения автомобиля.

Поршневые двигатели внутреннего сгорания классифицируют по следующим признакам:

1) *назначению* – транспортные и стационарные;

2) *способу осуществления рабочего цикла* – четырехтактные и двухтактные;

3) *способу смесеобразования* – с внешним смесеобразованием – карбюраторные или газовые и с внутренним смесеобразованием – дизели;

4) *способу воспламенения рабочей смеси* – с принудительным воспламенением от электрической искры (карбюраторные, газовые и др.); с воспламенением от сжатия (самовоспламенение) – дизели;

5) *виду применяемого топлива* – карбюраторные, работающие на бензине; дизели, работающие на тяжелом дизельном топливе, и двигатели, работающие на сжатом или сжиженном газе;

6) *числу цилиндров* – одноцилиндровые и многоцилиндровые (двух-, трех-, четырех-, шести-, восьмицилиндровые и т. д.);

7) *расположению цилиндров* – однорядные с вертикальным расположением цилиндров в один ряд; однорядные с наклоном оси цилиндров от вертикали на 20 – 40°; V-образные двухрядные, с расположением цилиндров под

углом и с противоположным горизонтальным расположением цилиндров (под углом 180°);

8) *способу наполнения цилиндров свежим зарядом* – двигатели без наддува, в которых наполнение осуществляется за счет разрежения, создаваемого в цилиндре, при движении поршня от ВМТ к НМТ, и с наддувом – наполнение цилиндра свежим зарядом происходит под давлением, которое создается компрессором;

9) *охлаждению* – с жидкостным или воздушным охлаждением.

§ 2. Устройство и основные параметры двигателя

Двигатель внутреннего сгорания состоит из механизмов и систем, выполняющих различные функции. Рассмотрим устройство и принцип работы двигателя внутреннего сгорания на примере четырехтактного одноцилиндрового карбюраторного двигателя (рис. 6). В цилиндре *3* находится поршень с поршневыми кольцами, соединенный с коленчатым валом *12* шатуном *11*. При вращении коленчатого вала поршень совершает возвратно-поступательное движение. Одновременно с коленчатым валом вращается распределительный вал *1*, который через промежуточные детали (толкатель, штангу и коромысло) механизма газораспределения открывает или закрывает впускной *6* и выпускной *9* клапаны. На рис. 6 схематично показано, что впускные и выпускные клапаны приводятся в движение от разных распределительных валов. В действительности все клапаны приводятся в движение от одного распределительного вала. Когда поршень опускается вниз, открывается впускной клапан, и в цилиндр поступает (за счет разрежения) горючая смесь (мелкораспыленное топливо и воздух), приготовленная в карбюраторе, которая при движении поршня вверх сжимается.

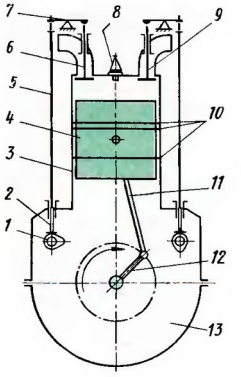


Рис. 6.
Схема четырехтактного одноцилиндрового карбюраторного двигателя:
1 – распределительный вал; *2* – толкатель; *3* – цилиндр; *4* – поршень; *5* – штанга; *6* – впускной клапан; *7* – коромысло; *8* – свеча зажигания; *9* – выпускной клапан; *10* – поршневые кольца; *11* – шатун; *12* – коленчатый вал; *13* – поддон

В работающем двигателе при появлении электрической искры между электродами свечи зажигания *8* смесь, сжатая в цилиндре, воспламеняется и сгорает. Вследствие этого образуются газы, имеющие высокую температуру и большое давление. Под давлением расширяющихся газов поршень опускается вниз и через шатун приводит во вращение коленчатый вал. Так преобразуется прямолинейное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала. При открытии выпускного клапана и при движении поршня вверх из цилиндра удаляются отработавшие газы.

С работой двигателя связаны следующие параметры.

Верхняя мертвая точка (ВМТ) – крайнее верхнее положение поршня (рис. 7).

Нижняя мертвая точка (НМТ) – крайнее нижнее положение поршня.

Радиус кривошипа – расстояние от оси коренной шейки коленчатого вала до оси его шатунной шейки.

Ход поршня S – расстояние между крайними положениями поршня, равное удвоенному радиусу кривошипа коленчатого вала. Каждому ходу поршня соответствует поворот коленчатого вала на угол 180° (пол-оборота).

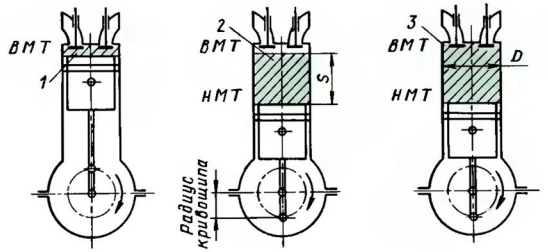


Рис. 7.
Основные положения кривошипно-шатунного механизма:
1 – объем камеры сгорания; *2* – рабочий объем цилиндра; *3* – полный объем цилиндра; *S* – ход поршня; *D* – диаметр цилиндра

Такт – часть рабочего цикла, происходящая за один ход поршня.

Объем камеры сгорания – объем пространства над поршнем при его положении в ВМТ (рис. 7).

Рабочий объем цилиндра – объем пространства, освобождаемого поршнем при перемещении его от ВМТ к НМТ.

Полный объем цилиндра – объем пространства над поршнем при нахождении его в НМТ. Очевидно, что полный объем V_a цилиндра равен сумме рабочего объема V_h цилиндра и объема V_c камеры сгорания, т. е. $V_a = V_h + V_c$.

Литраж двигателя (в л) для многоцилиндровых двигателей – это произведение рабочего объема V_h на число i цилиндров, т. е. $V_л = V_h i$.

Степень сжатия ε – отношение полного объема V_a цилиндра к объему V_c камеры сгорания, т. е.

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c}.$$

Степень сжатия показывает, во сколько раз уменьшается полный объем цилиндра двигателя при перемещении поршня из НМТ в ВМТ. Степень сжатия – величина безразмерная. В карбюраторных двигателях $\varepsilon = 6{,}5 \div 10$, а в дизелях $\varepsilon = 14 \div 21$. С увеличением степени сжатия возрастает мощность и улучшается экономичность двигателя.

Ход поршня S и диаметр D цилиндра обычно определяют размеры двигателя. Если отношение $S/D \leqslant 1$, то двигатель называют *короткоходным*. Большинство современных двигателей – короткоходные.

Глава 2
Рабочие циклы

Рабочим циклом двигателя внутреннего сгорания называют совокупность процессов, которые в определенной последовательности периодически повторяются в цилиндре, в результате чего двигатель непрерывно работает. К этим процессам относятся следующие: впуск – наполнение цилиндра свежим зарядом горючей смеси или воздуха; сжатие газов; расширение газов или рабочий ход; выпуск отработавших газов.

Если рабочий цикл происходит за два оборота коленчатого вала или за четыре хода поршня, то это двигатель *четырехтактный*. Если рабочий цикл происходит за один оборот коленчатого вала или за два хода поршня, то это двигатель *двухтактный*.

§ 3. Рабочий цикл четырехтактного карбюраторного двигателя

При рассмотрении цикла условно принимаем, что каждый такт начинается и заканчивается в одной из мертвых точек.

Первый такт – впуск (рис. 8, *а*). При вращении коленчатого вала *1* поршень *3*

перемещается из ВМТ в НМТ, и в верхней части цилиндра создается разрежение. Распределительный вал через детали механизма газораспределения открывает впускной клапан *7*, который через впускной трубопровод *5* соединяет цилиндр с карбюратором *6*. Горючая смесь, поступающая под действием разрежения из карбюратора по впускному трубопроводу, заполняет цилиндр, где образуется рабочая смесь. Рабочая смесь состоит из горючей смеси и отработавших газов, которые всегда в небольшом количестве остаются в цилиндре от предыдущего цикла. В конце такта впуска, при работе двигателя на режиме полной нагрузки, давление в цилиндре составляет 8 – 9 кПа, а температура рабочей смеси равна 80 – 120 °С (для прогретого двигателя).

Второй такт – сжатие (рис. 8, *б*). Такт впуска заканчивается, когда поршень приходит в НМТ. При дальнейшем повороте коленчатого вала поршень перемещается из НМТ в ВМТ и сжимает рабочую смесь. В течение такта сжатия оба клапана остаются закрытыми. Объем смеси при сжатии уменьшается, а давление внутри цилиндра увеличивается и достигает 100 – 120 кПа. Повышение давления сопровождается увеличением температуры смеси до 300 – 400 °С.

Третий такт – расширение газов или рабочий ход (рис. 8, *в*). Оба клапана закрыты. При подходе поршня в конце такта сжатия к ВМТ между электродами свечи зажигания *8* проскакивает электрическая искра. Сжатая рабочая смесь воспламеняется и быстро сгорает, образуя большое количество горячих газов. Газы давят на поршень, который под их давлением перемещается из ВМТ в НМТ и через шатун *11* вращает коленчатый вал. Это основной такт, так как расширяющиеся газы совершают полезную работу. С момента воспламенения смеси давление газов быстро возрастает, а затем по мере движения поршня вниз и увеличения объема снижается. В конце сгорания и начале расширения давление достигает 300 – 400 кПа при температуре 2000 – 2200 °С, а в конце расширения снижается до 35 – 45 кПа при температуре 1200 – 1500 °С.

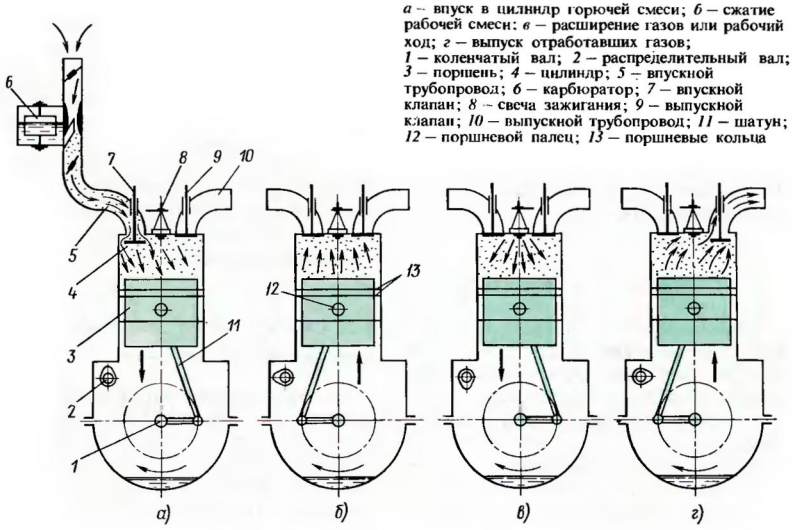


Рис. 8.
Схема работы четырехтактного одноцилиндрового карбюраторного двигателя:
а – впуск в цилиндр горючей смеси; *б* – сжатие рабочей смеси; *в* – расширение газов или рабочий ход; *г* – выпуск отработавших газов;
1 – коленчатый вал; *2* – распределительный вал; *3* – поршень; *4* – цилиндр; *5* – впускной трубопровод; *6* – карбюратор; *7* – впускной клапан; *8* – свеча зажигания; *9* – выпускной клапан; *10* – выпускной трубопровод; *11* – шатун; *12* – поршневой палец; *13* – поршневые кольца

Четвертый такт – выпуск (рис. 8, *г*). Поршень движется от НМТ к ВМТ и через открытый выпускной клапан *9* вытесняет отработавшие газы в выпускной трубопровод *10*, глушитель и далее в атмосферу. При такте выпуска не удается достигнуть полной очистки цилиндра от отработавших газов и часть их остается в цилиндре. В конце выпуска давление равно 10,5 – 12 кПа при температуре 700 – 900 °С. После окончания такта выпуска рабочий цикл двигателя повторяется в рассмотренной выше последовательности.

На заднем конце коленчатого вала устанавливают тяжелый диск – маховик, который во время рабочего хода накапливает энергию, а затем продолжает вращаться по инерции. При этом вместе с маховиком вращается и коленчатый вал, который перемещает поршень в течение остальных вспомогательных тактов.

§ 4. Рабочий цикл четырехтактного дизеля

Рабочий цикл четырехтактного дизеля, как и рабочий цикл четырехтактного карбюраторного двигателя, состоит из четырех повторяющихся тактов: впуска, сжатия, расширения газов или рабочего хода и выпуска. Однако рабочий цикл дизеля существенно отличается от рабочего цикла карбюраторного двигателя. В цилиндр дизеля поступает чистый воздух, а не горючая смесь. Воздух сжимается с высокой степенью сжатия, вследствие чего значительно повышается его давление и температура. В конце сжатия в нагретый воздух из форсунки впрыскивается мелкораспыленное топливо, воспламеняющееся не от электрической искры, а от соприкосновения с горячим воздухом. Поэтому дизель иногда называют двигателем с воспламенением от сжатия. Горючая смесь в этом двигателе образуется при впрыскивании топлива в цилиндр.

Первый такт – впуск (рис. 9, *а*). При движении поршня от ВМТ к НМТ в цилиндре создается разрежение. Впускной клапан *5* открывается, и цилиндр наполняется воздухом, который предварительно проходит через воздухоочиститель. В цилиндре воздух смешивается с небольшим количеством отработавших газов. Давление воздуха в цилиндре (у прогретого двигателя) при

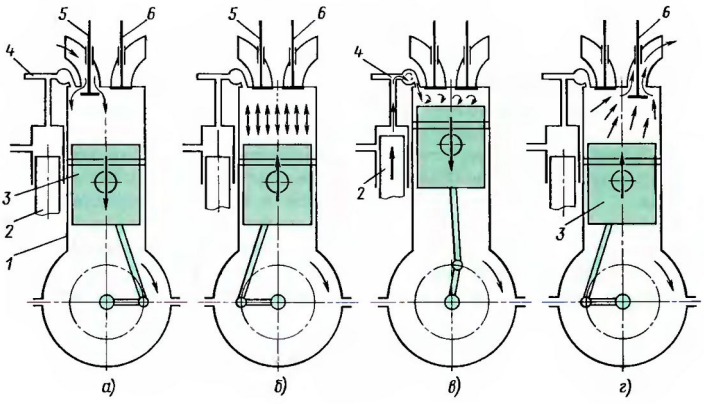


Рис. 9.
Схема работы четырехтактного одноцилиндрового дизеля:
а – впуск воздуха; *б* – сжатие воздуха; *в* – расширение газов или рабочий ход; *г* – выпуск отработавших газов; *1* – цилиндр; *2* – топливный насос; *3* – поршень; *4* – форсунка; *5* – впускной клапан; *6* – выпускной клапан

такте впуска составляет 8 – 9 кПа, а температура достигает 50 – 80 °С.

Второй такт – сжатие (рис. 9, *б*). Поршень движется от НМТ к ВМТ, впускной *5* и выпускной *6* клапаны закрыты. Объем воздуха уменьшается, а его давление и температура увеличиваются. В конце сжатия давление воздуха внутри цилиндра повышается до 400 – 500 кПа, а температура до 600 – 700 °С. Для надежной работы двигателя температура сжатого воздуха в цилиндре должна быть значительно выше температуры самовоспламенения топлива.

Третий такт – расширение газов или рабочий ход (рис. 9, *в*). Оба клапана закрыты. При положении поршня около ВМТ в сильно нагретый и сжатый воздух из форсунки *4* впрыскивается мелкораспыленное топливо под большим давлением (1300 – 1850 кПа), создаваемым топливным насосом *2*. Топливо перемешивается с воздухом, нагревается, испаряется и воспламеняется. Часть топлива сгорает при движении поршня к ВМТ, т. е. в конце такта сжатия, а другая часть – при движении поршня вниз в начале такта расширения. Образующиеся при сгорании топлива газы увеличивают внутри цилиндра двигателя давление до 600 – 800 кПа и температуру до 1800 – 2000 °С. Горячие газы расширяются и давят на поршень *3*, который перемещается от ВМТ к НМТ, совершая рабочий ход.

Четвертый такт – выпуск (рис. 9, *г*). Поршень перемещается от НМТ к ВМТ и через открытый выпускной клапан *6* вытесняет отработавшие газы из цилиндра. Давление и температура в конце выпуска равны соответственно 11 – 12 кПа и 600 – 700 °С. После такта выпуска рабочий цикл дизеля повторяется в рассмотренной выше последовательности.

§ 5. Рабочий цикл двухтактного карбюраторного двигателя

В этом двигателе нет специального механизма газораспределения. Вместо него цилиндр имеет окна (рис. 10):

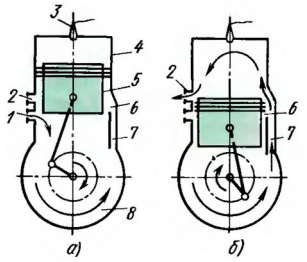


Рис. 10.
Схема работы двухтактного карбюраторного двигателя:

а – сжатие рабочей смеси и впуск горючей смеси в картер; *б* – рабочий ход, выпуск отработавших газов и перепуск смеси из картера в цилиндр; *1* – впускное окно; *2* – выпускное окно; *3* – свеча зажигания; *4* – цилиндр; *5* – поршень; *6* – перепускное окно; *7* – канал; *8* – герметичный картер

впускное окно *1*, соединяющее цилиндр с карбюратором; выпускное окно *2* и перепускное окно *6*, соединяющее цилиндр с герметичным картером при помощи канала *7*. Перемещающийся внутри цилиндра поршень в определенной последовательности открывает и закрывает окна, выполняя функции механизма газораспределения. В цилиндр двухтактного двигателя с кривошипно-камерной продувкой горючая смесь из карбюратора поступает через картер. Для подготовки двигателя к работе необходимо сделать два подготовительных хода: первый – впуск горючей смеси в картер; второй – перепуск горючей смеси из картера в цилиндр.

Первый такт. Поршень *5* (рис. 10, *а*) перемещается снизу вверх и боковой поверхностью сначала закрывает перепускное окно *6*, а затем и выпускное *2*. В цилиндре происходит сжатие рабочей смеси, а в картер вследствие разрежения из карбюратора поступает горючая смесь. При подходе поршня к ВМТ между электродами свечи зажигания появляется электрическая искра, в результате чего рабочая смесь в цилиндре воспламеняется и сгорает.

Второй такт. Образовавшиеся горячие газы расширяются и давят на поршень,

вследствие чего он опускается вниз, совершая рабочий ход (рис. 10, *б*). В конце рабочего хода поршень сначала открывает выпускное окно *2*, и отработавшие газы из цилиндра через глушитель выходят в атмосферу. Опускаясь ниже, поршень открывает перепускное окно *6*, и горючая смесь по каналу *7* поступает в цилиндр, заполняет его и вытесняет отработавшие газы. Незначительная часть горючей смеси вместе с отработавшими газами выходит в атмосферу и не принимает участия в рабочем цикле.

Для улучшения рабочего цикла двухтактного карбюраторного двигателя в цилиндре, как правило, делают по два окна для впуска горючей смеси, выпуска отработавших газов и перепуска смеси. Картер у такого двигателя сухой, т. е. масло в него не наливают. Масло, необходимое для смазывания двигателя, добавляют в топливо в определенной пропорции (1 : 15 – для необкатанного или 1 : 20 – для обкатанного двигателя), тщательно перемешивают, а затем масляно-топливную смесь заливают в топливный бак. Горючая смесь, поступающая из карбюратора в картер и затем в цилиндр, состоит из мелкораспыленного топлива, масла и чистого воздуха.

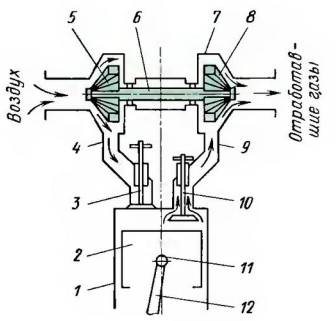


Рис. 11.
Схема работы газотурбинного компрессора дизелей семейства ЯМЗ:
1 – цилиндр; *2* – поршень; *3* – впускной клапан; *4* – впускной трубопровод; *5* – колесо центробежного компрессора; *6* – вал турбокомпрессора; *7* – корпус турбокомпрессора; *8* – колесо турбины; *9* – газоотводящий патрубок; *10* – выпускной клапан; *11* – поршневой палец; *12* – шатун

§ 6. Наддув в дизелях

Мощность двигателя зависит от следующих параметров: частоты вращения коленчатого вала; степени сжатия; рабочего объема двигателя и числа цилиндров. Известно, что дизели работают с большим коэффициентом избытка воздуха ($\alpha = 1{,}3 \div 1{,}7$), и их литровая мощность, т. е. мощность, приходящаяся на единицу рабочего объема, меньше, чем литровая мощность карбюраторных двигателей.

Для повышения литровой мощности в дизелях (семейства ЯМЗ и др.) используют наддув, т. е. воздух в цилиндры подают с помощью компрессора под давлением 15 – 16 кПа, превышающим атмосферное. Так как увеличивается масса воздуха, поступающего в каждый цилиндр, можно увеличить и количество впрыскиваемого топлива. В этом случае при тех же размерах двигателя, частоте вращения коленчатого вала и числе цилиндров мощность его значительно возрастает.

В двигателях с турбонаддувом для привода компрессора используется энергия отработавших газов, т. е. полезная мощность для этих целей не расходуется, и экономичность двигателя повышается. Кроме того, наддув дизелей способствует уменьшению содержания токсических веществ в отработавших газах.

Для осуществления наддува применяют турбокомпрессор (рис. 11), который состоит из двух колес с лопатками – центростремительной радиальной турбины и одноступенчатого компрессора (центробежного нагнетателя), установленных на одном валу. Турбокомпрессор работает следующим образом. При открытом выпускном клапане *10* поршень *2*, двигаясь вверх, выталкивает отработавшие газы из цилиндра *1* в газоотводящий патрубок *9*. Газы с большой скоростью поступают через сопловой аппарат на лопатки

рабочего колеса *8* турбины. Ударяясь в лопатки газовой турбины, они приводят ее во вращение вместе с валом *6*, а затем по трубопроводу выходят в атмосферу. Вместе с валом вращается и рабочее колесо *5* центробежного компрессора, которое засасывает воздух через воздухоочиститель и нагнетает его под избыточным давлением по впускному трубопроводу *4* в цилиндр *1* дизеля. Наполнение цилиндра воздухом увеличивается, и соответственно возрастает количество топлива, впрыскиваемого в цилиндр. При использовании газотурбинного наддува в дизелях нужно применять воздухоочистители с лучшей очисткой воздуха и увеличенной пропускной способностью. Мощность двигателя при этом возрастает на 25 – 40%, однако несколько усложняется его конструкция.

§ 7. Сравнение четырехтактных и двухтактных двигателей

Наибольшее распространение на автомобилях получили четырехтактные двигатели как более совершенные по сравнению с двухтактными. Если сопоставить эти двигатели, то двухтактные имеют следующие преимущества: проще по устройству вследствие отсутствия клапанов с их приводами; в них меньше число подготовительных ходов, а следовательно, вал вращается более равномерно, так как на каждый оборот коленчатого вала приходится рабочий ход; при одинаковых частотах вращения коленчатых валов и равенстве других параметров двухтактные двигатели теоретически должны развивать мощность вдвое большую, чем четырехтактные.

Однако мощность возрастает лишь на 60 – 65%, так как двухтактные двигатели имеют следующие недостатки: часть горючей смеси теряется через выпускные окна при продувке цилиндра, что вызывает перерасход топлива и снижает экономичность двигателя; наличие выпускных и продувочных окон уменьшает рабочий ход поршня; плохая очистка цилиндра от отработавших газов, в результате чего ухудшается его наполнение горючей смесью. Поэтому двухтактные двигатели с кривошипно-камерной продувкой на автомобилях не применяют, а используют, как правило, на мотоциклах или в качестве пусковых двигателей на тракторах.

Сравнивая дизели и карбюраторные двигатели, можно отметить следующие преимущества дизелей: лучшая экономичность, так как меньше расход топлива на единицу мощности (примерно на 30%); применяемое топливо имеет меньшую стоимость и менее опасно в пожарном отношении, чем бензин; в отработавших газах содержится меньше токсических веществ; дизельное топливо оказывает меньшее коррозионное действие на детали двигателя; больше крутящий момент и лучше приемистость автомобиля при малой частоте вращения коленчатого вала; более надежная работа, так как отсутствует система зажигания.

Однако дизели имеют и недостатки: в зимнее время труднее пускаются; при одинаковой мощности имеют бóльшие размеры и массу, чем карбюраторные, так как работают со значительными нагрузками; больший уровень шума при работе.

Газовые двигатели, работающие на сжатом или сжиженном газе, по сравнению с карбюраторными имеют следующие преимущества: не требуют применения дорогостоящего бензина; отработавшие газы содержат значительно меньше токсических веществ и т. д.

§ 8. Механизмы и системы двигателя

Поршневой двигатель внутреннего сгорания состоит из следующих механизмов: кривошипно-шатунного и газораспределения, а также систем: охлаждения, смазочной, питания, зажигания и пуска.

Кривошипно-шатунный механизм вос-

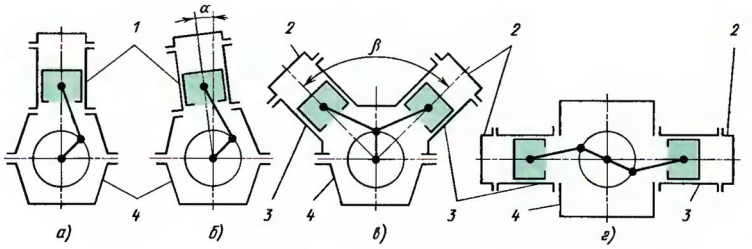


Рис. 12.
Схема расположения цилиндров двигателей:
а – однорядного; *б* – однорядного с наклоном к вертикали; *в* – V-образного; *г* – с противоположно лежащими цилиндрами; *1* – цилиндры; *2* – головка блока; *3* – блок цилиндров; *4* – поддон

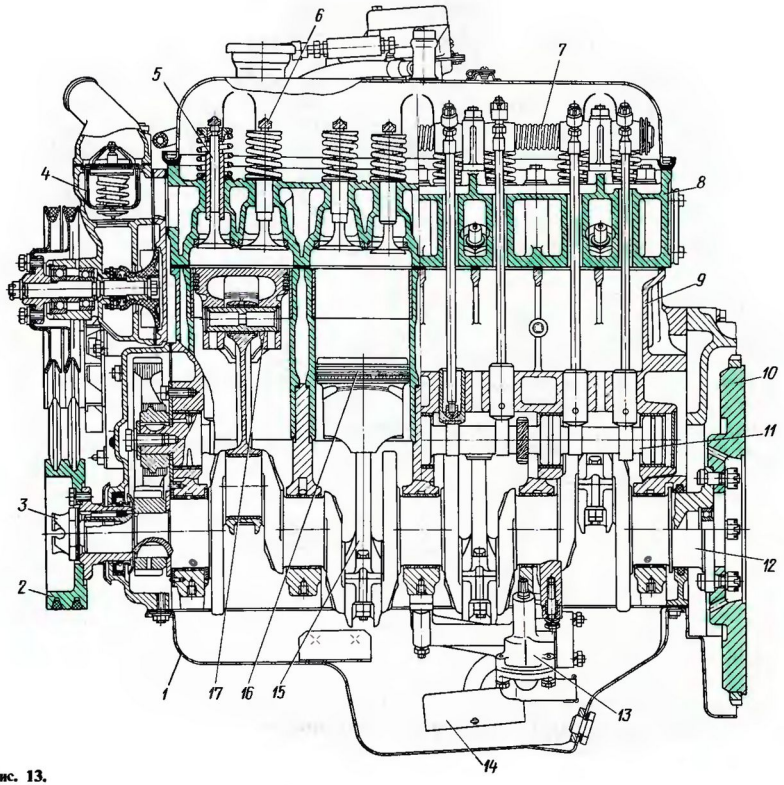


Рис. 13.
Продольный разрез двигателя автомобиля ГАЗ-24 «Волга»:
1 – поддон; *2* – шкив; *3* – храповик; *4* – термостат; *5* – выпускной клапан; *6* – впускной клапан; *7* – распорная пружина; *8* – головка блока; *9* – блок цилиндров; *10* – маховик; *11* – распределительный вал; *12* – коленчатый вал; *13* – масляный насос; *14* – маслоприемник; *15* – шатун; *16* – поршневые кольца; *17* – поршневой палец

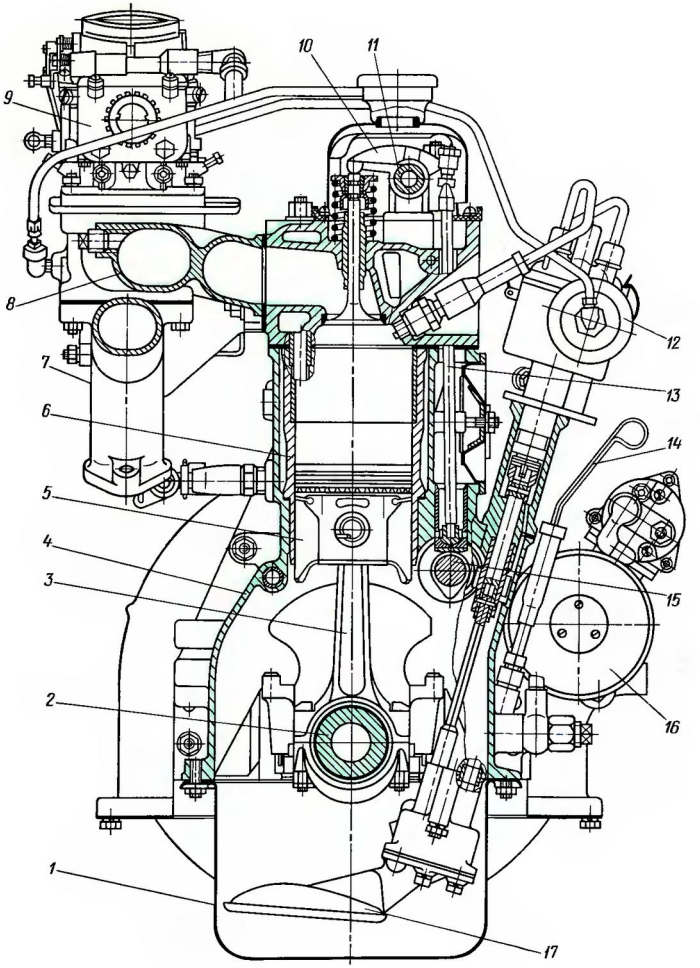


Рис. 14.
Поперечный разрез двигателя автомобиля ГАЗ-24 «Волга»:

1 – поддон; *2* – коленчатый вал; *3* – шатун; *4* – блок цилиндров; *5* – поршень; *6* – гильза цилиндра; *7* – выпускной трубопровод; *8* – впускной трубопровод; *9* – карбюратор; *10* – коромысло; *11* – ось коромысел; *12* – распределитель зажигания; *13* – штанга; *14* – указатель уровня масла; *15* – распределительный вал; *16* – стартер; *17* – маслоприемник

принимает давление газов и преобразует прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала.

Механизм газораспределения предназначен для открытия и закрытия клапанов, что необходимо для впуска в цилиндр горючей смеси (карбюратор-

ные и газовые двигатели) или воздуха (дизели) и выпуска отработавших газов.

Система охлаждения обеспечивает нормальный температурный режим двигателя.

Смазочная система обеспечивает подачу смазочного материала к трущимся поверхностям для уменьшения трения, снижения износа и отвода теплоты от контактирующих поверхностей.

Система питания служит для подачи отдельно топлива и воздуха в цилиндры дизеля или для приготовления горючей смеси из мелкораспыленного топлива и воздуха и подвода смеси к цилиндрам карбюраторного или газового двигателей.

Система зажигания обеспечивает воспламенение рабочей смеси в карбюраторных и газовых двигателях (в дизелях топливо воспламеняется от соприкосновения с горячим воздухом, поэтому они не имеют специальной системы зажигания).

Система пуска служит для проворачивания коленчатого вала двигателя при его пуске.

§ 9. Число цилиндров двигателя и их расположение

В одноцилиндровом четырехтактном двигателе коленчатый вал вращается неравномерно, поэтому маховик должен обладать большим моментом инерции. В многоцилиндровом двигателе вращение коленчатого вала происходит равномернее, так как рабочие ходы в различных цилиндрах не совпадают друг с другом. Чем больше цилиндров имеет двигатель, тем равномернее вращается коленчатый вал. Нагрузка на детали кривошипно-шатунного механизма в многоцилиндровом двигателе изменяется более плавно, чем в одноцилиндровом.

Цилиндры двигателя могут быть расположены следующим образом: вертикально в один ряд – однорядные (рис. 12, *а*, двигатели автомобилей ВАЗ-2107 «Жигули», ГАЗ-52-04, ГАЗ-3102 «Волга», ЗИЛ-157КД и др.); под углом α к вертикали (рис. 12, *б*, двигатель автомобиля «Москвич-2140»); в два ряда – V-образные (рис. 12, *в*, двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130, МАЗ-5335, КамАЗ-5320, «Урал-4320» и др.) и горизонтально с углом 180° между рядами цилиндров – двигатели с противоположно лежащими цилиндрами (рис. 12, *г*). Последние иногда называют двигателями с противоположно движущимися поршнями. При таком расположении цилиндров уменьшается высота двигателя и его можно устанавливать под полом кузова, например в автобусах.

При двухрядном V-образном расположении цилиндров двигатель имеет большую жесткость конструкции, меньшие размеры и массу, чем однорядный той же мощности. Жесткий коленчатый вал (вследствие уменьшения его длины) допускает работу без гасителя крутильных колебаний и позволяет форсировать двигатель по степени сжатия. К недостаткам V-образных двигателей можно отнести их значительную ширину и более сложную конструкцию.

На отечественных автомобилях устанавливают четырехцилиндровые (рис. 13 и 14), шестицилиндровые (рис. 19 и 20) и восьмицилиндровые (рис. 15 – 18, 21 и 22) двигатели. Многоцилиндровые двигатели обычно делают V-образными с цилиндрами, расположенными под углами β (см. рис. 12), равными 60, 75 или (чаще) 90°.

§ 10. Однорядные двигатели

Четырехцилиндровый двигатель. Равномерность работы многоцилиндрового двигателя обеспечивается в том случае, если чередование рабочих ходов в его цилиндрах происходит через равные углы поворота коленчатого вала. Рабочий цикл в четырехтактном двигателе совершается за два оборота коленчатого вала, т. е. за поворот вала на 720°.

Для определения угла, через который в цилиндрах будут повторяться одно-

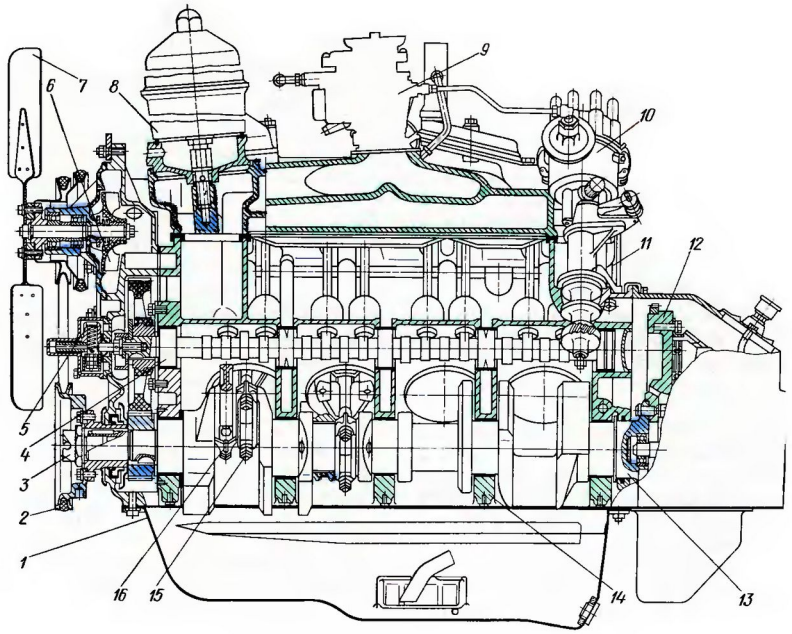


Рис. 15.
Продольный разрез двигателя автомобиля ГАЗ-53-12:

1 – поддон; *2* – шкив коленчатого вала; *3* – храповик; *4* – распределительный вал; *5* – датчик ограничителя частоты вращения; *6* – водяной насос; *7* – вентилятор; *8* – полнопоточный масляный фильтр; *9* – карбюратор; *10* – распределитель зажигания; *11* – блок цилиндров; *12* – маховик; *13* – коленчатый вал; *14* – крышка коренного подшипника; *15* – шатун первого цилиндра (правого по ходу ряда); *16* – шатун пятого цилиндра (левого по ходу ряда)

именные такты (допустим, такты расширения), необходимо 720° разделить на число цилиндров двигателя. В четырехцилиндровом двигателе такт расширения совершается через $720 : 4 = 180°$ поворота коленчатого вала. За каждые два оборота коленчатого вала в четырехтактном четырехцилиндровом двигателе происходит четыре такта расширения, четыре такта выпуска и т. д., т. е. рабочий цикл повторяется 4 раза.

Поскольку чередование одноименных тактов происходит через 180° поворота коленчатого вала, то и шатунные шейки вала должны быть расположены под углом 180° одна к другой, т. е. лежать в одной плоскости. Шатунные шейки первого и четвертого цилиндров направлены в одну сторону относительно оси коленчатого вала, а шатунные шейки второго и третьего цилиндров – в противоположные (рис. 23, *а*). Такая форма коленчатого вала обеспечивает равномерное чередование рабочих ходов в цилиндрах и удовлетворительную уравновешенность двигателя, так как все поршни одновременно приходят в крайние положения (два поршня вверх и два вниз).

Последовательность чередования (за рабочий цикл) одноименных тактов в различных цилиндрах двигателя называют *порядком работы* цилиндров двигателя. Порядок работы четырехцилиндровых четырехтактных двигателей может быть 1 – 3 – 4 – 2 или 1 – 2 – 4 – 3.

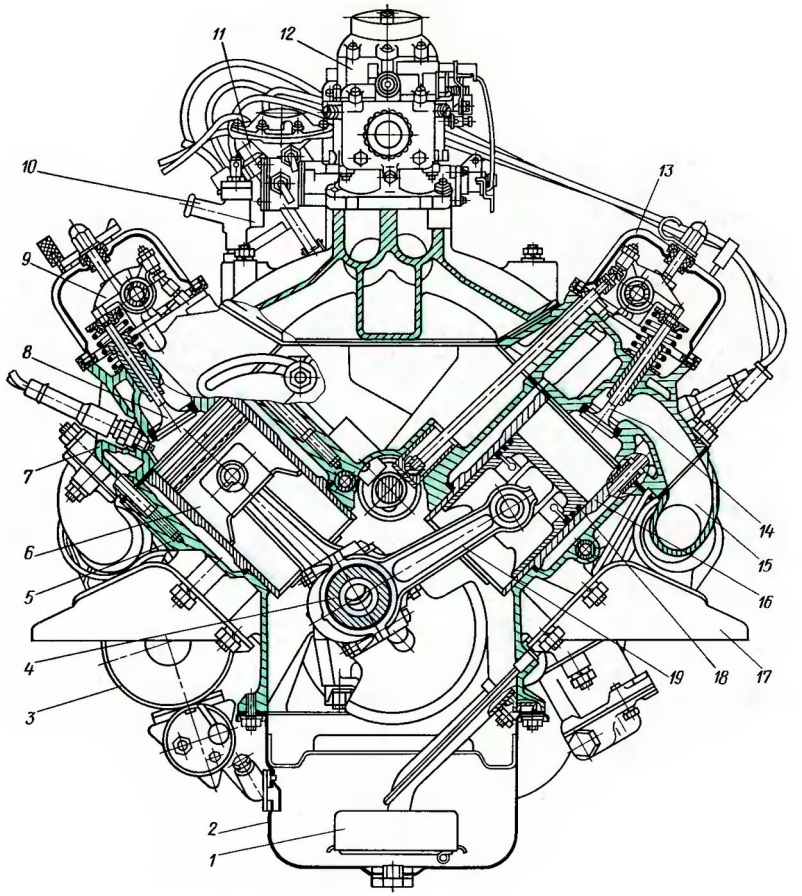


Рис. 16.
Поперечный разрез двигателя автомобиля ГАЗ-53-12:
1 — маслоприемник; *2* — поддон; *3* — стартер; *4* — коленчатый вал; *5* — блок цилиндров; *6* — поршень; *7* — головка блока; *8* — впускной клапан; *9* — коромысло; *10* — кран отопителя кабины; *11* — распределитель зажигания; *12* — карбюратор; *13* — крышка головки блока; *14* — выпускной клапан; *15* — выпускной трубопровод; *16* — гильза цилиндра; *17* — кронштейн крепления двигателя; *18* — поршневое кольцо; *19* — шатун

При выборе порядка работы двигателя конструкторы стремятся как можно равномернее распределить нагрузку на шатунные и коренные шейки коленчатого вала. Максимальные нагрузки на шейки коленчатого вала возникают в те моменты, когда в цилиндрах совершаются такты расширения (рабочие ходы).

Рассмотрим последовательность чередования рабочих ходов в цилиндрах. Если, например, в первом цилиндре за первую половину оборота коленчатого вала (0—180°) происходит рабочий ход,

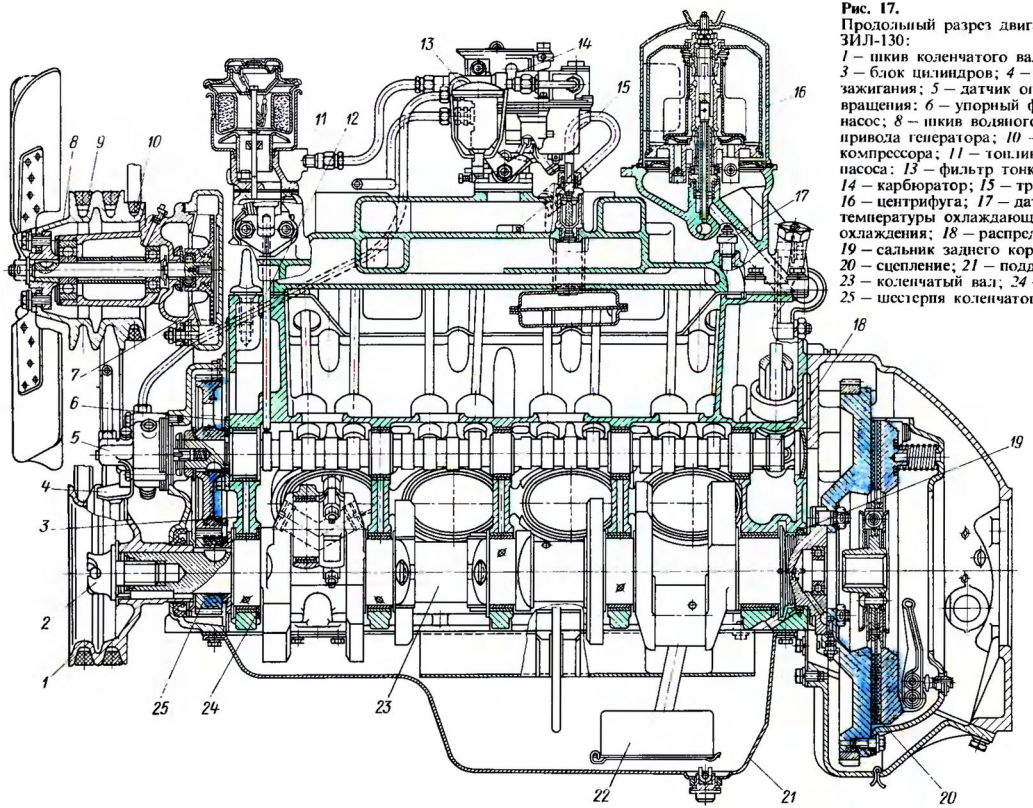


Рис. 17.
Продольный разрез двигателя автомобиля ЗИЛ-130:
1 – шкив коленчатого вала; *2* – храповик; *3* – блок цилиндров; *4* – указатель установки зажигания; *5* – датчик ограничителя частоты вращения; *6* – упорный фланец; *7* – водяной насос; *8* – шкив водяного насоса; *9* – ремень привода генератора; *10* – ремень привода компрессора; *11* – топливный насос; *12* – штанга насоса; *13* – фильтр тонкой очистки топлива; *14* – карбюратор; *15* – трубка вентиляции картера; *16* – центрифуга; *17* – датчик указателя температуры охлаждающей жидкости в системе охлаждения; *18* – распределительный вал; *19* – сальник заднего коренного подшипника; *20* – сцепление; *21* – поддон; *22* – маслоприемник; *23* – коленчатый вал; *24* – упорная шайба; *25* – шестерня коленчатого вала

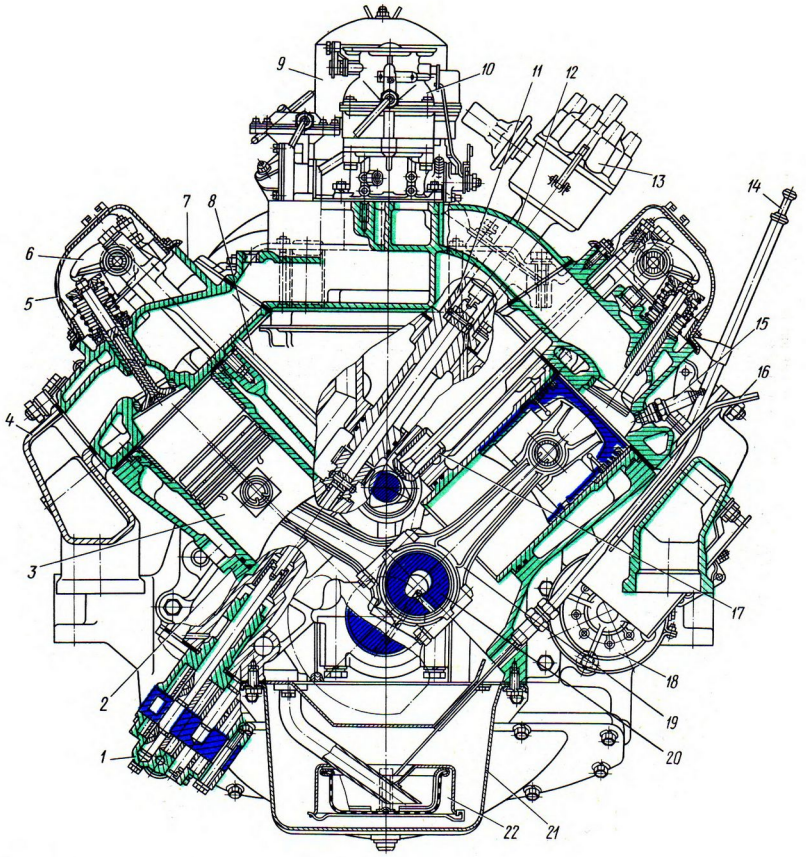
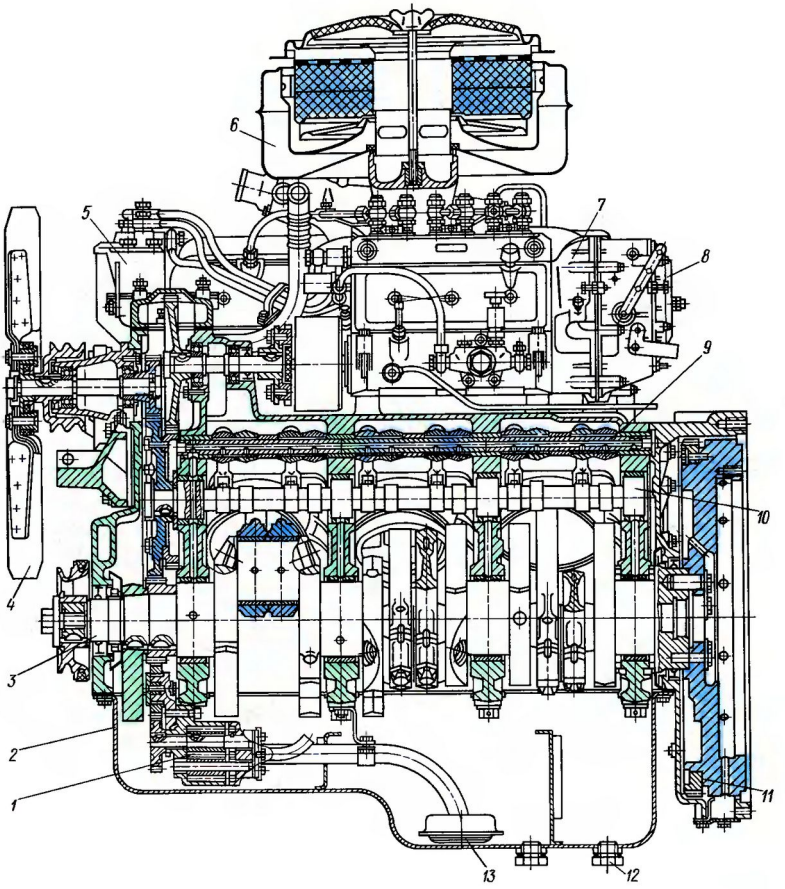


Рис. 18.
Поперечный разрез двигателя автомобиля ЗИЛ-130:
1 – масляный насос; *2* – блок цилиндров; *3* – поршень; *4* – выпускной трубопровод; *5* – крышка головки блока; *6* – коромысло; *7* – головка блока; *8* – штанга коромысла; *9* – центрифуга; *10* – карбюратор; *11* – корпус привода распределителя зажигания; *12* – впускной трубопровод; *13* – распределитель зажигания; *14* – указатель уровня масла; *15* – свеча зажигания; *16* – щиток свечей; *17* – толкатель; *18* – стартер; *19* – шатун; *20* – коленчатый вал; *21* – поддон; *22* – маслоприемник

то за вторую его половину (180–360°) рабочий ход будет осуществляться в третьем цилиндре, за первую половину второго оборота (360–540°) – в четвертом цилиндре и за вторую половину второго оборота (540–720°) – во втором цилиндре. Следовательно, порядок работы двигателя 1 – 3 – 4 – 2 (табл. 1). Рассмотренный порядок чередования рабочих ходов в цилиндрах двигателя может быть изменен. Для этого при том же расположении колен коленчатого вала необходимо изменить последовательность открытия и закрытия клапанов, что зависит от конструкции механизма газо-



1. Чередование тактов в четырехтактном однорядном четырехцилиндровом двигателе с порядком работы 1 — 3 — 4 — 2

Обороты коленчатого вала	Угол поворота коленчатого вала, °	Цилиндры			
		1	2	3	4
Первый	0 — 180	Рабочий ход	Выпуск	Сжатие	Впуск
	180 — 360	Выпуск	Впуск	Рабочий ход	Сжатие
Второй	360 — 540	Впуск	Сжатие	Выпуск	Рабочий ход
	540 — 720	Сжатие	Рабочий ход	Впуск	Выпуск

expert22 для http://rutracker.org

Рис. 19.
Продольный разрез дизеля ЯМЗ-236:
1 – масляный насос; *2* – поддон; *3* – коленчатый вал; *4* – вентилятор; *5* – фильтр тонкой очистки топлива; *6* – воздухоочиститель; *7* – топливный насос высокого давления; *8* – всережимный регулятор; *9* – ось толкателей; *10* – распределительный вал; *11* – маховик; *12* – пробка для слива масла; *13* – маслоприемник

распределения и последовательности зажигания смеси в цилиндрах двигателя.

Предположим, что в течение рабочего хода в первом цилиндре за первый поворот коленчатого вала на угол 0 – 180° во втором цилиндре будет происходить сжатие, а в третьем – выпуск.

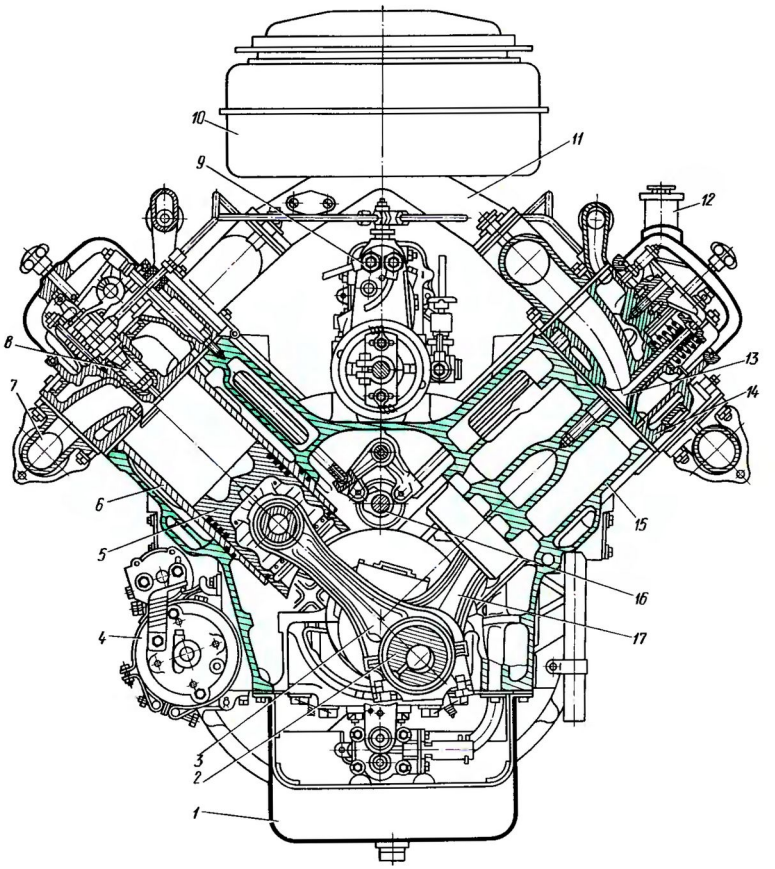


Рис. 20.
Поперечный разрез дизеля ЯМЗ-236:
1 – поддон; *2* – коленчатый вал; *3* – шатун правого (по ходу автомобиля) ряда цилиндров; *4* – стартер; *5* – поршень; *6* – гильза цилиндра; *7* – выпускной трубопровод; *8* – форсунка; *9* – топливный насос высокого давления; *10* – воздухоочиститель; *11* – переходник впускных трубопроводов; *12* – маслозаливная горловина; *13* – впускной клапан; *14* – головка блока; *15* – блок цилиндров; *16* – распределительный вал; *17* – шатун левого (по ходу автомобиля) ряда цилиндров

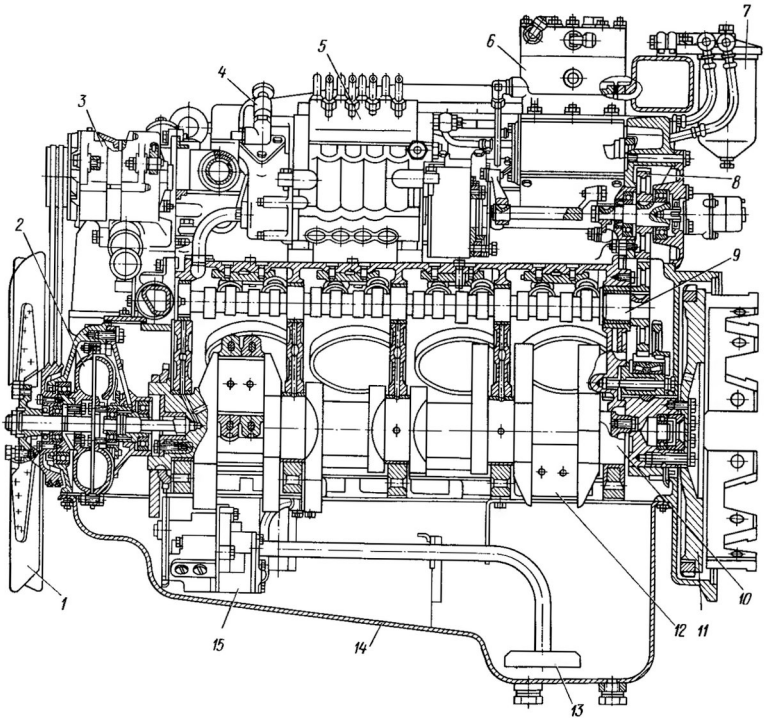


Рис. 21.
Продольный разрез дизеля КамАЗ-740:
1 – вентилятор; *2* – гидромуфта привода вентилятора; *3* – генератор; *4* – ручной топливоподкачивающий насос; *5* – топливный насос высокого давления; *6* – компрессор; *7* – фильтр тонкой очистки топлива; *8* – шестерня привода топливного насоса; *9* – распределительный вал; *10* – коленчатый вал; *11* – маховик; *12* – шатунная шейка коленчатого вала; *13* – маслоприемник; *14* – поддон; *15* – масляный насос

2. Чередование тактов в четырехтактном однорядном четырехцилиндровом двигателе с порядком работы 1 – 2 – 4 – 3

Обороты коленчатого вала	*Угол поворота коленчатого вала, °*	*Цилиндры*			
		1	*2*	*3*	*4*
Первый	*0 – 180*	*Рабочий ход*	*Сжатие*	*Выпуск*	*Впуск*
	180 – 360	*Выпуск*	*Рабочий ход*	*Впуск*	*Сжатие*
Второй	*360 – 540*	*Впуск*	*Выпуск*	*Сжатие*	*Рабочий ход*
	540 – 720	*Сжатие*	*Впуск*	*Рабочий ход*	*Выпуск*

Тогда двигатель будет иметь порядок работы 1 – 2 – 4 – 3 (табл. 2). Двигатели автомобилей «Москвич-2140», семейства ВАЗ «Жигули» и другие имеют порядок работы 1 – 3 – 4 – 2, а двигатели автомобилей УАЗ, ГАЗ-3102 «Волга», ГАЗ-24 «Волга» порядок 1 – 2 – 4 – 3.

Шестицилиндровый двигатель. Одноименные такты у однорядного четырехтактного шестицилиндрового двигателя совершаются через 120° угла поворота коленчатого вала, так как 720° : 6 = 120°. Колена коленчатого вала расположены попарно в трех плоскостях под углом

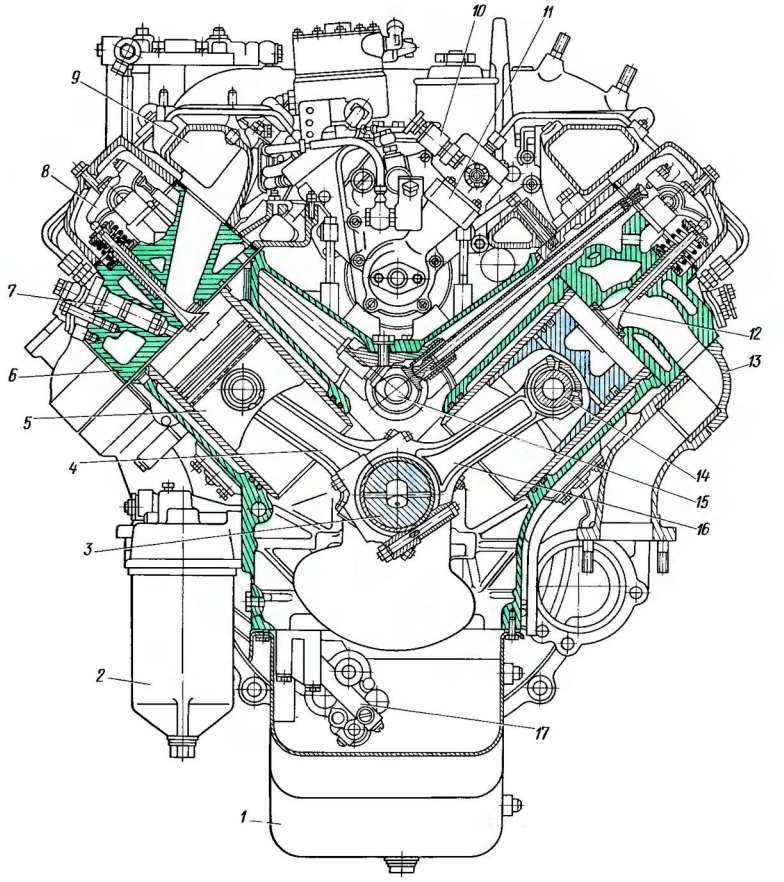


Рис. 22.
Поперечный разрез дизеля КамАЗ-740:
1 – поддон; *2* – полнопоточный масляный фильтр; *3* – коленчатый вал; *4* – шатун правого (по ходу автомобиля) ряда цилиндров; *5* – поршень с поршневыми кольцами; *6* – головка цилиндра; *7* – форсунка; *8* – коромысло; *9* – впускной трубопровод; *10* – ручной топливоподкачивающий насос; *11* – топливный насос высокого давления; *12* – выпускной клапан; *13* – выпускной трубопровод; *14* – поршневой палец; *15* – распределительный вал; *16* – шатун левого (по ходу автомобиля) ряда цилиндров; *17* – масляный насос

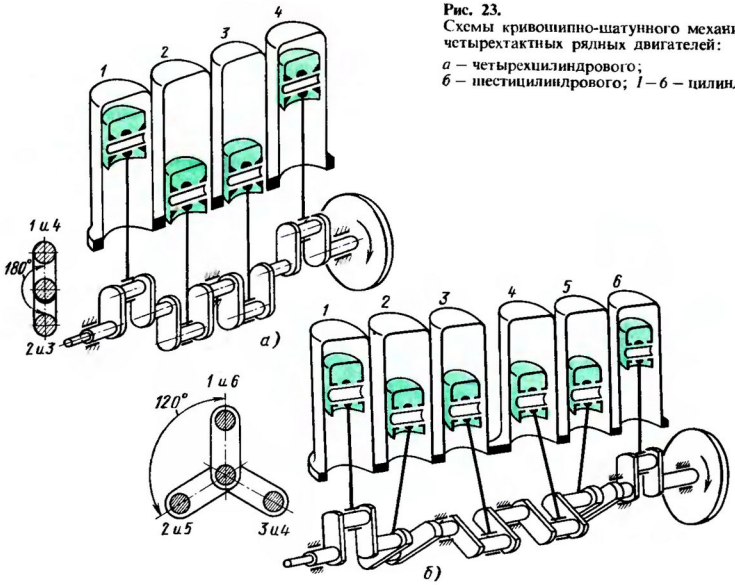


Рис. 23.
Схемы кривошипно-шатунного механизма четырехтактных рядных двигателей:
а – четырехцилиндрового;
б – шестицилиндрового; *1 – 6* – цилиндры

3. Чередование тактов в четырехтактном однорядном шестицилиндровом двигателе с порядком работы 1 – 5 – 3 – 6 – 2 – 4

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

120°. Допустим, что первое и шестое колена направлены вверх, тогда второе и пятое колена будут направлены влево вниз, а третье и четвертое – вправо вниз, если смотреть на коленчатый вал с переднего торца (рис. 23, *б*).

Шестицилиндровый двигатель (например, двигатели автомобилей ЗИЛ-157КД и ГАЗ-52-04) имеет порядок работы 1 – 5 – 3 – 6 – 2 – 4 (табл. 3). Это означает, что если в первом цилиндре происходит рабочий ход, то после поворота коленчатого вала на угол 120° рабочий ход начинается в пятом цилиндре и т. д. При этом в одном цилиндре рабочий ход еще не заканчивается, как через 120° он начинается в другом, т. е. при повороте на 60° рабочий ход в одном цилиндре перекрывается рабочим ходом в другом цилиндре, и коленчатый вал вращается равномернее. В шестицилиндровом двигателе поршни только двух цилиндров одновременно приходят в одноименные мертвые точки. Силы инерции масс, движущихся возвратно-поступательно, в этом двигателе взаимно уравновешены.

§ 11. V-образные двигатели

Шестицилиндровый V-образный двигатель. К такому двигателю относится четырехтактный дизель ЯМЗ-236. Угол развала между его цилиндрами равен 90°. Колена коленчатого вала расположены в трех плоскостях под углом 120° одно к другому. Особенностью этого двигателя является коленчатый вал, имеющий три кривошипа, к каждому из которых присоединено по два шатуна: к первому кривошипу – шатуны первого и четвертого цилиндров; ко второму – второго и пятого цилиндров и к третьему – третьего и шестого цилиндров.

В этом двигателе, имеющем порядок работы 1 – 4 – 2 – 5 – 3 – 6, одноименные такты в цилиндрах происходят неравномерно через 90 и 150° (табл. 4). Если в первом цилиндре осуществляется рабочий ход, то в четвертом он начинается через 90°, во втором – через 150°, в пятом – через 90°, в третьем – через 150° и в шестом – через 90°. Поэтому двигатель ЯМЗ-236 имеет повышенную неравномерность хода и в нем приходится устанавливать на коленчатом валу маховик с относительно большим моментом инерции (на 60 – 70% большим, чем для однорядного двигателя).

Восьмицилиндровый V-образный двигатель. Цилиндры в таком двигателе (например, двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130 и КамАЗ-5320) расположены под углом 90° один к другому (рис. 24, *б*). Одноименные такты в цилиндрах начинаются через угол поворота коленчатого вала,

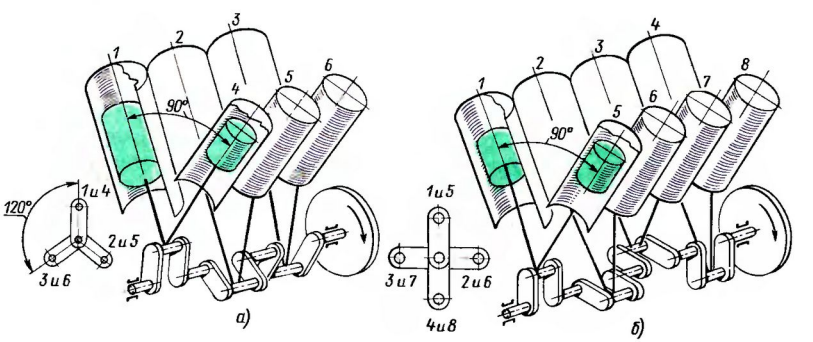


Рис. 24.
Схемы кривошипно-шатунного механизма четырехтактных V-образных двигателей:
а – шестицилиндрового; *б* – восьмицилиндрового; *1–8* – цилиндры

4. Чередование тактов в четырехтактном V-образном шестицилиндровом двигателе с порядком работы 1 – 4 – 2 – 5 – 3 – 6

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

равный $720 : 8 = 90°$. Следовательно, кривошипы коленчатого вала расположены крестообразно под углом 90°. К первому кривошипу присоединены шатуны первого и пятого цилиндров, ко второму – второго и шестого цилиндров, к третьему – третьего и седьмого цилиндров, к четвертому – четвертого и восьмого цилиндров. В восьмицилиндровом четырехтактном двигателе за два оборота коленчатого вала совершается восемь рабочих ходов. Перекрытие рабочих ходов в различных цилиндрах происходит в течение поворота коленчатого вала на угол 90°, что способствует его равномерному вращению. Порядок работы восьмицилиндрового двигателя 1 – 5 – 4 – 2 – 6 – 3 – 7 – 8 (табл. 5).

Зная порядок работы цилиндров дви-

5. Чередование тактов в четырехтактном V-образном восьмицилиндровом двигателе с порядком работы 1 – 5 – 4 – 2 – 6 – 3 – 7 – 8

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

гателя, можно правильно распределить провода по свечам зажигания, присоединить топливопроводы к форсункам и отрегулировать клапаны.

Глава 3

Кривошипно-шатунный механизм

Кривошипно-шатунный механизм преобразует прямолинейное возвратно-поступательное движение поршней, воспринимающих давление газов, во вращательное движение коленчатого вала. Детали кривошипно-шатунного механизма можно разделить на две группы: подвижные и неподвижные. К первым относится поршень с кольцами и поршневым пальцем, шатун, коленчатый вал и маховик, ко вторым – блок цилиндров, головка блока, крышка блока распределительных зубчатых колес и поддон (картер). В обе группы входят также и крепежные детали.

§ 12. Блок цилиндров

Блок цилиндров или блок-картер (рис. 25) является остовом двигателя. На нем и внутри него расположены основные механизмы и детали систем двигателя. Блок цилиндров – это сложная отливка коробчатой формы. Он может быть отлит из легированного серого чугуна (двигатели автомобилей ЗИЛ-130, МАЗ-5335, КамАЗ-5320) или из алюминиевого сплава (двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-3102 «Волга», ГАЗ-53-12 и др.). После литья блок цилиндров подвергают искусственному старению, что уменьшает его коробление в процессе эксплуатации и обеспечивает сохранность правильной геометрической формы.

Блок цилиндров *1* (рис. 26, *а*) может быть отлит вместе с цилиндрами или иметь вставные цилиндры-гильзы (рис. 26, *б – г*). Горизонтальная перегородка делит блок цилиндров на верхнюю и нижнюю части. В верхней части блока и в горизонтальной перегородке расточены отверстия для установки гильз цилиндров. В цилиндре, являющемся направляющей при движении поршня, совершается рабочий цикл двигателя. Гильзы могут быть мокрыми или сухими. Гильзу цилиндра называют мокрой, если она омывается жидкостью системы охлаждения, и сухой, если она непосредственно не соприкасается с охлаждающей жидкостью.

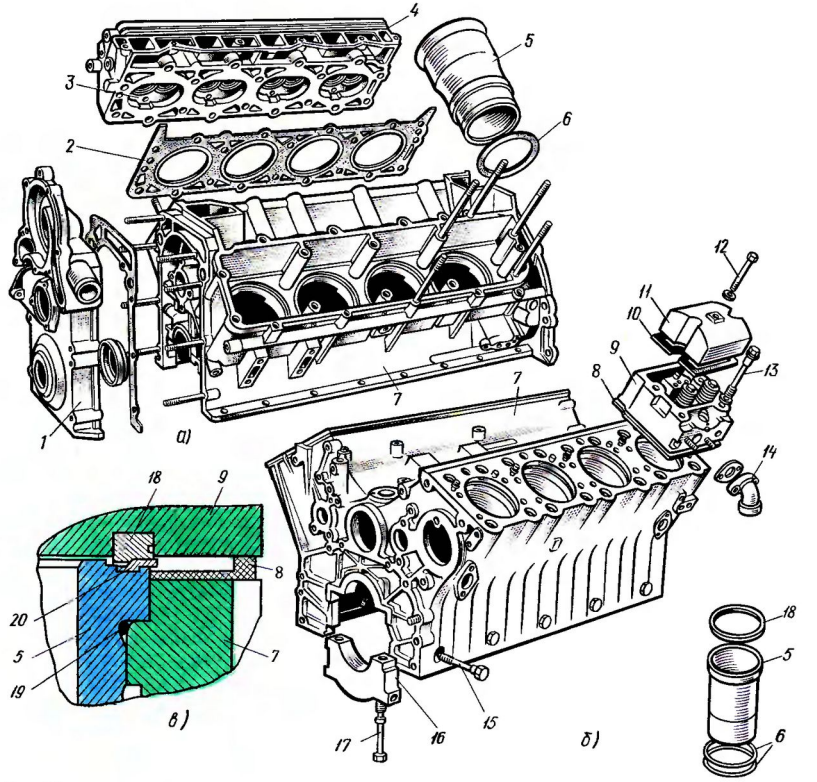


Рис. 25.
Детали кривошипно-шатунного механизма:
а – V-образного карбюраторного двигателя;
б – V-образного дизеля; *в* – соединение головки цилиндра и гильзы, головки и блока цилиндров дизеля КамАЗ-740; *1* – крышка блока распределительных зубчатых колес; *2* – прокладка головки блока; *3* – камера сгорания; *4* – головка блока цилиндров; *5* – гильза цилиндра; *6* и *19* – уплотнительные кольца; *7* – блок цилиндров; *8* – резиновая прокладка; *9* – головка цилиндра; *10* – прокладка крышки; *11* – крышка головки цилиндра; *12* и *13* – болты крепления крышки и головки цилиндра; *14* – патрубок выпускного коллектора; *15* – болт-стяжка; *16* – крышка коренного подшипника; *17* – болт крепления крышки коренного подшипника; *18* – стальное опорное кольцо; *20* – стальная прокладка головки цилиндра

Гильзы цилиндров отливают из специального чугуна и устанавливают в блок цилиндров (см. рис. 25). Двигатели, имеющие цилиндры, изготовленные в виде сменных мокрых гильз (двигатели автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-3102 «Волга», ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130, МАЗ-5335, КамАЗ-5320 и др.), проще ремонтировать и эксплуатировать. Блок цилиндров, отлитый вместе с цилиндрами (рис. 26, *а*), сложнее ремонтировать, так как если вышел из строя хотя бы один цилиндр (например, в результате задира зеркала цилиндра), то нужно растачивать и шлифовать все цилиндры.

Внутреннюю поверхность цилиндра, внутри которой перемещается поршень, называют *зеркалом цилиндра*. Эту поверхность подвергают закалке с нагре-

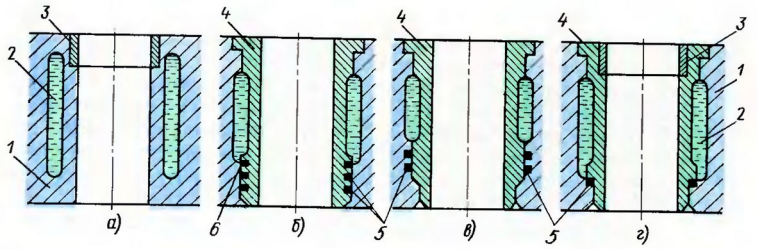


Рис. 26.
Схемы цилиндров двигателей:
а – без гильз, но с короткой вставкой (автомобили ЗИЛ-157КД, ГАЗ-52-04); *б* и *в* – с мокрой гильзой (дизели ЯМЗ-236 и КамАЗ-740); *г* – с мокрой гильзой, в которую запрессована короткая вставка (автомобиль ЗИЛ-130); *1* – блок цилиндров; *2* – водяная рубашка; *3* – вставка; *4* – гильза цилиндров; *5* – уплотнительные кольца (резиновые или медные, устанавливаемые под бурт); *6* – антикавитационное кольцо

вом токами высокой частоты для повышения износостойкости и долговечности и тщательно обрабатывают для уменьшения трения при движении в цилиндре поршня с кольцами. Гильзы в блок цилиндров устанавливают так, чтобы охлаждающая жидкость не проникала в них и в поддон, а газы не прорывались из цилиндра. Предусмотрена возможность изменения длины гильз в зависимости от температуры двигателя. Для фиксации вертикального положения гильзы имеют специальный бурт для упора в блок цилиндров и установочные пояса. Мокрые гильзы в нижней части уплотняют резиновыми кольцами, размещаемыми в канавках блока цилиндров (двигатели автомобиля КамАЗ-5320), в канавках гильз (двигатели автомобилей МАЗ-5335, ЗИЛ-130 и др.), или медными кольцевыми прокладками, устанавливаемыми между блоком и опорной поверхностью нижнего пояса гильзы (рис. 26, *г*). Верхний торец гильзы выступает над плоскостью блока цилиндров на 0,02 – 0,15 мм, что способствует лучшему обжатию прокладки головки блока и надежному уплотнению гильзы, блока и головки блока.

Во время работы двигателя в верхней части цилиндров сгорает рабочая смесь. Горение сопровождается выделением продуктов окисления – окиси углерода и азота, углекислого газа, сернистого газа, паров воды и других веществ.

При работе двигателя с пониженными температурами (50 – 60 °С) охлаждающей жидкости и масла часть продуктов окисления и особенно пары воды конденсируются на стенках цилиндров. Они растворяют продукты окисления (двуокиси) и образуют кислоты, вызывающие коррозию цилиндров. Кроме того, разрушается масляная пленка и увеличивается износ цилиндров и поршневых колец. Для повышения износостойкости цилиндров в некоторых двигателях применяют вставки *3* (рис. 26), изготовленные из коррозионно-стойкого чугуна. Их запрессовывают в блок цилиндров (двигатели автомобилей ГАЗ-52-04, ЗИЛ-157КД) или в гильзу цилиндра (двигатели автомобилей ГАЗ-24 «Волга» и ЗИЛ-130). Использование таких вставок (например, в двигателе автомобиля ГАЗ-53А) повышает стоимость и усложняет технологию изготовления двигателя. В настоящее время на двигателях автомобилей ГАЗ-3102 «Волга» и ГАЗ-53-12 гильзы цилиндров отливают монолитными из высокопрочного чугуна без вставки и крепят по верхнему бурту.

Во время работы двигателя зеркало цилиндров, кроме указанной выше коррозии, подвергается также абразивному и механическому изнашиванию вследствие проникновения в двигатель пыли. Много пыли попадает в цилиндры с воздухом через впускной трубопровод, если имеются неплотности в месте его крепления, или с топливом и маслом при их небрежном хранении.

Пыль, попавшая в масло, образует своеобразную притирочную пасту, вызывающую изнашивание поршневых колец, цилиндра, поршня и других деталей. Для уменьшения абразивного износа необходимы хорошая герметизация воздухоочистителя (воздушного фильтра) и впускного коллектора; заправка двигателя чистым маслом и работа его на чистом топливе; заливка в баки дизелей топлива, которое отстаивалось не менее 48 ч, и своевременная замена (или очистка) фильтров систем питания и смазочной.

Механическое изнашивание зеркала цилиндра больше в верхней части, чем в нижней, так как в первой значительно выше давление. Когда в конце такта сжатия в цилиндре сгорает рабочая смесь, то резко повышается давление образовавшихся горячих газов, и первое компрессионное кольцо сильно прижимается к зеркалу цилиндра. В ВМТ скорость поршня снижается до нуля, масляная пленка выгорает, и первое поршневое кольцо вступает непосредственно в контакт с зеркалом цилиндра. При движении поршня вниз (в первый момент) происходит интенсивное изнашивание зеркала цилиндра и поршневого кольца. Для снижения износа цилиндров не следует допускать перегрева двигателя, нарушения момента начала подачи топлива (дизели) и применять для смазывания двигателя масла, не рекомендуемые заводской инструкцией. Абразивное и механическое изнашивание деталей происходит не только в механизмах двигателя, но и в различных механизмах автомобиля.

В дизелях наблюдаются случаи вибрации гильз цилиндров. Она возникает при переходе поршня двигателя через ВМТ, т. е. при перемещении («перекладке») его от одной стороны цилиндра к другой. Между поршнем и зеркалом цилиндра есть зазор, и перемещение поршня происходит с ударом. При этом изменяется давление на стенки цилиндра. Вибрация цилиндра вызывает его кавитационное изнашивание.

В переводе с латинского языка слово «кавитация» означает пустота. В потоке охлаждающей жидкости при вибрации гильз цилиндров образуются пузырьки воздуха (пустоты), которые под действием высокого давления разрушаются (замыкаются) с выделением большой энергии. Внешняя поверхность гильзы цилиндра, а также часть блока цилиндров, где замыкаются кавитационные пузырьки системы охлаждения, подвергаются разрушению. Для предотвращения кавитационного разрушения в гильзах двигателей (например, ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238) протачивают специальную канавку, в которую вставляют антикавитационное кольцо *6* (рис. 26) прямоугольного сечения. Оно расположено между гильзой и отверстием в блоке цилиндров, и, кроме того, через него нижний пояс гильзы опирается на кромку отверстия блока. В сборе с гильзой кольцо устанавливают в блок с натягом, что значительно уменьшает амплитуду колебаний гильзы цилиндра, а следовательно, и кавитационные разрушения ее и блока. Избежать кавитационного разрушения можно уменьшением вибрации гильз цилиндров, поддержанием нормального температурного режима двигателя и т. д.

В карбюраторных двигателях кавитационное разрушение гильз цилиндров почти не встречается. Эти двигатели работают, как правило, с малыми степенями сжатия, а следовательно, давление на поршень в конце сгорания рабочей смеси в них значительно меньше, чем в дизеле. Зазор между поршнем и гильзой цилиндра в карбюраторном двигателе также меньше, и при работе он уменьшается. Поэтому при перекладке поршня в ВМТ не происходит сильного удара и значительной вибрации гильзы.

При V-образном расположении цилиндров блок цилиндров *7* (см. рис. 25) меньше по длине, но шире. Вертикальные перегородки внутри блока вместе с передней и задней стенками обеспечивают ему необходимые прочность и жесткость. Блок цилиндров растачивают вместе с крышками *16* коренных подшипников, поэтому они невзаимозаменяемы и устанавливаются в одном строго фиксированном положении.

Верхние вкладыши коренных подшипников размещают в гнезда, расточенные в перегородках, а также в передней и задней стенках блока цилиндров.

Нижние вкладыши коренных подшипников расположены в крышках, прикрепленных к блоку болтами или шпильками.

В дизелях ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238 крышки коренных подшипников крепят двумя вертикальными болтами М20 и двумя горизонтальными М14. Последние заворачивают в крышки с наружных боковых сторон блока цилиндров. Подобное крепление крышек коренных подшипников (см. рис. 25, *б*) применяют и в дизелях КамАЗ-740, что повышает жесткость блока цилиндров и постелей коренных подшипников. Затягивать болты или гайки нужно только динамометрическим ключом с определенным (строго по инструкции) усилием, чтобы в блоке цилиндров не возникали большие напряжения. Значительные напряжения могут нарушить соосность расточек под коренные подшипники, особенно в блоке цилиндров, отлитом из алюминиевого сплава.

Плоскость разъема блока цилиндров с поддоном ниже на 66 мм – в двигателе автомобиля ЗИЛ-130, на 75 мм – в двигателях автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, на 85 мм – в дизелях ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238 и на 102 мм – в дизеле КамАЗ-740 относительно плоскости разъема коренных подшипников, что увеличивает жесткость блока цилиндров.

В V-образных двигателях один из рядов блока цилиндров несколько смещен относительно другого, что вызвано размещением на шатунной шейке коленчатого вала двух шатунов: одного – для правого, а другого – для левого блоков. Так, в V-образных двигателях ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12 левый ряд цилиндров смещен вперед (по ходу автомобиля) на 24 мм, в автомобилях ЗИЛ-130 на 29 мм, в автомобилях КамАЗ-5320 на 29,5 мм относительно правого ряда цилиндров. В автомобиле МАЗ-5335 правый ряд цилиндров смещен вперед на 35 мм относительно левого ряда.

§ 13. Головка блока или головка цилиндров

Головка блока является крышкой, закрывающей цилиндры. Головки блоков отливают из легированного серого чугуна (дизели ЯМЗ-236, ЯМЗ-238) и алюминиевого сплава (карбюраторные двигатели автомобилей семейства ГАЗ, ЗИЛ, ВАЗ и дизель КамАЗ-740). После литья для снятия остаточных напряжений головки блока подвергают искусственному старению. Однорядные двигатели с жидкостной системой охлаждения, как правило, имеют одну общую головку блока. В V-образных двигателях головки блока отдельные для каждого ряда цилиндров (двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12 и ЗИЛ-130). В V-образном дизеле КамАЗ-740 на каждый цилиндр устанавливают отдельную головку (см. рис. 25, *б*), что улучшает отвод теплоты. В двигателях с воздушной системой охлаждения каждый цилиндр, как правило, имеет отдельную головку, а в четырехцилиндровом V-образном двигателе автомобиля ЗАЗ-968М «Запорожец» – две головки цилиндров: по одной на каждые два цилиндра. Нижнюю плоскость головки блока отливают большей толщины, что повышает ее жесткость и обеспечивает надежное уплотнение с блоком цилиндров.

Верхнюю плоскость блока цилиндров и нижнюю плоскость головки блока тщательно обрабатывают для получения плотного соединения. Между этими плоскостями устанавливают сталеасбестовую уплотняющую прокладку, предотвращающую прорыв газов наружу и исключающую проникновение охлаждающей жидкости и масла в цилиндры. Перед установкой прокладки на двигатель обе ее стороны натирают графитом, предохраняющим ее от пригорания к блоку или головке. Гайки и болты крепления головки блока к блоку цилиндров затягивают равномерно в определенной последовательности (рис. 27) при помощи динамометрического ключа, чтобы не повредить головку и прокладку. Чугунные головки блока дизе-

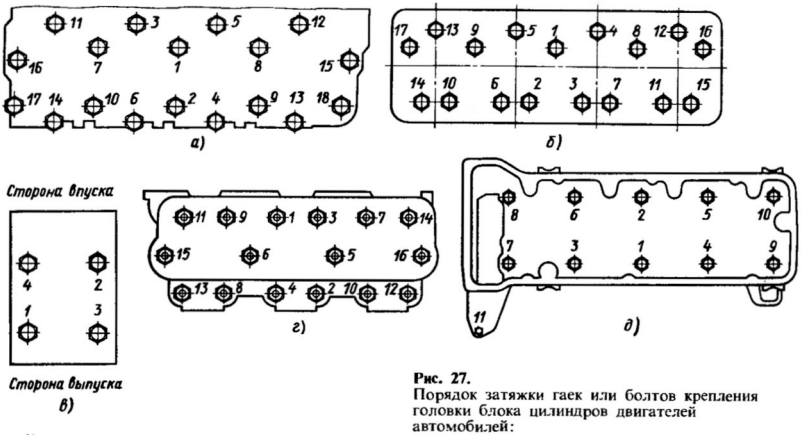


Рис. 27.
Порядок затяжки гаек или болтов крепления головки блока цилиндров двигателей автомобилей:
а – ГАЗ-53-12; *б* – ЗИЛ-130; *в* – КамАЗ-5320; *г* – МАЗ-5335; *д* – ВАЗ-2107 «Жигули»; *1–18* – последовательность затяжки

лей затягивают на горячем двигателе, а алюминиевые головки блока – на холодном двигателе и в три приема (строго по инструкции).

Соединение алюминиевой головки *9* (см. рис. 25, *в*) с блоком *7* цилиндров дизеля КамАЗ-740 уплотнено двумя прокладками *20* и *8*. На нижней плоскости головки проточена канавка, в которую запрессовано стальное опорное кольцо *18*. При установке головки на блок цилиндров опорное кольцо деформирует стальную прокладку *20*, и создается надежный газовый стык. Отверстия для прохода воды и масла из блока цилиндров в головку *9*, а также головка по контуру уплотнены специальной резиновой прокладкой *8*.

Головка блока цилиндров двигателей с нижним расположением клапанов проще по конструкции, так как в ней размещены только камеры сгорания, водяные рубашки, отверстия для установки свечей зажигания и крепления головки к блоку цилиндров. Каналы для подвода горючей смеси и выпуска отработавших газов находятся в блоке цилиндров.

Головка блока цилиндров двигателей с верхним расположением клапанов имеет более сложную конструкцию. В ней размещены вставные седла, свечи зажигания или форсунки, направляющие втулки, клапаны, коромысла, оси и другие детали. Кроме того, в головке блока имеются водяные рубашки, отверстия для штанг, подвода масла и каналы, по которым к цилиндрам поступает горючая смесь или воздух и отводятся отработавшие газы.

Форма камеры сгорания оказывает значительное влияние на смесеобразование, сгорание рабочей смеси и на степень сжатия двигателя. Камеры сгорания с верхним расположением клапанов более компактны и обеспечивают лучшее наполнение цилиндров горючей смесью при том же диаметре впускного клапана, чем камеры сгорания с нижним расположением клапанов. Полусферические (рис. 28, схема *II*) и клиновые (схема *III*) камеры получили распространение в карбюраторных двигателях. При нижнем расположении клапанов чаще применяют Г-образные (смещенные) камеры сгорания (схема *IV*).

Для улучшения смесеобразования в дизелях используют различные по форме и объему камеры сгорания. Дизели выпускают с неразделенными (схемы *V* и *VI*) и с разделенными (схемы *VII* и *VIII*) камерами сгорания. Первые двигатели иначе называют дизелями с непосредственным впрыскиванием топ-

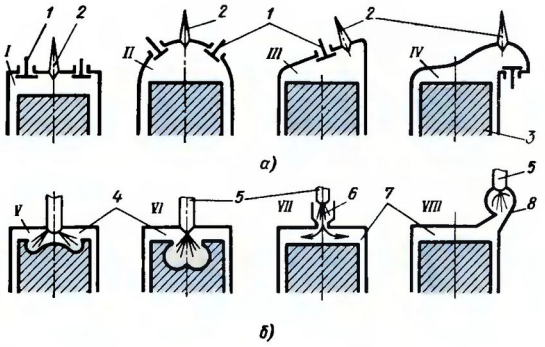


Рис. 28.
Формы камер сгорания:
а – карбюраторных двигателей; *б* – дизелей;
I – цилиндрическая; *II* – полусферическая;
III – клиновая; *IV* – смещенная (Г-образная);
V и *VI* – неразделенные; *VII* и *VIII* – разделенные;
1 – клапан; *2* – свеча зажигания; *3* – поршень;
4 – камера сгорания; *5* – форсунка; *6* – предкамера;
7 – основная камера; *8* – вихревая камера

лива. Неразделенная камера сгорания *4* представляет собой пространство, заключенное между днищем поршня, когда он находится в ВМТ, и нижней плоскостью головки блока (один объем). Разделенные камеры сгорания (два объема) состоят из основной *7* и вспомогательной (предкамеры *6* или вихревой *8*) камер, соединенных между собой каналом.

§ 14. Поршневая группа

Поршень. Давление газов во время рабочего хода воспринимает поршень и передает его через палец и шатун коленчатому валу. В цилиндре поршень движется неравномерно; в крайних положениях (в ВМТ и НМТ) его скорость равна нулю, а вблизи середины хода она достигает максимального значения. В результате этого возникают большие силы инерции, на величину которых влияют масса поршня и угловая скорость коленчатого вала. Кроме механических нагрузок, поршень подвергается действию высоких температур в период сгорания топлива и расширения образовавшихся газов. Он нагревается также вследствие трения его боковой поверхности о стенки цилиндра.

В автомобильных двигателях чаще устанавливают поршни, изготовленные из алюминиевого сплава, так как они достаточно прочные, легкие, имеют высокую теплопроводность и хорошие антифрикционные свойства. Для повышения прочности, надежности и обеспечения постоянства размеров и формы поршни из алюминиевого сплава подвергают термической обработке – старению.

Поршень состоит из трех основных частей (рис. 29, *а*): днища *6*, головки *7* и юбки *8*. На внешний поверхности головки поршня и юбке проточены канавки для установки компрессионных колец *4* и маслосъемных колец *3*. Верхнюю часть поршня называют уплотнительным поясом, так как размещенные здесь поршневые кольца предотвращают прорыв газов через зазоры между поршнем и цилиндром. Число колец, устанавливаемых на поршне, зависит от типа двигателя и частоты вращения коленчатого вала. По окружности канавок, в которых размещены маслосъемные кольца, просверлены сквозные отверстия для отвода масла в картер двигателя. Юбка *8* является направляющей частью поршня при движении его в цилиндре и передает боковую силу от шатуна стенкам цилиндра. На внутренней стороне юбки имеются два массивных прилива, называемых бобышками. Они соединены ребрами с днищем,

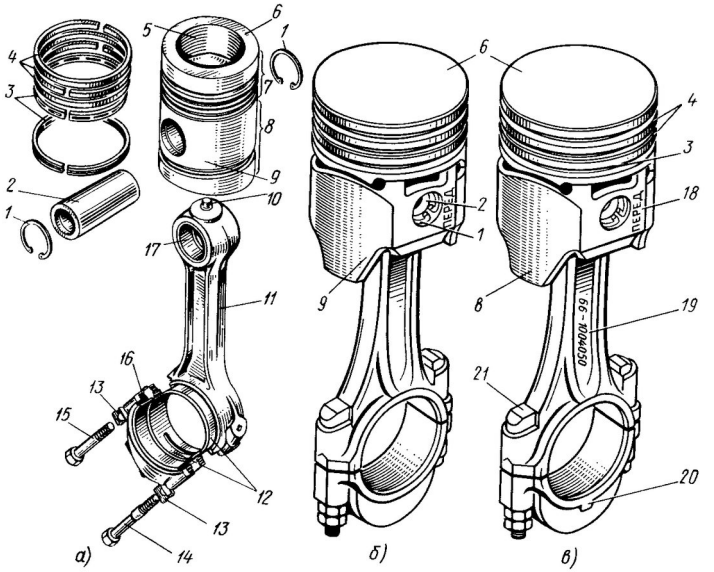


Рис. 29.
Шатунно-поршневая группа:
а – дизелей семейства ЯМЗ; *б* и *в* – двигателей автомобилей ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12 (даны поршни в сборе с шатуном, устанавливаемые соответственно в первый, второй, третий и четвертый цилиндры правого блока и в пятый, шестой, седьмой и восьмой цилиндры левого блока); *1* – стопорное кольцо; *2* – поршневой палец; *3* – маслосъемные кольца; *4* – компрессионные кольца; *5* – камера сгорания в днище поршня; *6* – днище поршня; *7* – головка поршня; *8* – юбка; *9* – поршень; *10* – распылитель масла (форсунка); *11* – шатун; *12* – вкладыши; *13* – замковая шайба; *14* – длинный болт; *15* – короткий болт; *16* – крышка шатуна; *17* – втулка в головке шатуна; *18* – надпись на поршне; *19* – номер на шатуне; *20* – метка на крышке шатуна; *21* – шатунный болт

увеличивая прочность поршня. При этом улучшается отвод теплоты к поршневым кольцам, в цилиндр и охлаждающую жидкость. В бобышках сделаны отверстия для установки пальца *2* и проточены кольцевые канавки для стопорных колец *1*. В карбюраторных двигателях применяют поршни с плоским днищем, получившие широкое распространение вследствие простоты изготовления и меньшего нагрева при работе. Форма днища, как правило, зависит от типа камеры сгорания.

Для увеличения прочности и улучшения отвода теплоты днище поршня дизеля изготовляют большой толщины и усиливают ребрами с внутренней стороны. Стенки же юбки отливают большей толщины, чем в карбюраторных двигателях. Обычно поршни дизелей имеют фигурные днища *6*. Это улучшает процесс смесеобразования и позволяет придать камере сгорания *5* необходимую форму.

При нагреве поршень расширяется больше, чем цилиндр, охлаждаемый жидкостью, поэтому возникает опасность заклинивания поршня. Чтобы избежать этого и обеспечить нормальную работу двигателя, диаметр поршня должен быть меньше диаметра цилиндра, т. е. между поршнем и цилиндром необходим диаметральный зазор. Применяют поршни, у которых диаметр юбки больше диаметра головки, т. е. поршень имеет форму усеченного конуса. Для повышения упругости (устранения опасности заклинивания) юбку делают разрезной, придают ей овальную форму

(большая ось овала должна быть перпендикулярна оси поршневого пальца) и т. д.

Поршни, показанные на рис. 29, *б* и *в*, имеют разрезную юбку овального сечения (двигатели автомобилей ГАЗ-3102 «Волга», ГАЗ-53-12, ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53А и др.). Во время работы двигателя поршень нагревается и юбка несколько деформируется в направлении оси поршневого пальца. Форма юбки приближается к цилиндрической, и зазор между поршнем и цилиндром становится минимальным. Вырезы на юбке уменьшают массу поршня. Поршни двигателя автомобиля ЗИЛ-130 имеют поперечные прорези под головкой, а на юбке поршня выполнен Т-образный разрез для компенсации расширения при нагреве. Иногда применяют поршни с усиленной юбкой – без вертикального разреза.

Если на юбках поршней имеются разрезы, то их устанавливают в двигателе так, чтобы боковое давление при рабочем ходе воспринимала та часть поршня, где нет разреза. При переходе поршня через ВМТ он перемещается от одной стенки цилиндра к другой, что сопровождается стуками. Для устранения этих стуков ось отверстия под палец смещают в сторону (на 1,5 – 2 мм) максимального бокового давления. Для улучшения приработки поршней к цилиндрам и устранения возможных задиров поршни покрывают тонким слоем олова. Юбки поршней дизелей семейства ЯМЗ и КамАЗ-740 не имеют разреза, но они также выполнены в виде конуса овального сечения. Диаметр поршней дизелей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238 составляет 130 мм, двигателя КамАЗ-740 равен 120 мм, двигателя автомобиля ЗИЛ-130 равен 100 мм и двигателя автомобиля ГАЗ-53-12 составляет 92 мм.

Для правильной установки поршней в цилиндры и точного соединения с шатунами на поршнях и шатунах есть соответствующие метки (рис. 29, *б* и *в*). Перед установкой в двигатель поршни подбирают по размеру и массе. Отклонения массы должны быть минимальными, чтобы не нарушилась уравновешенность двигателя.

Поршневые кольца. Надеваемые на поршень поршневые кольца создают плотное, подвижное соединение между поршнем и цилиндром. Кольца бывают компрессионные и маслосъемные. Первые обеспечивают необходимую компрессию (сжатие) благодаря уменьшению количества газов, прорывающихся из камеры сгорания в картер, и отводят теплоту от головки поршня к стенкам цилиндра. Вторые – препятствуют проникновению масла из картера в камеру сгорания.

Кольца изготовляют из специального легированного чугуна или стали. Разрез кольца, называемый замком, может быть прямым, косым или ступенчатым. Получили распространение кольца с прямым замком как наиболее простые в изготовлении. В свободном состоянии диаметр поршневого кольца больше внутреннего диаметра цилиндра. Поэтому кольцо, вставленное в канавку поршня и введенное в сжатом состоянии в цилиндр, разжимаясь, плотно прилегает к внутренней поверхности цилиндра. Зазор в замке кольца позволяет ему расширяться при нагреве.

Различные формы поперечного сечения компрессионных колец приведены на рис. 30, *а*. Кольцо с конической наружной поверхностью (схема *II*) соприкасается с цилиндром не всей боковой поверхностью, а лишь небольшой кромкой и оказывает на стенки цилиндра значительное давление. Такое кольцо скорее прирабатывается к цилиндру, лучше уплотняет соединение поршень – цилиндр. Особенностью колец с фаской (схема *III*) или выточкой (схема *IV*) является то обстоятельство, что надетые на поршень и введенные в цилиндр они скручиваются к центру. Такие кольца прилегают к зеркалу цилиндра острой кромкой и работают так же, как и конические, но обеспечивают большую герметичность подвижного соединения в результате лучшего контакта с торцовыми поверхностями поршневой канавки. Поршневые кольца с фасками и выточками ставят на поршень так,

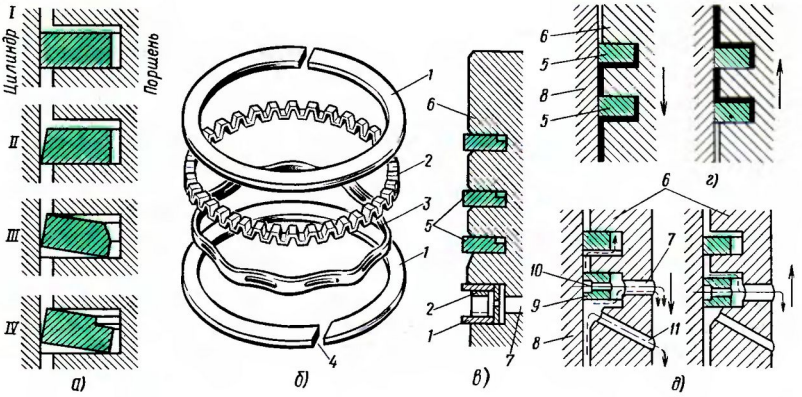


Рис. 30.
Поршневые кольца:

а – формы поперечных сечений компрессионных колец и их положения в рабочем состоянии; *б* – составное маслосъемное кольцо; *в* – головка поршня двигателя автомобиля ЗИЛ-130 с поршневыми кольцами; *г* – схема насосного действия компрессионных колец; *д* – схема работы маслосъемных колец; *I* – кольцо прямоугольного сечения; *II* – кольцо с конической наружной поверхностью; *III* – кольцо с фаской на внутренней стороне; *IV* – кольцо с выточкой на внутренней стороне; *1* – дискообразное кольцо; *2* – осевой расширитель; *3* – радиальный расширитель; *4* – замок кольца; *5* – компрессионные кольца; *6* – поршень; *7* – отверстие в канавке маслосъемного кольца; *8* – цилиндр; *9* – маслосъемное кольцо; *10* – прорезь в кольце; *11* – отверстие в поршне; сплошными стрелками показано направление движения поршня, штриховыми – масла

чтобы фаски или выточки были направлены вверх, в сторону головки блока.

Первое компрессионное кольцо работает в условиях высокой температуры, больших давлений и изнашивается быстрее других. Для повышения износостойкости первого компрессионного кольца его наружную цилиндрическую поверхность подвергают пористому хромированию. Собирающееся в порах хрома масло несколько улучшает условия работы кольца. В настоящее время переходят от хромирования колец к напыливанию их наружной поверхности молибденом. При хромировании первого кольца увеличивается долговечность остальных поршневых колец, которые покрывают слоем олова для лучшей приработки их к цилиндрам. В двигателе автомобиля ЗИЛ-130 два верхних компрессионных кольца хромированы. Первое компрессионное кольцо дизеля КамАЗ-740, работающее в тяжелых температурных условиях, хромировано и установлено в чугунное кольцо, залитое в поршень из алюминиевого сплава, а второе покрыто слоем молибдена. Маслосъемное кольцо имеет витой пружинный расширитель.

Проникновение масла в камеру сгорания очень нежелательно, так как приводит к интенсивному нагарообразованию и ухудшению работы двигателя. Масло в камеру сгорания может попадать в результате разности давлений в картере и цилиндре при такте впуска и вследствие насосного действия поршневых колец. При движении поршня *б* (рис. 30, *г*) вниз кольца прижимаются к верхним кромкам канавок и масло заполняет зазор между нижними торцами колец и канавками. Когда поршень движется вверх, кольца прижимаются к нижним кромкам канавок и масло выдавливается вверх.

Маслосъемные кольца (обычно не более двух) устанавливают на поршне ниже компрессионных колец. По конструкции они отличаются от компрессионных колец тем, что на их наружной поверхности имеются кольцевые канавки и сквозные прорези или отверстия для прохода масла. На поршнях применяют

и составные (рис. 30, *б*) маслосъемные кольца (двигатели автомобилей ГАЗ-3102 «Волга», ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53-12, ГАЗ-53А, ЗИЛ-130 и др.). Такое кольцо состоит из двух плоских стальных дискообразных колец *1* и двух расширителей – осевого *2*, разжимающего кольца, и радиального *3*, прижимающего дискообразные кольца к зеркалу цилиндра. Составное кольцо оказывает большое давление на стенки цилиндра и лучше очищает его от излишков масла. Устанавливая на поршень поршневые кольца, необходимо следить за тем, чтобы замки соседних колец были смещены на некоторый угол (90–180°) один относительно другого, а не расположены на одной прямой.

Поршневые пальцы. Поршень с верхней головкой шатуна соединяет поршневой палец. Он должен быть прочным, легким и износостойким, так как во время работы подвергается трению и большим механическим нагрузкам, переменным по величине и направлению. Пальцы изготовляют из углеродистой и малоуглеродистой стали в виде пустотелых трубок. Для повышения надежности и износостойкости наружную поверхность пальца цементуют или закаливают, а затем тщательно шлифуют и полируют. Пальцы из углеродистой стали закаливают на глубину 1–1,5 мм, а изготовленные из малоуглеродистой стали подвергают цементации на глубину 1–1,4 мм. После цементации пальцы закаливают и отпускают до определенной твердости. После такой термообработки наружная поверхность пальца твердая, а сердцевина вязкая. В бобышках поршня палец укреплен стопорными кольцами, удерживающими его от осевого смещения. Такой палец называют плавающим, так как он при работе двигателя может повертываться в верхней головке шатуна и бобышках поршня. Плавающие поршневые пальцы *2* (см. рис. 29) равномернее изнашиваются и поэтому долговечнее.

У работающего двигателя поршень из алюминиевого сплава расширяется больше, чем стальной палец, поэтому возможен его стук в бобышках поршня. Для устранения этого явления поршень перед сборкой с шатуном нагревают до 70–80 °С, а затем в поршень и шатун вставляют палец. Когда поршень остынет, палец в бобышках окажется закрепленным неподвижно, а верхняя головка шатуна будет иметь угловое смещение относительно неподвижного пальца. При работе двигателя поршень нагревается и палец получает возможность повертываться вокруг своей оси. Применяют пальцы, запрессованные в верхние головки шатунов (двигатели автомобилей «Жигули»). Такие пальцы могут повертываться только в бобышках поршня.

§ 15. Шатуны

Поршень с коленчатым валом соединяет шатун. Он преобразует возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала. Основными частями шатуна (рис. 31) являются верхняя головка *7* с запрессованной в нее бронзовой втулкой *5*, стержень *4* и нижняя головка *9* с крышкой *10*. Шатун воспринимает большие нагрузки, меняющиеся по величине и направлению. Он подвергается сжатию, изгибу и растяжению. Чтобы выдержать такие нагрузки, шатун должен быть прочным, жестким и легким для уменьшения сил инерции. Шатун штампуют из стали и подвергают термообработке (закалке и отпуску); его стержень имеет двутавровое сечение для увеличения прочности и жесткости.

Шатун совершает сложное движение: верхняя головка вместе с поршнем движется возвратно-поступательно, повертываясь на некоторый угол относительно пальца или вместе с пальцем относительно бобышек поршня; нижняя головка вращается вместе с шатунной шейкой коленчатого вала; стержень шатуна совершает колебательное движение. В большинстве случаев нижнюю головку делают разъемной в плоскости, перпендикулярной оси шатуна. Иногда плоскость разъема располагают под углом к оси шатуна (дизель ЯМЗ-236,

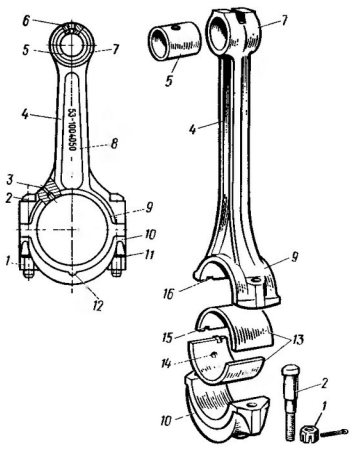


Рис. 31.
Шатун:

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

см. рис. 29, *а*) . Необходимость в разъеме нижней головки шатуна под углом возникает тогда, когда шатунные шейки коленчатого вала имеют большой диаметр. В этом случае нижняя головка шатуна получается значительных размеров, что затрудняет или делает невозможным монтаж и демонтаж поршня вместе с шатуном через цилиндр.

Крышку *10* (рис. 31) нижней головки шатуна крепят к нему двумя болтами, изготовленными из высококачественной стали. Гайки болтов шатуна затягивают только динамометрическим ключом и тщательно шплинтуют или стопорят специальными стопорными шайбами *11*.

Нижнюю головку шатуна и крышку растачивают вместе для получения отверстия правильной цилиндрической формы. Поэтому крышку нельзя перевертывать или переставлять на другие шатуны, так как это может вызвать изменение внутреннего диаметра вкладыша, что повлечет за собой выход из строя коленчатого вала или двигателя. На шатунах и крышках с одной стороны ставят необходимые метки *12*. В нижние головки шатунов устанавливают подшипники скольжения, состоящие из двух вкладышей *13* (верхнего и нижнего). Взаимозаменяемые тонкостенные вкладыши изготовляют из стальной ленты толщиной 1,3–1,8 мм – для карбюраторных двигателей и 2–3,6 мм – для дизелей, залитой антифрикционным сплавом (толщина слоя соответственно 0,25–0,4 и 0,3–0,7 мм) на алюминиевой основе с 25–30% олова. Применение сталеалюминиевых вкладышей с тонким антифрикционным слоем обеспечивает надежную работу подшипника при малом зазоре между шейкой вала и вкладышами. На дизеле КамАЗ-740 применяют трехслойные взаимозаменяемые шатунные вкладыши, залитые тонким слоем свинцовистой бронзы.

От осевого смещения и провертывания шатунные подшипники удерживаются в своих гнездах усиками *15*, входящими в пазы *16*, которые должны быть расположены на одной стороне шатуна. Обычно нижнюю головку шатуна делают симметричной относительно оси стержня. В двигателе автомобиля ГАЗ-53А нижняя головка шатуна несколько несимметрична относительно оси стержня, что сделано для обеспечения упора двух шатунов в галтели шатунной шейки коленчатого вала. Нагрузка на опорные поверхности шатунных подшипников распределяется равномерно, так как они расположены симметрично относительно оси стержня. На нижней головке шатуна есть небольшое отверстие *3* для подачи масла на стенки цилиндра или на распределительный вал (двигатели автомобилей ГАЗ-3102 «Волга», ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53-12, ГАЗ-53А, ЗИЛ-130). Для взаимозаменяемости на обоих вкладышах *13* есть отверстия *14* для прохода масла. Шатунные вкладыши работают в тяжелых условиях, так как подвергаются большим нагрузкам, особенно верхние половины. Поэтому они и изна-

шиваются больше, чем нижние вкладыши. На них действует давление расширяющихся газов, силы инерции поршня и шатуна, а на нижние только силы инерции.

Большое значение для прочности шатуна имеет состояние его поверхности. Она должна быть чистой без рисок и забоин, которые могут быть причиной разрушения шатунов. Дробеструйная обработка шатунов позволяет ликвидировать риски и забоины и значительно увеличить их прочность. При разборке и сборке двигателя надо очень осторожно обращаться с шатунами: не бросать, не сваливать навалом и обсрегать от ударов.

§ 16. Коленчатый вал и маховик

Коленчатый вал испытывает большие нагрузки и подвергается скручиванию, изгибу и механическому изнашиванию. Крутящий момент, развиваемый на коленчатом валу, передается на трансмиссию автомобиля, а также используется для привода в действие различных механизмов двигателя.

Коленчатый вал (рис. 32, *а*) имеет следующие части: коренные *7* и шатунные *3* шейки, щеки *8*, противовесы *4*, передний конец *1* и задний конец (хвостовик) с маслоотражателем *5*, маслосгонной резьбой и фланцем *6* для крепления маховика. Шатунные шейки служат для соединения коленчатого вала с шатунами. Коренные шейки вала входят в подшипники, установленные в блоке цилиндров. Щеки соединяют коренные и шатунные шейки вала, образуя колена или кривошипы. Противовесы, расположенные на коленчатом валу, воспринимают центробежные силы инерции и создаваемые ими моменты.

Форма коленчатого вала зависит от числа и расположения цилиндров, порядка работы и тактности двигателя. На большинстве автомобильных двигателей применяют полноопорные коленчатые валы, т. е. каждая шатунная шейка расположена между двумя коренными. Таким образом, полноопорный вал имеет коренных шеек на одну больше, чем шатунных. Коленчатый вал двигателя автомобиля ГАЗ-52-04 имеет шесть шатунных шеек и четыре коренных, т. е. неполноопорный. Коленчатый вал изготовляют горячей штамповкой из легированной стали (двигатели автомобилей ЗИЛ-130, МАЗ-5335, КамАЗ-5320 и др.) или отливают из высокопрочного чугуна (двигатели автомобилей ГАЗ-3102 «Волга», ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53-12, ГАЗ-53А, «Жигули» и др.) вместе с противовесами или без них. Шатунные шейки коленчатого вала располагают так, чтобы одноименные такты (например, такты расширения) в разных цилиндрах двигателя происходили через равные промежутки (по углу поворота коленчатого вала), а силы инерции, возникающие в цилиндрах, взаимно уравновешивались. Коленчатые валы двигателей автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130 и КамАЗ-5320 выполнены по крестообразной схеме (если смотреть с торца вала). Первая и четвертая шатунные шейки коленчатого вала направлены в разные стороны и лежат в одной плоскости. Вторая и третья шейки направлены в разные стороны, лежат в одной плоскости, но перпендикулярной к первой. Если расположение колен коленчатого вала не обеспечивает взаимного уравновешивания сил инерции и создаваемых ими моментов, то на таких коленчатых валах устанавливают противовесы или оборудуют двигатели специальными уравновешивающими механизмами.

Для повышения износостойкости и долговечности шатунных и коренных шеек их закаливают с нагревом токами высокой частоты, после чего шлифуют и полируют. Переход от шеек к щекам, называемый галтелью, делают плавным, чтобы избежать концентрации напряжений и возможных поломок коленчатого вала. Для повышения жесткости и надежности коленчатых валов применяют перекрытие шеек, характеризуемое величиной *А* (рис. 32, *б*). Перекрытие шеек составляет 22 мм у коленчатого вала двигателя автомобиля ЗИЛ-130, 25 мм – у коленчатых валов двигателей автомобилей ГАЗ-53-12 и МАЗ-5335.

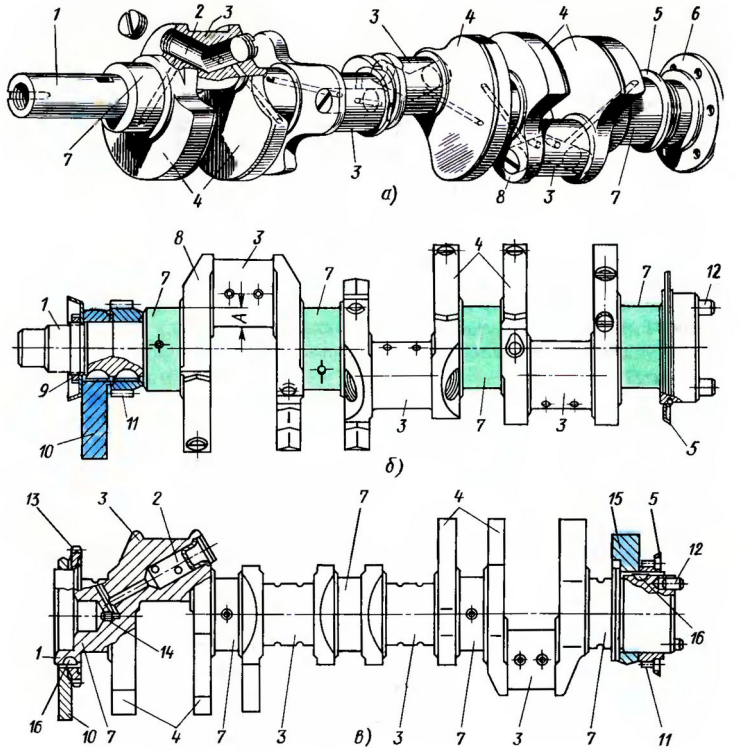


Рис. 32.
Коленчатые валы:
а – двигателя автомобиля ЗИЛ-130; *б* – дизеля ЯМЗ-236; *в* – дизеля КамАЗ-740; *1* – передний конец вала; *2* – грязеуловительная полость; *3* – шатунная шейка; *4* – противовесы; *5* – маслоотражатель; *6* – фланец для крепления маховика; *7* – коренная шейка; *8* – щека; *9* – гайка; *10* и *15* – съемные противовесы; *11* – распределительное зубчатое колесо; *12* – установочный штифт; *13* – зубчатое колесо привода масляного насоса; *14* – винт; *16* – шпонка; *А* – величина перекрытия шеек

Размеры шеек коленчатых валов следующие: в двигателе автомобилей ГАЗ-53-12, ГАЗ-53А диаметр шатунной шейки равен 60 мм, а коренной 70 мм; в двигателе автомобиля КамАЗ-5320 диаметр шатунной шейки 80 мм, а коренной 95 мм; в двигателе автомобиля ЗИЛ-130 диаметр шатунной шейки 65,5 мм, а коренной 74,5 мм и в двигателе ЯМЗ-236 диаметр шатунной шейки 88 мм, а коренной 110 мм.

Коленчатый вал дизеля ЯМЗ-236 (рис. 32, *б*) имеет три шатунные шейки *3*, расположенные под углом 120°, и четыре коренные шейки *7*. На коленчатом валу установлено семь противовесов, а восьмой отлит в виде прилива вместе с маховиком. Установка на коленчатом валу, кроме основных противовесов, двух выносных улучшает уравновешивание моментов сил инерции, возникающих при работе двигателя, так как чередование одноименных тактов при порядке работы 1–4–2–5–3–6 происходит неравномерно. Коленчатые валы дизелей ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 не имеют фланцев для крепления маховиков. В шатунных шейках коленчатых валов

большинства двигателей имеются грязеуловительные полости *2* (рис. 32, *в*) для дополнительной центробежной очистки масла.

В качестве коренных подшипников коленчатого вала применяют тонкостенные вкладыши. Их назначение – уменьшить трение между шейками коленчатого вала и соответствующими опорами и тем самым снизить скорость изнашивания трущихся поверхностей. Вкладыши изготовляют из сталеалюминиевой ленты. У коренных вкладышей толщина стенки мала (1,9–2,8 мм – для карбюраторных двигателей и 3–6 мм – для дизелей), поэтому после их установки на место форма внутреннего отверстия подшипника зависит только от точности растачивания гнезда. В карбюраторных двигателях не применяют коренные трехслойные (стальная лента, медно-никелевый подслой и слой антифрикционного сплава) вкладыши вследствие низкого предела выносливости антифрикционного слоя, а используют двухслойные вкладыши, хорошо работающие в двигателях с большой частотой вращения коленчатого вала и значительными нагрузками.

Широкое использование высокооловянистых сталеалюминиевых вкладышей вызвано тем, что они обладают повышенным сопротивлением усталости, хорошими противозадирными свойствами и коррозионной стойкостью, что увеличивает надежность двигателя. Вкладыши коренных подшипников дизелей КамАЗ-740 – трехслойные, с рабочим слоем из свинцовистой бронзы. Вкладыши коренных подшипников дизелей ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 – невзаимозаменяемые, а двигателей автомобилей ГАЗ-3102 «Волга» и ЗИЛ-130 соответственно взаимозаменяемы.

Вследствие работы сцепления и косозубых зубчатых колес механизма газораспределения возникают силы, стремящиеся сдвинуть коленчатый вал вдоль оси. Особенно большие силы возникают в момент выключения сцепления. Поэтому один из коренных подшипников коленчатого вала делают упорным, воспринимающим осевые нагрузки и удерживающим вал от смещения. В двигателях автомобилей ГАЗ и ЗИЛ упорным является первый коренной подшипник.

Коленчатый вал *6* (рис. 33, *а*) удерживается от осевого смещения двумя стальными неподвижными шайбами *8* и *11*, установленными с обеих сторон первого коренного подшипника. Переднюю шайбу *8* удерживают от вращения штифты *9* и *14*, один из которых запрессован в блок *10* цилиндров, а другой в крышку *13* коренного подшипника. Задняя шайба *11* имеет прямоугольный выступ, входящий в паз крышки. Плоскостью, залитой баббитом, шайба *11* обращена к шлифованному поясу щеки коленчатого вала, а шайба *8* к упорной стальной шайбе *15*, установленной на шпонке *16* между торцом передней коренной шейки коленчатого вала и распределительным зубчатым колесом *17*.

На переднем конце коленчатого вала кроме зубчатого колеса *17* расположены маслоотражатель *18*, ступица *4* шкива *3* привода водяного насоса, вентилятора и генератора. В торец коленчатого вала ввернут храповик *5*, служащий для пуска двигателя при помощи пусковой рукоятки и удерживающий от смещения детали, установленные на конце вала. Передний конец коленчатого вала уплотнен самоподжимным резиновым сальником *1*, расположенным в крышке *7* блока распределительных зубчатых колес, и маслоотражателем *18*. Масло не может попасть на сальник, так как он защищен специальным корпусом с отогнутыми краями. На ступицу шкива напрессован пылеотражатель *2*, защищающий сальник от пыли и песка.

Уплотнение заднего конца коленчатого вала *6* (рис. 33, *б*) состоит из сальника *24*, маслосгонной резьбы *21* и маслоотражательного гребня *19*. Маслосгонная резьба или накатка нарезана в направлении, обратном вращению коленчатого вала. Это способствует отводу масла в поддон. Сальник *24* представляет собой асбестовый шнур, пропитанный антифрикционным составом и покрытый графитом. Сальник состоит

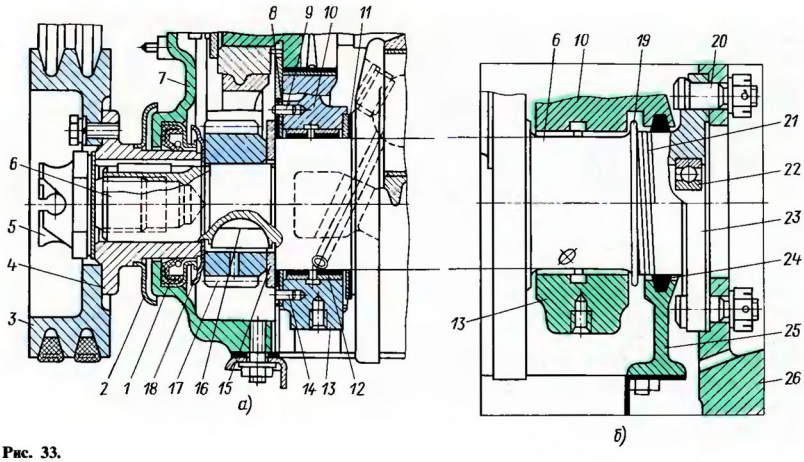


Рис. 33.
Уплотнение коленчатого вала:

а — уплотнение переднего конца вала;
б — уплотнение заднего конца вала;
1 — самоподжимной сальник; *2* — маслоотражатель; *3* — шкив привода водяного насоса, вентилятора и генератора; *4* — ступица; *5* — храповик; *6* — коленчатый вал; *7* — крышка блока распределительных зубчатых колес; *8* — передняя неподвижная шайба; *9* и *14* — штифты; *10* — блок цилиндров; *11* — задняя неподвижная шайба; *12* — вкладыш; *13* — крышка коренного подшипника; *15* — упорная вращающаяся шайба; *16* — шпонка; *17* — распределительное зубчатое колесо; *18* — маслоотражатель; *19* — маслоотражательный гребень; *20* — болт крепления маховика; *21* — маслосгонная резьба; *22* — шарикоподшипник вала сцепления; *23* — фланец; *24* — сальник; *25* — держатель сальника; *26* — маховик

из двух половин, помещенных в канавки блока *10* цилиндров и в держатель *25* сальника, привернутый к блоку. В задний торец коленчатого вала запрессован шарикоподшипник *22* вала сцепления. Фланец *23*, отштампованный как одно целое с коленчатым валом, служит для крепления маховика *26* болтами *20*, изготовленными из высококачественной стали. Передние и задние концы коленчатых валов двигателей тщательно уплотняют самоподжимными сальниками и маслоотражателями.

От осевого смещения коленчатые валы дизелей ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 удерживаются двумя парами упорных полуколец из бронзы (ЯМЗ-236) или из сталеалюминия (КамАЗ-740), установленных в выточках задней коренной опоры. Верхние полукольца прикреплены к торцам блока цилиндров, а нижние имеют выступы для фиксации их в крышке заднего коренного подшипника.

Маховик. Для накопления энергии в течение рабочего хода, вращения коленчатого вала во время вспомогательных тактов, уменьшения неравномерности вращения вала, сглаживания момента перехода деталей кривошипно-шатунного механизма через мертвые точки, облегчения пуска двигателя и трогания автомобиля с места служит маховик. При пуске двигателя в цилиндрах происходит воспламенение рабочей смеси, и маховик обеспечивает вращение коленчатого вала от конца рабочего хода в одном цилиндре до его начала в следующем в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя.

Маховик отливают из серого чугуна, располагая основную массу металла на ободе для увеличения момента инерции. На обод маховика напрессовывают или надевают зубчатый венец, необходимый для вращения коленчатого вала при пуске двигателя стартером. Венец крепят болтами. Поверхность маховика, соприкасающуюся с ведомым диском сцепления, шлифуют и полируют.

На ободе или торце маховика имеются метки, позволяющие установить поршень первого цилиндра в ВМТ. Коленчатый вал в сборе с маховиком и сцеплением подвергают динамической и статической балансировке, чтобы неуравновешенные силы инерции не вызывали вибрацию двигателя и ускоренное изнашивание коренных подшипников. Обычно маховик крепят к фланцу коленчатого вала болтами, которые подвергают термической обработке и шлифованию. Корончатые гайки, навернутые на эти болты, тщательно шплинтуют. Одно из крепежных отверстий на маховике и во фланце смещено по окружности на несколько градусов (2° – в двигателе автомобиля ЗИЛ-130), что обеспечивает точное соединение маховика и коленчатого вала, если их почему-либо разбирали.

У дизелей ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 маховик крепят болтами, которые ввертывают непосредственно в коленчатый вал. В этом случае маховик точно фиксируют относительно шеек коленчатого вала двумя штифтами *12* (см. рис. 32, *б* и *в*).

§ 17. Картер двигателя

Картер состоит из двух частей – верхней и нижней. Верхнюю часть картера отливают как одно целое с блоком цилиндров. В ней устанавливают коленчатый и распределительный валы, а также другие узлы и детали двигателя. Нижняя половина картера предохраняет от загрязнения детали кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов и, кроме того, используется как резервуар для масла. Поэтому нижнюю половину картера часто называют масляным картером или поддоном. Он закрывает блок цилиндров снизу. Внутри поддона *1* (рис. 34) устанавливают горизонтальные или вертикальные перегородки *4*, которые задерживают движение волн масла и защищают уплотнения картера от ударов масла. В поддоне есть сливное отверстие, закрываемое пробкой *6*.

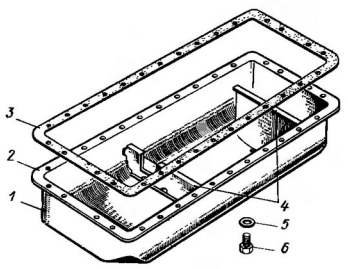


Рис. 34.
Масляный картер (поддон) дизеля ЯМЗ-236:
1 – поддон; *2* – фланец поддона; *3* – прокладка; *4* – перегородки; *5* – медно-асбестовая прокладка; *6* – пробка сливного отверстия

Для плотного соединения между блоком цилиндров и фланцем поддона ставят уплотнительную прокладку *3*. Плоскость разъема блока цилиндров может проходить по оси коленчатого вала. Однако в большинстве двигателей ее смещают вниз, чтобы повысить жесткость верхней половины картера.

§ 18. Крепление двигателя или силового агрегата к раме

Несмотря на хорошую уравновешенность современных автомобильных двигателей, во время их работы все же возникает вибрация, которая не должна передаваться на раму. Поэтому крепление (подвеска) двигателя должно быть таким, чтобы уменьшить передачу вибрации на раму автомобиля и предотвратить появление напряжений в блоке цилиндров при перекосах рамы вследствие движения автомобиля по неровной дороге. Двигатели или силовые агрегаты крепят к рамам или полурамам в трех, четырех и пяти точках.

Двигатели автомобилей ГАЗ-3102 «Волга» и ГАЗ-24 «Волга» крепят в трех точках на резиновых подушках: две опоры расположены в передней части блока цилиндров (по его сторонам), а одна опора – сзади, под передней частью удлинителя коробки передач. Двигатель автомобиля ЗИЛ-130 закреплен на раме в трех точках: одна опора

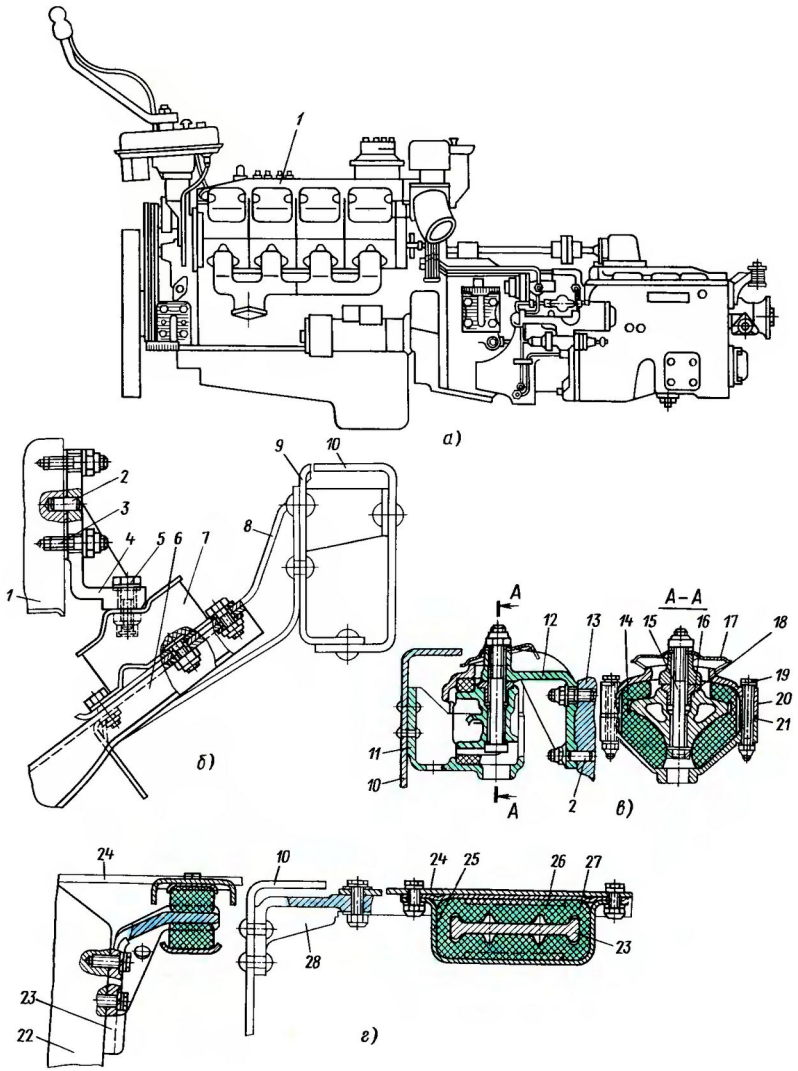


Рис. 35.
Силовой агрегат автомобиля КамАЗ-5320 и его крепление:

а – общий вид силового агрегата; *б* – передняя опора; *в* – задняя опора; *г* – поддерживающая опора; *1* – блок цилиндров; *2* – штифт; *3* – шпилька; *4*, *8*, *23* и *28* – кронштейны; *5*, *15* и *19* – болты; *6* – стяжка; *7*, *14* и *27* – резиновые подушки; *9* – стойка; *10* – лонжерон рамы; *11* – кронштейн задней опоры; *12* – кронштейн двигателя; *13* – картер маховика; *16* – башмак; *17* – защитный колпак; *18* – втулка; *20* – крышка; *21* – регулировочная прокладка; *22* – картер коробки передач; *24* – поперечина; *25* – обойма подушки; *26* – накладка подушки

спереди и две сзади (лапы картера сцепления). Двигатель автомобиля ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12 прикреплен к раме в четырех точках: две опоры спереди и две сзади (лапы картера маховика и сцепления). Силовой агрегат (двигатель, сцепление и коробка передач) автомобиля МАЗ-5335 укреплен на раме в четырех точках на упругой подвеске: одна опора спереди, две сзади (кронштейны картера маховика) и четвертая — поддерживающая опора у коробки передач. Силовой агрегат автомобиля КамАЗ-5320 закреплен в пяти точках (рис. 35): две опоры спереди на блоке *1* цилиндров по его сторонам; две опоры сзади с обеих сторон картера *13* маховика; одна поддерживающая опора на картере *22* коробки передач.

Передние опоры состоят из кронштейна *4*, соединенного с блоком *1* цилиндров, резиновой подушки *7* и стяжки *6*, связанной с кронштейном *8*. Последний приклепан к стойке *9*, а она к лонжерону *10* рамы.

Задние опоры состоят из кронштейна *12* двигателя, установленного на картере *13* маховика, и кронштейна *11* задней опоры, приклепанного к лонжерону *10* рамы. Кронштейн *11* с крышкой *20* охватывает башмак *16*, установленный между кронштейнами и соединенный болтом *15* с кронштейном *12*. Башмак изготовлен из алюминиевого сплава и находится в резиновой подушке *14*. Между крышкой *20* и кронштейном *11* помещены регулировочные прокладки *21*. Стальная втулка *18*, запрессованная в башмак, предохраняет его от смятия.

Поддерживающая опора состоит из кронштейна *23*, укрепленного на картере *22* коробки передач. Полку кронштейна охватывает находящаяся в обойме *25* прямоугольная резиновая подушка *27*, соединенная через накладку *26* с поперечиной *24*. Последняя соединена с кронштейнами *28*, приклепанными к лонжеронам рамы. Резиновые подушки, находящиеся под опорами, снижают ударные нагрузки на двигатель при движении автомобиля и уменьшают вибрацию рамы. Кроме того, опоры удерживают двигатель от продольного смещения при выключении сцепления, резком разгоне или торможении автомобиля. Для этих же целей двигатель автомобиля ЗИЛ-130 соединяют с передней поперечиной рамы реактивной тягой.

Глава 4

Механизм газораспределения

Механизм газораспределения служит для открытия и закрытия клапанов, обеспечивая наполнение цилиндров двигателя горючей смесью (карбюраторные двигатели) или воздухом (дизели), выпуск отработавших газов и надежную изоляцию камеры сгорания от окружающей среды во время тактов сжатия и рабочего хода.

§ 19. Типы механизмов газораспределения

Четырехтактные автомобильные двигатели имеют клапанные механизмы газораспределения, в которых впуск горючей смеси и выпуск отработавших газов происходит при помощи впускных и выпускных клапанов. В двухтактных двигателях газораспределение осуществлено при помощи кривошипно-шатунного механизма или смешанной системы газораспределения.

В зависимости от расположения клапанов различают механизмы газораспределения с нижними клапанами, расположенными в блоке цилиндров (рис. 36, *а*), и с верхними (подвесными) клапанами, размещенными в головке блока (рис. 36, *б* и *в*). При размещении клапанов в головке блока камера сгорания имеет наиболее рациональную форму и меньшую площадь поверхности теплоотдачи, что благоприятно отражается на рабочем цикле: улучшается наполнение цилиндров горючей смесью или воздухом; удобнее регулировать клапаны. Однако такой механизм газораспределения сложнее, более металлоемок и имеет бóльшую стоимость, чем механизм с нижними клапанами. В карбюраторных двигателях применяют оба типа механизмов газораспределения, а в ди-

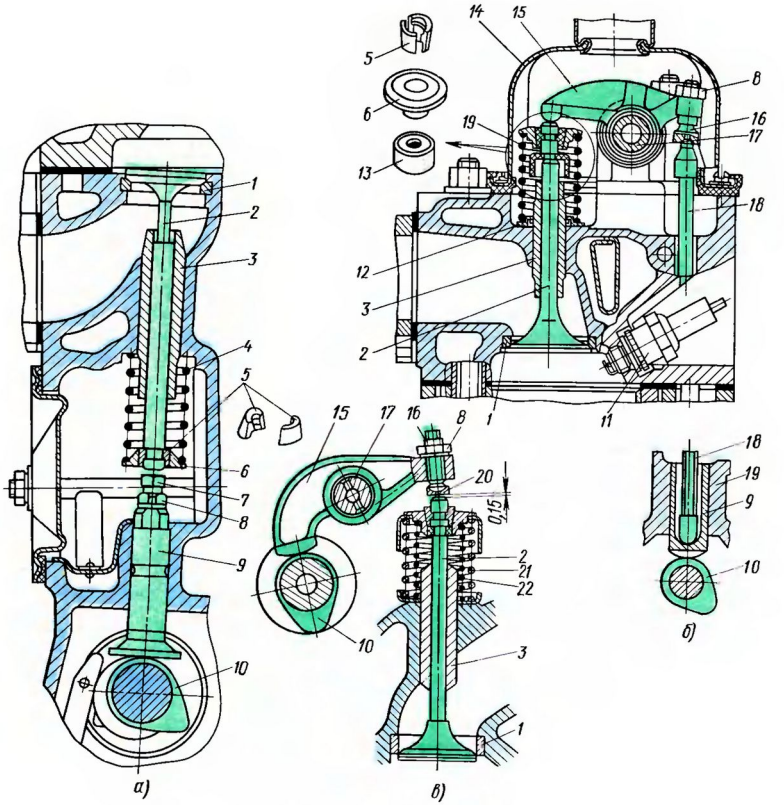


Рис. 36.
Механизм газораспределения:

а – с нижним расположением клапанов и распределительного вала; *б* – с верхним расположением клапанов и нижним расположением распределительного вала; *в* – с верхним расположением клапанов и распределительного вала; *1* – седло клапана; *2* – клапан; *3* – направляющая втулка; *4* – пружина; *5* – сухарь; *6* – тарелка пружины клапана; *7* – регулировочный болт; *8* – контргайка; *9* – толкатель; *10* – кулачок распределительного вала; *11* – свеча зажигания; *12* – опорная шайба; *13* – маслоотражательный колпачок клапана; *14* – крышка головки блока; *15* – коромысло; *16* – регулировочный винт; *17* – ось коромысел; *18* – штанга; *19* – блок цилиндров; *20* – наконечник; *21* – внешняя пружина; *22* – внутренняя пружина

зелях – только механизм с верхними клапанами.

В большинстве автомобильных двигателей распределительные валы установлены в блоке цилиндров – нижнее расположение вала (рис. 36, *а* и *б*). Распределительные валы устанавливают и на головках блока (рис. 36, *в*) – верхнее расположение вала (двигатели автомобилей «Москвич-2140», ВАЗ «Жигули» и др.). В этом случае механизм газораспределения проще, но имеет довольно сложный цепной привод. Обычно механизм газораспределения приводится в движение от коленчатого вала через зубчатые колеса. При вращении распре-

делительного вала кулачок *10* (рис. 36, *а*) набегает на толкатель *9*, который поднимается вверх и регулировочным болтом *7* нажимает на стержень клапана *2*. Головка клапана отходит от седла *1*, и цилиндр соединяется с впускным или выпускным трубопроводом. Пружина *4* клапана сжимается. После наполнения или очистки цилиндра кулачок выходит из-под толкателя, и клапан под действием пружины опускается на седло. Клапан передвигается в направляющей втулке *3*, запрессованной в блок цилиндров. Пружина одним концом опирается на тарелку *6*, соединенную с клапаном при помощи сухарей *5*, а другим — в кольцевую проточку блока цилиндров. Положение регулировочного болта в толкателе фиксируется контргайкой *8* (двигатели автомобилей ЗИЛ-157КД и ГАЗ-52-04).

Во время сжатия и рабочего хода клапан *2* (рис. 36, *б*) неподвижен и под действием пружины *4* плотно прижат к седлу *1*. При вращении распределительного вала кулачок *10* набегает на толкатель *9* и поднимает его вместе со штангой *18* вверх. Штанга поворачивает на оси *17* коромысло *15*, которое бойком нажимает на стержень клапана. Вследствие этого клапан опускается вниз, и цилиндр двигателя соединяется с впускным или выпускным трубопроводом. При дальнейшем вращении распределительного вала кулачок выходит из-под толкателя *9*, и клапанный механизм под действием пружины возвращается в первоначальное положение. Толкатель, перемещающийся в отверстии блока цилиндров, опускается вниз. В короткое плечо коромысла ввернут регулировочный винт *16*. Клапан с пружиной *4* соединяется при помощи тарелки *6* и сухарей *5*. Под нижний конец пружины установлена опорная шайба *12*.

При вращении распределительного вала, установленного на головке блока (рис. 36, *в*), кулачок *10* набегает на плечо коромысла *15*, и оно поворачивается на оси *17*. Наконечник *20* регулировочного винта *16* нажимает на стержень клапана *2*, пружины *21* и *22* сжимаются, и клапан открывается. После выхода кулачка из-под коромысла клапан под действием пружин плотно садится на седло *1*.

Верхнее расположение распределительного вала применяют в быстроходных двигателях, так как в этом случае движение передается от кулачка через коромысло на клапан. Следовательно, можно отказаться от промежуточных деталей механизма газораспределения, имеющих возвратно-поступательное движение и большие инерционные силы.

На автомобиле ГАЗ-3102 «Волга» установлен карбюраторный двигатель с форкамерно-факельным зажиганием, а поэтому несколько изменен привод клапанов (рис. 37). При вращении распределительного вала, установленного в блоке цилиндров, кулачок набегает на толкатель, который поднимается вверх вместе со штангой *8*. Она поворачивает общее коромысло *3*, открывается дополнительный клапан *15* и затем (почти одновременно) основной впускной клапан *2*. В форкамеру *16* и основную камеру *17* поступает различная по составу горючая смесь.

§ 20. Детали механизма газораспределения

Распределительные зубчатые колеса. Распределительный вал приводится во вращение зубчатыми колесами (рис. 38, *а—в*), реже—цепью (рис. 38, *г*). Отечественные карбюраторные двигатели, за некоторым исключением, имеют зубчатый привод распределительного вала, состоящий, как правило, из двух зубчатых колес. Одно колесо установлено на коленчатом валу, а другое на распределительном. Оба колеса имеют косые зубья для плавного зацепления и уменьшения шума при работе. С этой же целью зубчатые колеса распределительных валов двигателей автомобилей ГАЗ изготовляют из текстолита. Распределительные зубчатые колеса, установленные на коленчатых валах, делают из стали или легированного чугуна. Ди-

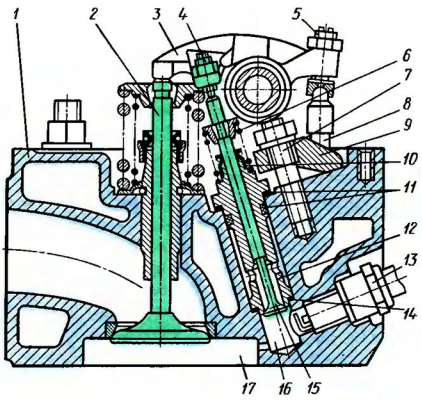


Рис. 37.
Привод клапанов двигателя автомобиля ГАЗ-3102 «Волга»:
1 – головка цилиндров; *2* – впускной клапан; *3* – коромысло основного и дополнительного клапанов; *4* – регулировочный винт дополнительного клапана; *5* – регулировочный винт; *6* – пружина дополнительного клапана; *7* – шпилька; *8* – штанга; *9* – скоба крепления корпуса дополнительного клапана; *10* – маслоотражательный колпачок; *11* – уплотнительные кольца; *12* – корпус дополнительного клапана; *13* – свеча зажигания; *14* – проклалка; *15* – дополнительный клапан; *16* – форкамера; *17* – основная камера сгорания

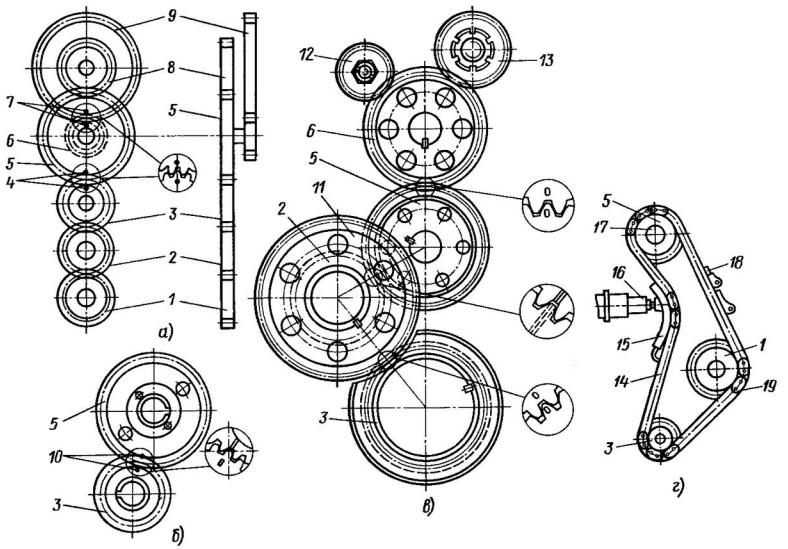


Рис. 38.
Приводы механизма газораспределения двигателей:
а – ЯМЗ-236; *б* – автомобилей ЗИЛ-130 и ГАЗ-53А; *в* – КамАЗ-740; *г* – автомобиля ВАЗ-2107 «Жигули»; *1* – зубчатое колесо привода масляного насоса; *2* и *11* – промежуточные зубчатые колеса; *3* – распределительное зубчатое колесо коленчатого вала; *4*, *7* и *10* – метки; *5* – зубчатое колесо распределительного вала; *6* и *9* – зубчатые колеса привода топливного насоса; *8* – зубчатое колесо привода вентилятора; *12* – зубчатое колесо привода насоса гидроусилителя рулевого привода; *13* – зубчатое колесо привода компрессора; *14* – ведомая ветвь цепи; *15* – башмак натяжного механизма; *16* – натяжной механизм; *17* – распределительный вал; *18* – успокоитель; *19* – ведущая ветвь цепи

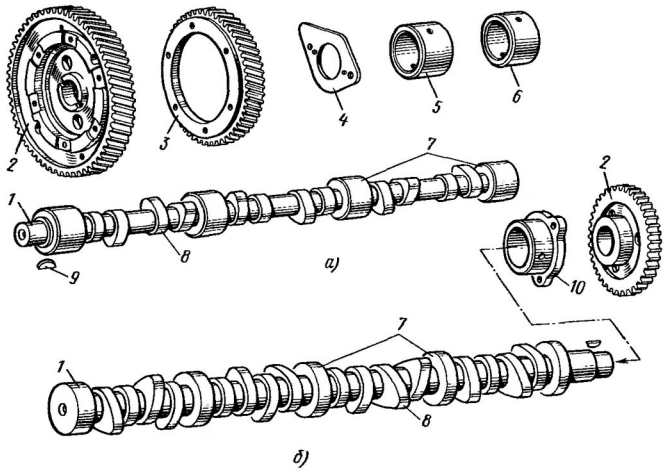


Рис. 39.
Детали механизма газораспределения дизелей:
а – ЯМЗ-236; *б* – КамАЗ-740; *1* – распределительный вал; *2* – зубчатое колесо распределительного вала; *3* – ведущее зубчатое колесо привода топливного насоса; *4* – упорный фланец; *5* – передняя опорная втулка; *6* – задняя втулка; *7* – опорные шейки; *8* – кулачки распределительного вала; *9* – шпонка; *10* – корпус подшипника с фланцем

зель КамАЗ-740 (рис. 38, *в*) имеет пять распределительных зубчатых колес, расположенных в задней части блока цилиндров.

При вращении зубчатого колеса *3* (рис. 38, *г*) в движение приходит цепь, приводящая в действие распределительный вал и масляный насос. При эксплуатации автомобиля цепь постепенно изнашивается и вытягивается. Натяжной механизм позволяет своевременно подтягивать цепь, а успокоитель *18* – гасить ее колебания.

В четырехтактном двигателе за рабочий цикл в каждом цилиндре по одному разу должны открываться и закрываться впускной и выпускной клапаны, т. е. распределительный вал должен сделать один оборот, а коленчатый вал – два. Для этого зубчатое колесо распределительного вала, если привод состоит из двух зубчатых колес, имеет в 2 раза больше зубьев, чем колесо коленчатого вала. При сборке двигателя необходимо по меткам соединять зубчатые колеса, установленные на коленчатом и распределительном валах, а при сборке дизеля также и зубчатые колеса привода топливного насоса. Это позволит привести в соответствие вращение коленчатого вала и перемещение поршней с открытием и закрытием клапанов, подачей топлива из форсунок в цилиндры двигателя и не нарушать фазы газораспределения.

Распределительный вал. Он передает движение от коленчатого вала через кулачки клапанам, открывая и закрывая их. Определенная последовательность открытия клапанов обусловлена соответствующим расположением кулачков. Распределительный вал *1* (рис. 39) вместе с кулачками *8* штампуют из углеродистой стали 45 (двигатели автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ЗИЛ-130, ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, МАЗ-5335, КамАЗ-5320 и др.) или отливают из серого чугуна (двигатели автомобилей «Москвич» и «Жигули»).

В четырехцилиндровом двигателе распределительный вал имеет восемь кулачков, в шестицилиндровом – две-

надцать, в восьмицилиндровом — шестнадцать, т. е. по два кулачка на цилиндр. Каждый кулачок управляет одним клапаном — впускным или выпускным.

На распределительном валу могут находиться также зубчатое колесо привода распределителя зажигания и масляного насоса (двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130) и эксцентрик привода топливного насоса. Эксцентрик может быть изготовлен как одно целое с распределительным валом или привернут к нему болтом (двигатель автомобиля ГАЗ-53А). Рабочие поверхности кулачков, опорных шеек, эксцентриков и зубчатых колес стальных распределительных валов подвергают термической обработке и шлифованию для повышения их надежности и износостойкости. У чугунных валов для этих же целей кулачки и опорные шейки отбеливают.

В качестве подшипников для распределительного вала чаще всего применяют запрессованные в блок цилиндров втулки, залитые антифрикционным сплавом. Диаметры опорных шеек распределительного вала обычно одинаковые (двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12 и ЗИЛ-130), но бывают и разные для облегчения сборки (автомобиль ГАЗ-24 «Волга»).

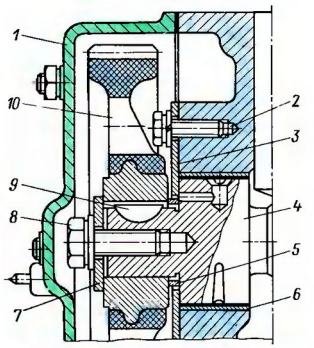


Рис. 40.
Упорный фланец распределительного вала:
1 — крышка блока распределительных зубчатых колес; *2* и *8* — болты; *3* — упорный фланец; *4* — распределительный вал; *5* — распорное кольцо; *6* — втулка подшипника распределительного вала; *7* — шайба; *9* — шпонка; *10* — зубчатое колесо

Наличие на распределительном валу колеса с косыми зубьями приводит к возникновению силы, стремящейся сдвинуть вал вдоль его оси. Распределительные валы двигателей автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130 и МАЗ-5335 удерживаются от осевых перемещений упорным фланцем *4* (рис. 39) или *3* (рис. 40), установленным с зазором между ступицей колеса *10* и торцом передней опорной шейки вала *4*. Зазор обеспечен тем, что толщина упорного фланца меньше толщины распорного кольца *5* на 0,1 — 0,2 мм (двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53 — 12 и ГАЗ-24 «Волга») или на 0,08 — 0,208 мм (двигатель автомобиля ЗИЛ-130). Упорный фланец стальной; рабочие поверхности его термически обработаны и фосфатированы для улучшения приработки. Фланец прикреплен двумя болтами *2* к передней стенке блока цилиндров. Корпус *10* заднего подшипника (см. рис. 39, *б*) двигателя КамАЗ-740 имеет фланец, который исключает осевые смещения распределительного вала. Колесо *10* (рис. 40) установлено на распределительном валу *4* на шпонке *9*. Смещение колеса исключено установкой болта *8*, ввернутого в торец распределительного вала.

Толкатели. Усилия от кулачка распределительного вала к клапану или штанге передает толкатель, изготовленный из стали или чугуна. Рабочую поверхность толкателей для повышения их долговечности закаливают и шлифуют. Износ будет меньше, если толкатели чугунные, а распределительный вал стальной. Если толкатель и вал стальные, то на тарелку толкателя наплавляют отбеленный чугун. Тарельчатые толкатели (рис. 41, *а*) получили распространение в двигателях с нижним расположением клапанов. Кольцевая канавка на наружной поверхности толкателя необходима для смазывания пары толкатель — отверстие в блоке цилиндров. В толкатель *3* ввернут регулировочный болт *4* с контргайкой *5*. В двигателях с верх-

expert22 для http://rutracker.org

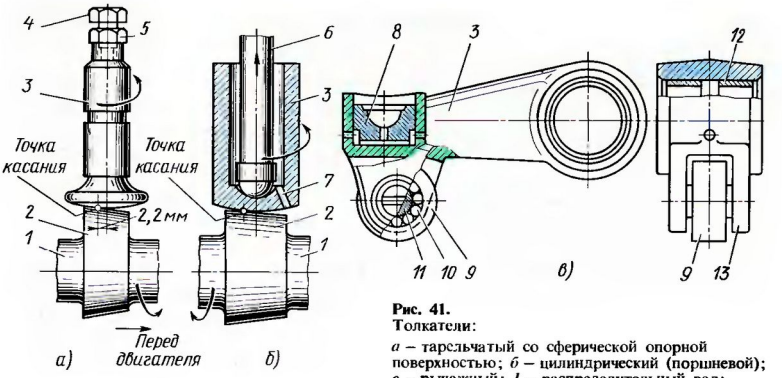


Рис. 41.
Толкатели:
а – тарельчатый со сферической опорной поверхностью; *б* – цилиндрический (поршневой); *в* – рычажный; *1* – распределительный вал; *2* – кулачок; *3* – толкатель; *4* – регулировочный болт; *5* – контргайка; *6* – штанга; *7* – отверстие для слива масла; *8* – пята; *9* – ролик; *10* – игольчатый подшипник; *11* – ось ролика; *12* – втулка; *13* – вилка толкателя

ним расположением клапанов (автомобили ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-3102 «Волга», ЗИЛ-130 и др.) применяют цилиндрические толкатели (рис. 41, *б*) с одними или двумя отверстиями для слива масла. Рабочую поверхность толкателя, соприкасающуюся с кулачком распределительного вала, обрабатывают по сфере. Поверхности толкателя и кулачка изнашиваются меньше и равномернее, если толкатель может повертываться при набегании кулачка. Вращение толкателя достигается в результате смещения от его оси точки касания с кулачком. Кулачок распределительного вала имеет небольшую конусность, если толкатель обработан по сфере. Толкатели размещают в отверстиях, выполненных в блоке цилиндров или в нижней стенке клапанной коробки.

В дизеле ЯМЗ-236 применяют подвесные рычажные толкатели *3* (рис. 41, *в*), свободно установленные на разрезной оси, расположенной на четырех опорах над распределительным валом. Ось *11* ролика *9* вращается в игольчатых подшипниках *10*, установленных в вилке *13* толкателя. Ролик перекатывается по кулачку распределительного вала. Следовательно, трение скольжения заменено трением качения. Сверху в толкатель запрессована стальная пята *8* со сферической поверхностью, на которую опирается пустотелая штанга, передающая движение коромыслу.

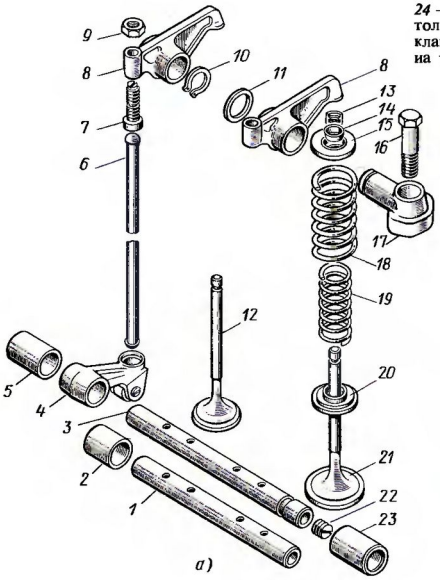
Штанги. Усилие от толкателя к коромыслу передают штанги. Их изготовляют из алюминиевого прутка (двигатели автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-3102 «Волга», ГАЗ-53-12, ГАЗ-53А), стального прутка с закаленными концами (двигатель автомобиля ЗИЛ-130) или стальной трубки (дизели ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 и др.). Использование штанг из алюминиевого прутка обеспечивает постоянство тепловых зазоров в клапанах. Блоки цилиндров и головки блоков указанных двигателей отлиты из алюминиевого сплава. Во время работы двигателя они нагреваются и имеют одинаковые коэффициенты линейного расширения, что и штанги. На концы штанг *6* напрессовывают стальные термически обработанные наконечники для шарнирного соединения с толкателем и регулировочным винтом коромысла. Верхний конец штанги движется не прямолинейно, а описывает дугу, радиус которой равен меньшему (короткому) плечу коромысла.

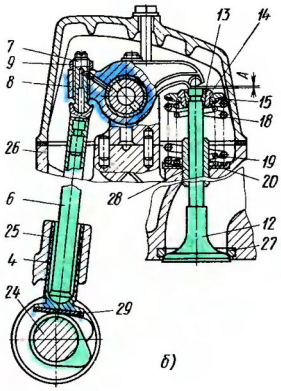
Коромысла. Усилие от штанги к клапану передает коромысло, которое представляет собой стальной неравноплечий рычаг; длинное плечо расположено над клапаном, а короткое – над

штангой. В коротком плече есть отверстие, в которое ввернут регулировочный винт *7* (рис. 42, *а*), удерживаемый от самоотвертывания контргайкой *9*. При работе двигателя штанга нажимает на короткое плечо коромысла, а его длинное плечо – на стержень клапана. Коромысло выполняют неравноплечим для уменьшения хода толкателя и штанги, а также снижения сил инерции. Поверхность конца коромысла, называемую бойком, соприкасающуюся со стержнем клапана, и поверхность регулировочного винта, соприкасающуюся с наконечником штанги, термически обрабатывают и шлифуют для повышения их надежности и износостойкости. В отверстие ступицы коромысла запрессовывают бронзовую втулку (двигатели автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130, КамАЗ-5320 и др.) с кольцевой канавкой на внутренней поверхности для распределения масла и подачи его к регулировочному винту. В коротком плече коромысла есть отверстие, по которому поступает масло к винту *7* (рис. 42, *б*). Винт имеет кольцевую канавку и канал для подвода масла к наконечнику штанги.

В головку блока ввернуты шпильки, на которых установлены стойки и ось с коромыслами. От продольного смещения по оси коромысла удерживаются распорными пружинами, прижимающими их к стойкам и стопорным кольцам. На дизелях ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 оси *17* коромысел выполнены как одно целое со стойками. Каждое коромысло качается на отдельной оси. От бокового смещения коромысло удерживается упорной шайбой *11* и стопорным пружинным кольцом *10*.

Рис. 42.
Детали и схема механизма газораспределения дизелей:
а – ЯМЗ-236; *б* – КамАЗ-740; *1* – средняя ось толкателей; *2* – распорная втулка; *3* – крайняя ось толкателей; *4* – толкатель; *5* – промежуточная втулка; *6* – штанга; *7* – регулировочный винт; *8* – коромысло; *9* – контргайка; *10* – стопорное кольцо; *11* – упорная шайба; *12* – выпускной клапан; *13* – сухарь; *14* – втулка; *15* – тарелка пружины; *16* – болт; *17* – ось коромысла; *18* – внешняя пружина; *19* – внутренняя пружина; *20* – шайба; *21* – впускной клапан; *22* – пробка; *23* – задняя втулка оси толкателей; *24* – распределительный вал; *25* – направляющая толкателей; *26* – головка цилиндра; *27* – седло клапана; *28* – направляющая втулка; *29* – наплавка на толкателе; *А* – тепловой зазор





Клапаны. Назначение клапана – открывать и закрывать впускное или выпускное отверстия, расположенные в головке блока (двигатели с верхним расположением клапанов) или в блоке цилиндров (двигатели с нижним расположением клапанов). Основными частями клапана являются головка и стержень. Клапан должен надежно изолировать цилиндр во время тактов сжатия и рабочего хода от впускного или выпускного трубопровода и оказывать в открытом положении возможно меньшее сопротивление движению газов. Плавный переход от головки клапана к его стержню уменьшает сопротивление клапана при обтекании его газами. Чтобы клапан плотно прилегал к седлу, на его головке делают фаску, которую шлифуют и притирают к фаске седла. Головки (или тарелки) впускного и выпускного клапанов могут быть как одинакового диаметра, так и разного. Обычно головку впускного клапана делают большего диаметра для улучшения наполнения цилиндра. Например, размеры клапанов двигателя автомобиля ГАЗ-53А: диаметр головки впускного клапана 47 мм, а выпускного 36 мм. В дизеле КамАЗ-740 диаметр тарелки впускного клапана 51 мм, а выпускного 46 мм.

Клапаны работают при высокой температуре и подвергаются коррозионному действию газов. В особо тяжелых условиях работают выпускные клапаны. Поэтому металл, применяемый для их изготовления, должен быть коррозионно- и износостойким. Этим требованиям удовлетворяет высоколегированная сталь.

Если клапан закрыт, то между концом его стержня и регулировочным болтом толкателя или между концом стержня клапана *12* и бойком коромысла *8* (рис. 42, *б*) должен быть определенный тепловой зазор *А*. В двигателях с нижним расположением клапанов для их нормальной работы устанавливают соответствующий тепловой зазор регулировочным болтом, ввернутым в толкатель. В двигателях с верхним расположением клапанов для регулировки теплового зазора служит винт, ввернутый в короткое плечо коромысла. Тепловой зазор для впускных и выпускных клапанов у холодных двигателей автомобилей ГАЗ-53А, ЗИЛ-130, МАЗ-5335 равен 0,25–0,30 мм. Если тепловые зазоры во время работы двигателя увеличиваются, то клапаны начинают стучать и ухудшаются наполнение цилиндров свежим зарядом смеси и их очистка от отработавших газов. При уменьшении тепловых зазоров клапаны неплотно прилегают к седлам и их фаски обгорают. Мощность двигателя в обоих случаях снижается, а также нарушаются фазы газораспределения.

Тепловые зазоры регулируют при такте сжатия, когда поршень первого цилиндра находится в ВМТ и оба клапана закрыты. Регулировку производят обычно согласно порядку работы цилиндров двигателя (1–2–4–3; 1–3–4–2 и т. д.) или по рекомендации, указанной в заводской инструкции.

Отработавшие газы вызывают коррозию и повышенный износ седел выпускных клапанов, поэтому седла делают вставными (см. рис. 42 и 43) из жаростойкого чугуна. Если двигатель имеет механизм газораспределения с верхними клапанами и головку блока, отлитую из алюминиевого сплава, то под все клапаны в головке блока запрессовывают седла из жаростойкого чугуна (двигатели автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130, КамАЗ-5320 и др.). В дизеле ЯМЗ-236 под выпускные клапаны также запрессованы седла.

Стержень клапана перемещается в направляющей втулке, обеспечивающей посадку клапана на седло без перекоса. В большинстве двигателей применены пористые порошковые втулки *12* (рис. 43), обладающие хорошими антифрикционными свойствами. Стержни клапанов дизеля КамАЗ-740 на длине 120 мм от торца графитизированы. Стержни впускного и выпускного клапанов хромируют (двигатель автомобиля ЗИЛ-130). Все эти технологические и конструктивные мероприятия повышают надежность клапанного механиз-

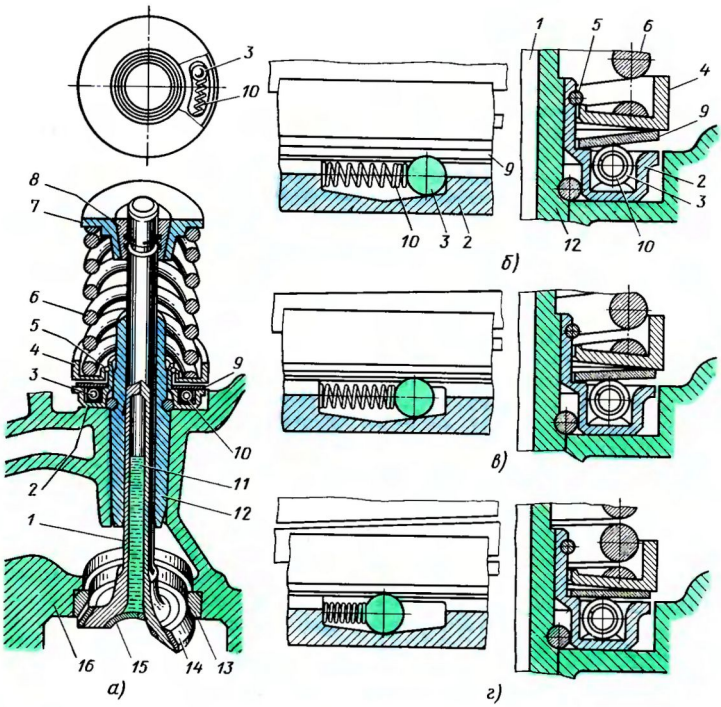


Рис. 43.
Выпускной клапан двигателя автомобиля ЗИЛ-130 с механизмом вращения:
а – выпускной клапан и механизм вращения; *б–г* – соответственно начальное, рабочее и конечное положения механизма вращения; *1* – выпускной клапан; *2* – корпус механизма вращения; *3* – шарик; *4* – опорная шайба; *5* – замковое кольцо; *6* – пружина клапана; *7* – тарелка пружины; *8* – сухарь; *9* – дисковая пружина; *10* – возвратная пружина; *11* – натриевый наполнитель; *12* – направляющая втулка; *13* – седло клапана; *14* – жаростойкая наплавка; *15* – заглушка; *16* – головка блока

ма. На конце стержня клапана есть выточка для соединения с пружиной *6* (постоянно находящейся в сжатом состоянии) и клапаном при помощи сухарей *8* и тарелки *7*. Пружина клапана способствует его плотной посадке на седло и прижимает толкатель к кулачку распределительного вала. Пружина *6* имеет постоянный шаг. Для повышения надежности двигателя автомобиля ГАЗ-24 «Волга» пружину изготовляют из высокопрочной пружинной проволоки и термически обрабатывают. Для предотвращения вибрации клапана при большой частоте вращения коленчатого вала шаг витков делают переменным. Конец пружины с меньшим шагом обращен вниз в сторону головки клапана. Иногда на клапан устанавливают не одну пружину, а две – с разным направлением навивки, чтобы исключить заклинивание (дизели ЯМЗ-236 и КамАЗ-740). При наличии двух пружин (см. рис. 42, *а* и *б*) уменьшается их длина, повышается надежность двигателя (при поломке одной пружины клапан будет удерживаться другой) и улучшается резонансная характеристика клапанного механизма.

В соединении клапана с пружинами при помощи сухарей и тарелки используется коническая втулка (двигатели ЯМЗ-236, автомобилей КамАЗ-5320, ГАЗ-53А и др.), плотно охватывающая сухари. Тарелка опирается на торец конической втулки, а во фланец тарелки упираются одна или две пружины. При таком соединении клапана с пружинами уменьшаются силы трения между ними, и клапан может повертываться во время работы двигателя. Вследствие этого значительно возрастает срок службы клапана, его седла и направляющей втулки, так как уменьшается односторонний износ этих деталей. На стержень впускного клапана (например, в двигателе автомобиля ГАЗ-24 «Волга») надевают колпачок из маслостойкой резины для устранения возможного подсоса масла (при тактах впуска) в камеру сгорания через зазор между втулкой и стержнем. Для этих целей на верхней части направляющей втулки (дизель КамАЗ-740) устанавливают уплотнительную манжету.

Выпускной клапан *1* двигателя автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 43) имеет жаростойкую наплавку *14* на фаске, несмотря на то, что он изготовлен из жаростойкой стали. В стержне клапана просверлено глухое отверстие, заполненное наполовину или на две трети натриевым наполнителем и закрытое заглушкой *15*. Во время работы двигателя натрий плавится (температура его плавления равна 98 °С) и превращается в жидкость. При возвратно-поступательном движении клапана в направляющей втулке *12* натрий перемещается, омывает головку клапана и отводит от нее теплоту к стержню и втулке. При охлаждении клапана повышается надежность его работы, а следовательно, и двигателя.

§ 21. Механизм вращения клапана

Для повышения надежности выпускных клапанов применяют механизмы для их вращения. При этом устраняется возможность образования нагара на рабочей фаске выпускного клапана. Во время работы выпускной клапан принудительно поворачивается специальным механизмом (рис. 43), корпус которого расположен в головке блока. В корпусе *2* по окружности расположено пять наклонных углублений для шариков *3* с возвратными пружинами *10*. На верхнюю часть корпуса надеты с зазором дисковая пружина *9* и опорная шайба *4*. Пружина *6* клапана одним концом опирается на тарелку *7*, а другим – на опорную шайбу *4*. Если клапан закрыт, то усилие пружины через шайбу передается дисковой пружине *9* и шарикам *3*. Внутренней кромкой дисковая пружина опирается на заплечики корпуса, а на ее наружную кромку действует пружина *6* клапана через опорную шайбу *4*.

При открытии клапана пружина *6* сжимается, и сила, передаваемая дисковой пружине *9*, возрастает. Пружина *9* распрямляется, и между ее внутренней кромкой и заплечиками корпуса появляется зазор. После выпрямления дисковой пружины на шарики передается усилие двух пружин. Шарики, перекатываясь по наклонным углублениям корпуса, сжимают возвратные пружины *10*, поворачивая (вследствие трения) дисковую пружину вместе с опорной шайбой, которая, в свою очередь, вызывает поворот пружины *6* одновременно с клапаном. Во время закрытия клапана пружина *6* распрямляется, давление уменьшается и прогиб дисковой пружины *9* возрастает. Дисковая пружина *9* внутренней кромкой снова опирается на заплечики корпуса и освобождает шарики, возвращающиеся в исходное положение под действием возвратных пружин *10*.

§ 22. Фазы газораспределения

При рассмотрении рабочих циклов двигателей условно было принято, что открытие и закрытие клапанов происходит в момент нахождения поршня соответственно в ВМТ или в НМТ. В действительности моменты открытия

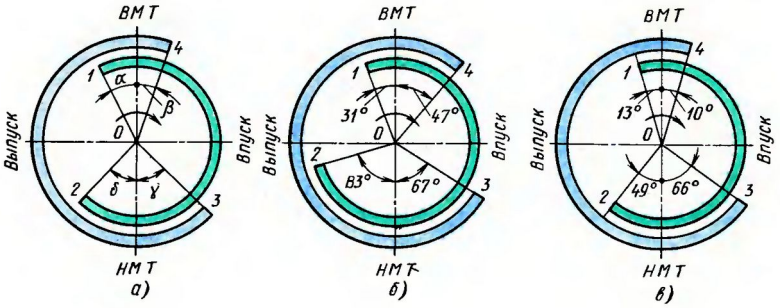


Рис. 44.
Диаграммы фаз газораспределения:
а – общая четырехтактного двигателя;
б – двигателя автомобиля ЗИЛ-130; *в* – дизеля КамАЗ-740; *1–2* – фаза впуска; *3–4* – фаза выпуска; *О* – центр вращения вала

и закрытия клапанов не совпадают с положением поршней в мертвых точках. Клапаны открываются и закрываются с некоторым, иногда очень значительным, опережением или запаздыванием, что необходимо для улучшения наполнения цилиндров чистым воздухом (дизели) или горючей смесью (карбюраторные двигатели) и лучшей очистки их от отработавших газов. Моменты открытия и закрытия клапанов, выраженные в градусах угла поворота коленчатого вала по отношению к соответствующим мертвым точкам, называют *фазами газораспределения* и изображают в виде круговых диаграмм (рис. 44).

Рассмотрим общую диаграмму фаз газораспределения четырехтактного двигателя (рис. 44, *а*). Впускной клапан открывается (точка *1*) с опережением (угол α), т. е. до прихода кривошипа коленчатого вала и поршня в ВМТ. Вследствие этого в начале движения поршня вниз впускной клапан будет уже открыт на значительную величину, и наполнение цилиндра (вследствие разрежения) воздухом или горючей смесью улучшается. Закрывается впускной клапан (точка *2*) с запаздыванием (угол δ), т. е. кривошип вала и поршень проходят НМТ, поднимаются вверх, совершая такт сжатия, а клапан в это время еще открыт, и горючая смесь или воздух по инерции заполняют цилиндр.

Выпускной клапан открывается (точка *3*) до прихода кривошипа коленчатого вала и поршня в НМТ, т. е. с опережением (угол γ). Поршень движется вниз, а отработавшие газы уже начинают выходить из цилиндра, так как давление в нем больше атмосферного. Поэтому при движении поршня вверх, во время такта выпуска, меньше затрачивается работы на удаление отработавших газов из цилиндра двигателя. Закрытие выпускного клапана (точка *4*) происходит с запаздыванием (угол β) – после перехода кривошипом вала и поршнем ВМТ. В этом случае используется отсасывающее действие потока газов в выпускном трубопроводе.

Таким образом, в результате открытия выпускного клапана с опережением и закрытия его с запаздыванием улучшается очистка цилиндра от отработавших газов. Анализируя диаграмму, видим, что в течение некоторого времени, за которое коленчатый вал поворачивается на угол, равный сумме углов α + β, открыты оба клапана – впускной и выпускной. Этот период называют *перекрытием клапанов*.

Для правильной установки фаз газораспределения распределительные зубчатые колеса двигателя необходимо точно соединять по меткам.

Фазы газораспределения некоторых отечественных двигателей приведены в табл. 6. Указанные фазы газораспределения являются расчетными и дей-

6. Фазы газораспределения (в °) двигателей различных автомобилей

Наименование	ВАЗ – 2106 «Жигули»	ГАЗ – 3102 «Волга»	ГАЗ – 53 – 12	ЗИЛ – 130	МАЗ-5335	КамАЗ – 5320
Впускной клапан:						
открытие до ВМТ	12	12	36	31	20	13
закрытие после НМТ	40	60	52	83	46	49
Продолжительность впуска	232	252	268	294	246	242
Выпускной клапан:						
открытие до НМТ	42	54	70	67	66	66
закрытие после ВМТ	10	18	18	47	20	10
Продолжительность выпуска	232	252	268	294	266	256
Перекрытие клапанов	22	30	54	78	40	23

ствительны при соответствующих зазорах между стержнем клапана и бойком коромысла или между стержнем клапана и регулировочным болтом толкателя. Для двигателя автомобиля ГАЗ-53А этот зазор равен 0,35 мм, а для автомобиля ЗИЛ-130 он составляет 0,30 мм.

С увеличением частоты вращения коленчатого вала (быстроходные двигатели) фазы газораспределения расширяются, так как поршни перемещаются быстрее и остается меньше времени на наполнение цилиндров чистым воздухом или горючей смесью.

Глава 5

Система охлаждения

Система охлаждения предназначена для принудительного отвода от деталей двигателя лишней теплоты и передачи ее окружающему воздуху. В результате этого создается определенный температурный режим, при котором двигатель не перегревается и не переохлаждается, т. е. рабочий цикл протекает нормально.

§ 23. Общее устройство и работа жидкостной системы охлаждения

Теплоту в двигателях отводят двумя способами: жидкостью (жидкостная система охлаждения) или воздухом (воздушная система охлаждения). Эти системы поглощают 25–35% теплоты, выделяющейся во время сгорания топлива. Температура охлаждающей жидкости, находящейся в головке блока цилиндров, должна быть равна 80–95 °С. Такой температурный режим является оптимальным. Он обеспечивает нормальную работу двигателя и не должен меняться в зависимости от температуры окружающего воздуха и нагрузки двигателя. Температура в течение рабочего цикла двигателя изменяется от 80–120 °С (минимальная) в конце впуска до 2000–2200 °С (максимальная) в конце сгорания смеси.

Если двигатель не охлаждать, то газы, имеющие высокую температуру, сильно нагревают детали двигателя и они расширяются. Масло на цилиндрах и поршнях выгорает, их трение и скорость изнашивания возрастают. От чрезмерного расширения деталей происходит заклинивание поршней в цилиндрах двигателя, в результате чего он может выйти из строя. Чтобы избежать отрицательных явлений, вызываемых перегревом двигателя, его необходимо охлаждать.

Однако чрезмерное охлаждение двигателя также отрицательно сказывается на его работе. При переохлаждении на стенках цилиндров конденсируются пары топлива (бензина), которые смывают смазочный материал, разжижают масло в картере. В этих условиях происходит интенсивное изнашивание поршневых колец, поршней, цилиндров и снижается экономичность и мощность

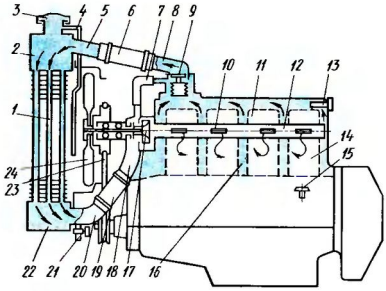


Рис. 45.
Схема жидкостной системы охлаждения двигателя:
1 – радиатор; *2* – верхний бачок; *3* – пробка радиатора; *4* – контрольная трубка; *5* – верхний патрубок радиатора; *6* и *19* – резиновые шланги; *7* – перепускной шланг; *8* и *18* – соответственно отводящий и подводящий патрубки; *9* – термостат; *10* – отверстие; *11* – головка блока; *12* – водораспределительная трубка; *13* – датчик указателя температуры жидкости; *14* – блок цилиндров; *15* и *21* – сливные краны; *16* – водяная рубашка; *17* – крыльчатка водяного центробежного насоса; *20* – нижний патрубок радиатора; *22* – нижний бачок радиатора; *23* – ремень привода вентилятора; *24* – вентилятор

двигателя. Нормальная работа системы охлаждения способствует получению наибольшей мощности, снижению расхода топлива и увеличению срока службы двигателя без ремонта.

Большинство двигателей имеет жидкостные системы охлаждения. Распространение получили закрытые системы охлаждения с принудительной циркуляцией жидкости. В данных системах внутреннее пространство только периодически сообщается с окружающей средой при помощи специальных клапанов. В этих системах повышается температура кипения охлаждающей жидкости, уменьшается ее выкипание и образование накипи. Жидкость подается в двигатель насосом под давлением. Интенсивность циркуляции жидкости и обдув радиатора воздухом зависят от частоты вращения коленчатого вала двигателя. Открытые системы охлаждения на автомобильных двигателях не применяются.

Принципиальная схема жидкостной системы охлаждения показана на рис. 45. Система охлаждения автомобильного двигателя состоит из водяной рубашки *16*, радиатора *1*, вентилятора *24*, термостата *9*, насоса с крыльчаткой *17*, отводящего *8* и подводящего *18* патрубков, ремня *23* привода вентилятора, датчика *13* указателя температуры жидкости, сливных кранов *15* и *21* и других деталей. Вокруг цилиндров двигателя и головки блока имеется пространство с двойными стенками (водяная рубашка или водяная полость), где циркулирует охлаждающая жидкость.

Во время работы двигателя охлаждающая жидкость нагревается и подается водяным насосом в радиатор, где она охлаждается, а затем снова поступает в рубашку блока цилиндров. Для надежной работы двигателя необходимо, чтобы охлаждающая жидкость постоянно циркулировала по замкнутому кругу двигатель – радиатор – двигатель. Жидкость может циркулировать по малому кругу, минуя радиатор (непрогретый двигатель, термостат закрыт), или по большому кругу, поступая в радиатор (прогретый двигатель, термостат открыт). Направление движения охлаждающей жидкости показано на рис. 45 стрелками.

Водяная рубашка *16* двигателя состоит из рубашки блока цилиндров и рубашки головки блока, соединенных между собой отверстиями в прокладке между головкой и блоком. Крыльчатка *17* водяного центробежного насоса и вентилятор приводятся в действие клиновидным ремнем *23*. При вращении крыльчатки насоса охлаждающая жидкость нагнетается в водораспределительную трубку *12*, расположенную в головке блока. Через отверстия *10* в трубке жидкость направляется к патрубкам выпускных клапанов, благодаря чему охлаждаются наиболее нагретые части головки блока и цилиндров. Нагретая охлаждающая жидкость поступает в верхний отводящий патрубок *8*. Если термостат *9* закрыт, то по перепускному шлангу *7* жидкость снова поступает к центробежному насосу. При открытом термостате охлаждающая жидкость проходит в верхний бачок *2* радиатора, охлаждается, протекая по

трубкам, и поступает в нижний бачок *22* радиатора. Охлажденная в радиаторе жидкость по нижнему подводящему патрубку *18* подводится к насосу.

§ 24. Схемы жидкостных систем охлаждения

Жидкостная система охлаждения автомобильных двигателей получила широкое распространение, несмотря на следующие недостатки: замерзание воды при низкой температуре, что может вывести двигатель из строя; образование на внутренних стенках системы накипи, уменьшающей теплообмен и вызывающей перегрев двигателя; увеличение массы и размеров двигателя из-за наличия двойных стенок.

Двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130, МАЗ-5335, КамАЗ-5320 и многие другие имеют закрытую жидкостную систему охлаждения с принудительной циркуляцией жидкости, создаваемой центробежным насосом.

Рассмотрим работу системы охлаждения двигателей автомобилей ЗИЛ-130, МАЗ-5335 и КамАЗ-5320. Водяная рубашка двигателя автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 46) соединена с радиатором *1* гибкими шлангами. Верхний бачок *5* радиатора связан с рубашкой впускного трубопровода *14*, а нижний бачок *27* — с подводящим патрубком *26* водяного насоса. Левый и правый ряды цилиндров двумя трубопроводами подключаются к насосу. В патрубке *12*, по которому нагретая охлаждающая жидкость подводится к верхнему бачку радиатора, установлен термостат *11*. Водяная рубашка компрессора гибкими шлангами

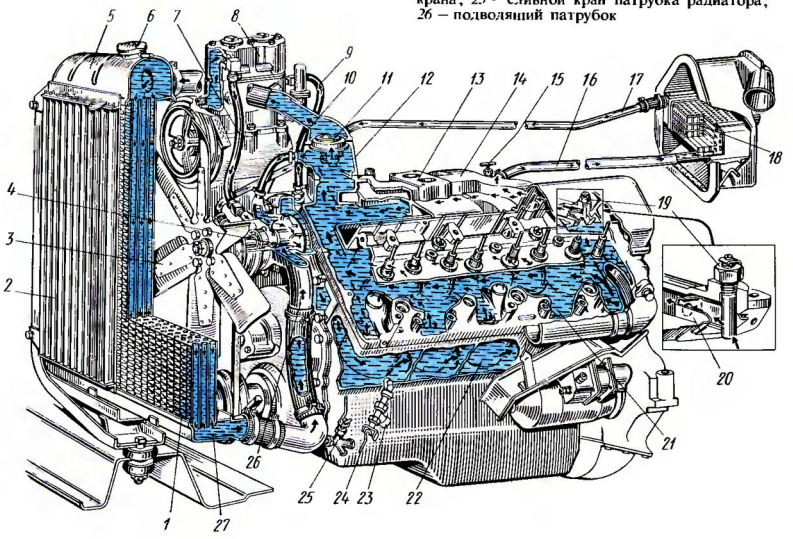


Рис. 46.
Система охлаждения двигателя автомобиля ЗИЛ-130:
1 — радиатор; *2* — жалюзи; *3* — вентилятор; *4* — водяной насос; *5* и *27* — соответственно верхний и нижний бачки радиатора; *6* — пробка радиатора; *7* — отводящий шланг; *8* — компрессор; *9* — подводящий шланг; *10* — перепускной шланг; *11* — термостат; *12* — патрубок; *13* — фланец для установки карбюратора; *14* — впускной трубопровод; *15* — кран отопителя; *16* и *17* — соответственно подводящая и отводящая трубки; *18* — радиатор отопителя; *19* — датчик указателя температуры жидкости; *20* — дозирующая вставка; *21* — водяная рубашка головки блока; *22* — водяная рубашка блока цилиндров; *23* — сливной кран рубашки блока цилиндров; *24* — рукоятка привода сливного крана; *25* — сливной кран патрубка радиатора; *26* — подводящий патрубок

9 и *7* постоянно связана с системой охлаждения двигателя. Радиатор *18* отопителя соединен с системой охлаждения двигателя трубками *16* и *17*; включается отопитель в работу краном *15*.

При пуске, прогреве и работе двигателя, пока температура воды в системе охлаждения ниже 73 °С, жидкость циркулирует по водяным рубашкам блока, головок блока и компрессора, но не поступает в радиатор, так как термостат закрыт. К водяному насосу (независимо от положения клапана термостата) охлаждающая жидкость подается по перепускному шлангу *10* из рубашки впускного трубопровода, компрессора и из радиатора *18* отопителя (если он включен).

Водяной насос нагнетает жидкость в систему, и основной ее поток проходит по водяной рубашке блока цилиндров от его передней части к задней. Омывая гильзы цилиндров со всех сторон и проходя через отверстия в привалочных поверхностях блока цилиндров и головок блока, а также в прокладке, расположенной между ними, охлаждающая жидкость поступает в рубашки головок блока. При этом значительное количество охлаждающей жидкости подается к наиболее нагретым деталям и участкам – патрубкам выпускных клапанов и гнездам свечей зажигания. В головках блока охлаждающая жидкость движется в продольном направлении от заднего торца блока к переднему благодаря наличию отверстий, просверленных в привалочных поверхностях блока цилиндров и головок, и дозирующих вставок *20*, установленных в задних каналах впускного трубопровода. Отверстие во вставке ограничивает количество жидкости, поступающей в рубашку впускного трубопровода. Нагретая жидкость, проходящая по рубашке впускного трубопровода, подогревает горючую смесь, поступающую из карбюратора (по внутренним каналам трубопровода), вследствие чего улучшается смесеобразование.

Перед началом работы необходимо проверить уровень жидкости в радиаторе, так как при недостаточном ее количестве нарушается циркуляция жидкости и двигатель перегревается. Качество воды, применяемой для охлаждения двигателя, имеет не меньшее значение для долговечности и надежности его работы, чем качество топлива и смазочных материалов. Применение чистой и мягкой воды является одним из основных условий технически правильной эксплуатации двигателя. В систему охлаждения следует наливать чистую мягкую воду, не содержащую известковых солей. При использовании жесткой воды в радиаторе и водяной рубашке откладывается большое количество накипи, что приводит к перегреву двигателя и снижению его мощности. Частая смена воды в системе охлаждения также вызывает усиленное образование накипи. Смягчить воду можно следующими способами: кипячением, добавлением к воде химических веществ и ее магнитной обработкой. Установлено, что, проходя через слабое магнитное силовое поле, вода приобретает новые свойства: теряет способность к накипеобразованию и растворяет ранее образовавшуюся накипь, которая была в системе охлаждения двигателя.

Воду в систему охлаждения наливают через горловину радиатора, закрываемую пробкой *6* (рис. 46). Для слива воды служат краны, расположенные в самых низких точках системы охлаждения. Система охлаждения дизеля ЯМЗ-236 показана на рис. 47. Особенностью системы является расположение насоса *1* и его привод, не объединенный с вентилятором, как у большинства двигателей. Кроме того, каждая головка цилиндров имеет водосборный трубопровод с отдельным термостатом *5*. Коробки термостатов левого и правого трубопроводов соединены между собой трубой *6*.

Если двигатель не прогрет, то жидкость насосом из нижнего бачка радиатора нагнетается по каналам в крышке блока распределительных зубчатых колес. Оттуда она поступает в водяные рубашки правого и левого рядов цилиндров, омывает гильзы цилиндров и поступает в головки блока к наиболее

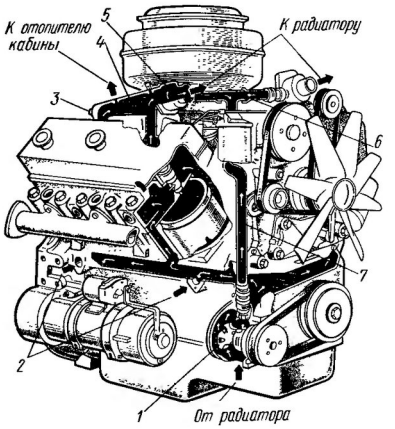


Рис. 47.
Система охлаждения дизеля ЯМЗ-236:

1 – жидкостный насос; *2* – место подсоединения предпускового подогревателя; *3* – датчик указателя температуры охлаждающей жидкости; *4* – водосборный трубопровод; *5* – термостат; *6* – соединительная труба; *7* – перепускная труба

нагретым местам – выпускным клапанам и стаканам форсунок. Далее жидкость из головок цилиндров по двум каналам попадает в водосборные трубопроводы *4* с термостатами *5*. Поскольку они закрыты, охлаждающая жидкость по соединительной *6* и перепускной *7* трубам возвращается в насос (малый круг циркуляции).

При увеличении температуры жидкости выше 70 °С клапаны термостатов открываются (полное открытие их происходит при температуре жидкости 85 °С), и охлаждающая жидкость двумя потоками поступает в радиатор.

В холодное время года в систему охлаждения лучше заливать низкозамерзающую жидкость (антифриз). Она имеет температуру замерзания –40 или –65 °С (ГОСТ 159–52*) и представляет собой смесь этиленгликоля, воды и различных присадок. Для защиты металла от коррозии, вызываемой действием этиленгликоля, в жидкости, замерзающие при низкой температуре, добавляют специальную присадку. Эти жидкости ядовиты, поэтому обращаться с ними нужно очень осторожно. При попадании их в организм человека возможна потеря зрения и сильное отравление со смертельным исходом.

Система охлаждения дизеля КамАЗ-740 (рис. 48) рассчитана на постоянное использование низкозамерзающих жидкостей (антифризов) ТОСОЛ-А40 или ТОСОЛ-А65. Применение воды в системе охлаждения допускается только в особых случаях и кратковременно. В систему охлаждения входят водяные рубашки блока и головок *26* цилиндров, водяной насос *27*, радиатор *4*, вентилятор *30* с гидромуфтой *5*, жалюзи *3*, два термостата *10*, расширительный бачок *18*, соединительные трубопроводы, шланги, клиноременная передача привода насоса, сливные краны или пробки, датчик температуры охлаждающей жидкости и другие детали.

Допускается работа двигателя при температуре охлаждающей жидкости не более 105 °С. Температурный режим работы двигателя поддерживается двумя термостатами, гидромуфтой включения вентилятора и жалюзи. Если двигатель не прогрет, то охлаждающая жидкость, подаваемая насосом *27*, поступает в левый ряд цилиндров и по нагнетательному патрубку *7* в правый ряд. Она омывает наружные поверхности гильз цилиндров обоих рядов, затем через отверстия в верхней плоскости блока цилиндров, прокладке головки блока поступает в головки цилиндров, охлаждая наиболее нагретые места – выпускные клапаны и гнезда форсунок. Нагретая жидкость проходит от головок цилиндров в правую *14* и левую *24* трубы, расположенные в «развале» двигателя, затем по соединительной трубе *12* подается в водораспределительную коробку *11* (или коробку термостатов). Клапаны термостатов *10* закрыты, и по перепускному патрубку *6* охлаждающая жидкость снова поступает к водяному насосу *27*.

Термостаты установлены в отдельной коробке, укрепленной на переднем торце правого ряда цилиндров. Расширительный бачок *18* расположен на двигателе с правой стороны и соединен

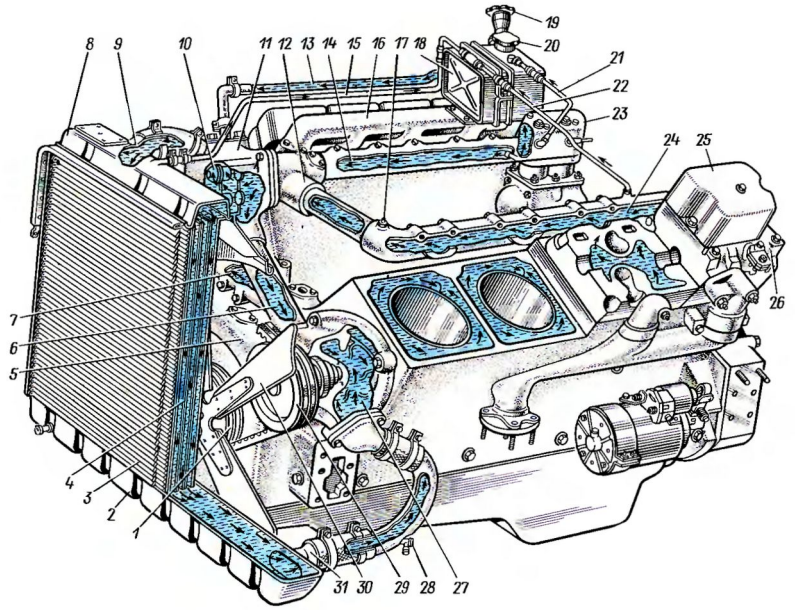


Рис. 48.
Система охлаждения дизеля КамАЗ-740:
1 – шкив коленчатого вала; *2* – нижний бачок; *3* – жалюзи; *4* – радиатор; *5* – гидромуфта привода вентилятора; *6* – перепускной патрубок; *7* – нагнетательный патрубок; *8* – верхний бачок; *9* – верхний патрубок; *10* – термостат; *11* – водораспределительная коробка; *12* – соединительная труба; *13* – подводящая трубка; *14* – правая водяная труба; *15* – отводящая трубка; *16* – впускной коллектор; *17* – датчик контрольной лампы перегрева жидкости; *18* – расширительный бачок; *19* – горловина с герметизирующей пробкой; *20* – пробка с клапанами; *21* – отводящая трубка от компрессора; *22* – отводящая трубка левой водяной трубы; *23* – компрессор; *24* – левая водяная труба; *25* – крышка головки; *26* – головка цилиндров; *27* – водяной насос; *28* – сливной кран (пробка); *29* – шкив водяного насоса; *30* – вентилятор; *31* – нижний патрубок

с верхним бачком *8* радиатора, водораспределительной коробкой, компрессором *23* и водяной рубашкой блока цилиндров. Расширительный бачок компенсирует изменение объема жидкости при ее нагревании, позволяет контролировать ее уровень в системе охлаждения. В бачок отводится и в нем конденсируется пар из верхних участков радиатора и системы, а также собирается воздух, вследствие чего улучшается работа системы охлаждения. Жидкость в систему охлаждения наливают через горловину *19*, имеющую герметизирующую пробку на резьбе. Паровой и воздушный клапаны установлены в пробке *20*.

В системе охлаждения дизеля применяют гидромуфту (рис. 49) привода вентилятора, имеющую автоматическое управление, которая передает крутящий момент от коленчатого вала двигателя к вентилятору. Гидромуфта позволяет поддерживать наивыгоднейший температурный режим в системе охлаждения и гасить возникающие колебания коленчатого вала при резком изменении его частоты вращения.

В движение гидромуфта приводится от коленчатого вала двигателя через шлицевой ведущий вал *6*. Вентилятор, расположенный соосно с коленчатым валом, укреплен на ступице *15*, устано-

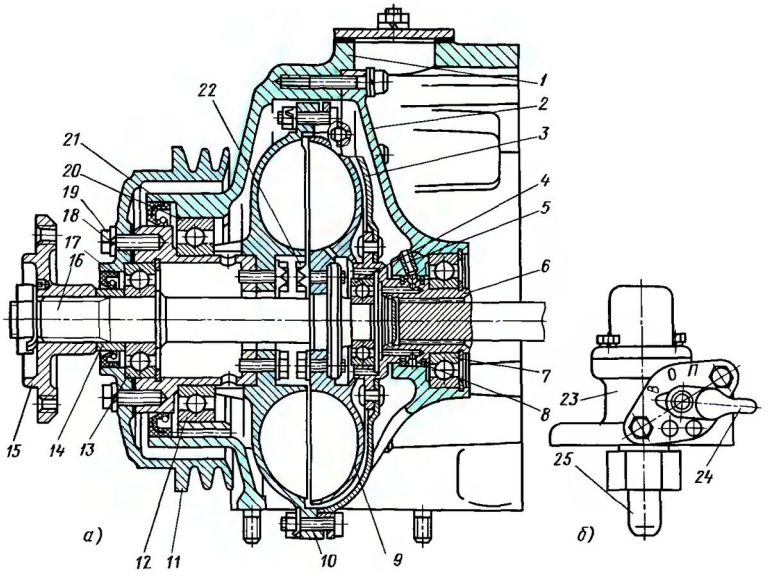


Рис. 49.
Гидромуфта привода вентилятора дизеля КамАЗ-740:

а – конструкция; *б* – включатель гидромуфты с термосиловым датчиком; *1* – передняя крышка; *2* – корпус; *3* – кожух; *4, 7, 12, 13* и *20* – шарикоподшипники; *5* – трубка подвода масла; *6* – ведущий вал; *8* – уплотнительное кольцо; *9* – ведомое колесо; *10* – ведущее колесо; *11* – шкив; *14* – упорная втулка; *15* – ступица вентилятора; *16* – ведомый вал; *17* и *21* – самоподвижные сальники; *18* – прокладка; *19* и *22* – болты; *23* – корпус включателя; *24* – рычаг пробки крана; *25* – термосиловой датчик

вленной на ведомом валу *16*. Ведущую часть гидромуфты составляют: ведущий вал *6* в сборе с кожухом *3;* ведущее колесо *10,* соединенное болтами с кожухом и валом шкива; шкив *11* привода насоса и генератора, прикрепленный к валу болтами *19*. Ведущая часть гидромуфты вращается на шарикоподшипниках *7* и *20*. Ведомую часть гидромуфты составляют: ведомое колесо *9* в сборе, соединенное болтами *22* с ведомым валом *16*. Ведомая часть гидромуфты привода вентилятора вращается на шарикоподшипниках *4* и *13*. Уплотнение гидромуфты осуществлено двумя уплотнительными кольцами *8* и самоподжимными сальниками *17* и *21*.

Для управления гидромуфтой привода вентилятора имеется включатель (рис. 49, *б*) золотникового типа, установленный на нагнетательном патрубке *7* (см. рис. 48) в передней части двигателя. В зависимости от температуры жидкости в системе охлаждения включатель гидромуфты соединяет или разъединяет ведущий вал с ведомым, изменяя количество масла, поступающего в гидромуфту из смазочной системы. Масло для работы гидромуфты подается в ее полость насосом, затем по трубке *5* (рис. 49) подводится в каналы ведущего вала и через отверстия в ведомом колесе – в межлопастное пространство. При вращении ведущего колеса *10* масло с его лопаток поступает на лопатки ведомого колеса *9,* которое начинает вращаться, передавая крутящий момент на вал *16* и вентилятор. При помощи рычага *24* пробки крана (рис. 49, *б*) гидромуфта включается или отключается,

а в связи с этим включается или отключается вентилятор. Кран находится в корпусе *23* включателя гидромуфты.

Вентилятор может работать в трех режимах:

автоматическом – температура охлаждающей жидкости в двигателе поддерживается равной 80–95 °С; рычаг *24* пробки крана включателя гидромуфты установлен в положение *В* (метка на корпусе), и масло из смазочной системы поступает в гидромуфту; при уменьшении температуры охлаждающей жидкости ниже 80 °С вентилятор автоматически отключается;

вентилятор отключен – рычаг крана включателя гидромуфты установлен в положение *0*, и масло в гидромуфту не поступает; вентилятор может вращаться с небольшой частотой под влиянием набегающего потока воздуха при движении автомобиля;

вентилятор включен постоянно – рычаг крана включателя установлен в положение *П*; масло поступает в гидромуфту независимо от температурного режима, и вентилятор постоянно вращается с частотой, равной примерно частоте вращения коленчатого вала. В таком режиме допускается кратковременная работа в случае возможных неисправностей гидромуфты или ее включателя. При первой возможности нужно устранить неисправность. Основной режим работы гидромуфты – автоматический.

Температуру жидкости в системе охлаждения контролируют дистанционным термометром, приемник которого расположен в кабине водителя на щитке приборов, а датчик или в водораспределительной коробке (двигатель автомобиля КамАЗ-5320), или в водяном канале впускного трубопровода (двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12 и ЗИЛ-130), или в головке блока (двигатель автомобиля ГАЗ-24 «Волга»). Если температура воды в системе охлаждения превышает определенное значение (например, 104–109 °С), то на панели приборов загорается сигнальная лампа, например красная (автомобили ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12).

§ 25. Приборы жидкостной системы охлаждения

Радиатор. Теплообменником, в котором теплота от жидкости передается через трубки воздуху, является радиатор, имеющий верхний *9* (рис. 50) и нижний *15* бачки, соединенные сердцевиной *12* радиатора. В верхний бачок впаяны заливная горловина *8*, закрываемая пробкой *7*, и патрубок для подсоединения гибкого шланга, подводящего нагретую жидкость к радиатору. Сбоку заливная горловина имеет отверстие для паровоздушной трубки. В нижний бачок впаян патрубок отводящего гибкого шланга *13*. К верхнему и нижнему бачкам прикреплены боковые стойки *6*, соединенные пластиной, припаянной к нижнему бачку. Стойки и пластина образуют каркас радиатора.

Сердцевины радиаторов автомобилей могут быть трубчато-пластинчатыми и трубчато-ленточными. Сердцевина трубчато-пластинчатого радиатора состоит из нескольких рядов трубок, впаянных в верхний и нижний бачки. На трубки надеты тонкие охлаждающие пластины, изготовленные из латуни, алюминия или меди. Иногда охлаждающие пластины делают гофрированными, что значительно увеличивает площадь поверхности охлаждения радиатора. Широкую гофрированную ленту помещают между трубками и припаивают к ним. Такую конструкцию трубчато-ленточных радиаторов имеют двигатели автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ЗИЛ-130, ГАЗ-53А, КамАЗ-5320, ГАЗ-53-12, ГАЗ-3102 «Волга» и др.

Радиатор соединен с рубашкой охлаждения двигателя патрубками и гибкими шлангами, которые прикреплены к патрубкам стяжными хомутиками. Такое соединение допускает относительное смещение двигателя и радиатора. Перед радиатором установлены жалюзи *2* для регулирования количества воздуха, проходящего между трубками радиатора. При перемещении рукоятки *4*, установленной в кронштейне, вперед до отказа створки жалюзи полностью открываются, и воздух свободно проходит между

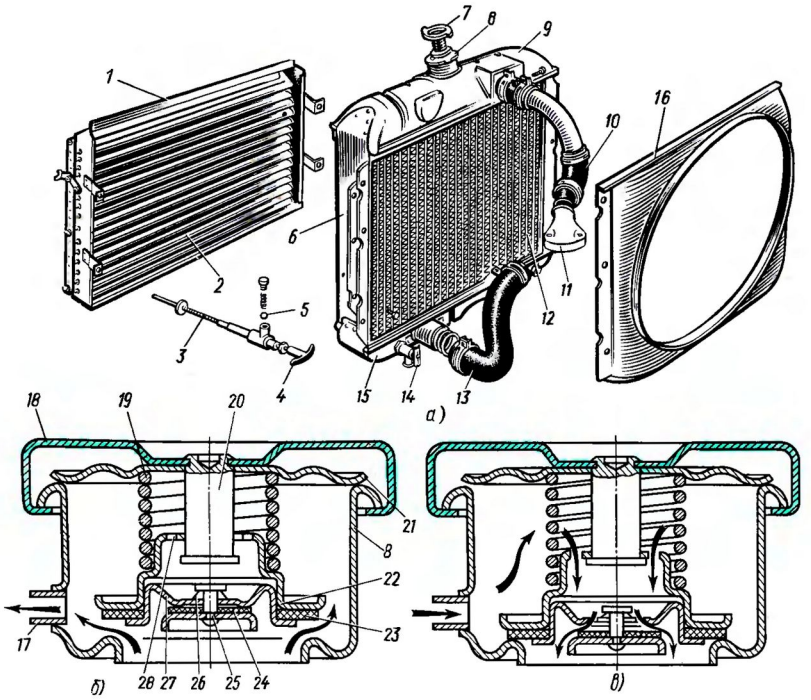


Рис. 50.
Радиатор:

а – детали; *б* – открыт паровой (выпускной) клапан; *в* – открыт воздушный (впускной) клапан; *1* – каркас; *2* – жалюзи; *3* – тяга; *4* – рукоятка привода жалюзи; *5* – фиксатор; *6* – стойка; *7* – пробка радиатора; *8* – горловина радиатора; *9* – верхний бачок; *10* и *13* – гибкие шланги; *11* – отводящий патрубок; *12* – сердцевина радиатора; *14* – сливной кран радиатора; *15* – нижний бачок; *16* – направляющий кожух; *17* – пароотводная трубка; *18* – корпус пробки; *19* – пружина парового клапана; *20* – стойка; *21* – запирающаяся пружина; *22* – паровой (выпускной) клапан; *23* – прокладка выпускного клапана; *24* – прокладка воздушного клапана; *25* – воздушный клапан; *26* – пружина воздушного клапана; *27* – седло воздушного клапана; *28* – отверстие для поступления воздуха

трубками радиатора. В случае перемещения этой рукоятки назад до отказа створки закрываются, и обдув радиатора воздухом прекращается. Для поддержания определенного температурного режима двигателя рукоятку можно установить на фиксаторе *5* в любом промежуточном положении.

Горловину *8* (рис. 50, *б*) герметически закрывает пробка, изолирующая систему охлаждения двигателя от окружающей среды. Пробка радиатора состоит из корпуса *18*, парового *22* и воздушного *25* клапанов и запирающей пружины *21*. На стойке *20*, при помощи которой к корпусу прикреплена запирающая пружина, установлен паровой клапан, прижатый пружиной *19*. Воздушный клапан *25* прижимается пружиной *26* к седлу *27*, запрессованному в паровом клапане. Плотное соединение клапанов с седлами достигается установкой резиновых прокладок *23* и *24*. При повреждении или разрушении резиновых прокладок система охлаждения становится открытой, и вода закипает при 100 °С.

В случае закипания жидкости в системе охлаждения давление пара в радиаторе возрастает. При увеличении давления до 145—160 кПа открывается паровой клапан *22*, преодолевая сопротивление пружины *19*. Система охлаждения двигателя сообщается с окружающей средой, и пар выходит из радиатора через пароотводную трубку *17*. После остановки двигателя жидкость охлаждается, пар конденсируется, и в системе охлаждения создается разрежение. При снижении давления до 1—13 кПа открывается воздушный клапан *25*, и в радиатор через отверстия *28* и клапан начинает поступать воздух, проходящий по пароотводной трубке. Паровой и воздушный клапаны предотвращают возможное повреждение радиатора под действием как внешнего, так и внутреннего давления.

Водяной насос. Для создания в системе охлаждения принудительной циркуляции жидкости служит центробежный насос. На автомобилях ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ГАЗ-24 «Волга», ЗИЛ-130 водяные насосы конструктивно объединены с вентиляторами и имеют общий привод. Водяной насос (рис. 51) двигателя автомобиля ГАЗ-53-12 закреплен на переднем торце блока цилиндров. Корпус *3* насоса состоит из двух частей: одна часть отливается из чугуна и прикрепляется к другой, изготовленной вместе с крышкой блока распределительных зубчатых колес из алюминиевого сплава. Вал *2* и ступица *1* вентилятора вращаются на двух шарикоподшипниках *14*, запрессованных в корпус *3*. От смещения шарикоподшипники удерживаются распорной втулкой и стопорными кольцами. Для удержания смазочного материала и защиты от загрязнения шарикоподшипники имеют уплотнения. На одном конце вала напрессована ступица вентилятора и шкива привода насоса и генератора. От осевого смещения ступица удерживается шайбой и корончатой гайкой, которая тщательно зашплинтована. На другом конце вала напрессована пластмассовая крыльчатка *6*, имеющая стальную ступицу. Крыльчатка удерживается от смещения шайбой и болтом, ввернутым в торец вала.

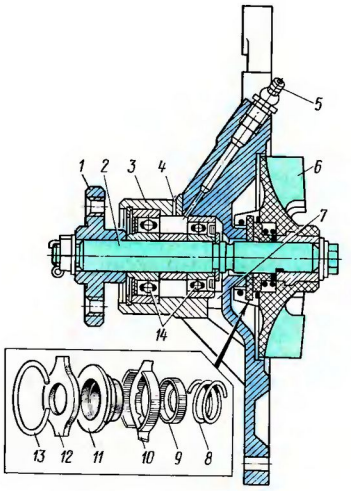


Рис. 51.
Водяной насос двигателя автомобиля ГАЗ-53-12:

1 — ступица вентилятора и шкива; *2* — вал; *3* — корпус; *4* — контрольное отверстие для выхода смазочного материала из корпуса; *5* — масленка; *6* — крыльчатка; *7* — контрольное отверстие для выхода воды при течи сальника; *8* — пружина; *9* и *10* — обоймы сальника; *11* — манжета сальника; *12* — шайба сальника; *13* — запирающее кольцо сальника; *14* — шарикоподшипники

Вал *2* в корпусе уплотнен самоподжимным сальником, состоящим из графитизированной текстолитовой шайбы *12*, резиновой манжеты *11* и двух обойм *9* и *10* и пружины *8*. Сальник вращается вместе с крыльчаткой и валом насоса. Пружина *8* через резиновую манжету прижимает шайбу *12* к шлифованной плоскости корпуса *3*, что предотвращает вытекание жидкости из насоса. Подтекание воды через контрольное отверстие *7* свидетельствует о неисправности самоподжимного сальника. В этом случае надо снять насос с двигателя и отремонтировать. Шарикоподшипники насоса смазывают пластичным смазочным материалом, который не вымывается водой. Через масленку *5* смазочный материал подается шприцем в корпус насоса до тех пор, пока свежий материал не появится из контрольного

отверстия *4*. Излишний смазочный материал надо удалить, так как он разрушает ремень вентилятора.

Привод водяного насоса и вентилятора осуществлен от шкива коленчатого вала при помощи клиноременной передачи, состоящей из одного ремня. Ремень охватывает шкив водяного насоса и вентилятора, шкив натяжного ролика и шкив коленчатого вала. Шкив вентилятора двухручейный. Второй ремень от шкива вентилятора перекинут на шкив генератора. Для нормальной работы ременных передач натяжение ремней должно быть не очень слабым и не очень тугим. Натяжение ремня водяного насоса регулируют перемещением натяжного ролика, а ремня привода генератора – перемещением генератора. При правильном натяжении первого ремня прогиб под действием силы 40 Н (4 кгс), приложенной в середине ветви натяжной ролик – шкив водяного насоса, должен составлять 10–15 мм, а в середине второй ветви шкив водяного насоса – шкив генератора 10–12 мм.

Водяные насосы дизелей ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 работают так же, как и насосы двигателей автомобилей ЗИЛ-130, ГАЗ-53А и др., но имеют некоторые особенности. Насос дизеля ЯМЗ-236 установлен с правой стороны крышки блока распределительных зубчатых колес, приводится в действие клиноременной передачей и не связан с приводом вентилятора.

Водяной насос дизеля КамАЗ-740 закреплен на передней части блока цилиндров с левой стороны и приводится в действие клиноременной передачей от шкива коленчатого вала. Вентилятор установлен отдельно на гидромуфте.

Термостат. Необходимую температуру жидкости в системе охлаждения автоматически поддерживает термостат. Он позволяет быстро прогреть холодный двигатель при пуске. На автомобильных двигателях применяют термостаты с жидкостным и твердым наполнителями. В жидкостные термостаты наливают легко испаряющуюся жидкость (смесь 70% этилового спирта и 30% воды). В качестве твердого наполнителя используют церезин с медной стружкой, обладающий большим коэффициентом объемного расширения.

Жидкостный термостат (рис. 52, *а*) состоит из корпуса *7* с окнами, гофрированного баллона *2* и клапана *5*. Нижняя часть гофрированного баллона жестко соединена с кронштейном *8* корпуса. К верхней части баллона припаян шток *3* с клапаном. Шток может перемещаться в направляющей корпуса. Иногда на клапане термостата делают небольшое отверстие или выдавку на кромке для выхода воздуха при заливке жидкости в систему охлаждения. В запаянном гофрированном баллоне находится жидкость, занимающая примерно половину внутреннего объема баллона. Воздух из баллона откачан, и при нормальных условиях баллон сжат, а клапан закрыт.

Жидкостный термостат работает следующим образом. Если температура жидкости в системе охлаждения не превышает 73 °С, то баллон сжат и клапан закрыт. Жидкость по перепускному каналу поступает к насосу, минуя радиатор. По мере прогрева двигателя жидкость в системе охлаждения нагревается. При увеличении температуры свыше 73–83 °С жидкость, находящаяся в баллоне, начинает испаряться, давление в баллоне повышается и клапан открывается. Охлаждающая жидкость поступает в радиатор. При температуре 88–94 °С клапан термостата открыт полностью.

Термостат с твердым наполнителем (рис. 52, *б*) расположен между впускным трубопроводом *16* и отводящим патрубком *6*. К корпусу *7* постоянно прижимается пружиной *13* клапан *5*, шарнирно соединенный со штоком *3*. Последний опирается на резиновую мембрану *11*, которая зажата между баллоном *9* и направляющей втулкой. Внутреннее пространство баллона заполнено твердым наполнителем *10*. Пока двигатель не прогрет, наполнитель (церезин) находится в твердом состоянии и клапан термостата закрыт. При повышении температуры жидкости в системе охлаждения до 70 °С и более объем наполнителя увеличивается, так как церезин

плавится и нажимает на мембрану. Она выгибается вверх, давит через буфер *15* на шток, который поворачивает клапан *5*, вследствие чего охлаждающая жидкость поступает в радиатор. При снижении температуры охлаждающей жидкости объем наполнителя уменьшается, и клапан термостата под действием возвратной пружины закрывается.

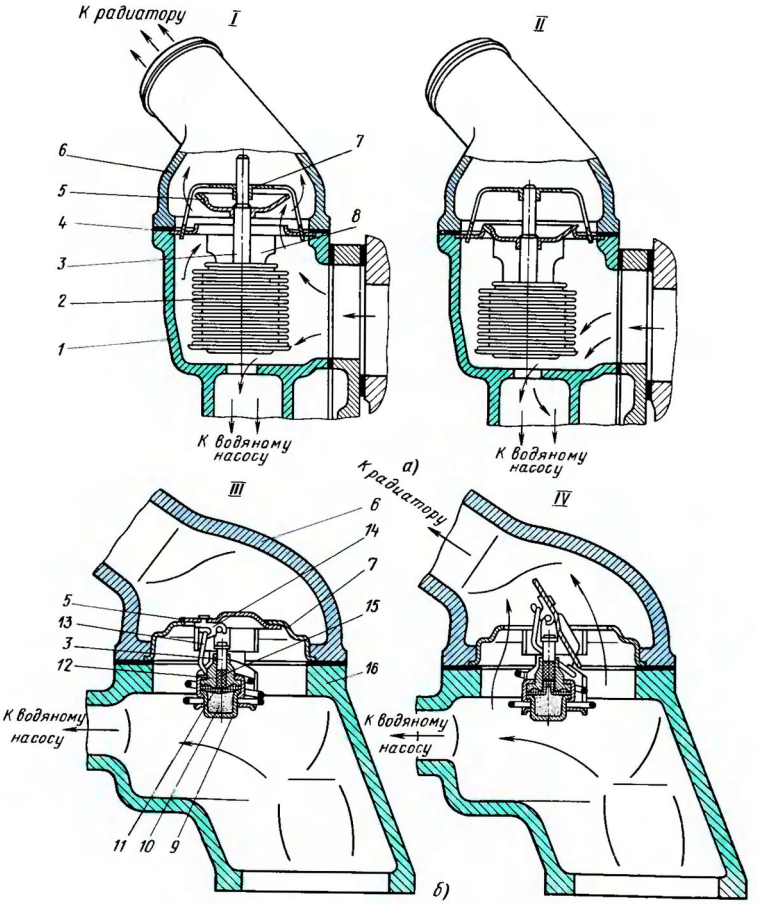


Рис. 52.
Схемы работы термостатов:

а – жидкостного (дизель ЯМЗ-236); *б* – с твердым наполнителем (двигатель автомобиля ЗИЛ-130); *1* – корпус водяного насоса; *2* – гофрированный баллон; *3* – шток; *4* – прокладка; *5* – клапан термостата; *6* – патрубок для отвода горячей жидкости; *7* – корпус термостата; *8* – кронштейн; *9* – баллон термостата; *10* – твердый наполнитель; *11* – резиновая мембрана; *12* – направляющая втулка; *13* – возвратная пружина; *14* – коромысло клапана; *15* – буфер; *16* – впускной трубопровод; *I* и *IV* – термостаты открыты; *II* и *III* – термостаты закрыты

Вентилятор. Для создания воздушного потока, охлаждающего жидкость, протекающую по трубкам радиатора, служит вентилятор, состоящий из крыльчатки и ступицы со шкивом. Иногда к каркасу радиатора для более интенсивного охлаждения в нем жидкости присоединяют направляющий кожух (диффузор), внутри которого вращаются лопасти вентилятора (двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130, КамАЗ-5320 и др.). Лопасти вентиляторов штампуют из листовой стали или изготовляют из пластмассы (двигатель автомобиля ГАЗ-24 «Волга»). Вентилятор двигателя автомобиля ЗИЛ-130 имеет лопасти с отогнутыми вперед концами. При вращении такого вентилятора увеличивается подача воздуха и радиатор лучше охлаждается.

В дизеле ЯМЗ-236 вентилятор приводится в действие через систему зубчатых колес и получает вращение непосредственно от зубчатого колеса *1* (рис. 53) распределительного вала. Детали привода вентилятора смонтированы в корпусе *14*, который болтами прикреплен к крышке блока распределительных зубчатых колес. Колесо *2* приводит во вращение вал *5*, установленный в корпусе вентилятора на шарикоподшипниках *3*. Самоподжимной сальник *4*, запрессованный в корпус, препятствует выходу смазочного материала из подшипников. На переднем конце вала *5* установлены шкив *13* привода генератора и компрессора, ступица *9* крыльчатки *12* вентилятора и резиновая упругая муфта *11*. От муфты вращение передается вентилятору. Упругая муфта поглощает силы инерции, возникающие при значительном изменении частоты вращения коленчатого вала, и разгружает вал вентилятора от дополнительных скручивающих сил.

Для поддержания оптимального температурного режима двигателя в системе охлаждения использованы жалюзи, вентилятор и термостат. В холодную погоду ни в коем случае нельзя снимать термостат, так как это может привести к интенсивному изнашиванию двигателя, увеличению расхода топлива, старению масла, снижению мощности и к другим нежелательным явлениям. Таким образом, постоянство теплового режима является важнейшим фактором экономичной и надежной работы двигателя.

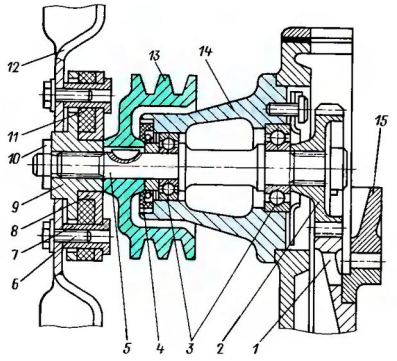


Рис. 53.
Привод вентилятора дизеля ЯМЗ-236:
1 – зубчатое колесо распределительного вала; *2* – зубчатое колесо вентилятора; *3* – шарикоподшипники; *4* – самоподжимной сальник; *5* – вал вентилятора; *6* – болт; *7* – распорная втулка; *8* – ступица муфты; *9* – ступица крыльчатки вентилятора; *10* – гайка; *11* – резиновая упругая муфта; *12* – крыльчатка вентилятора; *13* – шкив привода генератора и компрессора; *14* – корпус вентилятора; *15* – зубчатое колесо привода топливного насоса высокого давления

§ 26. Подогрев системы охлаждения двигателя перед пуском

Предпусковые подогреватели служат для предварительного прогрева двигателя перед пуском в холодную погоду. На автомобиле ЗИЛ-130 может быть установлен подогреватель, работающий на том же топливе, что и двигатель. Предпусковой подогреватель состоит из котла *17* (рис. 54), постоянно соединенного трубками *14* и *18* с системой охлаждения двигателя, топливного бачка *1*, электродвигателя *5* с вентилятором, регулятора подачи топлива с электромагнитным клапаном *8* и пульта управления *21*, расположенного на щитке двигателя.

Ручка *23* переключателя пульта управления может занимать три положения:

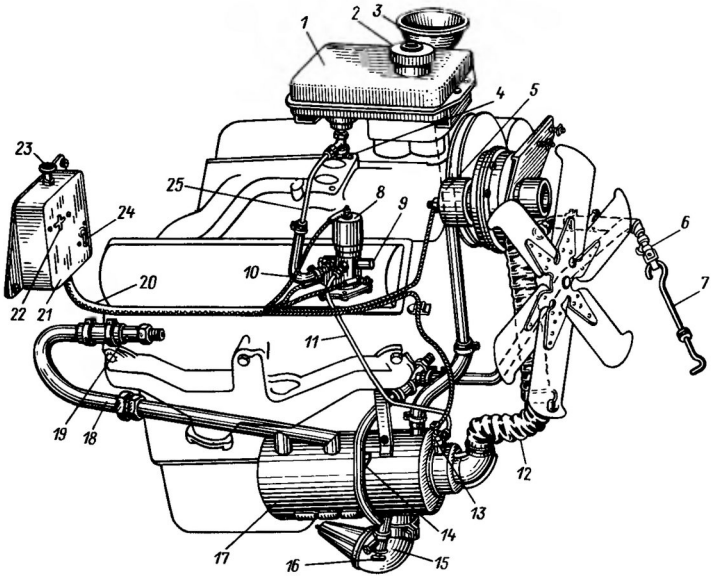


Рис. 54.
Предпусковой подогреватель двигателя автомобиля ЗИЛ-130:

1 — топливный бачок; *2* — пробка бачка; *3* — воронка; *4* — кран; *5* — электродвигатель с вентилятором; *6* — сливной кран трубопровода подогревателя; *7* — ручка управления краном; *8* — электромагнитный клапан; *9* — регулировочная игла; *10* — спираль подогрева электромагнитного клапана; *11* — трубка от электромагнитного клапана к камере сгорания котла; *12* — шланг подвода воздуха; *13* — свеча накаливания; *14* — отводящая трубка от двигателя к котлу; *15* — лоток; *16* — сливной кран котла; *17* — котел подогревателя; *18* — подводящая трубка от котла к двигателю; *19* — штуцер; *20* — провод; *21* — пульт управления; *22* — контрольная спираль; *23* — ручка переключателя; *24* — выключатель свечи накаливания; *25* — топливопровод

0 — все выключено (ручка нажата до отказа); I — включен электродвигатель вентилятора (ручка вытянута наполовину); II — включены электродвигатель вентилятора и электромагнитный клапан (ручка вытянута до отказа).

Для подогрева электромагнитного клапана *8* во время пуска подогревателя в корпусе клапана установлена спираль *10*, соединенная последовательно со свечой накаливания *13* и спиралью *22* (резистор). Включается спираль *10* одновременно со свечой одним и тем же выключателем *24*.

Порядок пуска двигателя при помощи подогревателя следующий. Подготовляют 32—35 л воды для заполнения системы охлаждения. Закрывают жалюзи и открывают капот двигателя. В котел подогревателя через воронку *3* наливают 1,5 л воды и открывают кран *4*. Затем перемещают ручку переключателя в положение II на 45 с. При этом включается электродвигатель *5*, открывается электромагнитный клапан, и топливо поступает в камеру сгорания котла. Далее ручку переводят в положение 0 и включают выключатель *24* свечи накаливания. При нагреве контрольной спирали до светло-красного цвета загорается смесь в котле, т. е. происходит вспышка, и раздается хлопок. Первоначально воспламенение топливовоздушной смеси происходит от свечи накаливания *13*. После начала горения смеси включают подогреватель, перемещая

ручку переключателя в положение II. Как только в камере сгорания горение смеси станет устойчивым, свечу выключают, и дальнейшее воспламенение топлива происходит от горящей смеси.

В результате сгорания смеси образуются горячие газы, которые проходят по жаровой трубе и отдают теплоту жидкости, залитой в котел. Выходящие из котла горячие газы по лотку *15* направляются под картер двигателя и нагревают масло; поднимаясь выше, они обогревают двигатель снаружи. В связи с этим необходимо помнить, что подогреватель и двигатель следует содержать в чистоте, так как замасленный двигатель и подтеки топлива могут быть причиной возникновения пожара.

Через 1—2 мин после начала работы подогревателя в котел дополнительно наливают 6—8 л воды. Закрывают пробку воронки, прикрывают капот и продолжают прогрев двигателя. Вода в котле закипает, и образующийся пар проходит в полости блока цилиндров и головок блока и в виде конденсата стекает в котел. Когда двигатель прогреется, из открытой заливной горловины радиатора пойдет пар. После этого пусковой рукояткой проворачивают коленчатый вал несколько раз для распределения смазочного материала по подшипникам. Свободное вращение коленчатого вала будет свидетельствовать о готовности двигателя к пуску.

Выключают подогреватель, переводя ручку *23* переключателя в положение I (продувка котла) и закрывая кран *4;* после прекращения горения в котле ручку переключателя переводят в положение 0 (при несоблюдении последовательности выключения подогревателя может возникнуть пожар). Выключив подогреватель, пускают двигатель, закрывают сливной кран патрубка радиатора, а систему охлаждения заполняют водой через заливную воронку подогревателя и горловину радиатора.

Если в систему охлаждения залита низкозамерзающая жидкость (антифриз), то прежде чем пользоваться предпусковым подогревателем, необходимо убедиться, что она не застыла, и строго соблюдать заводскую инструкцию по подготовке пуска двигателя с низкозамерзающей жидкостью.

§ 27. Воздушная система охлаждения

В настоящее время получает распространение воздушная система охлаждения, при которой необходимый температурный режим двигателя обеспечивается воздушным потоком. Например, на автомобиле ЗАЗ-968М «Запорожец» установлен V-образный двигатель с принудительной воздушной системой охлаждения. Цилиндры и головки блока двигателей с воздушным охлаждением делают оребренными, что значительно увеличивает площадь поверхности их охлаждения. Если двигатель с воздушным охлаждением многоцилиндровый, то цилиндры, как правило, выполняют отдельно и по одному присоединяют к общему блоку.

Для поддержания нормального температурного режима мотоциклетного двигателя вполне достаточно иметь оребренные поверхности цилиндра, охлаждаемые встречным потоком воздуха. На автомобиле двигатель закрыт капотом, и для его охлаждения необходим принудительный обдув поверхностей вентилятором. Вентилятор и направляющие кожуха следует устанавливать еще и потому, что ребра, увеличивая площадь поверхности охлаждения двигателя, несколько затрудняют доступ холодного воздуха к наиболее нагретым участкам цилиндра и головки.

При сравнении жидкостной системы охлаждения с воздушной выявляются следующие преимущества последней: простота и удобство в эксплуатации из-за отсутствия жидкости; отсутствие таких узлов и агрегатов, как жидкостный насос, радиатор и соответствующие уплотнения; меньшая масса двигателя с воздушным охлаждением по сравнению с массой аналогичного двигателя с жидкостным охлаждением; двигатель быстрее прогревается; более высокая температура цилиндров, а следовательно, меньше конденсируются

пары бензина и воды на стенках цилиндров, что обусловливает меньший износ цилиндров; меньшая чувствительность к колебаниям температуры, что особенно важно при эксплуатации автомобиля в районах с жарким или холодным климатом.

К недостаткам двигателей с воздушным охлаждением относятся следующие: значительные затраты мощности на привод вентилятора, некоторое ухудшение наполнения цилиндра, приводящее к тому, что при одинаковых частотах вращения коленчатого вала и других параметрах двигатель с воздушным охлаждением развивает несколько меньшую мощность, чем двигатель с жидкостным охлаждением; повышенный уровень шума при работе; большая тепловая напряженность отдельных деталей, что может привести к перегреву двигателя.

Глава 6

Смазочная система

Смазочная система служит для подвода масла к трущимся поверхностям деталей, что уменьшает трение между ними и их износ, а также позволяет снизить потери мощности двигателя на преодоление сил трения. Во время работы двигателя масло, вводимое между деталями, непрерывно циркулирует, охлаждает детали, предохраняет их от коррозионного разрушения и уносит продукты их изнашивания. Тонкий же слой масла, находящийся на поршнях, поршневых кольцах и цилиндрах, не только снижает их износ, но и улучшает компрессию двигателя.

§ 28. Масла, применяемые для двигателей

Для смазывания автомобильных карбюраторных двигателей и дизелей применяют моторные масла, соответствующие ГОСТ 10541—78* и ГОСТ 8581—78* В обозначении масла (например, М-8А) первая буква указывает на его назначение (М — моторное); цифры — кинематическую вязкость масла в $м^2/с$ или в сСт (сантистоксах) при 100 °С; вторая буква — группу масла. Моторные масла по эксплуатационным свойствам делят на шесть групп: А, Б, В, Г, Д и Е. Группы масел отличаются количеством и эффективностью введенных присадок. Меньше всего присадок в маслах группы А, а в каждой последующей больше, чем в предыдущей. Присадки — это сложные органические или металлоорганические соединения, которые вводят в масла для улучшения их качества.

Масла групп Д и Е используют для специальных двигателей. Масла групп Б, В и Г вырабатывают двух видов: $Б_1$, $В_1$ и $Г_1$ — для карбюраторных двигателей; $Б_2$, $В_2$ и $Г_2$ — для дизелей. Универсальные масла, предназначенные для применения как в карбюраторных двигателях, так и в дизелях, обозначают буквой без цифрового индекса. Масло группы А рекомендуется для нефорсированных двигателей; группы Б — для малофорсированных; группы В — для среднефорсированных и группы Г — для высокофорсированных двигателей.

В зимних и всесезонных сортах масел вязкость указывают двумя цифрами (дробью). Например, в обозначениях 4з/10 или 6з/8 цифры 4 и 6, указанные в числителе, обозначают кинематическую вязкость масла при температуре минус 18 °С: 4 — вязкость не менее 1300 и не более 2600 сСт, а 6 — вязкость не менее 2600 и не более 10 400 сСТ. Буква «з» в числителе означает, что масло содержит загущающие присадки и предназначено для использования в зимнее время или в качестве всесезонного; цифра в знаменателе соответствует кинематической вязкости масла в сСТ при температуре 100 °С. Для смазывания двигателей необходимо применять масла только тех сортов, которые указаны в инструкции по эксплуатации. В теплое время года применяют масла с большей вязкостью, а в холодное время — с меньшей вязкостью или всесезонные масла.

По ГОСТ 10541—78* выпускают сле-

дующие масла: М-8А, М-8$Б_1$, М-8$В_1$, М-8$Г_1$, М-6з/10$Г_1$, М-12$Г_1$. ГОСТ 8581–78* устанавливает следующие марки моторных масел для автотракторных дизелей: М-8$В_2$, М-8$Г_2$, М-8$Г_2$ к – зимние; М-10$В_2$, М-10$Г_2$, М-10$Г_2$ к – летние.

В маркировке моторных масел для дизелей есть буква «к», которая указывает, что данное масло применяется для дизелей типа КамАЗ.

Гарантийный срок хранения автомобильных масел – 5 лет со дня изготовления. По истечении гарантийного срока хранения перед применением масло должно быть проверено на соответствие требованиям действующего стандарта. Для смазывания двигателей автомобилей ГАЗ-24 «Волга» и ГАЗ-3102 «Волга» используют всесезонное масло М-6з/10$Г_1$; можно применять летом масло М-12$Г_1$, а зимой М-8$Г_1$ или М-12Ги и М-8Ги (ТУ 38-101-48–75). Буква «и» указывает, что данное масло имеет импортную присадку. Для смазывания двигателей автомобилей ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12 используют всесезонные масла М-8$Б_1$ или дублирующие масла М-8$В_1$, М-8А или М-6з/10В. Для двигателей автомобилей ЗИЛ-130 применяют всесезонные масла М-8$В_1$, М-8$Б_1$, М-8А и М-6з/10В. Для двигателей автомобилей МАЗ-5335 применяют всесезонное масло М-6з/10$В_2$ или зимой М-8$В_2$, а летом М-10$В_2$. Для двигателей автомобилей ЗИЛ-133ГЯ и КамАЗ-5320 применяют летом масло М-10$Г_2$ к, а зимой М-8$Г_2$ к.

§ 29. Схемы смазочных систем

Автомобильные двигатели имеют комбинированную смазочную систему. В этом случае особо нагруженные детали (коренные и шатунные подшипники коленчатого вала, подшипники распределительного вала, коромысла, иногда поршневые пальцы и другие детали) смазываются под давлением, к другим деталям масло поступает разбрызгиванием или самотеком. Следует отметить, что смазывание под давлением производится двумя способами: непрерывной подачей масла к трущимся поверхностям или пульсирующим потоком.

Смазочная система двигателя автомобиля ГАЗ-24 «Волга». Смазочная система состоит из масляного насоса *3* (рис. 55), установленного внутри поддона *22*, полнопоточного масляного фильтра *17*, масляной магистрали *6* с каналами, радиатора *8*, маслозаливной горловины с крышкой *9*, указателя *26* уровня масла и других частей.

Масляный насос приводится в действие от распределительного вала *7* при помощи двух зубчатых колес. Шестерня выполнена как одно целое с распределительным валом, а колесо установлено на промежуточном валу привода насоса. Во время работы двигателя масло из поддона *22* забирается насосом через неподвижный маслоприемник *2* и нагнетается в фильтр *17*. Пройдя полнопоточный фильтр, масло по каналу во второй перегородке блока цилиндров (канал просверлен вдоль всего блока цилиндров с его правой стороны) поступает в масляную магистраль. Из масляной магистрали по поперечным каналам в блоке цилиндров масло подводится к коренным подшипникам коленчатого вала *5* и подшипникам распределительного вала.

В верхних вкладышах коренных подшипников просверлены отверстия для прохода масла к коренным шейкам коленчатого вала. На вкладышах коренных подшипников сделаны маслораспределительные канавки, постоянно сообщающиеся с каналами *30*, просверленными в щеках, по которым масло поступает от коренных шеек к шатунным. В шатунных шейках коленчатого вала имеются грязеуловительные полости *31* для дополнительной центробежной очистки масла. Пройдя эти полости, масло поступает к сопряжению шатунная шейка коленчатого вала – шатунный подшипник.

У некоторых двигателей (автомобилей семейства ГАЗ, ЗИЛ, УАЗ и др.) в нижних головках шатунов сделаны небольшие отверстия *23*, по которым при совпадении их с отверстиями в ша-

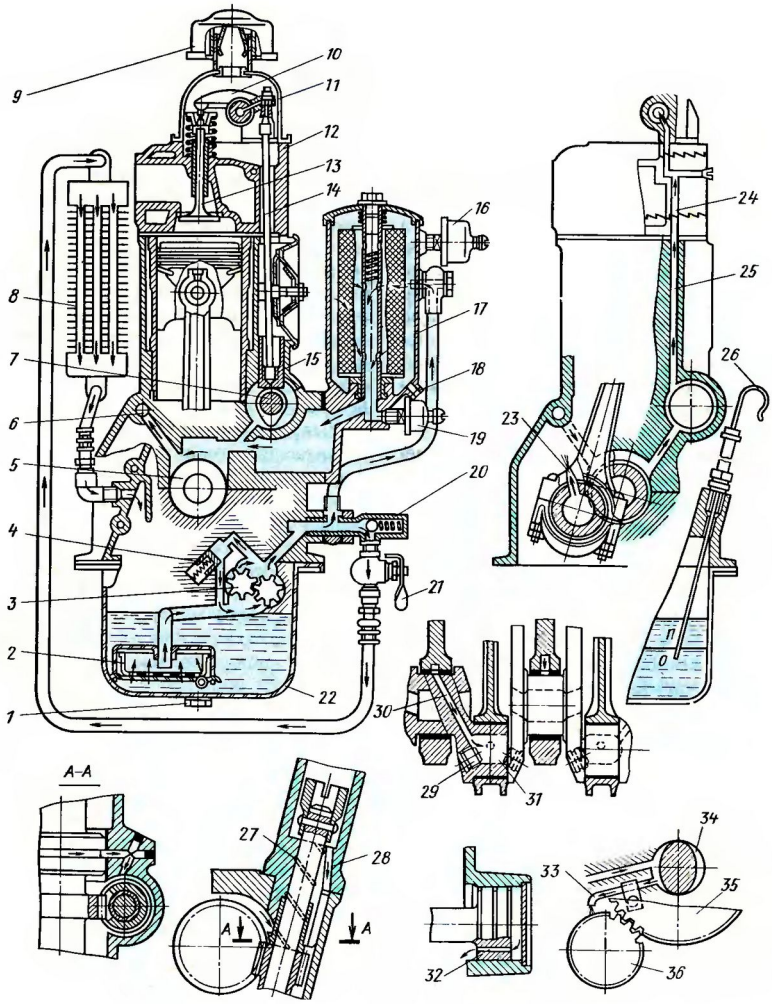


Рис. 55.
Схема смазочной системы двигателя автомобиля ГАЗ-24 «Волга»:

1 и *18* – пробки маслосливных отверстий; *2* – маслоприемник; *3* – масляный насос; *4* – редукционный клапан; *5* – коленчатый вал; *6* – масляная магистраль; *7* – распределительный вал; *8* – масляный радиатор; *9* – крышка маслозаливной горловины; *10* – коромысло; *11* – крышка головки блока; *12* – головка блока; *13* – клапан; *14* – штанга; *15* – толкатель; *16* – датчик указателя давления масла; *17* – полнопоточный масляный фильтр; *19* – датчик лампы аварийного снижения давления масла; *20* – ограничительный клапан; *21* – кран масляного радиатора; *22* – поддон; *23* – отверстие в шатуне; *24* и *25* – каналы соответственно в головке и блоке цилиндров; *26* – указатель уровня масла; *27* – винтовая канавка; *28* и *32* – каналы для стока масла; *29* – пробка; *30* – канал в коленчатом валу; *31* – грязеуловительная полость; *33* – трубка для смазывания зубчатых колес; *34* – канавки на шейке распределительного вала; *35* – зубчатое колесо распределительного вала; *36* – зубчатое колесо коленчатого вала

тунных шейках коленчатого вала подается пульсирующий поток масла на стенки цилиндров или кулачки распределительного вала. Коромысла *10* и верхние наконечники штанг *14* смазываются также пульсирующим потоком. На пятой (задней) опорной шейке распределительного вала имеется кольцевая канавка. При вращении вала эта канавка соединяет вертикальный канал *25* в блоке цилиндров с каналом, подводящим к ней масло. Из канала *25* масло поступает в канал *24* головки *12* блока, нагнетается под заднюю пустотелую стойку оси коромысел и заполняет полость в оси.

Под каждым коромыслом, установленным на оси, есть отверстие, по которому масло подводится к втулке коромысла. По каналам в коротких плечах коромысел и в регулировочных винтах масло подается к верхним наконечникам штанг. Стекая по штангам, масло смазывает их нижние наконечники, толкатели *15* и кулачки распределительного вала, а затем поступает в поддон. Масло подхватывается вращающимися деталями кривошипно-шатунного механизма и мелко разбрызгивается, образуя масляный туман. Концы коромысел и стержни клапанов смазываются этим туманом, а также маслом, вытекающим из зазоров втулок коромысел. Поршневые пальцы, поршни и цилиндры смазываются разбрызгивающимся и стекающим маслом.

На передней опорной шейке распределительного вала имеются две незамкнутые канавки *34*. Одна из канавок при помощи двух отверстий (радиального и осевого) соединена с передним торцом опорной шейки, что обеспечивает поступление масла к упорному фланцу. В переднем торце блока цилиндров просверлено отверстие, в которое вставлена трубка *33*. При вращении распределительного вала канавки *34* дважды за один его оборот соединяют поперечный масляный канал с отверстием, и масло по трубке *33* поступает к распределительным зубчатым колесам *35* и *36*. Из пятой опорной шейки распределительного вала вытекающее масло попадает в полость между заглушкой и валом, а затем по каналу *32* отводится в поддон.

В смазочной системе есть три клапана: редукционный *4*, расположенный в крышке масляного насоса; перепускной, установленный в полнопоточном фильтре *17*; ограничительный *20*, находящийся в штуцере крана масляного радиатора.

Редукционный клапан необходим для поддержания соответствующего давления в смазочной системе. Масляный насос подает масла больше, чем необходимо для работы двигателя, поэтому давление в смазочной системе увеличивается (особенно в зимний период). Вследствие повышения давления клапан открывается и перепускает масло из нагнетательной полости насоса во всасывающую. В процессе работы двигателя коренные и шатунные шейки коленчатого вала, опорные шейки распределительного вала и все подшипники постепенно изнашиваются. Это приводит к увеличению зазоров в трущихся парах и возрастанию расхода масла через подшипники. Редукционный клапан, поддерживающий необходимое давление в смазочной системе, обеспечивает меньший перепуск масла во всасывающую полость насоса.

Перепускной клапан вступает в работу при засорении фильтра *17*. Ограничительный клапан *20* масляного радиатора *8* обеспечивает поступление масла в радиатор только при давлении более 70—90 кПа и при включенном радиаторе.

Давление в смазочной системе контролируют с помощью указателя давления масла, датчик *16* которого установлен на корпусе фильтра. Масло в поддон двигателя наливают через горловину, расположенную на крышке головки блока. Количество масла в поддоне двигателя контролируют по меткам П и 0, выбитым на указателе *26*. Масло наливают в поддон до метки П, после чего двигатель может работать до снижения уровня масла до метки 0. При уровне масла ниже метки 0 работать запрещено, так как двигатель мо-

жет выйти из строя вследствие выплавления подшипников.

Смазочная система двигателя автомобиля ГАЗ-53А. Особенностью смазочной системы этого двигателя (рис. 56) является наличие двухсекционного насоса и фильтра центробежной очистки масла – центрифуги. Верхняя секция масляного насоса имеет зубчатые колеса большего размера, чем нижняя секция, поэтому верхняя секция является основной, а нижняя – дополнительной.

Во время работы двигателя шестеренный масляный насос через неподвижный маслоприемник *18* забирает масло из поддона *19*. К насосу масло поступает по каналам, имеющимся в блоке цилиндров. Нижняя секция *16* масляного насоса по маслопроводу *14* постоянно нагнетает масло в центрифугу *8*, после которой оно сливается в поддон. Верхняя секция *15* масляного насоса подает масло в главную масляную магистраль *11* блока цилиндров. Из главной магистрали масло по каналам в блоке подводится к коренным подшипникам коленчатого и опорным шейкам распределительного валов. От коренных шеек коленчатого вала по каналам, просверленным в щеках вала, масло поступает к шатунным подшипникам.

От второй *22* и четвертой *23* шеек распределительного вала масло подводится соответственно к правой и левой головкам блока. Вторая опорная шейка распределительного вала имеет для прохода масла две лыски, расположенные диаметрально на дуге 120°. Для этой же цели четвертая опорная шейка

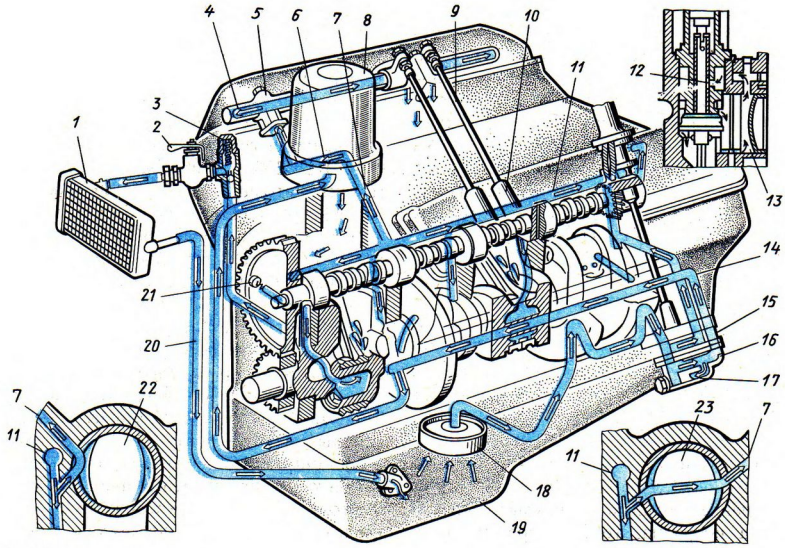


Рис. 56.
Схема смазочной системы двигателя автомобиля ГАЗ-53А:

1 – масляный радиатор; *2* – кран масляного радиатора; *3* – предохранительный клапан, *4* – ось коромысел; *5* – стойка оси коромысел; *6* – канал в головке блока; *7* – канал в блоке; *8* – центрифуга; *9* – штанга; *10* – толкатель; *11* – главная масляная магистраль; *12* – отверстие в корпусе распределителя; *13* – полость; *14* – маслопровод к центрифуге; *15* и *16* – соответственно верхняя и нижняя секции масляного насоса; *17* и *21* – редукционные клапаны; *18* – маслоприемник; *19* – поддон; *20* – маслопровод для слива масла из радиатора; *22* – вторая шейка распределительного вала; *23* – четвертая шейка распределительного вала

распределительного вала имеет сквозное отверстие и две лыски. Масло пульсирующим потоком по каналам *7* и *6* через стойки *5* поступает в полые оси коромысел, установленных на головках блока. Распределительные зубчатые колеса смазываются маслом, сливаемым из центрифуги. Из полости, расположенной между пятой шейкой распределительного вала и заглушкой блока цилиндров, масло подается к приводу распределителя зажигания.

Упорный фланец распределительного вала смазывается под давлением маслом, поступающим из отверстия во втулке первой шейки в тот момент, когда радиальный канал в этой шейке совпадает с отверстием втулки. Из радиального канала масло проходит в продольный и в виде пульсирующего потока подводится к упорному фланцу.

В смазочной системе имеется масляный радиатор *1*, который включается при температуре окружающего воздуха выше 20 °С. При тяжелых условиях работы автомобиля (например, движение с небольшой скоростью по глубокому снегу или песку) водитель должен включать масляный радиатор, несмотря на низкую температуру окружающего воздуха. Масло, пройдя через радиатор, охлаждается и стекает по маслопроводу *18* в поддон. В радиатор масло поступает через предохранительный клапан, который открывается при давлении около 100 кПа. Следовательно, масло циркулирует через радиатор при давлении в магистрали больше 100 кПа.

При снижении давления масла до 40—80 кПа на щитке приборов загорается контрольная лампа. Если двигатель работает с малой частотой вращения коленчатого вала, то возможно загорание контрольной лампы аварийного снижения давления масла. Если смазочная система исправна, то по мере прогрева двигателя и увеличения частоты вращения коленчатого вала контрольная лампа должна погаснуть. Если контрольная лампа загорается при средней или большой частоте вращения коленчатого вала, то это указывает на неисправность системы. В этом случае двигатель необходимо немедленно остановить, найти неисправность и устранить ее.

В смазочной системе имеются редукционные клапаны *17* и *21*. Клапан *17* расположен в корпусе нижней секции насоса, а клапан *21* — в передней части блока цилиндров с правой стороны. Клапан *17* перепускает масло из полости нагнетания во всасывающую полость насоса; через клапан *21* масло сливается в поддон. Все клапаны регулируют на заводе-изготовителе; в период эксплуатации автомобиля регулировку этих клапанов изменять не рекомендуется.

Надежность двигателя зависит от работы центрифуги, ее состояния и чистоты масла. Заправка двигателя загрязненным маслом и плохая его очистка вызывают преждевременное изнашивание трущихся поверхностей, особенно шеек коленчатого вала. Смазочная система двигателя автомобиля ГАЗ-53-12 такая же, как и двигателя автомобиля ГАЗ-53А, но есть два отличия: масляный насос в последней односекционный и вместо центрифуги установлен полнопоточный масляный фильтр.

Смазочная система двигателя автомобиля ЗИЛ-130. Схемы смазывания двигателей автомобилей ЗИЛ-130 (рис. 57) и ГАЗ-53А аналогичны, поэтому рассмотрим только путь масла. Во время работы двигателя верхняя секция масляного насоса *3* по маслопроводу *4* нагнетает масло в полнопоточную центрифугу *8*. Далее масло поступает в маслораспределительную камеру *5*, расположенную в задней перегородке блока цилиндров. Из камеры масло нагнетается в левый *11* и правый *21* магистральные каналы, а из них поступает к коренным подшипникам коленчатого вала, подшипникам распределительного вала и толкателям. В коленчатом валу имеются каналы *18* для подачи масла к шатунным шейкам. Средняя (третья) опорная шейка распределительного вала имеет три отверстия. При их совпадении с отверстиями в блоке цилиндров масло пульсирующим потоком поступает по каналам к головкам блока, затем по отверстиям в стойках в полые

оси *24* коромысел. Масло смазывает бронзовые втулки ступиц коромысел и далее поступает к регулировочному винту и верхнему наконечнику штанги. Бойки коромысел и стержни клапанов смазываются масляным туманом или маслом, поступающим самотеком.

Из правого магистрального канала по трубопроводу *12* масло подается к компрессору, откуда по трубке *13* сливается в поддон двигателя. Нижняя секция масляного насоса при открытом кране *2* нагнетает масло по трубопроводу *1* в масляный радиатор *14*, из которого оно по трубопроводу *15* сливается в поддон *20*. Масляный радиатор воздушного охлаждения установлен перед основным радиатором системы охлаждения. Он выполнен из алюминиевой трубки, имеющей ребра для увеличения площади поверхности охлаждения. Масляный радиатор двигателя автомобиля ЗИЛ-130 должен быть постоянно включен, и отключать его следует только

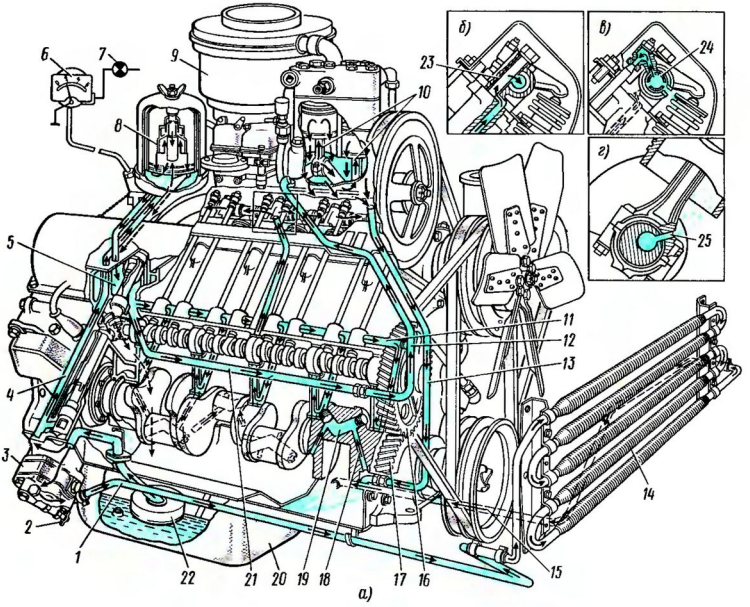


Рис. 57.
Схема смазочной системы двигателя автомобиля ЗИЛ-130:

а – общая схема; *б* – подача масла в ось коромысла; *в* – смазывание регулировочного винта и верхнего наконечника штанги; *г* – смазывание стенок цилиндра; *1* – трубопровод подачи масла в масляный радиатор; *2* – кран включения масляного радиатора; *3* – масляный насос; *4* – маслопровод от насоса к центрифуге; *5* – маслораспределительная камера; *6* – указатель давления масла (манометр); *7* – контрольная лампа аварийного снижения давления масла; *8* – полнопоточная центрифуга; *9* – воздушный фильтр; *10* – кривошипно-шатунная группа компрессора (смазывание разбрызгиванием); *11* – левый магистральный канал; *12* – трубопровод подачи масла для смазывания компрессора; *13* – трубка для слива масла из компрессора; *14* – масляный радиатор; *15* – трубопровод для слива масла из радиатора; *16* – зубчатое колесо распределительного вала; *17* – зубчатое колесо коленчатого вала; *18* – канал, соединяющий коренную шейку с шатунной; *19* – грязеуловительная полость; *20* – поддон; *21* – правый магистральный канал; *22* – маслоприемник; *23* – канал в стойке оси; *24* – полая ось коромысла; *25* – отверстие в шатуне для подачи масла на стенку цилиндра

при пуске холодного двигателя при температуре окружающего воздуха ниже 0 °С.

При снижении давления в смазочной системе 60—30 кПа на щитке приборов загорается контрольная лампа *7* с линзой красного цвета. В корпусе центрифуги установлен перепускной клапан, отрегулированный на перепад давлений 100 кПа. Клапан предназначен для перепуска масла в распределительную камеру при увеличенном его расходе вследствие износа подшипников двигателя.

Рассмотрев смазочные системы (двигателей автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53А и ЗИЛ-130), можно отметить, что давление в смазочной системе прогретых двигателей при скорости движения автомобиля 50 км/ч должно быть равно 200—400 кПа — для двигателя автомобиля ГАЗ-24 «Волга» и не менее 250 кПа для ГАЗ-53А. При малой частоте вращения коленчатого вала давление должно быть не менее 50 кПа для двигателей всех трех автомобилей.

При движении автомобиля ЗИЛ-130 со скоростью 40 км/ч давление в смазочной системе нового двигателя должно составлять 200—400 кПа. Если указанные двигатели не прогреты, то давление повышается до 450 — 550 кПа.

Смазочная система двигателя автомобиля КамАЗ-5320. Смазочная система этого двигателя (рис. 58) аналогична смазочным системам других V-образных двигателей. Однако есть и некоторые отличия. Масляный насос имеет две секции — нагнетающую *10* (переднюю) и радиаторную *9* (заднюю). От насоса приводится в действие гидромуфта *27* привода вентилятора. В смазочной системе есть шесть клапанов: три у масляного насоса — предохранительные клапаны *29* и *8* соответственно радиаторной и нагнетающей секций и клапан *11;* два у центрифуги — сливной *4* и перепускной 5 клапаны; один у фильтра тонкой очистки — перепускной клапан *14*. Масло наливают в поддон *28* через патрубок, установленный на картере маховика с правой стороны двигателя.

При работе двигателя масляный насос через маслоприемник засасывает масло двумя секциями. Нагнетающая секция *10* подает масло по каналам блока цилиндров в полнопоточный фильтр *12* тонкой очистки, где оно очищается, проходя через два фильтрующих элемента, а затем поступает в главную масляную магистраль *13*. Из магистрали по каналам в перегородках блока цилиндров масло подводится к коренным и шатунным подшипникам коленчатого вала. Поступающее к шатунным подшипникам масло проходит дополнительную центробежную очистку в грязеуловительных полостях коленчатого вала. По каналам в блоке масло поступает к подшипникам распределительного вала. Необходимо особо отметить, что введение центробежной очистки масла привело к значительному уменьшению износа шатунных шеек коленчатого вала, хотя нагрузки на них больше, чем на коренные шейки. При загрязнении грязеуловительных полостей износ шатунных шеек возрастает, поэтому полости надо своевременно очищать.

К подшипникам компрессора *20* масло поступает из канала в задней стенке блока цилиндров по маслопроводу *19*. Из канала в передней стенке блока цилиндров по маслопроводу *23* масло проходит к подшипникам топливного насоса *22* высокого давления. Из каналов блока цилиндров масло по маслопроводам *18* подается в стойки коромысел, смазывает бронзовые втулки ступиц, а по отверстиям в коротких плечах коромысел поступает к регулировочным винтам и верхним наконечникам штанг. Стекающее по внутренним отверстиям штанг масло смазывает их нижние наконечники, толкатели, кулачки распределительного вала, а затем сливается в поддон. Масло, которое собирается в головках цилиндров, по наклонным маслопроводам *24* отводится в полости для штанг и далее в поддон.

Радиаторная секция *9* насоса по маслопроводу *3* подает масло к центрифуге, из которой оно постоянно сливается в поддон или проходит по маслопроводу *2* в радиатор *1*, если открыт кран *6*.

Масляный радиатор — трубчато-пла-

стинчатый. Он должен быть постоянно включен. Отключать его следует только при пуске холодного двигателя, а также при температуре окружающего воздуха ниже 0 °С в зависимости от нагрузки и режима работы двигателя. Если кран *6* закрыт, то масло из центрифуги сливается в поддон двигателя через сливной клапан *4*, открывающийся при давлении 50—70 кПа. В случае номинальной

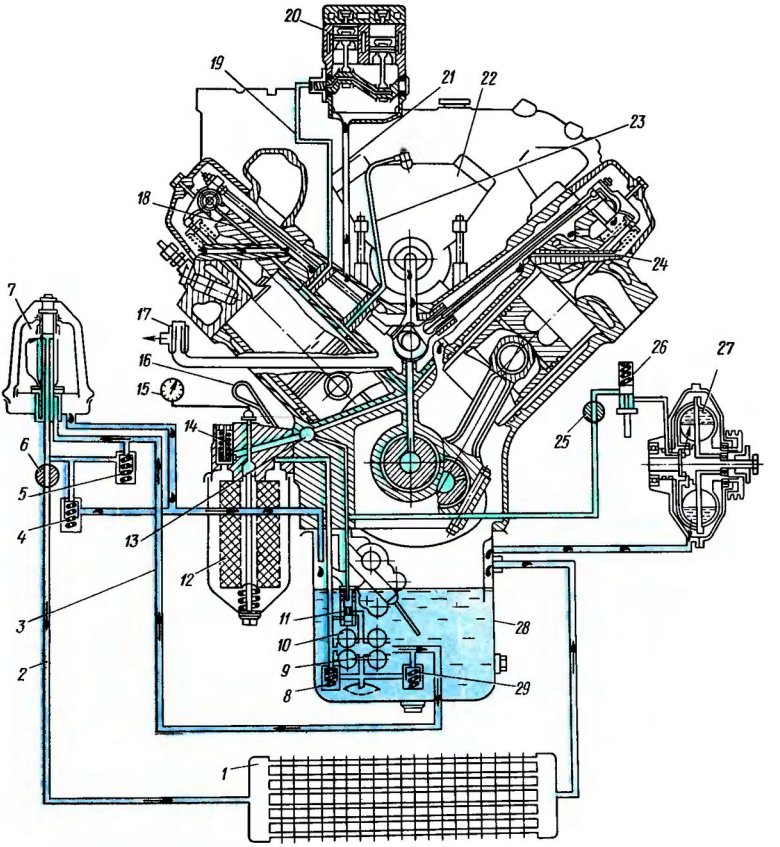


Рис. 58.
Схема смазочной системы двигателя автомобиля КамАЗ-5320:
1 — масляный радиатор; *2, 3, 18, 19, 21, 23* и *24* — маслопроводы; *4* — сливной клапан центрифуги; *5* — перепускной клапан центрифуги; *6* — кран включения масляного радиатора; *7* — центрифуга; *8* — предохранительный клапан нагнетающей секции; *9* — радиаторная секция масляного насоса; *10* — нагнетающая секция масляного насоса; *11* — клапан смазочной системы; *12* — полнопоточный фильтр тонкой очистки масла; *13* — главная масляная магистраль; *14* — перепускной клапан фильтра тонкой очистки масла; *15* — манометр; *16* — указатель уровня масла; *17* — сапун; *20* — компрессор; *22* — топливной насос высокого давления; *25* — кран включения гидромуфты; *26* — термосиловой датчик; *27* — гидромуфта привода вентилятора; *28* — поддон; *29* — предохранительный клапан радиаторной секции

expert22 для http://rutracker.org

частоты вращения коленчатого вала давление в смазочной системе поддерживается равным 450—500 кПа при прогретом двигателе и не менее 100 кПа при минимальной температуре двигателя. Клапан *11* смазочной системы, размещенный в нагнетательной секции насоса, ограничивает давление масла в главной магистрали и открывается при 400—450 кПа. Предохранительные клапаны *8* и *29* насоса открываются при увеличении давления масла в полости нагнетания до 800—850 кПа.

Фильтр тонкой очистки имеет два сменных фильтрующих элемента. При их засорении или при повышенной вязкости масла оно поступает в главную магистраль неочищенным через перепускной клапан *14*, открывающийся в том случае, если давление возрастает до 700—800 кПа. При срабатывании перепускного клапана на щитке приборов загорается сигнальная лампа, предупреждающая водителя о засорении фильтра тонкой очистки и о поступлении в магистраль неочищенного масла.

Центрифуга работает нормально, если давление масла на входе в нее составляет 600 кПа и ротор имеет частоту вращения 5000 об/мин. Перепускной клапан *5* ограничивает давление масла перед центрифугой до 600—650 кПа.

§ 30. Элементы смазочной системы

Насосы. Назначение масляного насоса — подавать масло под давлением к основным трущимся поверхностям и к приборам его очистки и охлаждения. На автомобильных двигателях получили распространение одно- и двухсекционные шестеренные масляные насосы, т. е. насосы, имеющие одну или две пары зубчатых колес. Они отличаются простотой устройства, небольшим числом деталей, надежной работой и равномерностью подачи масла.

Схема работы шестеренного масляного насоса показана на рис. 59. В корпусе *4* с минимальными зазорами установлены два зубчатых колеса, ведомое *3* и ведущее *6*. При работе насоса зубчатые колеса вращаются в направлениях, показанных стрелками. Масло, поступающее к насосу по каналу *2*, заполняет впадины между зубьями колес и переносится ими к отводящему каналу *5*. Во время вращения колес между двумя парами зубьев масло сжимается в замкнутом пространстве, в результате чего между зубчатыми колесами возникают значительные «распирающие» силы. Для уменьшения этих сил на корпусе или крышке насоса делают разгрузочную канавку, по которой масло выходит из образовавшегося замкнутого пространства в полость нагнетания или всасывания.

Шестеренные масляные насосы устанавливают в поддоне (двигатели автомобилей ГАЗ-24 «Волга», МАЗ-5335, КамАЗ-5320 и др.) или снаружи блока цилиндров (двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130 и др.). Насосы, смонтированные снаружи на блоке цилиндров, можно осматривать, ремонтировать или заменять, не снимая поддона. Перед установкой на двигате-

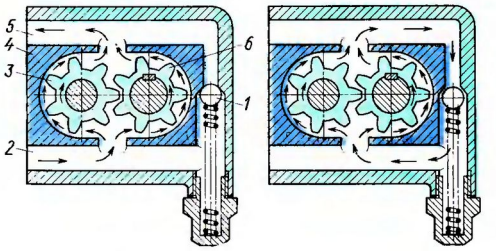


Рис. 59.
Схема работы шестеренного насоса:
1 — редукционный клапан;
2 — подводящий канал; *3* — ведомое зубчатое колесо; *4* — корпус насоса;
5 — отводящий канал; *6* — ведущее зубчатое колесо

ли в эти насосы наливают масло для обеспечения их нормальной работы.

Масляный насос (например, двигателя автомобиля ЗИЛ-130) приводится в движение зубчатым колесом, расположенным на заднем конце распределительного вала и входящим в зацепление с колесом, которое установлено на промежуточном валу (см. рис. 18). Выступ промежуточного вала входит в паз вала *5* (рис. 60, *а*) масляного насоса, а в паз промежуточного вала на верхнем конце входит выступ валика распределителя зажигания (см. рис. 18). Масляный насос – двухсекционный, расположен с правой стороны блока цилиндров. В корпусе *6* верхней секции (рис. 60, *а*) насоса находятся ведущее колесо *7*,

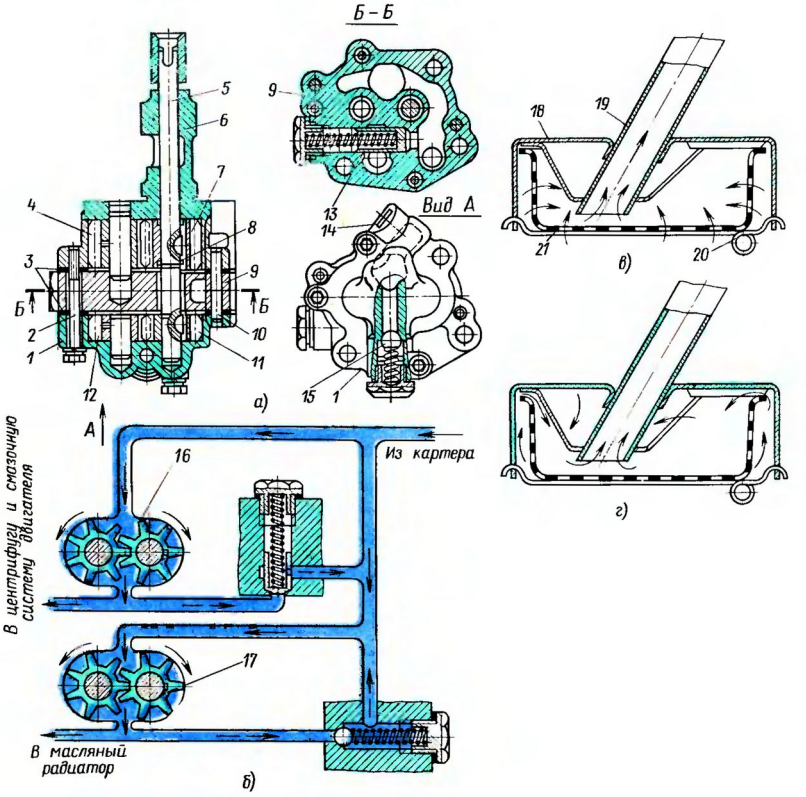


Рис. 60.
Масляный насос и маслоприемник:
а – коиструкция; *б* – схема работы;
в – поступление масла при чистой сетке;
г – поступление масла в случае засорения сетки;
1 – корпус нижней секции насоса; *2* – болт, соединяющий корпуса секций насоса;
3 – прокладки; *4* – ведомое зубчатое колесо верхней секции; *5* – вал насоса; *6* – корпус верхней секции; *7* – ведущее зубчатое колесо верхней секции; *8* – стопорное кольцо;
9 – крышка масляного насоса; *10* – штифт;
11 – ведущее зубчатое колесо нижней секции;
12 – ведомое зубчатое колесо нижней секции;
13 и *15* – редукционные клапаны; *14* – место установки крана включения масляиого радиатора;
16 – верхияя секция; *17* – нижняя секция;
18 – корпус маслоприемника; *19* – трубка;
20 – пружина; *21* – сетка

укрепленное на валу *5* при помощи шпонки и стопорного кольца *8*, ведомое колесо *4*, свободно вращающееся на оси. В корпусе нижней секции также расположены два зубчатых колеса: ведущее *11*, закрепленное шпонкой на валу, и ведомое *12*, свободно вращающееся на оси, запрессованной в корпус.

Крышка *9* масляного насоса является одновременно разъединительной пластиной, при установке которой с обеих ее сторон образуются две отдельные секции насоса. Прокладки *3* создают плотное соединение секций с крышкой. Штифт *10* служит для правильной установки крышки и корпуса. В крышке насоса расположен редукционный клапан *13* верхней секции насоса. Когда давление в нагнетательной полости превысит 320 кПа, открывается редукционный клапан, отрегулированный на это давление, и масло перетекает во всасывающую полость (рис. 60, *б*). В корпусе нижней секции (рис. 60, *а*) установлен редукционный клапан *15*, отрегулированный на давление 120 кПа.

Маслоприемники. Чтобы масляные насосы могли забирать масло из поддона двигателя, их снабжают неподвижными маслоприемниками (реже плавающими). От применения плавающих маслоприемников в смазочной системе почти полностью отказались, так как они имеют существенные недостатки. Например, при движении автомобиля по пересеченной местности в смазочную систему может попасть воздух, что вызовет прекращение подачи масла, и двигатель выйдет из строя из-за расплавления антифрикционного сплава подшипников коленчатого вала. Неподвижные маслоприемники получили широкое распространение. Они расположены в нижней части поддона, и воздух через них, как правило, не может попасть в смазочную систему. Маслоприемник насоса является первичным фильтром, так как масло может попасть внутрь трубки *19* (рис. 60, *в*) только пройдя через фильтрующую сетку *21*. Сетка удерживается в корпусе *18* пружиной *20*. На корпусе есть ребра, в которые кромкой упирается сетка, образуя щели между нею и корпусом. Если фильтрующая сетка засорена, то масло поступает в трубку *19* через щели (рис. 60, *г*).

Масляные фильтры. В процессе работы двигателя свойства масла постепенно ухудшаются: понижается его вязкость и маслянистость. Масло загрязняется твердыми механическими примесями, состоящими из нагара и мельчайших металлических частиц, которые появляются в масле в результате изнашивания деталей. Кроме того, масло загрязняется смолами и продуктами окисления. Для очистки масла и сохранения его свойств на более длительный период, а также для защиты трущихся поверхностей от механических частиц на современных двигателях устанавливают различные масляные фильтры (грубой и тонкой очистки), которые могут быть полнопоточными или неполнопоточными.

Фильтр называют полнопоточным, если он установлен в смазочной системе последовательно и через него проходит все масло. Фильтр — неполнопоточный, если он установлен в смазочной системе параллельно и через него проходит только часть (10—15%) масла. Особенно тщательно надо очищать масло в том случае, если подшипники коленчатого вала имеют антифрикционный сплав из свинцовистой бронзы или высокооловянистого алюминиевого сплава, так как эти материалы плохо поглощают абразивные частицы. Тщательная фильтрация масла значительно повышает надежность двигателя.

Фильтр грубой очистки. Для очистки масла от крупных механических примесей и смолистых отложений служат фильтры грубой очистки. Они могут быть пластинчато-щелевого или сетчатого типа. В настоящее время фильтры грубой очистки применяют в смазочной системе очень ограниченно (двигатели некоторых моделей автомобилей МАЗ и др.).

Фильтр тонкой очистки. В качестве сменных фильтрующих элементов применяют ленточно-бумажные и картонные пакеты или другие материалы, в которых масло фильтруется, просачи-

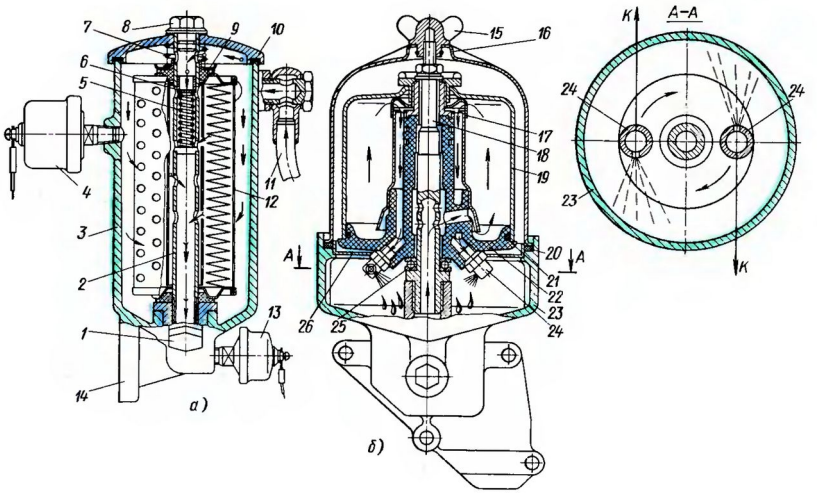


Рис. 61.
Масляные фильтры:

а – полнопоточный; *б* – центрифуга; *1* – пробка сливного отверстия; *2* – сливная трубка; *3* – корпус фильтра; *4* – датчик указателя давления масла; *5* – пружина перепускного клапана; *6* – перепускной клапан; *7* – пружина; *8* – болт сливной трубки; *9* – уплотнение фильтрующего элемента; *10* – крышка; *11* – маслопровод; *12* – фильтрующий элемент; *13* – датчик аварийного снижения давления масла; *14* – привалочная плоскость корпуса; *15* – гайка-барашек; *16* – кожух; *17* – сетчатый фильтр; *18* – ось ротора; *19* – колпак ротора; *20* и *21* – прокладки; *22* – корпус ротора; *23* – корпус центрифуги; *24* – жиклер; *25* – упорный шарикоподшипник; *26* – стальной отражатель; *К* – сила реакции

ваясь через микропоры элемента (двигатели автомобилей ВАЗ «Жигули», «Москвич-2140», ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53-12, КамАЗ-5320 и др.).

На двигателе автомобиля ГАЗ-24 «Волга» применен фильтр (рис. 61, *а*), состоящий из корпуса *3*, сливной трубки *2*, фильтрующего элемента *12*, пружины *7* и крышки *10*, которая болтом *8* крепится к корпусу. Сливная трубка приварена к болту *8*. Масло, нагнетаемое насосом, по маслопроводу *11* подводится к фильтру, просачивается через микропоры картонного фильтрующего элемента, проходит через многочисленные отверстия внутрь сливной трубки и по каналу в привалочной плоскости *14* корпуса поступает в блок цилиндров.

Сопротивление чистого фильтра соответствует снижению давления, равному примерно 10 – 20 кПа. В сливной трубке установлен перепускной клапан *6* с пружиной *5*. Он вступает в работу и перепускает неочищенное масло в блок цилиндров при засорении фильтрующего элемента, когда его сопротивление оценивается снижением давления, равным 70 – 90кПа. В корпус фильтра ввернут датчик *4* указателя давления масла в системе, а внизу корпуса – датчик *13* аварийного снижения давления масла. Пробка *1* служит для удаления отстоя из корпуса фильтра.

Центрифуга. Центрифуги (рис. 61, *б*), устанавливаемые на двигателях автомобилей ГАЗ-53А, ЗИЛ-130, МАЗ-5335 и др., хорошо очищают масло от механических примесей и смол. Техническое обслуживание центрифуг заключается в периодической очистке их от грязи без замены каких-либо частей.

Центрифуга состоит из корпуса *23*, в который ввернута ось *18* ротора, корпуса *22* ротора с колпаком *19* и кожуха *16*. Пластмассовый корпус *22*, свободно установленный на оси, вместе с колпа-

ком образует вращающийся ротор. Между корпусом и колпаком имеется резиновая прокладка. В корпус запрессованы две бронзовые втулки. Ротор опирается на упорный шарикоподшипник *25*, а сверху закрыт стальным кожухом *16*, закрепленным на оси гайкой-барашком *15*. Под фланец отражателя *26* поставлена резиновая прокладка *20*. В оси *18* имеются центральное и радиальное отверстия для прохода масла внутрь ротора. В верхней части корпуса ротора установлен колпачок с сетчатым фильтром *17*, а в нижнюю часть ввернуты два жиклера *24* (сопла), выходные отверстия которых направлены в противоположные стороны.

Масло, подаваемое в центрифугу, быстро заполняет внутреннюю полость ротора, проходит через сетчатый фильтр и вытекает с большой скоростью из жиклеров, создавая реактивные силы *K*, направленные в противоположные стороны. Под действием этих сил ротор начинает вращаться, и его частота вращения достигает 5000—6000 об/мин. Вместе с ротором вращается и масло, находящееся в нем. Взвешенные механические примеси под действием сил инерции отбрасываются от оси вращения и осаждаются плотным слоем на внутренних стенках ротора; очищенное масло стекает в поддон двигателя.

При эксплуатации двигателя необходимо следить, чтобы толщина осадка на стенках колпака ротора не превышала 15 мм, иначе значительно ухудшится качество очистки масла. При смене масла в двигателе рекомендуется разобрать, очистить и промыть ротор, а затем аккуратно его собрать и проверить работу центрифуги. Для этого двигатель пускают, прогревают, дают поработать некоторое время с повышенной частотой вращения, а потом останавливают. После остановки двигателя ротор продолжает вращаться в течение 1,5—2 мин. При этом слышно характерное гудение, что свидетельствует об исправной работе центрифуги.

Фильтры тонкой очистки и центрифуги иногда устанавливают в смазочной системе параллельно, так как они имеют значительное гидравлическое сопротивление. При понижении температуры масла и повышении его вязкости ухудшается работа центрифуги, поэтому необходимо постоянно следить за температурой масла в двигателе.

Применение полнопоточных фильтров тонкой очистки, в том числе и центрифуг, позволяет хорошо очищать масло и отказаться от фильтров грубой очистки, а следовательно, увеличить моторесурс двигателя. Получают распространение фильтры, в которых фильтрующие элементы выполнены из бумаги или картона. Эти фильтры обеспечивают наилучшую очистку масла. Так, например, в смазочной системе двигателя ГАЗ-53-12 вместо центрифуги (ГАЗ-53А) установлен полнопоточный масляный фильтр.

Масляный радиатор. Для поддержания температуры масла в требуемых пределах используют радиаторы, которые получили распространение в двигателях грузовых автомобилей, так как они часто работают в тяжелых условиях.

Радиаторы устанавливают и на легковые автомобили, если они имеют форсированные двигатели или двигатели большой мощности.

Масляный радиатор располагают перед водяным радиатором, чтобы он при движении автомобиля интенсивно обдувался встречным потоком воздуха. Масляный радиатор состоит из нескольких плоских латунных трубок, к которым припаяны охлаждающие пластины, увеличивающие площадь его поверхности охлаждения. Маслопроводы, по которым масло поступает к радиатору и отводится от него, можно присоединять с одной или с противоположных сторон, как показано на рис. 62. С обеих сторон масляный радиатор *2* имеет бачки *3*, к которым присоединены резиновые шланги *1* и *4*. По периметру радиатор охвачен каркасом. По шлангу *4* масло поступает в бачок *3*, а затем в шесть трубок радиатора. С противоположной стороны охлажденное масло по шлангу стекает в поддон

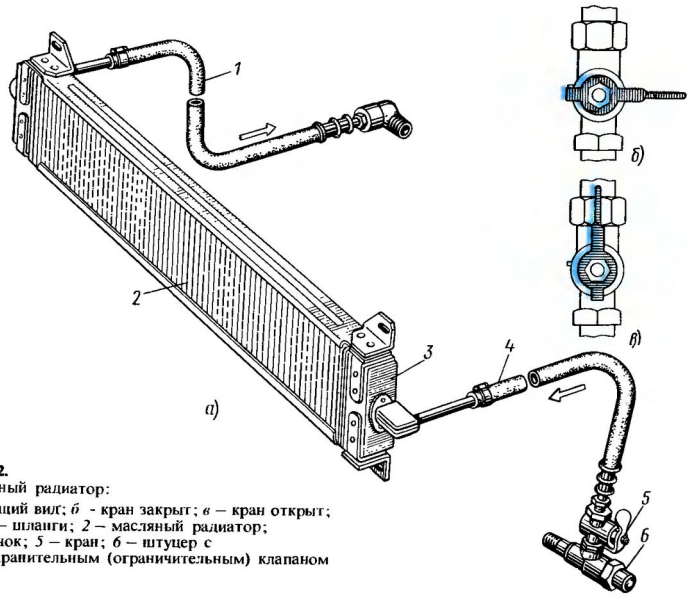


Рис. 62.
Масляный радиатор:
а – общий вид; *б* - кран закрыт; *в* – кран открыт; *1* и *4* – шланги; *2* – масляный радиатор; *3* – бачок; *5* – кран; *6* – штуцер с предохранительным (ограничительным) клапаном

двигателя. На двигателе автомобиля ЗИЛ-130 установлен масляный радиатор другой конструкции (см. рис. 57).

§ 31. Вентиляция картера

При работе двигателей некоторое количество горючей смеси и отработавших газов проникает в картер (поддон) через замки поршневых колец и неплотности между поршневыми кольцами и стенками цилиндра. Количество газов, прорывающихся в картер, увеличивается по мере изнашивания поршней, поршневых колец и цилиндров, а также при возрастании нагрузки на двигатель. В газах содержатся загрязняющие масло сернистые соединения и пары воды. Они образуют серную и сернистую кислоты, что значительно ухудшает качество масла. Кроме того, содержащиеся в газах пары воды вызывают вспенивание масла, образование эмульсии, что затрудняет поступление масла к трущимся поверхностям. Прорвавшиеся в картер газы повышают в нем давление, что может вызвать утечку масла через сальники коленчатого вала. Недопустимо также проникновение отработавших газов под капот двигателя, а затем в кузов или кабину автомобиля, так как эти газы очень опасны для пассажиров и водителя.

Вентиляция картера двигателя позволяет уменьшить вредные последствия прорыва паров топлива и отработавших газов в картер, а следовательно, и проникновение этих газов в кабину или кузов автомобиля. В картере необходимо поддерживать атмосферное давление, поэтому взамен удаленных газов в него поступает воздух, предварительно прошедший через фильтр. Вентиляция картера увеличивает срок службы масла и долговечность двигателя.

Вентиляция картера может быть выполнена с отсосом газов наружу – открытая система (двигатели автомобилей ГАЗ-53А, МАЗ-5335, КамАЗ-5320) или в систему питания двигателя – закрытая система (двигатели автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-3102 «Волга», ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130 и др.), что позво-

ляет дополнительно сжигать пары бензина, содержащиеся в картерных газах. Во втором случае газы можно отсасывать непосредственно во впускной трубопровод или через воздушный фильтр и карбюратор. Закрытая система вентиляции картера весьма эффективна, но при этом в карбюраторе осаждается смола, нарушается смесеобразование и несколько увеличивается расход масла. Отсасывать картерные газы лучше через впускной трубопровод, так как в нем всегда имеется необходимое разрежение.

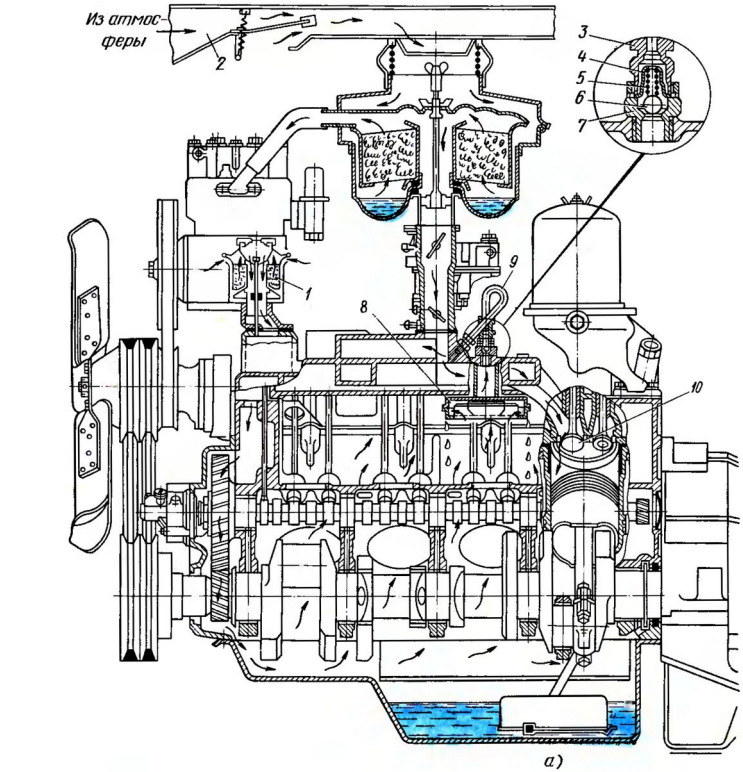
Открытая система вентиляции. Вытяжную трубу при открытой системе вентиляции картера (например, в двигателе ГАЗ-53А) укрепляют сзади на верхней плоскости впускного трубопровода. Она соединяет внутреннюю полость картера с окружающим воздухом. При движении автомобиля в трубе создается разрежение, в результате чего из поддона двигателя отсасываются пары бензина, воды и отработавшие газы. В приливе корпуса центрифуги установлена маслозаливная трубка с фильтром (неразборной конструкции) из капронового волокна для очистки воздуха, поступающего в картер двигателя. Набивка фильтра должна быть всегда смочена маслом, так как сухой фильтр пропускает пыль.

Закрытая система вентиляции. В двигателе автомобиля ЗИЛ-130 картерные газы отсасываются через маслоуловитель *8* (рис. 63, *а*) и клапан *3* во впускной трубопровод. Положение клапана в корпусе зависит от степени открытия дроссельной заслонки карбюратора. Если двигатель работает с прикрытой дроссельной заслонкой, то во впускном трубопроводе создается сильное разрежение. Клапан поднимается вверх, частично перекрывает проходное отверстие, уменьшая количество отсасываемых из картера газов.

При работе двигателя с полностью открытой дроссельной заслонкой разрежение во впускном трубопроводе значительно уменьшается. Клапан *3* под действием силы тяжести опускается вниз и открывает проходное отверстие, увеличивая количество картерных газов, проходящих через это отверстие в трубку *9*. Газы увлекаются потоком горючей смеси в цилиндр двигателя через открытый впускной клапан *10*. Таким образом, клапан *3* регулирует количество газов, отсасываемых из картера, и предотвращает сильное загрязнение горючей смеси при работе двигателя с малыми нагрузками. Нарушение состава смеси может вызвать перебои в работе двигателя. Для очистки картерных газов от масла применяют маслоуловитель *8*. Воздух в картер двигателя поступает через фильтр *1*, установленный на маслозаливной горловине.

На двигателе автомобиля ГАЗ-24 «Волга» (рис. 63, *б*) применяется закрытая принудительная вентиляция картера. В ней используется разрежение во впускном трубопроводе *16* и в воздушном фильтре *11*. При работе двигателя на частичных нагрузках (дроссельная заслонка открыта не полностью) за заслонкой создается высокое разрежение. Оно передается в картер двигателя по шлангу *14* и в воздушный фильтр по шлангу *12*. Картерные газы отсасываются через маслоуловитель *13*, сетчатые элементы *15*, расположенные в крышке коромысел, и по шлангу *14* малого диаметра через щелевое отверстие *18* поступают за дроссельную заслонку во впускной трубопровод *16*. К картерным газам, идущим по шлангу *14*, добавляется чистый воздух, поступающий по шлангу *12* большого диаметра. Все эти газы и воздух смешиваются с горючей смесью, поступают через открытый впускной клапан в цилиндр двигателя и там сгорают.

На полных нагрузках (дроссельная заслонка открыта почти полностью) возрастает разрежение в воздушном фильтре *11*, и отсос картерных газов в цилиндры происходит через два шланга *12* и *14*. Причем бóльшая часть газов по более широкому шлангу *12* и через воздушный фильтр попадает в карбюратор и впускной трубопровод *16*. Меньшая часть — по шлангу *14* через щелевое отверстие *18* под дроссельную заслонку и во впускной трубопровод.



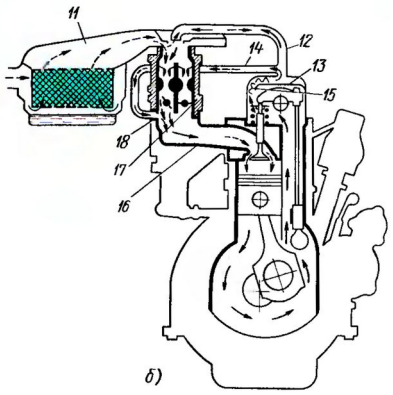


Рис. 63.
Схемы вентиляции картера двигателей автомобилей:

а – ЗИЛ-130; *б* – ГАЗ-24 «Волга»; *1* – воздушный фильтр вентиляции картера; *2* – воздухоподводящий канал; *3* – клапан вентиляции; *4* – стакан пружины; *5* – пружина; *6* – шарик клапана; *7* – штуцер; *8* и *13* – маслоуловители; *9* – трубка вентиляции картера; *10* – впускной клапан; *11* – воздушный фильтр; *12* – шланг большого диаметра; *14* – шланг малого диаметра; *15* – сетчатый фильтрующий элемент; *16* – впускной трубопровод; *17* – карбюратор; *18* – щелевое отверстие

При эксплуатации автомобиля нельзя нарушать герметичность закрытой системы вентиляции картера. Не следует допускать работу двигателя при открытой маслозаливной горловине, так как это приводит к повышенному износу двигателя. Работу системы вентиляции картера можно проверить следующим образом: при работающем с малой частотой вращения на режиме холостого хода двигателе нужно пережать шланг *14* малого диаметра. Если частота вращения коленчатого вала двигателя резко уменьшается или двигатель останавливается, то система вентиляции работает нормально.

Известно, что автомобиль выделяет много токсических веществ. Если принять все токсические вещества, выделяемые автомобилем, за 100%, то 65% составят отработавшие газы, 20% картерные газы и 15% пары топлива. Несомненно, что тип системы вентиляции картера отражается на количестве выделяемых токсических веществ, т. е. на загрязнении окружающей среды. В настоящее время на автомобилях получает широкое распространение закрытая система вентиляции картера, позволяющая уменьшить выброс токсических веществ с отработавшими газами в атмосферу.

Глава 7

Система питания карбюраторного двигателя

Система питания карбюраторного двигателя предназначена для приготовления в определенной пропорции из топлива и воздуха горючей смеси, подачи ее в цилиндры двигателя и отвода из них отработавших газов.

§ 32. Общее устройство и работа системы питания

В систему питания двигателя автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 64) входят топливный бак *10*, топливопроводы *7* от бака к фильтру-отстойнику *14* и к топливному насосу *19*, карбюратор *3*, воздушный фильтр *2*, приемные трубы *16*, глушитель *15*, выпускная труба *13* глушителя. В систему питания входят также фильтр *18* тонкой очистки топлива, установленный между топливным насосом и карбюратором, впускной трубопровод, на котором укреплен карбюратор, и выпускной трубопровод.

Во время работы двигателя топливо из бака после предварительной очистки в фильтре-отстойнике насосом *19* подается к карбюратору. При такте впуска в цилиндре двигателя создается разрежение, передающееся в карбюратор и в установленный на нем воздушный фильтр. Очищенный воздух проходит в смесительную камеру, где из жиклеров подается топливо. Испаряющееся топливо перемешивается с воздухом, образуя горючую смесь. Из карбюратора по впускному трубопроводу горючая смесь поступает в цилиндры двигателя. Газы, образовавшиеся после быстрого сгорания рабочей смеси в цилиндре, расширяются, давят на поршень, и он опускается вниз, совершая рабочий ход. После рабочего хода отработавшие газы через открытый выпускной клапан вытесняются поршнем в выпускной трубопровод *17*. Затем они поступают в приемные трубы *16* глушителя, выпускную трубу *13* и в атмосферу. Топливо наливают в бак через горловину, закрываемую крышкой *11*. Количество топлива, находящегося в баке, контролируют при помощи датчика *9* и указателя *8* уровня топлива.

§ 33. Автомобильные бензины

Автомобильные двигатели (за исключением газовых и дизельных) работают на бензине. По ГОСТ 2084–77* выпускаются бензины следующих марок: А-72, А-76, АИ-93, АИ-98. Буква А означает, что бензин автомобильный; цифра – наименьшее октановое число, определенное по моторному методу; буква И указывает на то, что октановое число определено по исследовательскому методу. Автомобильные бензины, за

исключением бензина АИ-98, подразделяют на летние и зимние. Зимние бензины содержат увеличенное количество легкоиспаряющихся фракций, что улучшает условия пуска двигателя. В северных и северо-восточных районах СССР зимние бензины применяют в течение всего года. В остальных районах страны эти бензины применяют с 1 октября до 1 апреля.

В автомобильные бензины А-76, АИ-93 и АИ-98 для повышения антидетонационной стойкости добавляют антидетонатор – тетраэтилсвинец (ТЭС). Для отличия обыкновенных бензинов от этилированных последние окрашивают в желтый (А-76), оранжево-красный (АИ-93) и синий (АИ-98) цвета. Таким образом, выпускают бензины марки А-72 и марок: А-76, АИ-93 и АИ-98 (этилированные и неэтилированные). Этилированные бензины очень ядовиты и, попав в жидком виде и в виде паров на кожу или в дыхательные пути человека могут вызвать тяжелые заболевания. Поэтому применять этилированные бензины для мытья деталей и рук категорически запрещено. При попадании этилированного бензина на кожу его необходимо немедленно стереть ветошью, смоченной в керосине.

В зависимости от состава горючей смеси нормальная скорость распространения фронта пламени по камере сгорания различна, но не превышает 35 м/с. При детонации (взрывное горение) скорость распространения сгорания смеси доходит до 2000 м/с. При детонационном сгорании возникает сильная волна давления, вызывающая вибрацию деталей. Работа двигателя с детонацией недопустима, так как сопровождается ударной нагрузкой на поршни, поршневые пальцы, шатунные и коренные подшипники, местным перегревом деталей, прогоранием поршней и клапанов,

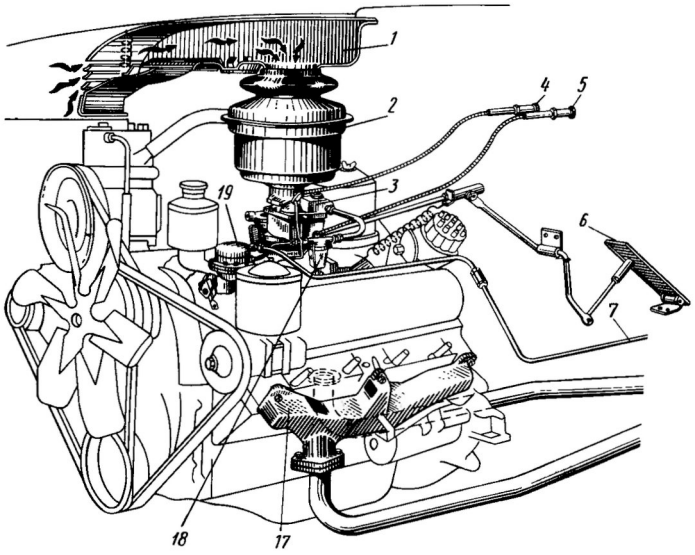


Рис. 64.
Схема систем питания и выпуска отработавших газов двигателя автомобиля ЗИЛ-130.

1 – канал подвода воздуха к воздушному фильтру; *2* – воздушный фильтр; *3* – карбюратор; *4* – рукоятка ручного управления воздушной заслонкой; *5* – рукоятка ручного управления дроссельными заслонками; *6* – педаль управления дроссельными заслонками; *7* – топливопроводы;

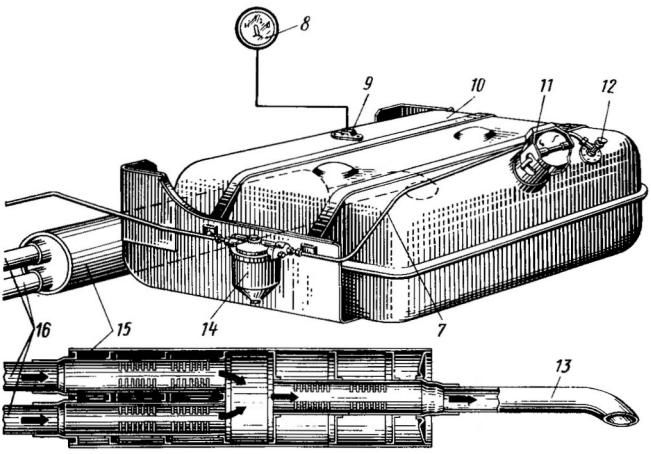
дымным выпуском, снижением мощности двигателя и увеличением расхода топлива. Возникновение детонационного сгорания происходит в основном при неправильном подборе сорта топлива для двигателя с данной степенью сжатия. На появление детонации влияют также конструкция камеры сгорания, размеры цилиндра, материал головки цилиндра, скоростной режим и нагрузка двигателя, нагарообразование на поршне и головке цилиндров, угол опережения зажигания и т. д.

От антидетонационных свойств бензина (его способности противостоять детонации) зависит возможность применения этого бензина в двигателях, имеющих повышенную степень сжатия. Антидетонационные свойства бензина оценивают октановым числом. Бензин сравнивают со смесью из двух топлив: изооктана и гептана. Изооктан слабо детонирует, и для него октановое число условно принимают равным 100, а гептан сильно детонирует, и для него октановое число условно принимают равным нулю. Если смесь, состоящая, например, из 72 % изооктана и 28 % гептана (по объему), по детонационным свойствам соответствует проверяемому бензину, то октановое число такого бензина равно 72 и т. д. Чем выше октановое число бензина, тем с большей степенью сжатия может работать двигатель без детонации на этом топливе.

Работая с бензином, необходимо строго соблюдать правила техники безопасности, так как бензин является легковоспламеняющейся жидкостью. Тара из-под бензина очень опасна, так как содержит пары, которые легко взрываются. Бензин, попавший на окрашенные детали и резину, портит их, растворяя краску, лак и резину.

Гарантийный срок хранения автомобильного бензина всех марок (по ГОСТ 2084—77*) устанавливается 5 лет со дня его изготовления. По истечении гарантийного срока хранения автомобильный бензин перед применением должен быть проверен на соответствие требованиям стандарта.

Двигатели автомобилей ГАЗ-24-01 «Волга», ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12 и ЗИЛ-130 работают на бензине А-76, а автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-3102 «Волга»,



8 — указатель уровня топлива; *9* — датчик указателя уровня топлива; *10* — топливный бак; *11* — крышка горловины топливного бака, *12* — краи; *13* — выпускная труба глушителя; *14* — фильтр-отстойник; *15* — глушитель; *16* — приемные трубы; *17* — выпускной трубопровод; *18* — фильтр тонкой очистки топлива; *19* — топливный насос

«Москвич-2140» и «Жигули» – на бензине АИ-93.

§ 34. Горючая смесь

Для приготовления горючей смеси используют топливо и воздух, причем оба компонента, входящие в состав смеси, должны быть тщательно очищены от механических и других примесей. Горючая смесь – это смесь, приготовленная в карбюраторе из паров мелкораспыленного топлива и воздуха. Горючая смесь, поступающая в цилиндры двигателя, смешивается с отработавшими газами и образует рабочую смесь.

Состав горючей смеси характеризуется определенным соотношением масс топлива и воздуха. Для полного сгорания 1 кг бензина теоретически необходимо 14,9 кг воздуха (обычно принимают 15 кг). Однако количество воздуха, действительно расходуемого на приготовление горючей смеси, может быть больше или меньше теоретически необходимого. Поэтому состав горючей смеси принято характеризовать коэффициентом избытка воздуха, обозначаемым буквой α. Коэффициент α представляет собой отношение действительного количества воздуха $L_д$, участвующего в процессе сгорания бензина, к теоретически необходимому количеству воздуха $L_о$, т. е. $\alpha = L_д/L_о$.

Если в сгорании 1 кг бензина действительно участвует 15 кг воздуха, т. е. столько, сколько теоретически необходимо, то $\alpha = 15/15 = 1$, и такую смесь называют нормальной. Горючую смесь, для которой $\alpha < 1$, называют богатой, так как она содержит воздуха меньше теоретически необходимого количества. Горючую смесь с коэффициентом $\alpha > 1$ называют бедной, так как в ней содержится воздуха больше теоретически необходимого количества. Для более точного определения степени обогащения или обеднения горючей смеси различают следующие смеси: богатая ($\alpha = 0{,}70 \div 0{,}85$); обогащенная ($\alpha = 0{,}85 \div 0{,}95$); обедненная ($\alpha = 1{,}05 \div 1{,}15$); бедная ($\alpha = 1{,}15 \div 1{,}20$).

При слишком большом обогащении или обеднении горючая смесь теряет способность воспламеняться. В первом случае это происходит из-за недостатка кислорода воздуха, а во втором вследствие значительного избытка воздуха и небольшого количества бензина. Существуют определенные пределы воспламеняемости горючей смеси: для богатой $\alpha = 0{,}5$; для бедной $\alpha = 1{,}35$. Двигатель не должен работать на переобогащенных или переобедненных горючих смесях, так как в обоих случаях уменьшается его мощность и снижается экономичность.

§ 35. Простейший карбюратор

Процесс приготовления горючей смеси определенного состава из мелкораспыленного топлива и воздуха, происходящий вне цилиндров двигателя, называют карбюрацией, а прибор, в котором происходит этот процесс, – карбюратором.

Принцип работы простейшего карбюратора аналогичен принципу работы пульверизатора и состоит в том, что жидкость под действием разрежения вытекает из распылителя (трубки) и, смешиваясь с воздухом, образует горючую смесь. Простейший карбюратор (рис. 65, *а*) состоит из поплавковой камеры *8*, диффузора *3*, распылителя *4* с жиклером *7*, смесительной камеры *6* и дроссельной заслонки *5*. В поплавковой камере находится пустотелый поплавок *9*, шарнирно соединенный с осью и действующий на игольчатый клапан *10*. Топливо подается в поплавковую камеру насосом по трубопроводу *1*. Отверстие *2* соединяет поплавковую камеру с окружающим воздухом, поэтому в камере постоянно поддерживается атмосферное давление. Поплавковая камера карбюратора соединена со смесительной камерой *6* распылителем *4*, в котором установлен жиклер *7*.

Жиклер представляет собой металлическую пробку с небольшим калиброванным отверстием, через которое в единицу времени проходит определен-

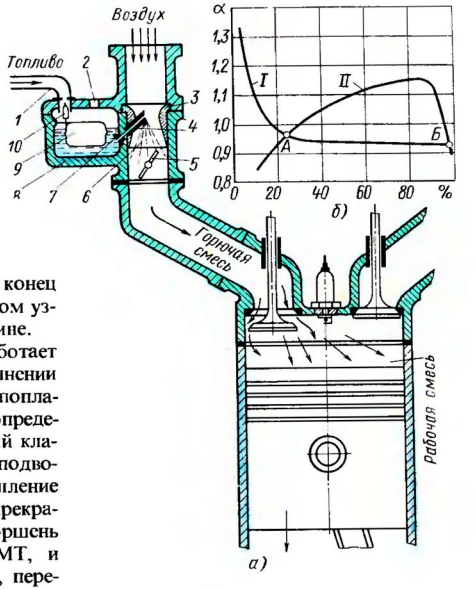


Рис. 65.
Схема впускной системы карбюраторного двигателя и характеристики карбюраторов:
а – схема впускной системы с простейшим карбюратором;
б – характеристики карбюраторов:
1 – трубопровод; *2* – отверстие в поплавковой камере; *3* – диффузор; *4* – распылитель; *5* – дроссельная заслонка; *6* – смесительная камера; *7* – жиклер; *8* – поплавковая камера; *9* – поплавок; *10* – игольчатый клапан;
I – простейший карбюратор;
II – идеальный карбюратор

ная порция топлива. Выходной конец распылителя устанавливают в самом узком месте диффузора – в горловине.

Простейший карбюратор работает следующим образом. При наполнении топливом поплавковой камеры *8* поплавок *9* постепенно всплывает. При определенном уровне топлива игольчатый клапан *10* перекрывает отверстие в подводящем трубопроводе, и поступление топлива в поплавковую камеру прекращается. При такте впуска поршень в двигателе перемещается в НМТ, и в цилиндре создается разрежение, передающееся в смесительную камеру карбюратора. Разрежение в этой камере зависит от положения дроссельной заслонки: с прикрытием заслонки разрежение уменьшается, а с открытием – увеличивается. Пока двигатель не работает, в поплавковой камере и в распылителе топливо находится на одиом уровне, причем верхний конец распылителя располагается несколько выше уровня топлива (на 2–3 мм).

Во время работы двигателя поступающий в карбюратор воздух проходит через узкое сечение диффузора, в результате чего скорость воздуха в нем, а следовательно, и разрежение возрастают. Создается перепад давлений между поплавковой камерой и диффузором, благодаря чему топливо начинает фонтанировать из распылителя. Топливо распыливается, перемешивается с воздухом, частично испаряется и в виде горючей смеси поступает в цилиндры двигателя. С изменением положения дроссельной заслонки значительно изменяется состав горючей смеси, приготовляемой простейшим карбюратором.

На рис. 65, *б* представлены характеристики простейшего *I* и идеального *II* карбюраторов. Они показывают изменение состава горючей смеси карбюратора в зависимости от нагрузки (от положения дроссельной заслонки – в % открытия). По мере открытия дроссельной заслонки в простейшем карбюраторе горючая смесь все больше обогащается, причем только в двух случаях (точки *А* и *Б*) состав смеси совпадает с составом горючей смеси, приготовляемой идеальным карбюратором (при полностью открытой дроссельной заслонке и при некотором промежуточном ее положении). Таким образом, основным недостатком простейшего карбюратора является невозможность приготовления горючей смеси нужного состава.

§ 36. Режимы работы двигателя

Основными режимами работы автомобильного двигателя являются пуск двигателя, холостой ход и малые нагрузки, средние нагрузки, полные на-

грузки и резкие переходы с малых нагрузок на большие. При пуске двигателя необходима очень богатая смесь ($\alpha = 0{,}2 \div 0{,}6$), так как частота вращения коленчатого вала мала, топливо плохо испаряется и часть его конденсируется на холодных стенках цилиндра.

Работа двигателя на режимах холостого хода и малой нагрузки возможна при $\alpha = 0{,}7 \div 0{,}8$. Горючая смесь, поступающая в цилиндры двигателя, загрязняется остаточными газами, поэтому обогащение смеси улучшает ее воспламеняемость и способствует устойчивой работе двигателя.

Автомобильный двигатель бóльшую часть времени работает на режиме средних нагрузок, т. е. с не полностью открытой дроссельной заслонкой. Для этого режима необходима обедненная смесь с коэффициентом избытка воздуха $\alpha = 1{,}05 \div 1{,}15$ (экономичная смесь), обеспечивающая экономичную работу двигателя.

При резком открытии дроссельной заслонки возможно обеднение горючей смеси, так как увеличивается количество поступающего воздуха. Карбюратор должен иметь устройство, предотвращающее это обеднение. С полной нагрузкой двигатель работает при разгоне автомобиля, движении с максимальной скоростью и преодолении крутых подъемов или тяжелых участков дороги. В этом случае для получения наибольшей мощности двигателя карбюратор должен приготовлять обогащенную смесь с коэффициентом $\alpha = 0{,}85 \div 0{,}95$.

§ 37. Главная дозирующая система и вспомогательные устройства карбюраторов

Современные карбюраторы, применяемые на автомобильных двигателях, имеют главную дозирующую систему и вспомогательные устройства, обеспечивающие приготовление необходимой по составу горючей смеси в зависимости от режима работы двигателя, а также ограничители максимальной частоты вращения коленчатого вала. В настоящее время к карбюраторам предъявляют еще одно требование – обеспечение минимальной токсичности отработавших газов, выбрасываемых в атмосферу при работе двигателя.

Главная дозирующая система. Работу двигателя на всех режимах, кроме его работы с малой частотой вращения на режиме холостого хода, обеспечивает главная дозирующая система. Для образования горючей смеси эта система подает наибольшую порцию топлива. При рассмотрении работы простейшего карбюратора было установлено, что с увеличением открытия дроссельной заслонки количество вытекающего из распылителя топлива возрастает быстрее, чем количество воздуха, проходящего через диффузор, т. е. горючая смесь обогащается тем больше, чем больше открывается дроссельная заслонка. Предотвращение обогащения горючей смеси с увеличением открытия дроссельной заслонки называют компенсацией ее состава. В карбюраторах применяют следующие способы компенсации смеси: регулирование разрежения в диффузоре; установка двух жиклеров – главного и компенсационного; пневматическое торможение истечения топлива (эмульсирование топлива в главной дозирующей системе). Последний способ компенсации смеси получил наибольшее распространение в карбюраторах. При любом способе компенсации главная дозирующая система обеспечивает приготовление карбюратором при работе двигателя на средних нагрузках обедненной, т. е. экономичной горючей смеси.

Компенсация горючей смеси пневматическим торможением истечения топлива. Топливо из поплавковой камеры *6* (рис. 66, *а*) поступает через главный жиклер *7* в колодец *4* и далее через эмульсионную трубку *5* с отверстиями в распылитель *1*. Трубка *5* сообщается с воздухом через жиклер *3*. При создании разрежения в диффузоре *9* из распылителя начинает фонтанировать топливо, уровень его в колодце понижается, и открывается верхнее отверстие в эмульсионной трубке. Воздух, выходящий из трубки *5*,

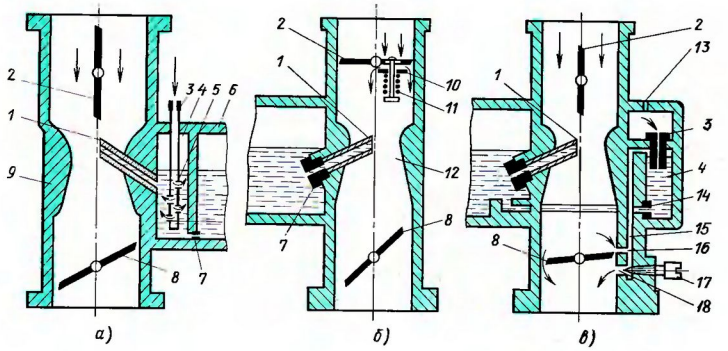


Рис. 66.
Схемы систем и элементов карбюратора:

а – схема системы компенсации смеси пневматическим торможением истечения топлива; *б* – схема действия воздушной заслонки; *в* – схема системы холостого хода; *1* – распылитель; *2* – воздушная заслонка; *3* – воздушный жиклер; *4* – топливный колодец; *5* – трубка; *6* – поплавковая камера; *7* – главный жиклер; *8* – дроссельная заслонка; *9* – диффузор; *10* – клапан; *11* – пружина; *12* – смесительная камера; *13* – отверстие в поплавковой камере; *14* – топливный жиклер системы холостого хода; *15* – канал системы холостого хода; *16* и *18* – отверстия системы холостого хода; *17* – регулировочный винт

смешивается с топливом, и эмульсия подается через распылитель *1* в смесительную камеру карбюратора.

При увеличении открытия дроссельной заслонки возрастает расход топлива из колодца, и в трубке *5* открывается больше воздушных отверстий. Воздух, поступающий в распылитель, уменьшает разрежение у главного жиклера и замедляет (тормозит) истечение из него топлива, что и необходимо для обеднения горючей смеси. Создание экономичной смеси в этом случае возможно лишь при правильном подборе диаметров воздушного *3* и главного *7* (топливного) жиклеров. Такой способ компенсации горючей смеси использован в карбюраторах К-126Б, К-126Г, К-88АМ и др.

Пусковое устройство. Пуск двигателя, особенно в холодную погоду, затруднен, так как топливо плохо испаряется. Чтобы к моменту воспламенения рабочей смеси в цилиндре находилось достаточное количество паров топлива, смесь необходимо сильно обогатить. Такое обогащение смеси обеспечивают с помощью воздушной заслонки *2* (рис. 66, *б*), установленной в воздушном патрубке карбюратора. Воздушной заслонкой управляет водитель из кабины при помощи тяги и кнопки.

При пуске двигателя заслонку прикрывают. В этом случае при вращении коленчатого вала в смесительной камере *12* создается значительное разрежение, и топливо поступает из распылителя *1* карбюратора. При пуске холодного двигателя, когда масло густое, нельзя допускать большую частоту вращения коленчатого вала. Поэтому дроссельную заслонку *8* прикрывают. После пуска двигателя его прогревают при малой частоте вращения и воздушную заслонку постепенно открывают, иначе в двигатель будет поступать очень богатая смесь.

На воздушной заслонке установлен клапан *10*, удерживаемый в закрытом положении слабой пружиной *11*. При первых вспышках в цилиндрах двигателя, чтобы не было сильного обогащения смеси, клапан под действием давления воздуха открывается. Таким образом, при пуске двигателя через клапан *10* проходит необходимое количество воздуха.

Система холостого хода. Во время работы двигателя на режиме холостого

хода (рис. 66, *в*) топливо поступает через жиклер *14* системы холостого хода, установленный в колодце *4*. Если дроссельная заслонка *8* прикрыта, то за ней создается сильное разрежение, и воздух с большой скоростью проходит через узкие щели между заслонкой и стенками патрубка. На выходе из канала *15* системы холостого хода имеются отверстие *18* (ниже дроссельной заслонки) и отверстие *16* (выше этой заслонки). Около отверстия *18* образуется разрежение, передающееся в канал *15* и в колодец *4*. К топливу, поступающему в канал *15* из колодца *4*, примешивается воздух, проходящий через жиклер *3*. Образовавшаяся эмульсия (смесь топлива с мелкими пузырьками воздуха) из канала *15* через отверстие *18* выходит в пространство за дроссельной заслонкой, распыливается и, перемешиваясь с воздухом, образует горючую смесь. Через отверстие *16* в канал *15* и в пространство за дроссельной заслонкой дополнительно поступает воздух, что улучшает смесеобразование.

В случае дальнейшего открытия дроссельной заслонки при переходе на режим малых нагрузок отверстия *16* и *18* оказываются под заслонкой, и эмульсия поступает из обоих отверстий. Так осуществляется плавный переход с режима холостого хода двигателя на режимы малых и средних нагрузок. Состав смеси можно изменять регулировочным винтом *17*. При отвертывании винта возрастает разрежение в канале *15* и увеличивается расход эмульсии из отверстия *18* – смесь обогащается. При завертывании винта *17* смесь обедняется.

Экономайзер. Для получения от двигателя полной мощности необходима обогащенная смесь. Это достигается использованием специального устройства, называемого экономайзером. По способу управления экономайзеры бывают с механическим или пневматическим приводом. Экономайзер может подавать топливо в смесительную камеру карбюратора непосредственно или через главную дозирующую систему. Он включается в работу, как правило, при почти полностью открытой дроссельной заслонке.

Экономайзер с механическим приводом (рис. 67, *а*) работает следующим образом. Пока дроссельная заслонка *8* прикрыта и двигатель работает на режиме средних нагрузок, клапан *4* эконо-

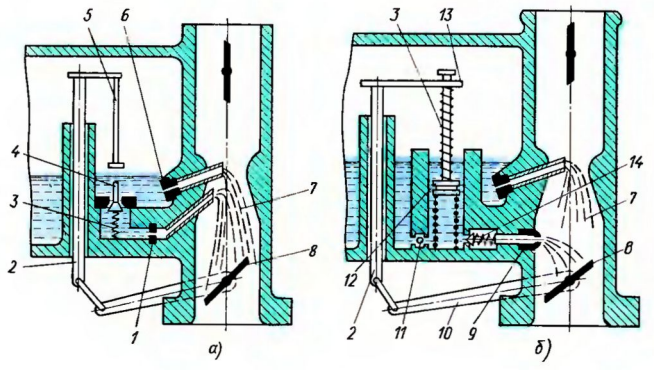


Рис. 67.
Схемы вспомогательных (дополнительных) устройств карбюратора:

а – экономайзера с механическим приводом; *б* – ускорительного насоса; *1* – жиклер полной мощности; *2* – тяга; *3* – пружина; *4* – клапан экономайзера; *5* – шток; *6* – главный жиклер; *7* – смесительная камера; *8* – дроссельная заслонка; *9* – жиклер ускорительного насоса; *10* – рычаг; *11* – обратный клапан; *12* – поршень; *13* – поводок; *14* – клапан ускорительного насоса

майзера пружиной *3* прижат к седлу и топливо поступает в смесительную камеру *7* только через главный жиклер *6*. При переводе двигателя на режим полных нагрузок, что соответствует открытию дроссельной заслонки на 80—85% и более, тяга *2*, шарнирно соединенная с заслонкой, опускается вниз и через шток *5* открывает клапан *4* экономайзера. В смесительную камеру через жиклер *1* полной мощности начинает подаваться помимо главного жиклера дополнительное количество топлива, и горючая смесь обогащается.

Ускорительный насос. Для предотвращения обеднения горючей смеси при резких переходах с режима малых нагрузок на режим максимальных нагрузок карбюраторы оборудованы ускорительными насосами, которые могут быть установлены отдельно или объединены с экономайзерами.

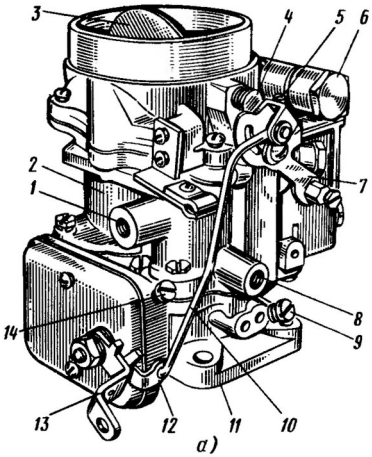
В колодце ускорительного насоса установлен поршень *12* (рис. 67, *б*) со штоком, шарнирно соединенным с поводком *13* тяги *2*. Дроссельная заслонка *8* рычагом *10* связана через промежуточное звено с тягой *2*. При закрытии заслонки тяга, поводок и поршень перемещаются вверх, и в колодец ускорительного насоса через обратный клапан *11* из поплавковой камеры поступает топливо. Ускорительный насос приводится в действие рычагом *10*, укрепленным на оси дроссельной заслонки. При резком открытии заслонки тяга *2* быстро опускается вниз и сжимает пружину *3* поводком *13*. Опускающийся поршень давит на топливо, обратный клапан *11* закрывается, а клапан *14* ускорительного насоса открывается; топливо впрыскивается через жиклер *9* в смесительную камеру *7* карбюратора. Пружина *3*, установленная на штоке поршня, обеспечивает затяжное, а не кратковременное действие ускорительного насоса и предохраняет его привод от механических повреждений.

При плавном открытии дроссельной заслонки топливо перетекает через зазор между стенками колодца и поршня, поэтому впрыскивания топлива из колодца в смесительную камеру не происходит. Перетеканию топлива из колодца ускорительного насоса в поплавковую камеру препятствует обратный клапан *11*. Если ускорительный насос не работает, то пружина плотно прижимает клапан *14* к седлу и топливо не поступает в смесительную камеру.

§ 38. Устройство и работа карбюраторов

Типы карбюраторов. В зависимости от направления движения воздушного потока и горючей смеси различают карбюраторы с падающим, восходящим или горизонтальным потоками. В большинстве случаев на автомобильных двигателях применяют карбюраторы с падающим потоком, обеспечивающие лучшее наполнение цилиндров горючей смесью и несколько бо́льшую мощность двигателя. Улучшение наполнения цилиндров и повышение мощности происходит вследствие более совершенной в этом случае конструкции впускного трубопровода и меньшего сопротивления его движению горючей смеси. Кроме того, воздушный патрубок карбюратора расположен так, что на нем удобно устанавливать воздушный фильтр, легче проводить техническое обслуживание. Проще в этом случае и привод управления карбюратором.

Поплавковые камеры. Если поплавковая камера сообщается с окружающим воздухом, то при изменении сопротивления воздушного фильтра (например, при загрязнении) возрастает разрежение в диффузоре, и горючая смесь значительно обогащается. Такую поплавковую камеру называют несбалансированной. Поплавковые камеры, соединенные каналом с воздушным патрубком, называют сбалансированными (уравновешенными), и их делают герметичными. К ним поступает очищенный воздух, вследствие чего устраняется влияние воздушного фильтра на состав горючей смеси. При нарушении герметичности поплавковой камеры горючая смесь обогащается, что приводит к увеличению расхода топлива и повышению токсичности отработавших газов. Если поплавковая камера несбалансирован-



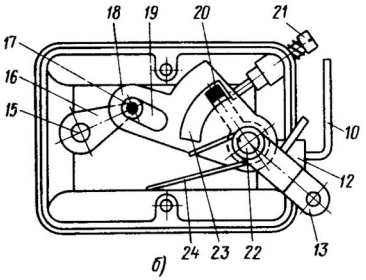


Рис. 68.
Карбюратор К-126Г:
а – общий вид; *б* – схема привода дроссельной заслонки дополнительной смесительной камеры; *1* и *8* – отверстия; *2* – корпус; *3* – воздушная заслонка; *4* – ось воздушной заслонки; *5* – жиклер системы холостого хода; *6* – пробка фильтра; *7* – рычаг привода воздушной заслонки; *9* – регулировочный винт; *10* – тяга; *11* – корпус смесительных камер; *12* – рычаг малой частоты вращения; *13* – рычаг привода дроссельной заслонки основной смесительной камеры; *14* – регулировочный винт частоты вращения холостого хода; *15* – ось дроссельной заслонки дополнительной камеры; *16* – рычаг, жестко соединенный с осью; *17* – палец рычага оси дроссельной заслонки дополнительной камеры; *18* – кулиса; *19* – прорезь кулисы; *20* – палец рычага оси дроссельной заслонки основной камеры; *21* – винт, ограничивающий закрытие дроссельной заслонки; *22* – ось дроссельной заслонки основной смесительной камеры; *23* – радиусный паз кулисы; *24* – возвратная пружина

ная, то необходимо внимательно следить за состоянием воздушного фильтра.

Карбюратор К-126Г. Устанавливаемый на автомобиле ГАЗ-24 «Волга» карбюратор К-126Г (рис. 68, *а*) – двухкамерный с падающим потоком, сбалансированной поплавковой камерой. Дроссельные заслонки открываются последовательно. При нажатии на педаль управления дроссельными заслонками сначала открывается дроссельная заслонка основной смесительной камеры. И только после того как она откроется не менее чем на 2/3 своего хода, начинает открываться вместе с ней дроссельная заслонка дополнительной камеры.

Привод дроссельных заслонок карбюратора К-126Г работает следующим образом. При повороте рычага *13* (рис. 68, *б*) поворачивается ось *22* дроссельной заслонки основной смесительной камеры и палец *20* рычага, установленного на оси рычага *13*. Пока палец перемещается по радиусному пазу *23* кулисы и не соприкасается с его торцом, открывается дроссельная заслонка только основной смесительной камеры. При дальнейшем повороте рычага *13* палец *20* нажимает на торец радиусного паза *23* и начинает поворачиваться кулиса *18*, соединенная продолговатой прорезью *19* с пальцем *17* рычага *16*, установленного на оси дроссельной заслонки дополнительной камеры. Кулиса нажимает на палец *17*, который перемещается в продолговатой прорези *19* и поворачивается по радиусу вместе с рычагом *16* и осью *15*, и дроссельная заслонка дополнительной смесительной камеры начинает открываться одновременно с дроссельной заслонкой основной камеры. Возвратная пружина *24* в этом случае закручивается, а после прекращения воздействия на рычаг *13* раскручивается, перемещая кулису в исходное положение, и плотно закрывает дроссельную заслонку дополнительной камеры.

К корпусу *4* (рис. 69, *а*) карбюратора сверху присоединена крышка *6* поплав-

ковой камеры с воздушным патрубком, а снизу укреплен корпус *28* смесительных камер с дроссельными заслонками. Крышка поплавковой камеры и корпус карбюратора отлиты из цинкового сплава, а корпус смесительных камер – из алюминиевого сплава.

В корпусе карбюратора размещены поплавковая камера с поплавком *19* и игольчатым клапаном *17*, два больших *37* и два малых *9* диффузора, два главных топливных жиклера *24*, два воздушных жиклера *8*, две эмульсионные трубки *25*, установленные в колодцах, система холостого хода, ускорительный насос, экономайзер с общим механическим приводом, а также другие детали. Поплавковая камера карбюратора имеет смотровое окно *21* для контроля за уровнем топлива и состоянием поплавкового механизма. В крышке поплавковой камеры расположен сетчатый фильтр *18*, удерживаемый от смещения болтом.

Системы пуска двигателя, холостого хода и ускорительный насос размещены только в основной смесительной камере. Распылитель *11* экономайзера установлен в воздушном патрубке дополнительной камеры. Система пуска двигателя имеет воздушную заслонку *12* с двумя предохранительными клапанами *13*, рычаг *7* (см. рис. 68, *а*), соединенный тягой *10* с рычагом *12* малой частоты вращения. В систему холостого хода входят два жиклера: топливный *33* (рис. 69, *а*) и воздушный *16*. Выходные отверстия *30* и *31* системы холостого хода и регулировочный винт *32* расположены в патрубке основной смесительной камеры.

Главная дозирующая система есть в каждой смесительной камере. Она состоит из главного топливного жиклера *24*, воздушного жиклера *8*, эмульсионного колодца с эмульсионной трубкой *25* и двух диффузоров. Малый диффузор при помощи канала соединен с эмульсионным колодцем, т. е. распылитель главной дозирующей системы выведен в горловину диффузора. Дроссельная заслонка *29* основной смесительной камеры через систему тяг и рычагов связана с ускорительным насосом и экономайзером. Ускорительный насос состоит из поршня *7* с пружиной, шарикового *1* и нагнетательного *15* клапанов и распылителя *14*. Основными частями экономайзера являются шток *5* привода, клапан *3*, жиклер *2* полной мощности и распылитель *11*.

При рассмотрении работы карбюраторов необходимо помнить, что воздушная и дроссельные (или дроссельная) заслонки карбюратора при различных режимах работы двигателя занимают следующие положения:

пуск холодного двигателя – воздушная заслонка прикрыта, а дроссельные заслонки открываются на необходимую величину, так как они кинематически соединены с воздушной заслонкой; после пуска двигателя воздушную заслонку постепенно открывают;

малая частота вращения холостого хода – воздушная заслонка открыта полностью, а дроссельные приоткрыты;

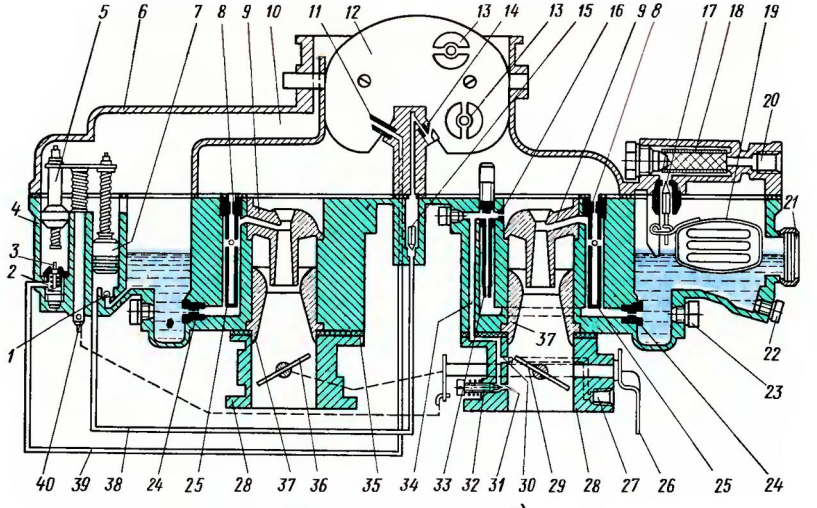
средние нагрузки двигателя – воздушная заслонка открыта полностью, а дроссельные открыты примерно наполовину;

полная нагрузка двигателя – воздушная и дроссельная заслонки открыты полностью или почти полностью. Необходимое обогащение горючей смеси, позволяющее получить максимальную мощность двигателя, обеспечивает вступающий в работу экономайзер или эконостат (рис. 69, *б*);

резкое открытие дроссельных заслонок – необходимая приемистость двигателя достигается вступлением в работу ускорительного насоса.

Рассмотрим работу карбюратора К-126Г при различных режимах работы двигателя.

Пуск холодного двигателя. В работу вступают главная дозирующая система и система холостого хода основной смесительной камеры. Топливо поступает через главный жиклер *24* (рис. 69) в колодец и эмульсионную трубку *25*. Из колодца оно по каналу подается в горловину малого диффузора *9*. От главного жиклера *24* по отдельному каналу топливо поступает



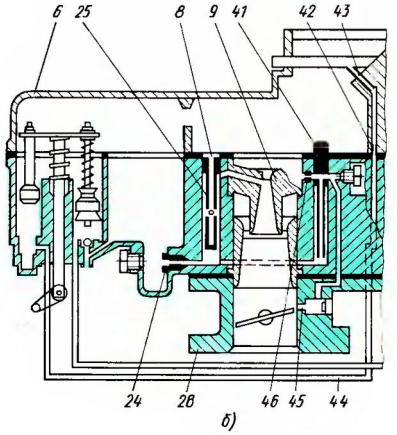


Рис. 69.
Схемы карбюратора К-126Г и дополнительной смесительной камеры:

а – схема карбюратора; *б* – схема дополнительной смесительной камеры с эконостатом и переходиой системой: *1* – шариковый клапан ускорительного насоса; *2* – жиклер полной мощности; *3* – клапан экономайзера; *4* – корпус; *5* – шток привода экономайзера; *6* – крышка поплавковой камеры; *7* – поршень ускорительного насоса; *8* – воздушный жиклер главной дозирующей системы; *9* – малый диффузор; *10* – балансировочный канал; *11* – распылитель экономайзера; *12* – воздушная заслонка; *13* – предохранительный клапан; *14* – распылитель ускорительного насоса; *15* – нагнетательный клапан; *16* – воздушный жиклер системы холостого хода; *17* – игольчатый клапан; *18* – фильтр; *19* – поплавок; *20* – отверстие для трубки подачи топлива в карбюратор; *21* – смотровое окно; *22* и *23* – пробки; *24* – главный топливный жиклер; *25* – эмульсионная трубка; *26* – рычаг; *27* – отверстие для трубки вакуумного регулятора опережения зажигания; *28* – корпус смесительных камер; *29* – дроссельная заслонка основной смесительной камеры; *30* и *31* – отверстия системы холостого хода; *32* – регулировочный винт; *33* – топливный жиклер системы холостого хода; *34, 38* и *39* – каналы; *35* – прокладка; *36* – дроссельная заслоика дополнительной смесительной камеры; *37* – большой диффузор; *40* – рычаг привода экономайзера и ускорительного насоса; *41* – топливный жиклер переходной системы; *42* – жиклер эконостата; *43* – распылитель эконостата; *44* – канал к распылителю эконостата; *45* – отверстие переходной системы; *46* – воздушный жиклер переходной системы

к жиклеру *33* системы холостого хода, а воздух подается от жиклера *16*. Затем по каналу *34* и далее через отверстие *31* системы холостого хода топливо в виде эмульсии поступает в пространство за дроссельной заслонкой *29*. При этом горючая смесь значительно обогащается. Как только двигатель начинает работать, автоматически открываются предохранительные клапаны *13*, предотвращающие переобогащение смеси.

Малая частота вращения холостого хода. Большое разрежение, возникающее за дроссельной заслонкой *29*, через нижнее отверстие *31* по каналу *34* передается к топливному жиклеру *33*. К топливу, идущему по каналам системы холостого хода, добавляется воздух, поступающий через жиклер *16*, и топливо в виде эмульсии проходит через отверстие *31* в пространство за дроссельной заслонкой. Выходящая из отверстия *31* эмульсия смешивается с основным потоком воздуха, проходящим через зазоры между стенками смесительной камеры и дроссельной заслонкой, и в виде горючей смеси поступает в цилиндры двигателя. Через верхнее отверстие *30* к эмульсии добавляется воздух.

Средние нагрузки двигателя. При открытии дроссельной заслонки *29* увеличивается количество воздуха, проходящего через карбюратор, и возрастает разрежение в малом диффузоре *9*. Разрежение создается и в эмульсионном колодце, в котором уровень топлива понижается, и открываются воздушные отверстия в эмульсионной трубке *25*. Через жиклер *8* в эмульсионную трубку и колодец поступает воздух. Он смешивается с топливом, обрузуя эмульсию, и тормозит истечение топлива из главного жиклера *24*. Эмульсия проходит в малый диффузор, в котором перемешивается с воздухом, распыливается, испаряется и поступает в большой диффузор *37*. В зазоре между горловиной большого диффузора и наружной поверхностью малого диффузора со значительной скоростью движется воздух. В большом диффузоре эмульсия повторно распыливается, еще лучше перемешивается с воздухом и в виде горючей смеси по впускному трубопроводу подается в цилиндры. Работа главной дозирующей системы зависит прежде всего от разрежения в малом диффузоре, а системы холостого хода – от нагрузки двигателя, т. е. от положения дроссельной заслонки. По мере открытия дроссельной заслонки уменьшается разрежение у отверстий *30* и *31* системы холостого хода, и через них меньше проходит горючей смеси. Однако при этом возрастает разрежение в малом диффузоре, и в работу вступает главная дозирующая система. Таким образом, при работе двигателя на режимах средних нагрузок действует главная дозирующая система и система холостого хода.

Полная нагрузка двигателя. На этом режиме рычагом привода экономайзера и ускорительного насоса шток *5* перемещается вниз. Опускающийся шток открывает клапан *3* экономайзера, сжимая его пружину. Дополнительное топливо из поплавковой камеры карбюратора через жиклер *2* полной мощности по каналу подается в распылитель *11* и в дополнительную смесительную камеру. При полной нагрузке двигателя работают главные дозирующие системы обеих смесительных камер и система экономайзера; очень незначительное количество топлива подается через систему холостого хода.

Резкое открытие дроссельных заслонок. При работе двигателя с большой частотой вращения коленчатого вала и полном открытии дроссельных заслонок возможен подсос топлива из каналов ускорительного насоса, так как у распылителя *14* при движении воздуха создается разрежение. Для устранения этого отрицательного явления в канале ускорительного насоса установлен нагнетательный клапан *15*, а к распылителю подводится воздух из поплавковой камеры.

В карбюраторе К-126Г ускорительный насос и экономайзер имеют общий механический привод. Однако сначала происходит нагнетательный ход ускорительного насоса, а затем открывается клапан экономайзера. При подъеме поршня *7* вверх топливо из поплавковой камеры и через шариковый клапан *1* заполняет колодец ускорительного насоса. В некоторых карбюраторах К-126Г вместо экономайзера применяют систему эконостата. Это обогащающее устройство состоит из распылителя *43* (рис. 69,*б*), жиклера *42* и канала *44*, соединенного с поплавковой камерой. Система эконостата всту-

пает в работу (под действием перепада давлений) при почти полном открытии дроссельной заслонки дополнительной камеры. В этом случае при большой скорости движения воздуха у распылителя *43* создается разрежение и из него начинает поступать топливо в дополнительную камеру, обогащая горючую смесь.

В дополнительной камере карбюратора может быть и переходная система, состоящая из топливного *41* и воздушного *46* жиклеров и отверстия *45*. При открытии дроссельной заслонки дополнительной камеры на угол 15 – 18° включается в работу переходная система. Она аналогична системе холостого хода. При движении воздуха около отверстия *45* создается сильное разрежение, передающееся к воздушному *46* и топливному *41* жиклерам, и из отверстия *45* поступает эмульсия. По мере увеличения открытия дроссельной заслонки вступает в работу главная дозирующая система дополнительной камеры. В карбюраторе К-126Н, который устанавливается на двигателе автомобиля «Москвич-2140», в основной камере имеются главная дозирующая система, система холостого хода, экономайзер и ускорительный насос; в дополнительной камере – главная дозирующая система, вспомогательная (переходная) система и система эконостата.

В нижней части карбюратора К-126Г находятся регулировочные винты. При помощи винта *14* (см. рис. 68, *а*) регулируют частоту вращения коленчатого вала двигателя на режиме холостого хода. Этот винт ограничивает закрытие дроссельной заслонки. Винтом *9* регулируют состав (качество) смеси при работе двигателя на этом режиме. Для повышения надежности системы питания и улучшения пуска прогретого двигателя в карбюраторе К-126Г на игольчатый клапан *17* (см. рис. 69, *а*) надета эластичная шайба, на поршне *7* ускорительного насоса имеется манжета из специальной резины, а в рычаге *40* привода экономайзера и ускорительного насоса сделаны отверстия вдоль и поперек оси рычага.

Кратко рассмотрим причины затрудненного пуска горячего двигателя после непродолжительной стоянки в теплое время года. Карбюратор и впускной трубопровод прогреваются теплотой, излучаемой двигателем. Топливо, оставшееся во впускном трубопроводе, интенсивно испаряется, давление в системе впуска повышается и передается через балансировочный канал *10* (см. рис. 69) в поплавковую камеру карбюратора. При этом образуется очень богатая смесь, что сильно затрудняет пуск. При разбалансировке поплавковой камеры через отверстия в рычаге *40* она сообщается с окружающей атмосферой (как бы проветривается), что обеспечивает успешный пуск горячего двигателя.

Карбюратор К-126Б. В двигателях автомобилей ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12 установлен двухкамерный карбюратор К-126Б с падающим потоком и сбалансированной поплавковой камерой. Камеры работают параллельно, но независимо – каждая подает горючую смесь к четырем цилиндрам. Воздушная заслонка, поплавковая камера, системы ускорительного насоса и экономайзера – общие для карбюратора. Каждая смесительная камера имеет главную дозирующую систему и систему холостого хода.

Карбюратор К-126Б (рис. 70) состоит из четырех основных частей: крышки *5* поплавковой камеры с воздушным патрубком, корпуса *42* поплавковой камеры, корпуса *34* смесительных камер и пневмоинерционного ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя. Применение ограничителя привело к установке в карбюраторе кулачковой муфты *37*. Такими муфтами оснащены не только карбюраторы типа К-126Б, но и К-88. В карбюраторе К-126Б ось *25* дроссельных заслонок не имеет жесткой связи с рычагом *38* привода заслонок. Он закреплен на резьбовом конце оси. Противоположный конец оси *25* (см. рис. 70) соединен с исполнительным механизмом пневмоинерционного ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала. Конструкции карбю-

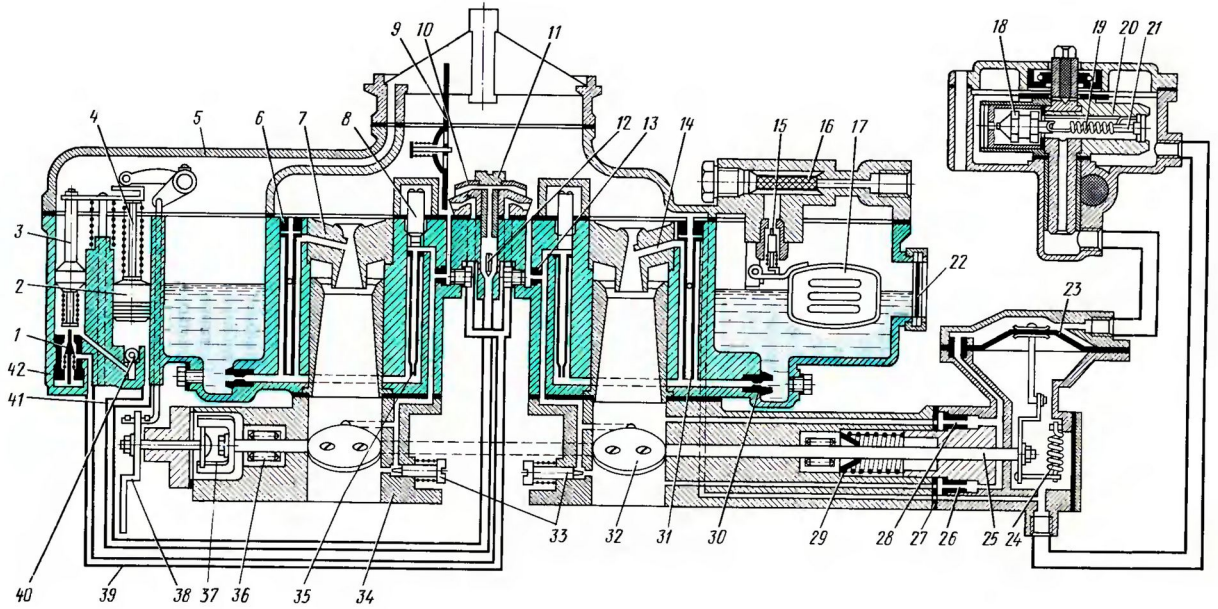


Рис. 70.
Схема карбюратора К-126Б:
1 – клапан экономайзера; *2* – поршень ускорительного насоса; *3* – шток привода экономайзера; *4* – шток привода ускорительного насоса; *5* – крышка поплавковой камеры; *6* – воздушный жиклер главного дозирующего устройства; *7* – малый диффузор; *8* – трубка топливного жиклера системы холостого хода; *9* – воздушная заслонка; *10* – блок распылителей экономайзера и ускорительного насоса; *11* – полый винт; *12* – нагнетательный клапан; *13* – воздушный жиклер системы холостого хода; *14* – распылитель малого диффузора; *15* – игольчатый клапан; *16* – фильтр; *17* – поплавок; *18* – клапан датчика; *19* – пружина; *20* – корпус ротора; *21* – регулировочный винт; *22* – смотровое окно; *23* – мембрана; *24* – пружина ограничителя; *25* – ось дроссельных заслонок; *26* – вакуумный жиклер; *27* – прокладка; *28* – воздушный жиклер; *29* – манжета; *30* – главный топливный жиклер; *31* – эмульсионная трубка; *32* – дроссельная заслонка; *33* – регулировочные винты; *34* – корпус смесительных камер; *35* – топливный жиклер системы холостого хода; *36* – подшипник; *37* – кулачковая муфта; *38* – рычаг привода дроссельных заслонок; *39* и *41* – каналы; *40* – шариковый клапан ускорительного насоса; *42* – корпус поплавковой камеры

раторов К-126Б и К-126Г почти аналогичны, поэтому остановимся только на работе карбюратора К-126Б.

Пуск холодного двигателя. При вращении коленчатого вала в смесительных камерах карбюратора создается сильное разрежение, и топливо подается из поплавковой камеры через главные топливные жиклеры *30* в колодцы. Через воздушные жиклеры *6* к топливу подмешивается воздух, и в распылители *14* малых диффузоров *7* поступает богатая эмульсия. Она проходит между кромками дроссельных заслонок во впускной трубопровод двигателя. Под дроссельные заслонки из двух нижних отверстий системы холостого хода также подается эмульсия.

Малая частота вращения холостого хода. Сильное разрежение, создаваемое под дроссельными заслонками *32*, передается через нижние отверстия, в которые ввернуты регулировочные винты *33*, и каналы системы холостого хода к топливным жиклерам *35*. Топливо из поплавковой камеры, пройдя главные жиклеры *30*, поступает к топливным жиклерам *35* системы холостого хода и поднимается по трубкам *8*. Далее топливо подается в каналы системы холостого хода, где к нему подмешивается воздух, проходящий через жиклеры *13*; в виде эмульсии топливо и воздух выходят через нижние отверстия. Работу двигателя при малой частоте вращения холостого хода регулируют тремя винтами: двумя винтами *33* изменяют качество горючей смеси, а третьим (на рис. 70 не виден) — положение дроссельных заслонок, соответствующее их минимальному открытию.

Средние нагрузки двигателя. Топливо из поплавковой камеры проходит через главные жиклеры *30* в колодцы. Эмульсионные трубки *31*, установленные в колодцах, имеют глухие нижние концы и несколько выше средней части четыре отверстия, через которые к топливу добавляется воздух, проходящий через воздушные жиклеры *6*. Эмульсия, выходящая из распылителей *14*, поступает в малые диффузоры. Здесь она перемешивается с воздухом, входящим в карбюратор. Затем эмульсия вторично перемешивается, распыливается, испаряется в больших диффузорах и в виде горючей смеси подается по впускному трубопроводу к цилиндрам.

Полная нагрузка двигателя. Экономайзер и ускорительный насос имеют общий механический привод, соединенный с рычагом *38* привода дроссельных заслонок. Опускающийся шток *3* привода экономайзера нажимает на клапан *1*, и топливо по каналу *39* поступает к блоку *10* распылителей экономайзера и ускорительного насоса. При максимальной частоте вращения коленчатого вала срабатывает пневмоинерционный ограничитель, и дроссельные заслонки прикрываются (благодаря наличию кулачковой муфты *37*), что предохраняет двигатель от выхода из строя.

Резкое открытие дроссельных заслонок. В этом случае в действие вступает ускорительный насос. В результате этого шариковый клапан *40* закрывается, и топливо по каналу *41* подается к нагнетательному клапану *12* и блоку *10* распылителей. Топливо, вытекающее тонкими струйками из верхних отверстий блока распылителей, поддерживает работу двигателя на этом переходном режиме. Если дроссельные заслонки не прикрывают, то в работу вступает экономайзер.

Карбюратор К-88АМ (двигатель автомобиля ЗИЛ-130). Этот карбюратор двухкамерный, с падающим потоком и сбалансированной поплавковой камерой. Обе камеры работают параллельно на всех режимах. Каждая камера с двумя диффузорами подает горючую смесь к четырем цилиндрам двигателя. Поплавковая камера, ускорительный насос, экономайзер и воздушная заслонка — общие для обеих камер карбюратора, а главные дозирующие системы и системы холостого хода — отдельные.

Карбюратор (рис. 71) состоит из четырех частей: корпуса *1* воздушной горловины и крышки поплавковой камеры, корпуса *23* поплавковой камеры, корпуса *46* смесительных камер и пневмоинерционного ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого ва-

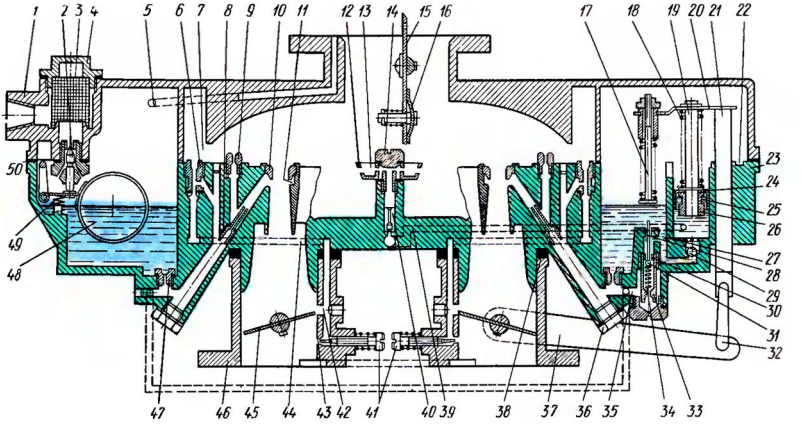


Рис. 71.
Схема карбюратора К-88АМ:

1 – корпус воздушной горловины; *2* – игольчатый клапан; *3* – сетчатый фильтр; *4* – пробка фильтра; *5* – балансировочный канал; *6* – корпус жиклеров системы холостого хода; *7* – вырез в корпусе горловины; *8* – жиклер полной мощности; *9* – воздушный жиклер; *10* – малый диффузор; *11* – кольцевая щель; *12* – распылнтель ускорительного насоса; *13* – воздушная полость; *14* – полый винт; *15* – воздушная заслонка; *16* – предохранительный клапан; *17* – основной толкатель; *18* и *34* – пружины; *19* и *21* – штоки; *20* – планка (поводок); *22* – кольцевая канавка; *23* – корпус поплавковой камеры; *24* – манжета; *25* – пружина манжеты; *26* – втулка штока; *27* – отверстие; *28* – промежуточный толкатель; *29* и *31* – шариковые клапаны; *30* – седло; *32* – тяга; *33* – клапан экономайзера; *35, 39* и *44* – каналы; *36* – пробка; *37* – рычаг; *38* и *50* – прокладки; *40* – нагнетательный клапан; *41* – винты регулировки системы холостого хода; *42* – прямоугольное отверстие; *43* – круглое отверстие системы холостого хода; *45* – дроссельная заслонка; *46* – корпус смесительных камер; *47* – главный топливный жиклер; *48* – поплавок; *49* – пружина поплавка

ла. Корпуса воздушной горловины и поплавковой камеры отлиты из цинкового сплава. Отдельные части карбюратора соединены между собой с использованием уплотнительных прокладок *38* и *50*, причем паронитовая прокладка *38* является также и теплоизоляционной.

В корпусе воздушной горловины имеются воздушная заслонка *15* с предохранительным клапаном *16*, пробка *4* с фильтром *3* и игольчатый клапан *2* подачи топлива. В горловине имеется канал, по которому воздух через балансировочный канал *5* поступает в поплавковую камеру.

В поплавковой камере помещены поплавок *48* с пружиной *49*, ускорительный насос, экономайзер с механическим приводом, два главных жиклера *47*, два жиклера *8* полной мощности, два корпуса *6* жиклеров системы холостого хода и два воздушных жиклера *9*. В корпусе *6* объединены воздушный и топливный жиклеры. Пружина *49*, расположенная под рычагом поплавка *48*, препятствует переполнению поплавковой камеры карбюратора во время движения автомобиля по плохой дороге.

В ускорительный насос входят поршень (манжета *24*, пружина *25* и втулка *26*) шток *19*, шариковый *29* и нагнетательный *40* клапаны, а также распылитель *12*. К деталям привода ускорительного насоса относятся пружина *18*, поводок *20*, шток *21*, тяга *32* и рычаг *37*, соединенный с осью дроссельных заслонок. В экономайзер входят основной *17* и промежуточный *28* толкатели, шариковый клапан *31* с пружиной *34*.

Главная дозирующая система состоит из главного топливного жиклера *47*, жиклера *8* полной мощности, установленного в распыливающем канале, воздушного жиклера *9* и двух диффузоров.

Большой и малый диффузоры отлиты вместе с корпусом поплавковой камеры. Малый диффузор *10* имеет кольцевую щель *11*, через которую топливо поступает в его горловину. При кольцевом распыливании топлива улучшается процесс смесеобразования.

В корпусе смесительных камер на общей оси укреплены две дроссельные заслонки *45* и сделаны отверстия *42* и *43* системы холостого хода. Отверстие *42* имеет прямоугольную форму (в виде щели), что обеспечивает более плавный переход двигателя с режима холостого хода на работу двигателя с нагрузкой. Кроме того, в корпус ввернуты винты *41* регулировки состава горючей смеси. Рассмотрим работу карбюратора К-88АМ.

Пуск холодного двигателя. Во время вращения коленчатого вала в смесительных камерах карбюратора возникает большое разрежение. Топливо подается из поплавковой камеры через главные жиклеры *47*, жиклеры *8* полной мощности в кольцевые щели *11* малых диффузоров. Кроме того, богатая эмульсия поступает из отверстий *42* и *43* системы холостого хода.

Малая частота вращения холостого хода. Большое разрежение, возникающее за дроссельными заслонками *45*, передается через отверстия *43* в каналы *44* системы холостого хода. Топливо, находящееся в поплавковой камере, пройдя главные жиклеры *47*, поступает к корпусу *6* жиклеров системы холостого хода. Здесь топливо смешивается с воздухом, образуя эмульсию, которая по каналам *44* поступает в смесительные камеры через нижние отверстия *43*. Через верхние отверстия *42* к эмульсии подмешивается воздух.

Средние нагрузки двигателя. По мере открытия дроссельных заслонок снижается разрежение у отверстий *43* и *42* системы холостого хода и меньше топлива поступает в смесительные камеры карбюратора. Возрастает скорость движения воздуха и увеличивается разрежение в малых и больших диффузорах; в действие вступают главные дозирующие системы. Топливо в главные дозирующие системы поступает из поплавковой камеры карбюратора через главные жиклеры *47* и жиклеры *8* полной мощности. Далее топливо подается по каналам в кольцевые щели *11* малых диффузоров. К топливу подмешивается воздух, проходящий через жиклеры *9*. В результате этого из кольцевых распылителей в горловины малых диффузоров подается эмульсия. Сначала в малых диффузорах, а затем и в больших эмульсия перемешивается с воздухом, распыливается и в виде горючей смеси поступает по впускному трубопроводу к цилиндрам двигателя.

Полная нагрузка двигателя. Экономайзер и ускорительный насос имеют общий привод. При открытии дроссельных заслонок *45* рычаг *37* через тягу *32* перемещает шток *21* с поводком *20* вниз. Опускающийся вместе с поводком основной толкатель *17* нажимает на промежуточный толкатель *28*, который открывает шариковый клапан *31*, сжимая пружину *34*. Топливо проходит из поплавковой камеры карбюратора через отверстие *27*, по каналам *35*, через жиклеры *8* и поступает в кольцевые щели малых диффузоров. К топливу подмешивается воздух, проходящий через жиклеры *9*, и в горловины диффузоров *10* подается обогащенная эмульсия.

Резкое открытие дроссельных заслонок. Оно сопровождается перемещением вниз штока *21* и поводка *20*, в отверстие которого свободно проходит шток *19* поршня ускорительного насоса. Пружина *18* сжимается, и под давлением поршня на топливо закрывается клапан *29*. Топливо по каналу *39* поступает под нагнетательный клапан *40*, открывая его. Затем топливо проходит в воздушное пространство полого винта *14* и тонкими струйками вытекает в смесительную камеру карбюратора через отверстия распылителя *12*.

Привод управления карбюратором. При повороте дроссельной заслонки изменяется количество горючей смеси, поступающей в цилиндры, и меняется

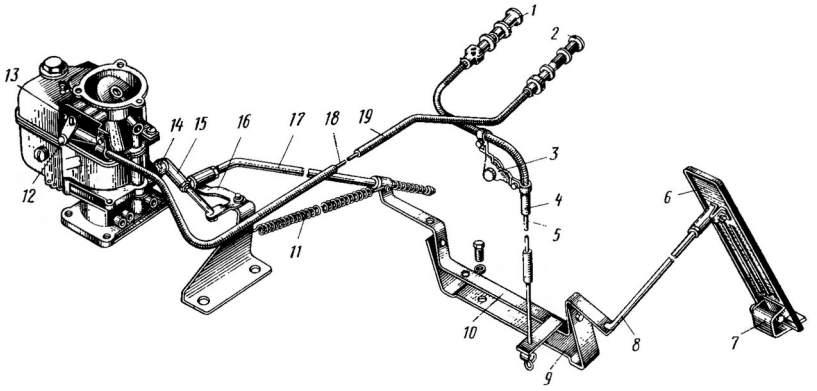


Рис. 72.
Привод управления карбюратором:
1 – кнопка управления дроссельными заслонками; *2* – кнопка управления воздушной заслонкой; *3* – кронштейн, удерживающий трос; *4* и *19* – оболочки тросов; *5* и *18* – тросы; *6* – педаль управления дроссельными заслонками; *7* – кронштейн педали; *8* и *17* – тяги привода дроссельных заслонок; *9* – кронштейн; *10* и *14* – рычаги управления дроссельными заслонками; *11* – пружина тяги карбюратора; *12* – рычаг воздушной заслонки; *13* – пружина рычага воздушной заслонки; *15* – гяга карбюратора; *16* – передаточный рычаг

мощность, развиваемая двигателем. Приводы управления карбюраторами, т. е. дроссельными и воздушными заслонками, применяемые на отечественных автомобилях, имеют много общего. Почти все карбюраторы оборудованы двойными приводами управления: основным – ножным и дополнительным – ручным.

Карбюратором управляют из кабины водителя педалью *6* (рис. 72), расположенной на полу, и кнопками *1* и *2*, находящимися на переднем щитке. Педаль *6* шарнирно установлена на кронштейне *7*. На оси дроссельных заслонок неподвижно укреплен рычаг *14*, соединенный с педалью *6* через тягу *15*, двуплечий передаточный рычаг *16*, тягу *17*, рычаг *10* и тягу *8*. Нажимая ногой на педаль *6*, водитель приводит в движение всю эту систему и увеличивает угол открытия дроссельных заслонок карбюратора. При снятии ноги с педали пружина *11* перемещает в обратном направлении перечисленные выше детали, и дроссельные заслонки прикрываются.

Если необходимо установить постоянное открытие дроссельных заслонок, например, при пуске двигателя, прогреве или в других случаях, то используют ручное управление кнопкой *1*. Она связана с рычагом *10* стальным тросом *5*, который заключен в оболочку *4*, зажатую в кронштейне *3*. При вытягивании кнопки *1* на себя рычаг *10* поворачивается относительно кронштейна *9*, и дроссельные заслонки открываются (педаль *6* опускается). Заслонки можно зафиксировать в любом положении, так как трение троса об оболочку не позволяет пружине *11* закрыть их.

Если кнопку *1* вдавить в щиток, то дроссельные заслонки прикрываются. Воздушной заслонкой карбюратора управляют при помощи кнопки *2*, соединенной тросом *18* с рычагом *12*. При вытягивании кнопки *2* на себя воздушная заслонка закрывается; при вдавливании кнопки *2* в щиток воздушная заслонка открывается при помощи возвратной пружины *13* рычага *12*.

Карбюратор оказывает существенное влияние на экономичность работы двигателя. При засорении жиклеров и неправильной регулировке карбюратора горючая смесь сильно обедняется. Расход топлива при этом возрастает примерно на 5–10% по сравнению с расхо-

дом для двигателя, у которого карбюратор находится в исправном состоянии. Если нарушена регулировка карбюратора и возникающие неисправности приводят к переполнению поплавковой камеры, то горючая смесь значительно обогащается и расход топлива увеличивается примерно на 10—20%. В обоих случаях (обеднение или излишнее обогащение горючей смеси) наблюдаются повышенный расход топлива и износ цилиндропоршневой группы, что отрицательно сказывается на надежности двигателя. Это очень опасно и с точки зрения резкого возрастания количества токсических веществ в отработавших газах. Ни в коем случае нельзя допускать эксплуатацию автомобилей с неисправными карбюраторами или с другими нарушениями в системе питания.

Ограничитель максимальной частоты вращения. В качестве ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя используют однорежимный регулятор. Ограничитель может быть пневматическим, инерционным и пневмоинерционным. При наличии ограничителя частота вращения коленчатого вала не превышает установленного предела, что устраняет возможный перерасход топлива и повышенный износ деталей двигателя.

Пневматический ограничитель. На двигателе автомобиля ГАЗ-52-04 установлен двухкамерный карбюратор К-126И с падающим потоком смеси и сбалансированной поплавковой камерой. Между этим карбюратором и впускным трубопроводом установлен пневматический ограничитель. В алюминиевом корпусе *11* (рис. 73) на одной оси *12* укреплены винтами две заслонки *10*. В приливе корпуса размещены цилиндр *14* и полость *15* пружинного механизма. Одна заслонка шарнирно соединена штоком *4* с поршнем *3*. В полости пружинного механизма на выступающей части оси *12* закреплен профилированный кулачок *9*, соединенный ленточной тягой *8* с одним концом пружины *7*. Предварительно растянутая пружина *7* другим концом связана с винтом *13* грубой настройки. Ось заслонок несколько смещена в сторону относительно отверстия корпуса *11*, а заслонки наклонены на угол 9° в направлении их закрытия (рис. 73, *а*).

Правая часть цилиндра через канал *5* сообщается с патрубком карбюратора, а левая через воздушный фильтр *1* — с окружающей средой. Полость пружинного механизма закрыта крышкой *16*, а цилиндр и полость винта *13* — крышкой *2*. Пружина *7*, действующая через ленточную тягу *8* и кулачок *9* на ось *12* заслонок, стремится постоянно держать их в открытом положении. Заслонки *10* в открытом положении фиксируются нижним краем профилированного кулачка *9*, плотно прижатого пружиной *7* к приливу корпуса *11* ограничителя, расположенному в полости *15* пружинного механизма (рис. 73, *в*). Поверхность кулачка, выполненная по радиусу, обеспечивает безотказную работу ленточной тяги.

При работе двигателя поток горючей смеси, поступающей во впускной трубопровод, по мере увеличения частоты вращения коленчатого вала давит на верхнюю половину заслонок с возрастающей силой, а в правой полости цилиндра *14* создается разрежение. Воздух из правой полости цилиндра отсасывается по каналу *5*, а с левой стороны поршня *3* в цилиндре поддерживается почти атмосферное давление. Вследствие наличия разности давлений на поршень действует сила, которая через шток стремится закрыть заслонки. Однако этому противодействует пружина *7*. Если частота вращения коленчатого вала достигла заданной величины, то дальнейшее ее увеличение прекращается, так как под действием штока и напора горючей смеси заслонки *10* прикрываются. В результате этого уменьшается поступление горючей смеси в цилиндры двигателя, что ограничивает максимальную частоту вращения.

При уменьшении частоты вращения коленчатого вала двигателя скоростной напор горючей смеси на заслонки *10* снижается, и пружина *7* поворачивает ось в сторону открытия заслонок.

Пневмоинерционный ограничитель. На двигателях автомобилей ГАЗ-53А,

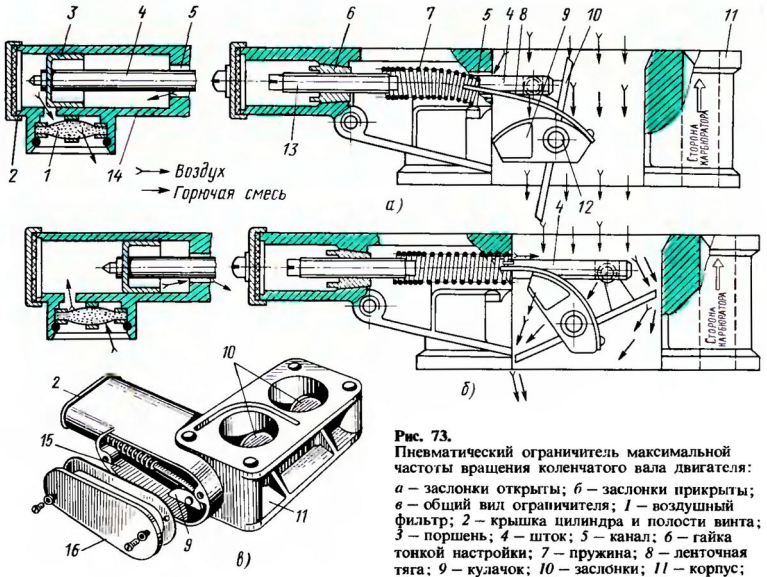


Рис. 73.
Пневматический ограничитель максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя:
а – заслонки открыты; *б* – заслонки прикрыты; *в* – общий вид ограничителя; *1* – воздушный фильтр; *2* – крышка цилиндра и полости винта; *3* – поршень; *4* – шток; *5* – канал; *6* – гайка тонкой настройки; *7* – пружина; *8* – ленточная тяга; *9* – кулачок; *10* – заслонки; *11* – корпус; *12* – ось заслонок; *13* – винт грубой настройки; *14* – цилиндр; *15* – полость пружинного механизма; *16* – крышка пружинного механизма

ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130 установлены пневмоинерционные ограничители. Ограничитель (рис. 74) состоит из датчика *27*, приводимого в движение от распределительного вала, и мембранного механизма *29*, укрепленного на карбюраторе *28*. На продольном разрезе двигателя автомобиля ЗИЛ-130 (см. рис. 17) показаны центробежный датчик *5* и валик привода датчика с пружиной. Выступ на валике привода датчика входит в паз *16* (см. рис. 74) оси ротора и приводит его во вращение. Датчик установлен на передней крышке блока распределительных зубчатых колес. В корпусе *23* с крышкой *18* находится ротор *21*. В полости ротора установлены седло *26* клапана *25*, пружина *15* и винт *19* для ее регулировки. От степени натяжения пружины *15* зависит момент вступления в действие ограничителя. Порошковая пористая втулка *22*, запрессованная в корпус датчика, является подшипником скольжения для одного конца оси ротора. Другой конец оси ротора вращается в отверстии крышки *18*, уплотненном самоподжимным сальником *17*.

Между датчиком и карбюратором установлены две воздушные трубки *13* и *14*. Трубка *13* соединяет мембранный механизм с центральным отверстием корпуса датчика, а трубка *14* – воздушную горловину карбюратора с боковым отверстием корпуса датчика. Мембрана *7* через шток *8* связана с осью управления дроссельными заслонками. Рычаг *12*, жестко установленный на оси, также служит для управления дроссельными заслонками. При работе двигателя в каналах, соединяющихся с жиклерами *2* и *4*, создается разрежение, передающееся в полость *Б* над мембраной *7*. Из этой полости разрежение по трубке *13* и каналу *24* в оси ротора, через отверстие седла *26* клапана и по трубке *14* передается к отверстию *10*. В результате разрежения из воздушной горловины карбюратора в отверстие *10* начинает поступать воздух, проходящий в полость *Б*. При движении воздуха в полости *Б* создается незначительное разре-

жение, не влияющее на положение мембраны, так как и в полости *А* разрежение такое же. Ось дроссельных заслонок *1* под действием сжимающейся пружины *5* свободно поворачивается в сторону открытия заслонок.

Если частота вращения коленчатого вала начинает превышать максимальную, на которую отрегулирован двигатель, то в действие вступает пневмоинерционный ограничитель. Вращающийся вместе с ротором клапан *25* под действием силы инерции, преодолевая сопротивление пружины *15*, садится на седло *26*, вследствие чего поступление воздуха в полость *Б* над мембраной прекращается.

Разрежение, которое создастся у каналов при движении горючей смеси через жиклеры *2* и *4*, теперь передается в полость *Б* над мембраной. Под действием разрежения мембрана вместе со штоком *8* и рычагом *3* перемещается вверх, преодолевая сопротивление пружины *5*. Кулачковая муфта *11* позволяет поднимающемуся штоку *8* повернуть ось и прикрыть дроссельные заслонки. Таким образом, кулачковая муфта даст возможность автономно управлять прикрытием дроссельных заслонок *1* через исполнительный механизм ограничителя частоты вращения независимо от положения рычага *12* привода заслонок. Открытие же дроссельных заслонок ограничивается положением рычага их привода.

Воздушный фильтр. В воздухе, окружающем двигатель, всегда содержится пыль, количество которой изменяется в широких пределах, зависящих от местности, почвенных условий и климата. Пыль, проникающая в двигатель,

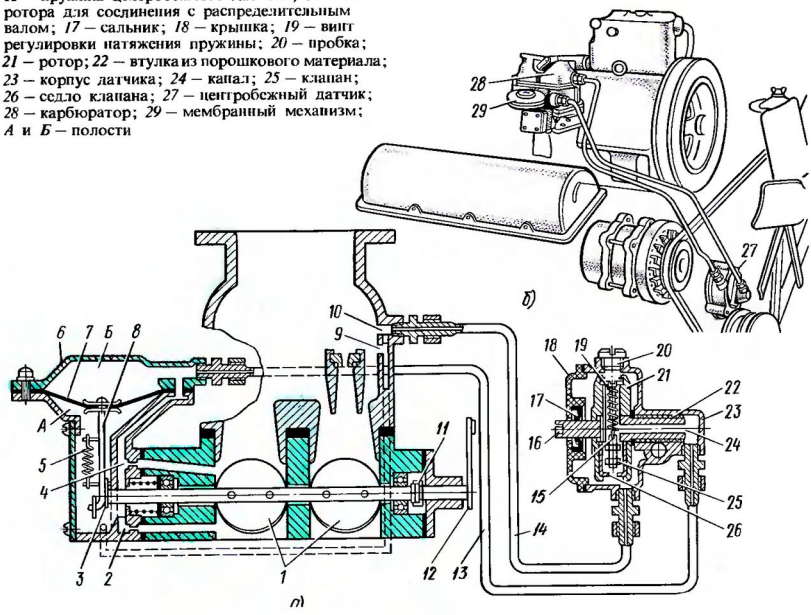


Рис. 74.
Пневмоинерционный ограничитель максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя автомобиля ЗИЛ-130:

а – схема; *б* – расположение на двигателе; *1* – дроссельные заслонки; *2* и *4* – жиклеры; *3* – рычаг; *5* – пружина мембранного механизма; *6* – крышка мембранного механизма; *7* – мембрана; *8* – шток; *9* и *10* – отверстия; *11* – кулачковая муфта; *12* – рычаг привода дроссельных заслонок; *13* и *14* – трубки; *15* – пружина центробежного датчика; *16* – паз ротора для соединения с распределительным валом; *17* – сальник; *18* – крышка; *19* – винт регулировки натяжения пружины; *20* – пробка; *21* – ротор; *22* – втулка из порошкового материала; *23* – корпус датчика; *24* – капал; *25* – клапан; *26* – седло клапана; *27* – центробежный датчик; *28* – карбюратор; *29* – мембранный механизм; *А* и *Б* – полости

expert22 для http://rutracker.org

смешивается с маслом и вызывает интенсивное изнашивание трущихся поверхностей, что приводит к снижению мощности и долговечности двигателя.

Экспериментальные данные показывают, что воздушный фильтр с бумажным или картонным элементом при правильном обслуживании снижает износ деталей двигателя во время работы автомобиля в обычных условиях на 15—21 %, а в условиях сильной запыленности — в 1,5—2 раза и более.

На автомобильных двигателях применяют воздушные фильтры инерционно-масляные или со сменными фильтрующими элементами, выполненными из бумаги или картона.

Воздушный фильтр (рис. 75, *а*) состоит из корпуса *16*, фильтрующего элемента *6*, масляной ванны *2*, крышки *12*,

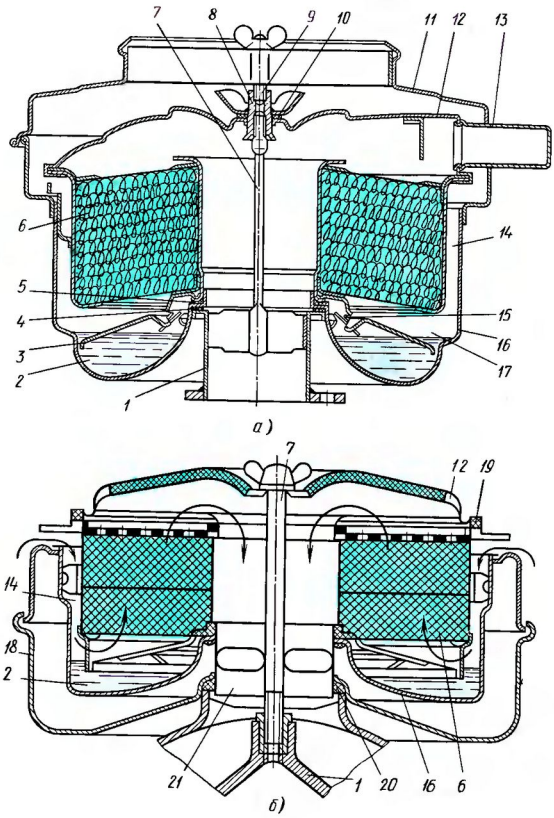


Рис. 75.
Воздушные фильтры:

а — двигателя автомобиля ЗИЛ-130; *б* — дизеля ЯМЗ-236; *1* и *11* — переходники; *2* — масляная ванна; *3* — отражатель; *4, 5, 10, 19* и *20* — уплотнительные прокладки; *6* — фильтрующий элемент; *7* — стяжной винт; *8* — гайка-барашек; *9* — винт с барашком; *12* — крышка; *13* — патрубок отбора воздуха в компрессор; *14* — кольцевая щель; *15* — кольцевое окно; *16* — корпус фильтра; *17* — полость; *18* — корпус глушителя системы впуска; *21* — центральная труба

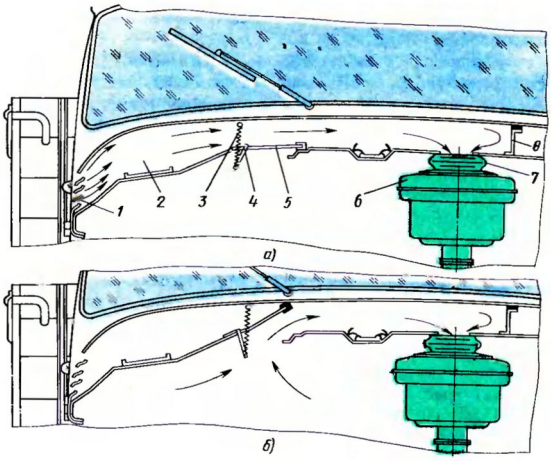


Рис. 76.
Схема поступления воздуха в двигатель автомобиля ЗИЛ-130:

а – через жалюзи в капоте; *б* – из подкапотного пространства; *1* – жалюзи в капоте; *2* – воздушный канал; *3* – пружина заслонки; *4* – ось заслонки; *5* – заслонка; *6* – воздушный фильтр; *7* – патрубок; *8* – перегородка

переходника *1* для соединения с карбюратором и переходника *11* для прохода воздуха в воздушный фильтр. Стяжной винт *7* приварен к переходнику *1*. Фильтрующий элемент вместе с крышкой укреплен на стяжном винте гайкой-барашком *8*, а переходник *11* – винтом *9*.

При поступлении воздуха в горловину карбюратора и горючей смеси в щель впускного клапана возникает шум вследствие колебания газового потока. Для глушения шума всасывания на некоторых воздушных фильтрах (двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, дизель ЯМЗ-236) крышку *12* (рис. 75, *б*) с внутренней стороны снабжают войлочной прокладкой или применяют специальный корпус *18*. Во внутреннюю полость воздушного фильтра наливают уже бывшее в употреблении, но хорошо очищенное масло. Наливать масло в масляную ванну *2* выше определенного уровня не рекомендуется, так как это может привести к проникновению масла вместе с горючей смесью в цилиндры и к усиленному образованию нагара в двигателе.

В качестве фильтрующего элемента применяют металлическую сетку, в процессе работы смачиваемую маслом. В настоящее время для изготовления сетки широко используют капроновое волокно. При работе двигателя воздух, поступающий в цилиндры, проходит в кольцевую щель *14*, опускается вниз и, резко изменив направление, поступает через фильтрующий элемент *6* по центральной трубе в карбюратор. При изменении направления движения воздуха из него выделяются крупные механические примеси, улавливаемые маслом, находящимся в ванне *2*. Мелкая пыль задерживается фильтрующим элементом. Капельки масла, захватываемые воздушным потоком из масляной ванны, переносятся на фильтрующий элемент. Масло постепенно стекает обратно, унося с собой пыль, осевшую на фильтрующем элементе. Через кольцевые окна *15* (рис. 75, *а*) масло стекает в ванну *2*; бóльшая часть масла сливается по наклонной плоскости отражателя, смывая с него пыль, и также попадает в ванну. Часть очищенного воздуха по патрубку *13* отводится в компрессор. Аналогично работает и воздухоочиститель дизеля ЯМЗ-236 (рис. 75, *б*).

Собирая и устанавливая воздушный фильтр на карбюратор, необходимо внимательно следить за правильным положением прокладок, чтобы воздух не проникал в карбюратор, минуя воздушный фильтр.

В воздушный фильтр двигателя автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 76) воздух может поступать снаружи или из подкапотного пространства. В капоте двигателя сделан воздушный канал *2*, соединяющийся с переходником воздушного фильтра *6* гофрированным патрубком *7*. В воздушном канале установлена заслонка *5*, с помощью которой можно изменять место поступления воздуха в воздушный фильтр. Если заслонка не перекрывает воздушный канал (рис. 76, *а*), то воздух поступает через жалюзи *1* в капоте. Наполнение цилиндров горючей смесью в этом случае увеличивается, так как температура наружного воздуха ниже температуры воздуха, находящегося в подкапотном пространстве, и двигатель развивает несколько большую мощность и экономичность его лучше. Когда заслонка перекрывает воздушный канал (в холодную погоду), воздух поступает к воздушному фильтру из подкапотного пространства (рис. 76, *б*).

Фильтрующие элементы, выполненные из специального пористого материала (бумаги или картона), лучше очищают воздух и имеют меньшее сопротивление, чем инерционно-масляные фильтры. Однако техническое обслуживание инерционно-масляных фильтров весьма простое. Надо разобрать и промыть фильтрующий элемент в керосине до полного удаления грязи; затем окунуть элемент в чистое масло и дать ему стечь; собрать. При работе на особо пыльных дорогах обслуживание таких фильтрующих элементов надо проводить ежедневно.

§ 39. Приборы систем подачи топлива и выпуска отработавших газов

Топливный бак. На автомобиле может быть установлен один или несколько топливных баков, являющихся резервуарами для бензина. Объем топливного бака должен обеспечить пробег автомобиля без заправки, равный 300—600 км. Топливный бак *5* (рис. 77, *а*) состоит из двух сварных частей, отштампованных из освинцованной стали. Внутри бака имеются перегородки, устраняющие плескание топлива и повышающие жесткость конструкции. В верхнюю часть бака вварена заливная горловина *8*, закрываемая пробкой *7*. Иногда для улучшения заправки бака топливом используют выдвижную горловину, имеющую сетчатый фильтр. Если наливная горловина установлена на боковой стенке, то верхняя часть бака соединена с ней трубкой, по которой воздух выходит из бака при его заполнении топливом. На верхней стенке топливного бака расположены датчик *4* указателя уровня топлива и кран *6*, соединенный трубкой с фильтром-отстойником *1*. Внутри бака находится трубка *17*, имеющая в нижней части фильтр *18*, а другим концом соединяющаяся с краном *6*. В днище бака установлен отстойник, и в отверстие для спуска осевших на дно механических примесей и воды ввернута пробка.

На грузовых автомобилях топливные баки устанавливают при помощи хомутов *3* и кронштейнов *2* на левом или правом лонжероне рамы, под грузовой платформой или сиденьем водителя. На легковых автомобилях топливные баки укрепляют в дне багажника или под полом кузова. Топливные баки снабжают герметичными пробками (рис. 77, *б* и *в*), соединяющими бак с атмосферой через специальные клапаны. В результате расхода топлива в баке может образоваться разрежение, что вызовет перебои в подаче топлива или остановку двигателя в случае, если такие клапаны не установлены. При работе автомобиля в жаркую погоду из бензина интенсивно испаряются легкие фракции, и давление в баке повышается. В обоих случаях необходимо, чтобы внутреннее пространство топливного бака сообщалось с атмосферой.

Корпус *11* пробки имеет отверстия (см. стрелки) для соединения топливного бака с атмосферой. Центральное отверстие корпуса является седлом вы-

пускного клапана *12*. Плотное соединение выпускного клапана с седлом обеспечено пружиной *13* и резиновой прокладкой, установленной под фланцем клапана. Пружина *16* прижимает впускной клапан *14* к седлу в корпусе выпускного клапана.

При работе двигателя из бака постепенно расходуется топливо, и при небольшом разрежении, равном примерно 2—4 кПа, в бак начинает поступать воздух. Он проходит через отверстия под облицовку *9* пробки, а затем, преодолевая сопротивление пружины *16*, открывает впускной клапан *14* и поступает в бак. Если внутри бака давление увеличивается, то срабатывает выпускной клапан *12*, открывающийся при давлении 110—118 кПа. Пары бензина через отверстия в пробке выходят в атмосферу. Пробка топливного бака плотно удерживается в горловине рычагами *15*.

Топливные фильтры. В топливе содержатся механические примеси и вода, причем их количество может возрастать в зависимости от условий транспортирования и хранения топлива, способов заправки им топливных баков автомобилей. Механические примеси и вода нарушают нормальную работу карбюратора и вызывают повышенный износ деталей двигателя. Для отделения от топлива воды и крупных механических примесей применяют отстойники, а для очистки топлива от мелких механических примесей — топливные фильтры тонкой очистки.

Фильтр-отстойник (рис. 78) состоит из корпуса *3*, отстойника *8* и фильтрующего элемента *6*. Прокладка *2* уплотняет соединение корпуса с отстойником. Фильтрующий элемент собран из пластин *12* толщиной 0,14 мм. На них имеются отверстия *13* для прохода топлива, два отверстия *15* для установки пластин на стойках *7* и выступы *14* высотой 0,05 мм. Пакет пластин надет на стержень *10*; пружиной *11* пластины плотно прижаты одна к другой и к корпусу. В собранном состоянии между пластинами остаются щели, через которые проходит топливо. В фильтр-отстойник топливо поступает по топливопроводу. Крупные механические примеси и вода, имеющиеся в топливе, собираются на дне отстойника и через

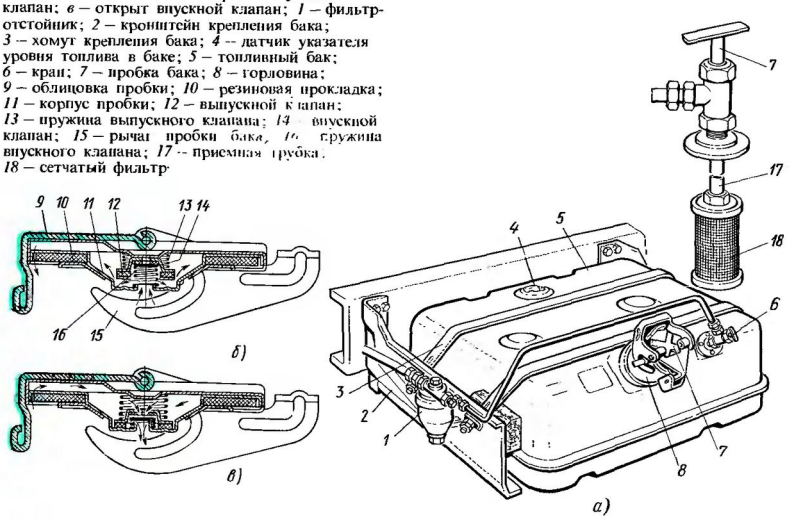


Рис. 77.
Топливный бак:
а — общий вид бака; *б* — открыт выпускной клапан; *в* — открыт впускной клапан; *1* — фильтр-отстойник; *2* — кронштейн крепления бака; *3* — хомут крепления бака; *4* — датчик указателя уровня топлива в баке; *5* — топливный бак; *6* — кран; *7* — пробка бака; *8* — горловина; *9* — облицовка пробки; *10* — резиновая прокладка; *11* — корпус пробки; *12* — выпускной клапан; *13* — пружина выпускного клапана; *14* — впускной клапан; *15* — рычаг пробки бака; *16* — пружина впускного клапана; *17* — приемная трубка; *18* — сетчатый фильтр

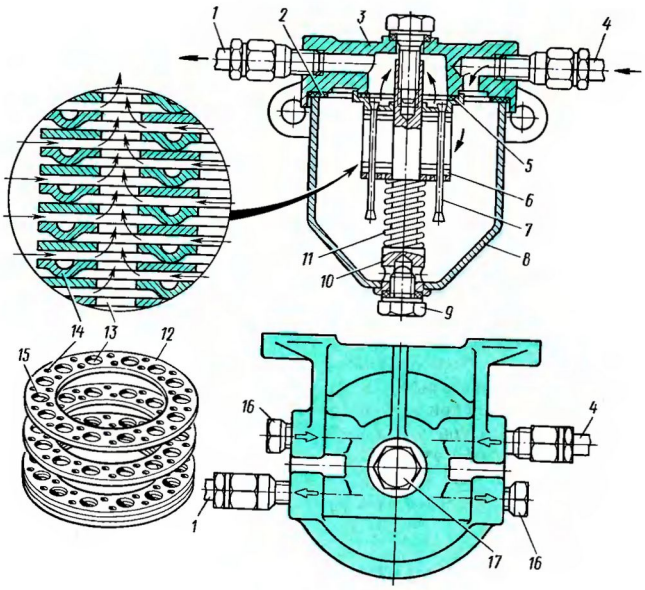


Рис. 78.
Фильтр-отстойник:
1 – топливопровод к топливному насосу; *2* – прокладка корпуса; *3* – корпус-крышка; *4* – топливопровод от топливного бака; *5* – прокладка фильтрующего элемента; *6* – фильтрующий элемент; *7* – стойка; *8* – отстойник; *9* – сливная пробка; *10* – стержень фильтрующего элемента; *11* – пружина; *12* – пластина фильтрующего элемента; *13* – отверстие в пластине для прохода очищенного топлива; *14* – выступы на пластине; *15* – отверстие в пластине для стоек; *16* – заглушка; *17* – болт крепления корпуса-крышки

отверстие, закрываемое пробкой *9*, их периодически удаляют. Механические примеси задерживаются также на внешней поверхности фильтрующего элемента, а очищенное топливо поступает в полость корпуса и по топливопроводу *1* в топливный насос.

В системе питания двигателей автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12 и ЗИЛ-130 кроме фильтров-отстойников устанавливают еще фильтры тонкой очистки топлива, которые располагают между топливным насосом и карбюратором. Фильтры тонкой очистки (рис. 79) работают одинаково. Они отличаются только фильтрующими элементами: один – сетчатый, а другой – керамический. Основными частями фильтра тонкой очистки являются корпус *1*, стакан-отстойник *5* и фильтрующий элемент *4*. Резиновая прокладка *3*, расположенная между корпусом, фильтрующим элементом и стаканом-отстойником, обеспечивает их плотное соединение. В прокладке есть прорези, выполненные по радиусу, для прохода топлива в полость стакана-отстойника.

Фильтрующий элемент представляет собой стакан, изготовленный из алюминиевого сплава. На внешней поверхности стакана имеются отверстия и ребра, на которые намотана латунная сетка и закреплена при помощи пружины на стакане. В собранном виде фильтр тонкой очистки удерживают скоба и винт *7*.

Через входное отверстие *2* топливо поступает в стакан-отстойник, проходит через латунную сетку, оставляя на внешней поверхности механические примеси, а затем через отверстия поступает

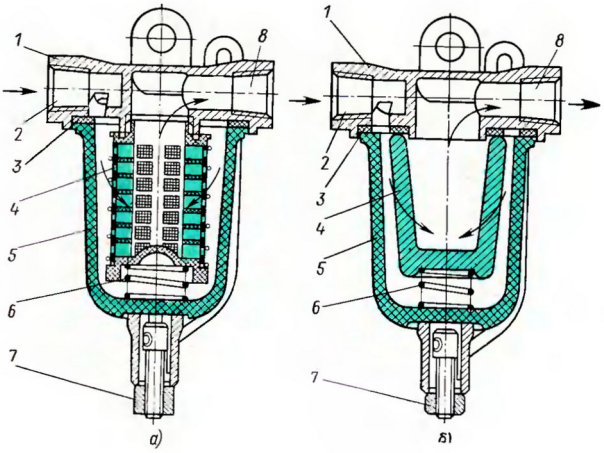


Рис. 79.
Фильтры тонкой очистки топлива с фильтрующими элементами:

а – сетчатым; *б* – керамическим; *1* – корпус; *2* – входное отверстие; *3* – прокладка; *4* – фильтрующий элемент; *5* – съемный стакан-отстойник; *6* – пружина; *7* – винт крепления стакана; *8* – канал для отвода топлива

внутрь фильтрующего элемента и по каналу *8* – к карбюратору. Стакан-отстойник периодически снимают для очистки от воды и грязи, осевших на дно. Керамический фильтрующий элемент *4* снимают при техническом обслуживании, промывают ацетоном и продувают изнутри сжатым воздухом. Также поступают с сетчатым фильтрующим элементом, но промывают его в чистом неэтилированном бензине.

Большинство приборов системы питания двигателя соединяют между собой топливопроводами, изготовляемыми из медных, латунных или стальных трубок. На стальные трубки наносят антикоррозионное покрытие (олово, свинец или медь).

Топливный насос. Топливо из бака подается к карбюратору насосом. Наибольшее распространение на автомобильных двигателях получили мембранные топливные насосы (рис. 80), приводимые в действие от распределительного вала. Насос состоит из крышки *1*, головки *5*, корпуса *14* и механизма подачи топлива. Между корпусом и головкой закреплена мембрана *7*, собранная на штоке *12* с двумя тарелками. В головке насоса установлено три впускных *6* и три выпускных *15* клапана. Насос приводится в действие при помощи специальной штанги от эксцентрика, расположенного на распределительном валу. Во время вращения распределительного вала эксцентрик набегает на штангу, и она, поднимаясь вверх, поворачивает коромысло *9*. При этом противоположное плечо коромысла опускается вниз, увлекая шток *12* и соединенную с ним мембрану *7*, и сжимает пружину *13*. Мембрана прогибается, и над ней создается разрежение.

Топливо поступает в полость над мембраной через штуцер *17*, сетчатый фильтр *3* и впускные клапаны *6*. При дальнейшем повороте распределительного вала эксцентрик выходит из-под штанги, и она опускается вниз. Пружина *13* разжимается, и мембрана перемещается вверх. Вследствие этого впускные клапаны закрываются, а выпускные клапаны *15* открываются. Топливо через штуцер *16* по топливопроводу направляется в фильтр тонкой очистки.

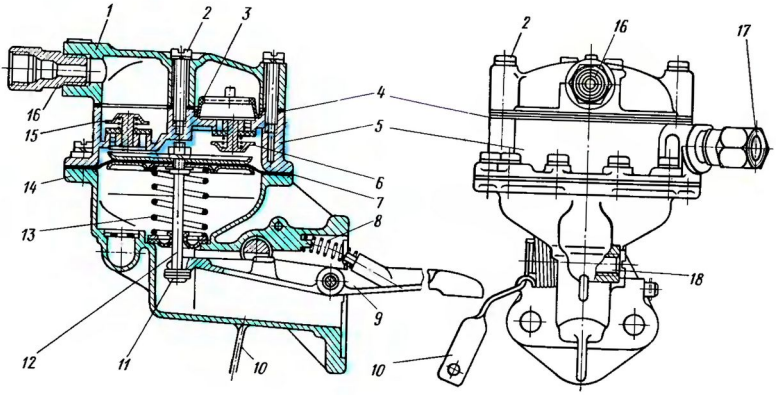


Рис. 80.
Топливный насос:

1 – крышка; *2* – соединительный винт; *3* – сетчатый фильтр; *4* – резиновая прокладка; *5* – головка насоса; *6* – впускной клапан; *7* – мембрана; *8* – возвратная пружина коромысла; *9* – коромысло; *10* – рычаг ручной подкачки топлива; *11* – упорная шайба; *12* – шток; *13* – пружина мембраны; *14* – корпус насоса; *15* – выпускной клапан; *16* – штуцер для отвода топлива; *17* – штуцер для подвода топлива; *18* – контрольное отверстие

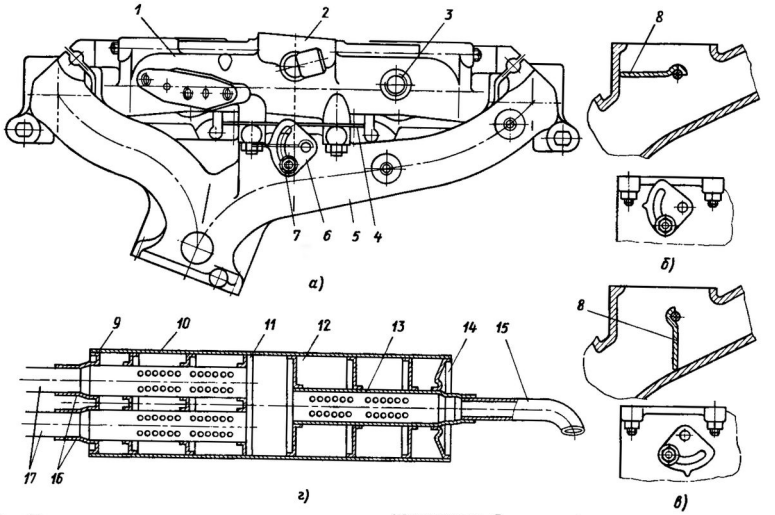


Рис. 81.
Элементы систем впуска и выпуска отработавших газов и подогрева горючей смеси:

а – впускной и выпускной трубопроводы (двигатель автомобиля ГАЗ-3102 «Волга»); *б* и *в* – положения заслонки, соответствующие наименьшему и наибольшему подогреву смеси; *г* – глушитель шума системы выпуска; *1* – впускной трубопровод; *2* – прилив для установки карбюратора; *3* – отверстие для штуцера трубопровода вакуумного усилителя тормозных механизмов; *4* – прокладка; *5* – выпускной трубопровод; *6* – сектор регулировки подогрева; *7* – стопорная шпилька и гайка; *8* – заслонка; *9* и *14* – днища глушителя; *10* – корпус; *11* – перегородка; *12* – камера; *13* – внутренняя труба; *15* – выпускная труба; *16* – патрубки передней стенки глушителя; *17* – приемные трубы глушителя

Топливо в карбюратор поступает равномерно, так как резкость пульсации при перекачке топлива насосом гасится упругой воздушной подушкой над нагнетательными клапанами. Количество топлива, подаваемого топливным насосом к карбюратору, зависит от хода мембраны и изменяется автоматически. Если поплавковая камера карбюратора заполнена топливом, то мембрана находится в крайнем нижнем положении. Плечо коромысла *9*, действующего на шток через текстолитовую упорную шайбу *11*, опущено вниз, а противоположное плечо поднято вверх, и штанга привода насоса перемещается вхолостую.

Сила пружины мембраны меньше силы сопротивления игольчатого клапана, который вместе с поплавком регулирует поступление топлива в поплавковую камеру карбюратора. По мере расхода топлива игольчатый клапан карбюратора открывается, и мембрана, прогибаясь вверх, подает в карбюратор очередную порцию топлива.

Для наполнения поплавковой камеры карбюратора топливом, когда двигатель не работает (перед пуском, после продолжительной стоянки, ремонта, после снятия карбюратора или топливного насоса), насос имеет устройство, позволяющее подавать топливо вручную. Для этой цели служит рычаг *10* с возвратной пружиной. Когда этот рычаг поворачивают при ручной подкачке топлива, то приводят в действие мембрану насоса, и топливо подается в карбюратор. В случае выхода из строя мембраны насоса (трещина, обрыв и т. п.) топливо поступает в нижнюю полость корпуса и вытекает из контрольного отверстия *18*.

Впускной и выпускной трубопроводы. Каждый двигатель внутреннего сгорания имеет два трубопровода – впускной *1* (рис. 81, *а*) и выпускной *5*, которые обычно отливают отдельно. Приготовленная в карбюраторе горючая смесь поступает во впускной трубопровод, соединенный в блоке или в головке блока с каналами, подводящими смесь к цилиндрам. Для лучшего распределения и наполнения цилиндров горючей смесью сопротивление трубопровода должно быть наименьшим. С этой целью впускной трубопровод делают возможно большего сечения и с более короткими патрубками.

Выпускной трубопровод отводит отработавшие газы из двигателя. Впускной трубопровод *1* отливают из алюминиевого сплава, а выпускной *5* – из серого чугуна. Обычно у рядных двигателей впускной и выпускной трубопроводы крепят вместе с одной стороны двигателя. Их присоединяют к блоку цилиндров (двигатель автомобиля ЗИЛ-157КД) или к головке блока (двигатели автомобилей ГАЗ-24 «Волга» и ГАЗ-3102 «Волга»). Впускной трубопровод *1* при помощи шпилек соединяют с выпускным трубопроводом *5*, а между ними устанавливают железоасбестовую прокладку *4*. Приемную трубу глушителя присоединяют к фланцу выпускного трубопровода.

Как правило, у V-образных двигателей впускной трубопровод расположен между головками блока, а два выпускных трубопровода размещают с наружных сторон головок блока.

Впускные трубопроводы двигателей автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12 (рис. 82) и ЗИЛ-130 отлиты из алюминиевого сплава, а выпускные – из серого чугуна. Карбюратор установлен на фланце *10*. Правая (по ходу автомобиля) камера карбюратора по каналам *4* впускного трубопровода подает горючую смесь в правый блок цилиндров, а левая камера по каналам *8* – в левый блок цилиндров. Каждая камера карбюратора действует независимо от другой и распределяет горючую смесь по четырем цилиндрам.

Устройство для подогрева горючей смеси. Не все топливо поступает в цилиндры двигателя в мелкораспыленном состоянии или в виде паров, часть его осаждается на стенках впускного трубопровода и в виде пленки движется по направлению к цилиндрам. Топливная пленка поступает в цилиндры неравномерно и изменяет состав горючей смеси. Это отрицательное явление устра-

няют несколькими способами. Наиболее эффективным способом, позволяющим успешно разрушать топливную пленку, является подогрев средней части впускного трубопровода отработавшими газами или горячей водой. В первом случае для этого служит газовая камера подогрева (двигатели автомобилей ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-3102 «Волга»), а во втором – водяная (двигатели автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12 и ЗИЛ-130), которая соединяется с водяной рубашкой.

Для того чтобы при излишнем подогреве впускного трубопровода при высокой температуре окружающего воздуха не ухудшалось наполнение цилиндров горючей смесью и не снижалась мощность двигателя, интенсивность подогрева регулируют автоматически или вручную. Заслонкой *8* (см. рис. 81, *б* и *в*) изменяют количество отработавших газов, проходящих через камеру подогрева впускного трубопровода. При пуске автомобильного двигателя в холодную погоду заслонку устанавливают в положение, соответствующее максимальному подогреву смеси.

На секторе *б* регулировки подогрева имеются метки «Лето» и «Зима». Поворачивая сектор и закрепляя его в определенном положении, регулируют степень подогрева впускного трубопровода отработавшими газами.

При температуре окружающего воздуха выше 5 °С заслонку *8* ставят в положение «Лето», при температуре ниже 5 °С – в положение «Зима».

В двигателях автомобилей ЗИЛ-130, ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12 (см. рис. 82) охлаждающая жидкость, циркулирующая по впускному трубопроводу, омывает соответствующие каналы и подогревает проходящую по ним горючую смесь. Однако интенсивность подогрева смеси регулировать нельзя.

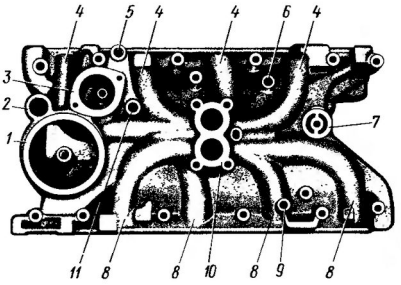


Рис. 82.
Впускной трубопровод двигателя автомобиля ГАЗ-53-12:
1 – фланец для установки полнопоточного масляного фильтра; *2* – отверстие для маслозаливной горловины; *3* – фланец для крепления термостата; *4* – впускные каналы к правому (по ходу автомобиля) блоку цилиндров; *5* – технологическое отверстие, закрываемое заглушкой; *6* – отверстие для установки краиа отопителя; *7* – фланец вентиляции картера; *8* – впускные каналы к левому блоку цилиндров; *9* – отверстие для крепления штуцера трубопровода вакуумного усилителя тормозных механизмов; *10* – фланец для установки карбюратора; *11* – отверстие для установки датчика температуры охлаждающей жидкости

Глушитель шума системы выпуска. Отработавшие газы по приемной трубе поступают в глушитель шума системы выпуска и выходят из него по выпускной трубе. Газы выходят из двигателя под большим давлением и со значительной скоростью. Они обладают определенным запасом энергии и, расширяясь в атмосфере, создают сильный шум. Для уменьшения шума служит глушитель, в котором использовано торможение газового потока его разделением, изменением направления движения и перепуском газов из малого объема в большой. Все это приводит к уменьшению скорости отработавших газов и выравниванию колебаний давления. Сопротивление глушителя должно быть небольшим, чтобы не снижались мощность и экономичность двигателя. Чем меньше уровень шума выпуска, тем бóльшая часть мощности двигателя затрачивается на вытеснение газов через глушитель в атмосферу.

На грузовых автомобилях применяют глушители прямоточного типа (см. рис. 81, *г*), состоящие из корпуса *10* с вваренными днищами *9* и *14*, внутренней трубы *13* с отверстиями и перегородками *11*, образующими расширительные камеры *12*. По приемным трубам *17* отработавшие газы поступают в глушитель. Двигаясь по трубе *13*,

газы выходят через отверстия внутрь камер *12*, где расширяются. Вследствие этого их давление уменьшается, и они вновь поступают в трубы. Такое движение газов повторяется несколько раз, а затем они выходят в атмосферу через выпускную трубу *15*. В V-образном двигателе автомобиля ГАЗ-53А левая и правая приемные трубы соединены после двигателя вместе, и к глушителю подходит одна труба. В грузовых и легковых автомобилях крепление глушителей шума системы выпуска эластичное; в первых их крепят к лонжерону, а во вторых – к полу кузова.

Состав отработавших газов автомобильных двигателей (с учетом роста парка автомобилей) оказывает значительное влияние на загрязнение окружающего воздуха.

Проблема очистки воздушного бассейна имеет важнейшее значение. Помимо создания новых транспортных средств с лучшими в этом отношении двигателями, нельзя допускать эксплуатацию автомобилей, если они не отвечают требованиям ГОСТ 17.2.2 03–77* на содержание окиси углерода в отработавших газах. При испытании двигателя автомобиля на режиме малой частоты вращения холостого хода допустимое содержание окиси углерода не должно превышать 1,5%, а при большей частоте вращения 1%. Состав газа определяют газоанализатором в выпускной трубе на глубине 300 мм от ее среза. При работе двигателя на режимах холостого хода, разгона и форсированных (смесь обогащенная) отработавшие газы содержат больше окиси углерода. При бедных горючих смесях в отработавших газах будет больше окислов азота. Уменьшения токсичности можно достигнуть следующими способами: использованием газовых топлив; совершенствованием систем питания существующих автомобильных двигателей и тщательной регулировкой карбюратора; устранением утечек паров бензина из топливных баков, поплавковых камер карбюраторов и применением закрытых систем вентиляции картера; проведением широких научно-исследовательских и конструкторских работ по усовершенствованию электромобилей; деформированием двигателей по степени сжатия и частоте вращения коленчатого вала.

При уменьшении степени сжатия понижается температура сгорания, вследствие чего уменьшается количество окислов азота в продуктах сгорания. Кроме того, работа двигателей с пониженными степенями сжатия не связана с использованием этилированных бензинов, в результате чего в продуктах сгорания не появляются очень токсичные окислы свинца. Эти окислы опасны тем, что непосредственно воздействуют на слизистую оболочку и вызывают тяжелые отравления, а также, попадая в организм человека, не выводятся, а постепенно накапливаются, приближаясь к опасным концентрациям.

В процессе деформирования двигателей по частоте вращения коленчатого вала уменьшается количество токсических веществ, выбрасываемых в атмосферу в единицу времени. В настоящее время уделяется большое внимание развитию электромобилей.

В некоторых зарубежных автомобилях применяют каталитические нейтрализаторы, которые позволяют дожигать отработавшие газы и нейтрализовать токсические вещества – окислы азота, окиси углерода и несгоревшие углеводороды.

Метод очистки с помощью твердых поглотителей или катализаторов (железно-никелевых, никелево-палладиевых и др.) основан на адсорбции, химическом взаимодействии с твердыми поглотителями и на каталитическом превращении токсических веществ в безвредные или легко удаляемые примеси.

Глава 8

Система питания двигателя от газобаллонной установки

Выпускаемые ранее автомобили с газобаллонными установками имели универсальные двигатели, работающие на

газе и бензине. Такая универсальность двигателей не позволяла полностью использовать преимущества газообразного топлива. В настоящее время некоторые заводы страны вновь вернулись к производству и испытанию газобаллонных автомобилей, при использовании которых значительно снижается потребность автомобильного транспорта в жидком топливе. Двигатели газобаллонных автомобилей оснащены как газовой, так и бензиновой аппаратурой; последняя является аварийной (резервной). В настоящее время для работы на сжиженном газе выпускаются газобаллонные автомобили ГАЗ-52-07, ГАЗ-52-09, ГАЗ-53-07, ГАЗ-24-07 и ЗИЛ-138, на сжатом газе ГАЗ-52-27, ГАЗ-53-27 и ЗИЛ-138А.

§ 40. Топливо для газобаллонных автомобилей

Горючие газы, используемые в газобаллонных автомобилях, могут быть естественными и искусственными. Естественные (природные) газы добывают из подземных газовых или нефтяных скважин. Искусственные газы являются побочными продуктами, получаемыми на химических или металлургических заводах.

Установлены (ГОСТ 20448—80) следующие марки газов: СПБТЗ – смесь пропана и бутана техническая зимняя; СПБТЛ – смесь пропана и бутана техническая летняя; БТ – бутан технический. Сжиженный пропан – бутановый газ согласно стандарту должен содержать пропана зимой не менее 90%, а летом – не менее 70%. Газ не должен содержать механических примесей, воды, водорастворимых кислот, щелочей, смол и других загрязняющих веществ.

Газообразное топливо по сравнению с жидким обеспечивает следующие преимущества:

более высокое октановое число, что позволяет значительно повысить степень сжатия, увеличить мощность и экономичность двигателя;

меньшее количество токсических веществ в отработавших газах в результате лучшего сгорания газообразного топлива;

большой срок службы двигателей из-за отсутствия конденсации топлива и смыва масла со стенок цилиндров;

повышенный срок службы масла в двигателе, так как оно не разжижается топливом и меньше загрязняется механическими примесями;

большой срок службы свечей зажигания и глушителя шума системы выпуска вследствие незначительного нагарообразования.

Сжиженные газы, обладая плотностью, большей плотности воздуха, могут при негерметичности цистерн, баллонов и других сосудов скапливаться в пониженных и заглубленных местах и создавать взрывную и пожарную опасность. Поэтому нужно тщательно контролировать все соединения и полости, чтобы избежать утечки газа (сжиженного или сжатого).

Сжатыми (сжимаемыми) называют газы, которые при обычной температуре окружающей среды и высоком давлении до 20 МПа сохраняют газообразное состояние. Природный газ, применяемый для газобаллонных автомобилей, работающих на сжатых газах, состоит в основном из метана. Можно использовать и промышленные газы: светильный, коксовый и синтез-газ, но нужно помнить, что они содержат окись углерода (СО) и поэтому ядовиты.

Сжиженными (сжижаемыми) газами называют такие, которые переходят из газообразного состояния в жидкое при нормальной температуре и небольшом давлении до 1,6 МПа. К ним относят смеси углеводородов, получаемых при переработке нефти. Для газобаллонных автомобилей использование сжиженных газов предпочтительнее, чем сжатых.

Газобаллонные автомобили, работающие на сжиженных газах, по сравнению с автомобилями, работающими на сжатых газах, имеют следующие преимущества:

больше грузоподъемность автомобиля, так как баллоны легче и их число меньше;

меньше рабочее давление в газобаллонной установке, а следовательно, надежнее и безопаснее работа на таком автомобиле;

выше теплотворная способность газовоздушной смеси, что способствует увеличению мощности двигателя;

больше концентрация тепловой энергии в единице объема, что позволяет увеличить радиус действия автомобиля;

проще заправочные станции;

проще перевозка сжиженных газов на большие расстояния и различными видами транспорта. Для всех газобаллонных автомобилей (независимо от того, на каком газе они работают) характерно: бездетонационная работа двигателя, значительно меньший износ деталей и более полное сгорание топлива. Однако сложнее обслуживание и эксплуатация таких автомобилей, так как требуется тщательное соблюдение правил техники безопасности.

Газобаллонные автомобили имеют также и недостатки:

уменьшается мощность двигателя, если он не переделан для работы на газе;

снижается полезная грузоподъемность автомобиля вследствие наличия баллонов;

более трудоемко техническое обслуживание автомобиля из-за некоторых ограничений.

Гарантийный срок хранения сжиженного газа три месяца со дня изготовления. По истечении гарантийного срока хранения сжиженный газ должен быть проверен на соответствие требованиям действующего стандарта.

§ 41. Газобаллонные установки

Рабочий цикл у двигателя, работающего на газе, такой же, как и у карбюраторного, но устройство и работа приборов системы питания существенно отличаются.

Установка для сжатого газа. В установку (рис. 83) входят стальные баллоны *1* для сжатого газа; наполнительный *6*, расходный *8* и магистральный *20* вентили; подогреватель

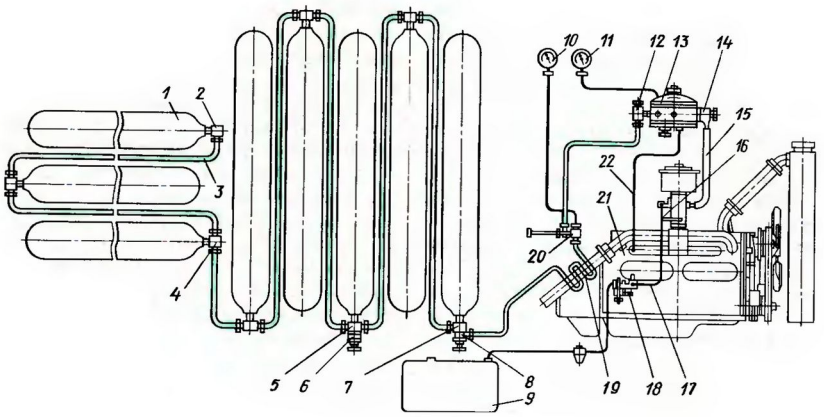


Рис. 83.
Схема автомобильной газобаллоиной установки для сжатого газа:
1 – баллон; *2* – угольник баллона; *3* – газопровод высокого давления; *4* – тройник баллона; *5* – крестовина наполнительного вентиля; *6* – наполнительный вентиль; *7* – угольник вентиля; *8* – расходный вентиль; *9* – топливный бак; *10* и *11* – манометры соответственно высокого и низкого давления; *12* – газовый фильтр; *13* – двухступенчатый газовый редуктор; *14* – дозирующее устройство газового редуктора; *15* – газопровод низкого давления; *16* – карбюратор-смеситель; *17* – топливопровод; *18* – топливный насос; *19* – подогреватель сжатого газа; *20* – магистральный вентиль; *21* – двигатель; *22* – трубка

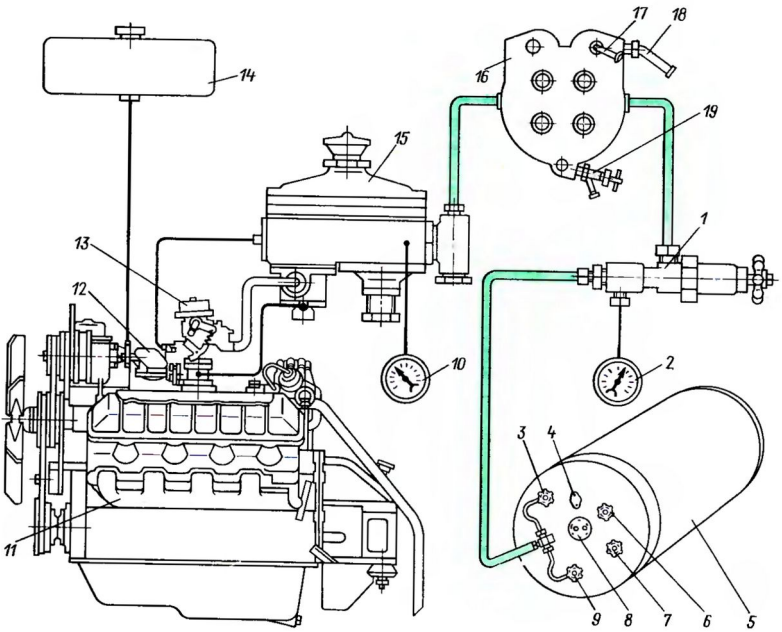


Рис. 84.
Схема газобаллонной установки для сжиженного газа:

1 – магистральный вентиль; *2* – манометр баллона; *3* – паровой вентиль; *4* – предохранительный клапан; *5* – баллон для сжиженного газа; *6* – контрольный вентиль; *7* – наполнительный вентиль баллона; *8* – указатель уровня сжиженного газа; *9* – жидкостный вентиль; *10* – манометр редуктора; *11* – двигатель; *12* – карбюратор; *13* – смеситель газа; *14* – бак для бензина; *15* – газовый редуктор; *16* – испаритель сжиженного газа; *17* – штуцер для подвода горячей воды; *18* – штуцер для отвода воды; *19* – кран для слива воды

19 сжатого газа; манометры *10* и *11* соответственно высокого и низкого давления; редуктор *13* с фильтром *12* и дозирующим устройством *14*; газопроводы *3* и *15* соответственно высокого и низкого давления; карбюратор-смеситель *16*; трубка *22*, соединяющая разгрузочное устройство редуктора с впускным трубопроводом двигателя.

Баллоны объемом по 50 дм³ расположены под грузовой платформой. Их горловины направлены в разные стороны, благодаря чему увеличивается длина и упругость газопровода *3*, что снижает вероятность его поломки при перекосах рамы. Во время работы двигателя вентили *8* и *20* открыты. Сжатый газ под большим давлением проходит в подогреватель *19* и через фильтр *12* поступает в двухступенчатый газовый редуктор *13*. По пути к редуктору сжатый газ должен быть подогрет, так как иначе может замерзнуть вода, выделяющаяся при снижении давления газа. В редукторе давление газа снижается примерно до 100 кПа. Затем газ, пройдя дозирующее устройство *14*, по газопроводу *15* поступает к карбюратору-смесителю *16*, где образуется газовоздушная смесь. Разрежение, создаваемое в цилиндре при такте впуска, передается к карбюратору-смесителю, и горючая смесь поступает в цилиндры двигателя.

Работу газобаллонной установки контролируют следующим образом. По

манометру *10* определяют давление и количество газа, находящегося в баллонах. Только при высоком давлении, равном 20 МПа, обеспечивается достаточное количество сжатого газа в баллоне. Затем по манометру *11* определяют давление газа в первой ступени редуктора.

Наполнение газобаллонной установки газом происходит через вентиль *6*, установленный в крестовине *5* баллона. Для работы на жидком топливе (бензине) газобаллонный автомобиль имеет топливный бак *9*, фильтр-отстойник, топливный насос *18* и топливопроводы *17*.

Установка для сжиженного газа. В установку автомобиля ГАЗ-53-07 входят баллон *5* (рис. 84), магистральный вентиль *1*, испаритель *16*, газовый редуктор *15*, смеситель *13*, контрольные манометры *2* и *10* и другие детали. Баллон расположен под платформой с левой стороны автомобиля и укреплен на кронштейнах двумя стяжными лентами. Испаритель и редуктор установлены под капотом двигателя. Сжиженный газ перед использованием испаряют, т. е. переводят в газообразное состояние. Для этого из баллона *5* жидкость при открытом вентиле *9* поступает через магистральный вентиль *1* к испарителю *16*, подогреваемому горячей водой из системы охлаждения двигателя. Сжиженный газ испаряется и в парообразном состоянии поступает в фильтр, а затем в двухступенчатый редуктор *15*, где давление газа снижается до 100 кПа. Далее газ проходит через дозирующее экономайзерное устройство, смеситель *13* газа и при такте впуска поступает в цилиндры двигателя. На автомобиле установлен газовый двигатель, имеющий повышенную (8,5) степень сжатия. Работу газобаллонной установки контролируют по манометрам *2* и *10*: первый показывает давление газа в баллоне, а второй – в редукторе.

Для заправки баллона служат наполнительный *7* и контрольный *6* вентили. Баллон нельзя наполнять сжиженным газом полностью, так как с увеличением температуры окружающего воздуха газ расширяется и давление в баллоне повышается. Поэтому баллон наполняют сжиженным газом только на 90% объема, а 10% объема оставляют для паров. Давление в баллоне зависит не от количества находящегося в нем сжиженного газа, а лишь от давления его паров, на которое оказывают влияние температура окружающей среды и состав газа.

§ 42. Приборы и арматура

Баллоны. Резервуарами для сжатого или сжиженного газа являются баллоны. Для сжатого газа баллоны изготовляют из бесшовных труб (материал труб – легированная сталь) и подвергают термической обработке (закалке и отпуску) для повышения прочности и обеспечения безосколочности при разрушении. На переднем днище баллона *5* (рис. 84) расположены необходимые вентили и приборы; на баллоне выбиты клейма с указанием завода-изготовителя, массы, объема, даты (месяц и год) изготовления, давлений – рабочего и при испытании, года следующего испытания, а также клеймо контролера ОТК (отдела технического контроля) завода.

Все баллоны соединяют газопроводами высокого давления. Газопроводы от баллона до редуктора изготовлены из медных или стальных трубок. От редуктора до смесителя газопроводом служит шланг из бензомаслостойкой резины.

Наполнительный и контрольный вентили. Первый вентиль (рис. 85, *а*) служит для заправки баллона, а второй (рис. 85, *б*) – для контроля за максимальным наполнением баллона жидкостью. Наполнительный вентиль мембранного типа состоит из корпуса *1*, крышки *4* и штока *5*. Один конец штока соединен с зажимом мембраны и клапаном *2*; на другом конце есть маховик *6*. В корпусе вентиля установлен обратный клапан *8* с пружиной *9* и ввернута пробка *7*.

Для наполнения баллона сжиженным газом отвертывают пробку *7* и в корпус ввертывают наконечник заправочного

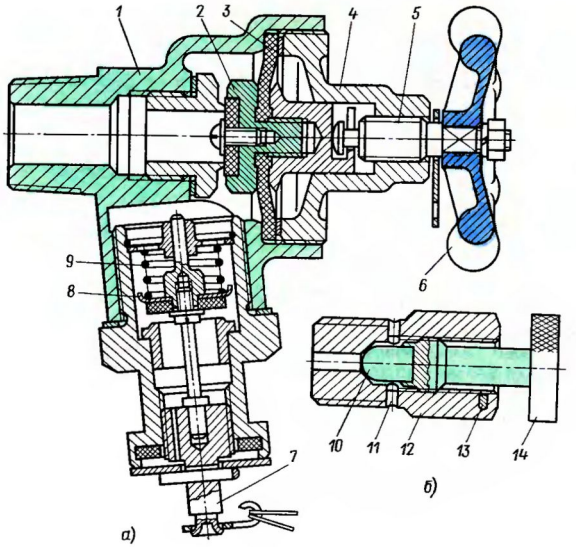


Рис. 85.
Вентили:
а — наполнительный; *б* — контрольный; *1* и *12* — корпуса; *2* — клапан; *3* — мембрана; *4* — крышка; *5* — шток; *6* и *14* — маховики; *7* — пробка; *8* — обратный клапаи; *9* — пружина; *10* — уплотнитель; *11* — контрольное отверстие; *13* — штифт

шланга. Вращая маховик *6*, открывают наполнительный вентиль и заправляют баллон. Затем отвертывают маховик *14* контрольного вентиля. Появление из контрольного отверстия *11* жидкого топлива означает, что баллон заправлен на 90% своего объема. Обратный клапан *8*, устаиовленный в корпусе *1* наполнительного вентиля, предотвращает выход газа из баллона при отсоединении заправочного шланга. После окончания заправки баллона закрывают наполнительный вентиль, отсоединяют газонаполнительный шланг, ввертывают в корпус пробку *7* и закрывают контрольный вентиль после прекращения выхода из него жидкого топлива.

Предохранительный клапан и расходный вентиль. Предохранительный клапан, предотвращающий увеличение давления газа в баллоне выше 1,6 МПа, состоит из корпуса *3* (рис. 86), клапана *5*, штока *2*, пружины *4* и регулировочных прокладок. Если в паровом пространстве баллона давление превысит 1,6 МПа, то газ, преодолевая усилие пружины *4*, откроет клапан *5* и по отверстию *6* выйдет в атмосферу. Расходный вентиль мембранного типа используют для подачи газа, находящегося в жидкостной или паровой фазах. На баллоне (см. рис. 84) установлено два расходных вентиля: паровой *3* и жидкостный *9*.

Расходный вентиль состоит из корпуса *8* (рис. 86), крышки *13*, клапана *11*, мембраны *12* и штока *15*. Клапан опирается на седло *9*, ввернутое в корпус. Одной стороной шток соединен с зажимом *14* мембраны *12*; на другом конце штока установлен маховик *16*. При ввертывании крышки *13* в корпус она плотно прижимает к нему через прокладку мембрану. При отвертывании маховика вместе с клапаном перемещается зажим мембраны, в результате чего открывается путь газу (см. стрелки), находящемуся в жидкостной или паровой фазах.

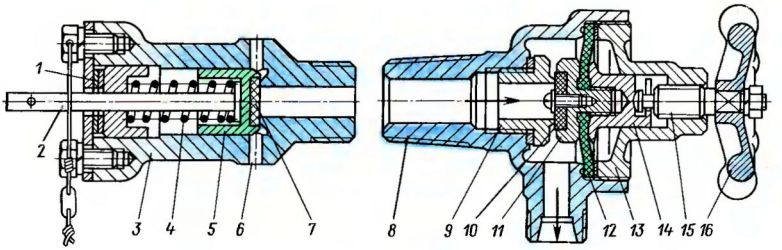


Рис. 86.
Предохранительный клапан и расходный вентиль:
1 – регулировочные прокладки; *2* и *15* – штоки; *3* и *8* – корпуса соответственно клапана и вентиля; *4* – пружина предохранительного клапана; *5* и *11* – клапаны; *6* – отверстие для выхода газа; *7* и *10* – уплотнители клапанов; *9* – седло клапана; *12* – мембрана; *13* – крышка вентиля; *14* – зажим мембраны; *16* – маховик расходного вентиля

Датчик уровня сжиженного газа. На баллоне установлен (см. рис. 84) датчик уровня сжиженного газа, выполненный по типу указателя уровня жидкого топлива (бензина). При снижении уровня жидкости в баллоне поплавок опускается и перемещается ползунок реостата, изменяющего сопротивление в цепи. На шкале прибора будет указан уровень сжиженного газа в баллоне.

Магистральный вентиль. Являющийся расходным, магистральный вентиль герметично перекрывает газопровод при неработающем двигателе и не допускает утечки газа в окружающую среду. Магистральный вентиль *3* мембранного типа расположен в кабине (рис. 87). Вентиль ввернут в переходный штуцер (см. рис. 84), имеющий два отверстия: к одному подсоединяют газопровод от баллона, ко второму – манометр высокого давления. Жиклер, имеющийся в штуцере, предохраняет манометр *2* от резкого увеличения давления. Корпус вентиля имеет также штуцер для присоединения газопровода к испарителю *16*. Магистральный вентиль необходимо открывать полностью во избежание торможения газа при его проходе.

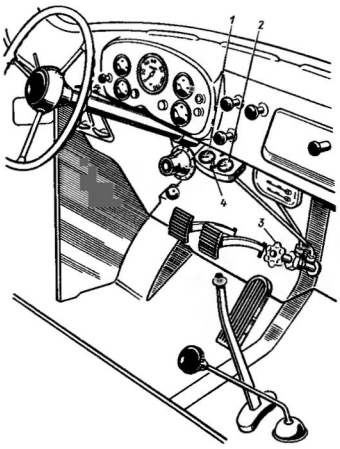


Рис. 87.
Расположение магистрального вентиля и манометров в кабине водителя:
1 – манометр низкого давления; *2* – манометр высокого давления; *3* – магистральный вентиль; *4* – переключатель датчика указателя уровня сжиженного газа

Газовый редуктор. При открытом магистральном вентиле газ поступает в редуктор, который уменьшает его давление, автоматически изменяет количество газа, поступающего к смесителю (в зависимости от режима работы двигателя), и быстро выключает подачу газа при любой остановке двигателя. В корпус редуктора ввернут сетчатый фильтр, очищающий газ и предохраняющий газовую аппаратуру и двигатель от проникновения в них пыли, окалины и других механических и иных примесей.

Редуктор (рис. 88, *а*) состоит из двух ступеней, клапанов *8*, *12* и *13*, трех мембран *2*, *11*, *15* и других деталей. Редук-

тор имеет шесть полостей *А—Е*. Если двигатель не работает и магистральный вентиль закрыт, то клапан *8* первой ступени открыт, а клапан *12* второй ступени закрыт. В этом случае во всех полостях редуктора давление равно атмосферному. Клапан *8* открыт, так как пружина *9* выгибает мембрану *11* вверх и повертывает рычаг *10*, освобождая клапан первой ступени. Клапан *12* закрыт под действием конической *5* и цилиндрической *3* пружин. Пружина *5* через три упора *18* действует на мембрану *2*, соединенную со штоком *4*. Пружина *3* перемещает вверх шток *4*, вследствие чего мембрана *2* выгибается. Шток, связанный с рычагом *17*, прижимает клапан *12* к седлу.

При открытом магистральном вентиле газ через фильтр и клапан *8* первой ступени проходит в полость *Г*, давление в которой возрастает от 100 до 200 кПа. Заполняя полость первой ступени, газ начинает давить на мембрану *11*. Она прогибается вниз, преодолевая сопротивление пружины *9*, и через коленчатый

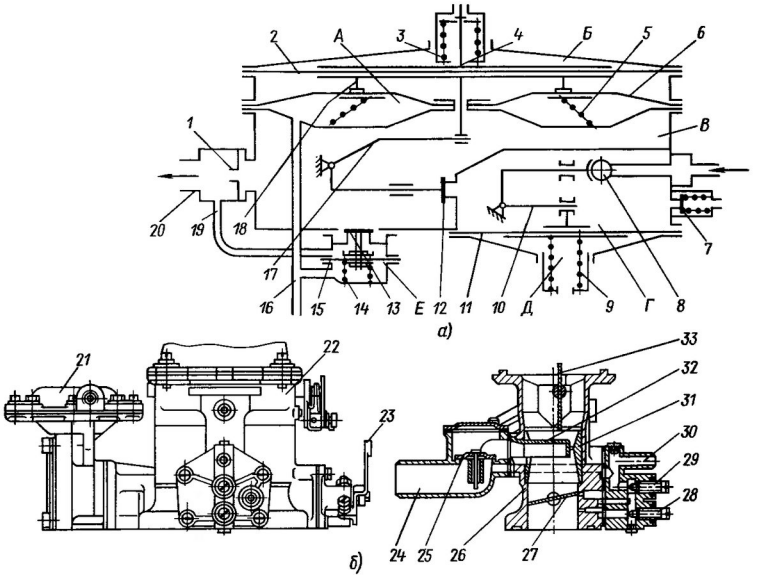


Рис. 88.
Элементы газобаллонной установки:
а — двухступенчатый редуктор; *б* — газовый смеситель; *1* — дозатор; *2* — мембрана второй ступени; *3* — цилиндрическая пружина разгрузочного устройства; *4* — шток; *5* — коническая пружина разгрузочного устройства; *6* — мембрана разгрузочного устройства; *7* — предохранительный клапан; *8* — клапан первой ступени; *9* — пружина первой ступени; *10* — рычаг клапана первой ступени; *11* — мембрана первой ступени; *12* — клапан второй ступени; *13* — клапан экономайзера; *14* — пружина мембраны; *15* — мембрана дозирующего экономайзериого устройства; *16* и *19* — каналы; *17* — рычаг клапана второй ступенн; *18* — упор; *20* — выходной патрубок; *21* — ограничитель частоты вращения коленчатого вала двигателя; *22* — газовый смеситель; *23* — рычаг дроссельных заслоиок; *24* — газоподводящий патрубок; *25* — обратный клапан; *26* — корпус смесителя; *27* — дроссельная заслонка; *28* — регулировочный винт минимальной частоты вращения холостого хода; *29* — регулировочный виит. общей подачи газа в систему холостого хода; *30* — штуцер для подвода газа в систему холостого хода; *31* — диффузор; *32* — газовая форсунка; *33* — воздушная заслонка; *А* — полость разгрузочного устройства; *Б* — полость атмосферного давления; *В* — полость второй ступени (низкого давлеиия газа); *Г* — полость первой ступени (высокого давления газа); *Д* — полость атмосферного давления первой ступени; *Е* — полость дозирующего экономайзерного устройства

рычаг *10* закрывает клапан *8*. Положение клапана *8* определяется соотношением действующих на него сил: с одной стороны, давления, поступающего из магистрали газа, который стремится открыть клапан, а с другой – разности давления газа в полости *Г* и силы пружины *9* (эта разность сил стремится закрыть клапан). Для периодического закрытия и открытия клапана *8* давление газа в полости *Г* должно быть то больше, то меньше силы сопротивления пружины *9*. Таким образом, при неработающем двигателе первая ступень редуктора автоматически перекрывает газовую магистраль, т. е. выполняет функцию клапана.

Во время пуска двигателя и его работы разрежение из впускного трубопровода через патрубок *20* и канал *16* передается в полость *В* второй ступени и в полость *А* разгрузочного устройства. Кольцевая мембрана *6*, преодолевая сопротивление конической пружины *5*, прогибается вниз и отводит упоры *18* от мембраны *2*, в результате чего разгружаются мембрана *2* и клапан *12*. Работа разгрузочного устройства и разрежение, создаваемое в полости *В*, приводят к тому, что мембрана *2* прогибается вниз, преодолевая сопротивление пружины *3*. Клапан *12* открывается под действием опускающегося вниз штока *4* и давления газа в полости *Г*.

При открытии клапана *12* газ перетекает из полости *Г* в полость *В*, создавая в ней избыточное давление 50 – 100 Па при малых нагрузках двигателя. С увеличением нагрузки расход газа возрастает и в полости *В* создается разрежение 200 – 300 Па. Мембрана *2* сильнее прогибается вниз, и открытие клапана *12* увеличивается. Этой мембраной регулируют подачу газа к выходному патрубку *20* в зависимости от разрежения в газовом смесителе. У исправного редуктора клапаны первой и второй ступеней автоматически закрываются при каждой остановке двигателя.

Подача газа должна быть такой, чтобы двигатель работал с наибольшей экономичностью. Для получения максимальной мощности газовоздушную смесь несколько обогащают, для чего служит экономайзер, имеющийся в редукторе. При средней нагрузке двигателя дроссельная заслонка смесителя открыта примерно наполовину, и разрежение, создающееся во впускном трубопроводе, по каналу *16* передается в полость *Е* экономайзера. Мембрана *15* дозирующего экономайзерного устройства, преодолевая сопротивление пружины *14*, удерживает клапан *13* в закрытом положении. Для получения максимальной мощности дроссельную заслонку открывают полностью. Количество газовоздушной смеси, поступающей в цилиндры, увеличивается, но разрежение в полости *Е* снижается. Пружина *14* выгибает мембрану вверх и открывает клапан *13* экономайзера. Дополнительная порция газа поступает по каналу *19* в выходной патрубок *20*, и газовоздушная смесь обогащается.

Если в полости *Г* давление газа почему-либо возрастет до 450 кПа, то откроется предохранительный клапан *7* и газ выйдет в атмосферу. При увеличении давления в полости *В* мембрана *2* выгибается вверх и через систему рычагов закрывает клапан *12*.

Газовый смеситель. Двигатель имеет двухкамерный газовый смеситель (рис. 88, *б*), который работает только на газообразном топливе. Подача газа на режиме холостого хода осуществляется через два регулируемых отверстия круглого сечения, расположенных ниже дроссельных заслонок. При переходе на повышенную частоту вращения газ подается еще из двух отверстий прямоугольного сечения (нерегулируемых), расположенных на уровне дроссельных заслонок газового смесителя. Основная подача газа происходит через газоподводящий патрубок *24* и две форсунки *32*. В канале газоподводящего патрубка установлен обратный клапан *25*.

Карбюратор. Параллельно с газовым смесителем на двигателе установлен однокамерный карбюратор. В систему питания топливом (на бензине А-76) входят также топливный бак, фильтр-отстойник, топливный насос и фильтр тонкой очистки. Это позволяет автомо-

билю передвигаться в случае транспортирования его по железной дороге, отсутствия газа или неисправности газобаллонной аппаратуры, неустранимой в дорожных условиях. Полностью нагруженный автомобиль может развивать скорость до 30—40 км/ч. Однако передвижение автомобиля ГАЗ-53-07 при работе на бензине на расстояние более 30 км не рекомендуется.

§ 43. Пуск и работа двигателя на газе

Пуск автомобильного двигателя, работающего на газе, так же как и на бензине, происходит при помощи стартера. Перед пуском двигателя выполняют следующее: проверяют наличие воды, масла и бензина в соответствующих системах; осматривают газовую аппаратуру с арматурой и убеждаются в полной ее исправности и герметичности; проверяют наличие газа в баллоне; открывают паровой вентиль баллона при пуске холодного двигателя или жидкостный вентиль при пуске прогретого двигателя; открывают магистральный вентиль и по показаниям манометров проверяют наличие газа в баллоне и в первой ступени редуктора. Пуск прогретого двигателя, находящегося в исправном состоянии, обычно происходит с первых же попыток. Для этого повертывают ключ включения зажигания и стартера в положение пуска и держат до тех пор, пока двигатель не пустится (но не более 5 с). Затем ключ переводят в первое положение (включено зажигание).

Пуск холодного двигателя при умеренной температуре. Открывают магистральный и расходный (паровой) вентили. Для ускорения пуска заполняют газом газопровод от редуктора до смесителя принудительным открытием клапана второй ступени, кратковременно нажимая на стержень штока мембраны второй ступени. Вытягивают ручку управления дроссельными заслонками на половину длины хода, т. е. приоткрывают заслонки. Выключают сцепление и пускают двигатель поворотом ключа включения зажигания. Стартер включают не более чем на 5 с с интервалами не менее 10—15 с. После пуска двигателя его прогревают на малой частоте вращения. Как только температура охлаждающей жидкости достигнет 60 °С, открывают расходный вентиль жидкостной фазы и закрывают расходный вентиль паровой фазы. Недопустима длительная работа двигателя на паровой фазе, так как происходит интенсивное испарение легких фракций сжиженного газа. При этом снижается температура жидкости в баллоне, он покрывается инеем, ухудшается теплообмен с окружающей средой и т. д.

После прогрева двигателя кнопку ручного управления дроссельными заслонками вдавливают в щиток. Не рекомендуется при пуске двигателя прикрывать воздушную заслонку, так как это приводит к переобогащению газовоздушной смеси, а следовательно, и к затруднению пуска двигателя.

Остановка двигателя. Останавливают двигатель выключением зажигания. При непродолжительной остановке двигателя магистральный вентиль можно не закрывать. При длительной остановке его закрывают и вырабатывают газ из системы, находящейся между магистральным вентилем и смесителем. Перед длительной стоянкой автомобиля закрывают расходные вентили жидкостной и паровой фаз и продолжают работу двигателя до остановки. Затем закрывают магистральный вентиль.

Двигатель кратковременно может работать на бензине, но нельзя переходить с одного топлива на другое при работающем двигателе. Для перевода двигателя с газа на бензин выполняют следующее: закрывают вентили и продолжают работу на газе до остановки двигателя; открывают бензиновый краник, расположенный на фильтре тонкой очистки топлива; при помощи рычага ручной подкачки топливного насоса заполняют поплавковую камеру карбюратора; открывают отверстие (выходное) карбюратора, для чего повертывают заглушку и закрепляют ее гайкой-барашком; соединяют тягу с рычагом дрос-

сельной заслонки карбюратора; закрывают воздушную заслонку смесителя; обычным способом пускают двигатель. При переводе двигателя с работы на бензине на работу на газе эти операции выполняют в обратной последовательности.

Основные требования техники безопасности. При эксплуатации автомобиля на сжиженном газе обязательна регулярная, тщательная проверка герметичности газовой установки и немедленное устранение причин, вызывающих утечки газа. Значительные утечки обнаруживают на слух или по обмерзанию соединения, пропускающего газ. Небольшие утечки определяют при помощи мыльного раствора или машинного масла. Бутан-пропановые газы, выходя на воздух в виде жидкости, интенсивно испаряются и отбирают теплоту из окружающей среды. Попадание струи сжиженного газа на тело человека может вызвать обмораживание, поэтому такая возможность должна быть обязательно исключена.

Глава 9

Система питания дизеля

Хорошие технико-экономические показатели дизелей способствуют их широкому применению на грузовых автомобилях и автобусах.

§ 44. Дизельное топливо

Для дизелей используют сорта нефтяных топлив (керосино-газойлевые и соляровые фракции), имеющие более низкую стоимость, чем бензины. Согласно ГОСТ 305—82 дизельное топливо выпускается трех марок: Л (летнее); З (зимнее); А (арктическое). Топливо предназначено для питания дизелей в зависимости от температуры окружающего воздуха. Топливо Л используется при температуре воздуха 0 °С и выше; З — при температуре окружающего воздуха минус 20 °С и выше (если температура застывания топлива не выше минус 35 °С) и минус 30 °С и выше (если температура застывания топлива не выше минус 45 °С); А — при температуре окружающего воздуха минус 50 °С и выше.

По содержанию серы дизельные топлива подразделяют на два вида — с массовой долей серы не более 0,2% и с массовой долей серы не более 0,5% (для топлива марки А не более 0,4%). Таким образом, выпускаются топлива: Л — 0,2 и Л — 0,5; З — 0,2 и З — 0,5; А — 0,2 и А — 0,4. В условное обозначение топлива марки Л должны входить массовая доля серы и температура вспышки; топлива марки З — массовая доля серы и температура застывания; топлива марки А — массовая доля серы. Примеры: обозначение — топливо дизельное Л—0,2—40 ГОСТ 305—82 означает: топливо летнее, серы до 0,2% и температура вспышки 40 °С; топливо дизельное З — 0,2 минус 35 ГОСТ 305 — 82 означает: топливо зимнее, серы до 0,2% и температура застывания минус 35 °С; топливо дизельное А — 0,4 ГОСТ 305—82 означает: топливо арктическое, серы до 0,4%.

Качество дизельного топлива оценивают цетановым числом. Дизельное топливо сравнивают со смесью из двух топлив: цетана и альфа-метилнафталина. Цетан обладает минимальным периодом запаздывания воспламенения, обеспечивает более мягкую работу двигателя, для него цетановое число условно принимают равным 100. Альфа-метилнафталин обладает наибольшим периодом запаздывания воспламенения (трудно воспламеняется) и вызывает жесткую работу двигателя; его цетановое число условно принимают равным нулю. Если испытуемое топливо воспламеняется как объемная смесь, состоящая, например, из 45% цетана и 55% альфа-метилнафталина, то цетановое число такого топлива равно 45 и т. д.

Дизельные топлива Л, З и А имеют цетановые числа не менее 45. Срок хранения дизельного топлива — 5 лет со дня изготовления.

§ 45. Общая схема системы питания

Система питания дизеля служит для подачи в цилиндры двигателя воздуха и топлива. Топливо подается под большим давлением в определенные моменты (характеризуемые углом опережения подачи топлива) и в определенном количестве в зависимости от нагрузки двигателя. Система питания ди-

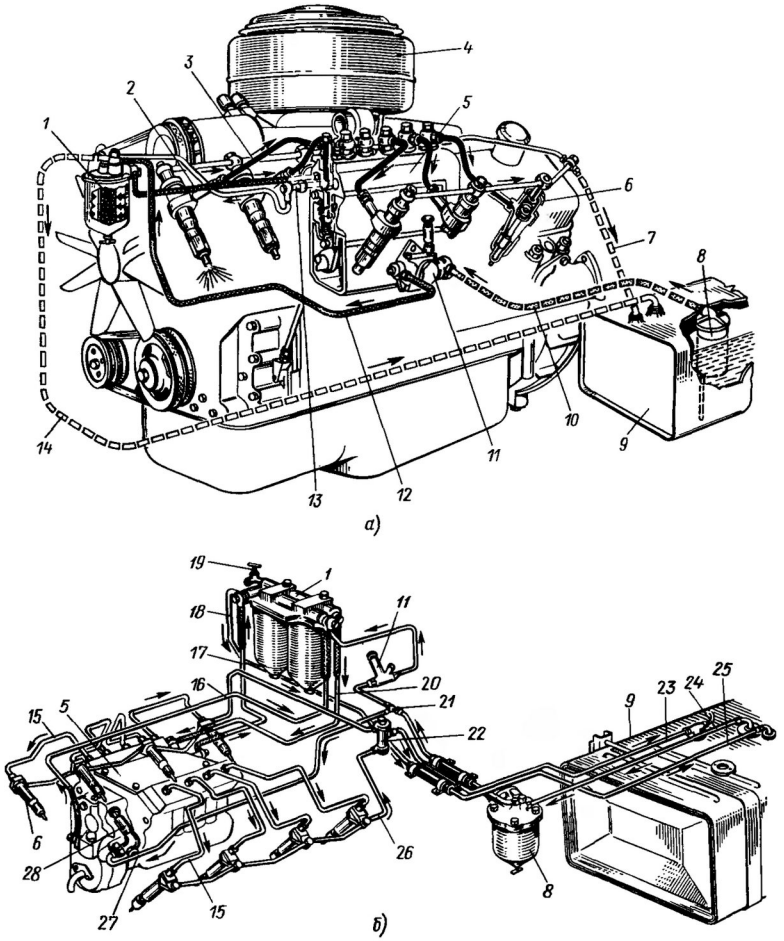


Рис. 89.
Схемы топливной системы четырехтактных дизелей:

а – ЯМЗ-236; *б* – КамАЗ-740; *1* – фильтр тонкой очистки топлива; *2, 3, 7, 10, 12, 14, 15–18, 20* и *23–27* – топливопроводы; *4* – воздухоочиститель; *5* – насос высокого давления; *6* – форсунка; *8* – фильтр грубой очистки топлива; *9* – топливный бак; *11* и *28* – топливоподкачивающие насосы; *13* – перепускной клапан; *19* – кран отбора топлива к подогревателю; *21* и *22* – тройники

зеля состоит из системы подачи воздуха и топливной системы.

В систему питания четырехтактного дизеля ЯМЗ-236 входят топливный бак *9* (рис. 89, *а*), фильтры грубой *8* и тонкой *1* очистки топлива, топливоподкачивающий насос *11*, топливопроводы, топливный насос *5* высокого давления с всережимным регулятором, форсунки *6*, воздухоочиститель *4* и другие приборы и детали.

Рассмотрим путь топлива в топливной системе. Из бака *9* через фильтр *8* грубой очистки по топливопроводу *10* топливо поступает к топливоподкачивающему насосу *11*, от которого подается по топливопроводу *12* к фильтру *1* тонкой очистки, а по топливопроводу *2* к насосу *5* высокого давления. Насос по топливопроводам *3* высокого давления подает топливо в форсунки *6* в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя (1 – 4 – 2 – 5 – 3 – 6). Независимо от частоты вращения коленчатого вала двигателя в топливопроводах насоса поддерживается постоянное давление топлива 130 – 150 кПа вследствие работы перепускного клапана *13* и жиклера фильтра тонкой очистки. Топливо, не использованное в насосе высокого давления, по топливопроводу *14* сливается в бак. Топливопроводы *7* служат для отвода в бак топлива, просочившегося между распылителем форсунки и иглой. Топливо, постоянно циркулирующее в топливной системе, охлаждает головку насоса, отводит в бак воздух, попавший в систему.

Особенностью топливной системы дизеля КамАЗ-740 автомобиля КамАЗ-5320 является наличие в ней двух топливоподкачивающих насосов *11* и *28* (рис. 89, *б*). Насос *11*, установленный на кронштейне коробки передач, имеет только ручной привод, а насос *28*, укрепленный на корпусе насоса *5* высокого давления, имеет два привода: ручной и механический.

При работе двигателя топливо из бака *9* по топливопроводу *24* поступает в фильтр *8* грубой очистки, затем подходит к тройнику *21* и по топливопроводу *27* к топливоподкачивающему насосу *28*. Насос *28* нагнетает топливо по топливопроводу *16* к фильтру *1* тонкой очистки, а из него по топливопроводу *20* к впускной полости насоса *5* высокого давления. От насоса *5* по топливопроводам *15* топливо подается в форсунки *6* в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя (1 – 5 – 4 – 2 – 6 – 3 – 7 – 8).

Топливо, не использованное в насосе высокого давления, и воздух, попавший в систему, отводятся через перепускной клапан насоса и сливной клапан фильтра тонкой очистки по топливопроводам *17*, *18* и *25* в топливный бак. Топливопроводы *23* и *26* с тройником *22* служат для отвода в бак топлива, просочившегося между распылителем и иглой.

§ 46. Смесеобразование в дизелях

Время, отводимое на процесс смесеобразования в дизелях, очень мало. Да и топливо, поступающее в нагретый сжатый воздух, воспламеняется не сразу. Между началом его подачи и моментом воспламенения проходит некоторый промежуток времени, называемый *периодом задержки воспламенения*. В течение этого периода топливо перемешивается с воздухом, испаряется и нагревается до самовоспламенения. Период задержки воспламенения зависит от сорта топлива, его физико-химических свойств и от конструктивных особенностей двигателя. Чем значительнее период задержки воспламенения, тем больше количество топлива накапливается в камере сгорания. После воспламенения оно быстро сгорает, что приводит к резкому увеличению давления газов на поршневую группу. Двигатель работает жестко, со стуками, а его детали подвергаются интенсивному изнашиванию. Мелкое распыливание топлива в завихренный воздух приводит к уменьшению периода задержки воспламенения. С увеличением частоты вращения коленчатого вала повышаются давление и температура в конце сжа-

тия, что уменьшает период задержки воспламенения топлива. Следовательно, для быстроходных дизелей необходимо использовать топливо с повышенным цетановым числом, так как такое топливо скорее воспламеняется и быстрее сгорает. Особенностью системы питания дизеля является раздельная подача воздуха и топлива в цилиндры.

Смесеобразование в дизелях происходит непосредственно в камере сгорания. В сжатый горячий воздух впрыскивается определенная порция топлива. Задача смесеобразовательного процесса заключается в том, чтобы мелко распылить и хорошо перемешать определенную дозу топлива с воздухом. Смесеобразование происходит почти одновременно с процессом сгорания. Если в цилиндр подавать на одну часть топлива теоретически необходимое количество воздуха, достаточное для полного сгорания топлива, то двигатель будет работать с дымлением. Объясняется это тем, что равномерно распределить мелкие частицы топлива в воздухе по всей камере сгорания дизеля очень трудно. Чтобы топливо полностью сгорело, воздуха приходится подавать в цилиндры значительно больше, чем теоретически необходимо. Однако увеличение коэффициента избытка воздуха ухудшает экономические показатели дизеля. Лучше, если сгорание топлива происходит при меньшем значении коэффициента избытка воздуха, так как в этом случае полнее будет использована теплота сгоревшего топлива. Минимальное значение коэффициента избытка воздуха, соответствующее бездымной работе дизеля с неразделенной камерой сгорания, равно 1,6—1,7, а с вихревой камерой 1,3—1,4.

Другой особенностью дизеля является то, что в цилиндр фактически поступает почти одно и то же количество воздуха, независимо от нагрузки. При малой нагрузке в цилиндре всегда имеется много воздуха и топливо сгорает полностью. Коэффициент избытка воздуха в этом случае имеет большую величину. При увеличении нагрузки возрастает подача топлива, уменьшается значение коэффициента избытка воздуха и ухудшается процесс сгорания топлива.

Для улучшения смесеобразования в дизелях применяют неразделенные камеры сгорания и разделенные (на два объема) камеры сгорания (вихревые и предкамеры). В неразделенные камеры сгорания (они расположены в днище поршня) топливо подают под большим давлением 50—100 МПа. Это позволяет получить тонкое распыливание топлива, хорошее перемешивание его с воздухом, достаточную полноту сгорания, и двигатель будет развивать наибольшую мощность. В разделенных камерах сгорания создается интенсивное завихрение воздуха, что способствует лучшему смесеобразованию и позволяет подавать топливо через форсунки с меньшим давлением 12,5—18,5 МПа.

§ 47. Элементы топливной системы дизеля

В топливной системе дизелей ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 применяют фильтры грубой и тонкой очистки топлива, включенные в систему последовательно. Очистка топлива от различных примесей имеет большое значение для всех двигателей, но для дизелей особенно. От чистоты топлива и его соответствия окружающим температурным условиям зависит надежность работы двигателя, так как топливная аппаратура смазывается самим топливом. Дизельное топливо довольно густое, и его труднее очистить от механических примесей, чем бензин. Мельчайшие примеси могут вывести из строя плунжерные пары, нагнетательные клапаны, форсунки и т. д. Поэтому на нефтебазах дизельное топливо отстаивают прежде чем отпускать потребителям.

Фильтр грубой очистки топлива дизеля ЯМЗ-236. Фильтр (рис. 90, *а*) имеет сменный фильтрующий элемент *2*, вставленный в корпус *3*, закрытый крышкой *5*. Фильтрующий элемент представляет собой хлопчатобумажную пряжу, намотанную на каркас, который изготовлен в виде трубки с большим количеством отверстий. При установке

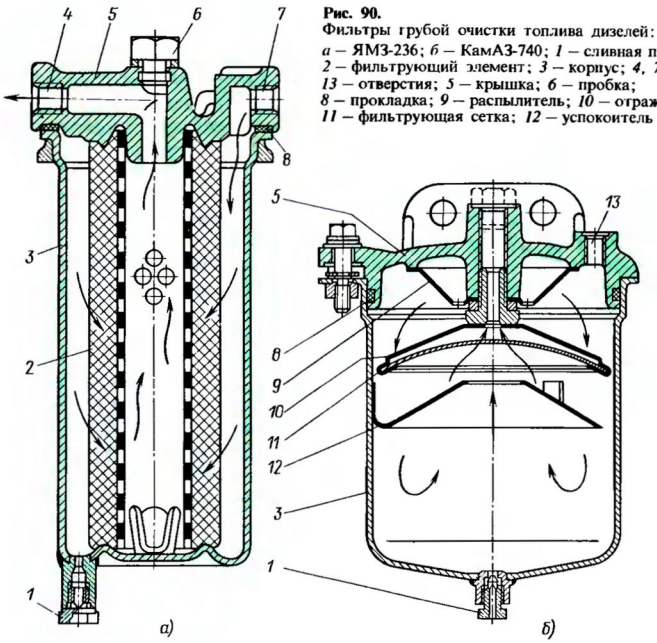


Рис. 90.
Фильтры грубой очистки топлива дизелей:
а – ЯМЗ-236; *б* – КамАЗ-740; *1* – сливная пробка; *2* – фильтрующий элемент; *3* – корпус; *4*, *7* и *13* – отверстия; *5* – крышка; *6* – пробка; *8* – прокладка; *9* – распылитель; *10* – отражатель; *11* – фильтрующая сетка; *12* – успокоитель

фильтрующего элемента в корпус направляющая розетка, приваренная к днищу корпуса, входит в отверстие элемента. Кроме того, плотное соединение фильтрующего элемента с корпусом и крышкой достигается тем, что трехгранные кольцевые ребра крышки и днища корпуса вдавливаются в мягкие торцовые поверхности.

Топливо, подаваемое к фильтру грубой очистки, проходит через отверстие *7* и заполняет пространство между корпусом и фильтрующим элементом. Пройдя через слои пряжи, очищенное топливо поступает внутрь каркасной трубки, поднимается вверх и по каналам крышки выходит через отверстие *4* в отводящий трубопровод. На внешней поверхности фильтрующего элемента и на днище корпуса осаждаются механические примеси. При заполнении топливной системы топливом воздух из фильтра удаляется через отверстие, закрываемое пробкой *6*.

Фильтр грубой очистки топлива дизели КамАЗ-740. Фильтр (рис. 90, *б*) установлен с левой стороны на раме автомобиля и состоит из корпуса *3*, крышки *5*, распылителя *9*, отражателя *10*, фильтрующей сетки *11* и успокоителя *12*.

В крышке есть пробка для удаления воздуха из фильтра и два отверстия, в которые ввертывают штуцера для подвода и отвода топлива. Топливо, поступающее к фильтру грубой очистки, подается к распылителю *9* и стекает по отражателю *10* в корпус *3*. Крупные механические примеси и вода осаждаются на дне корпуса, а топливо, которое прошло фильтрующую сетку *11*, поступает по центральному отверстию в топливопровод и к топливоподкачивающему насосу.

Фильтр тонкой очистки топлива дизели ЯМЗ-236. Сменный фильтрующий элемент *4* фильтра (рис. 91, *а*) надет на стержень *6*, приваренный к корпусу *5*. Корпус фильтра закрыт крышкой *7*,

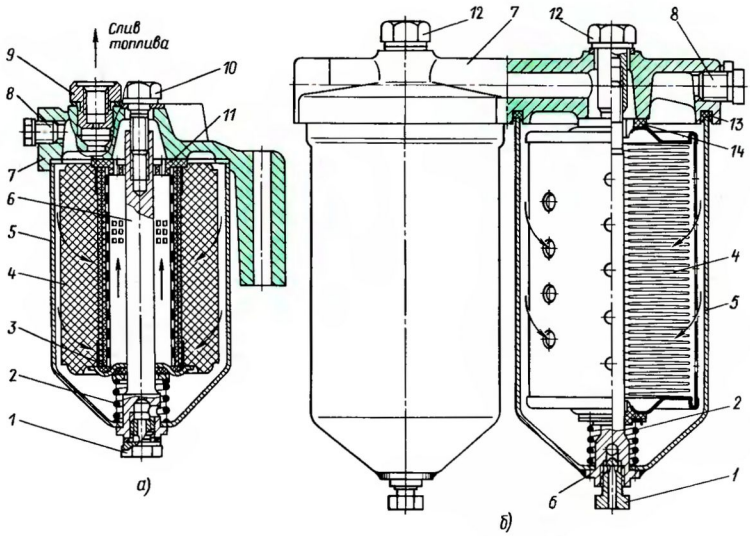


Рис. 91.
Фильтры тонкой очистки топлива дизелей:
а – ЯМЗ-236; *б* – КамАЗ-740; *1* – сливная пробка; *2* – пружина фильтрующего элемента; *3, 11, 13* и *14* – прокладки; *4* – фильтрующий элемент; *5* – корпус; *6* – стержень; *7* – крышка; *8* и *12* – пробки; *9* – штуцер с калиброванным отверстием; *10* – болт

удерживаемой болтом *10*, ввернутым в стержень. Фильтрующий элемент представляет собой перфорированный металлический каркас, обмотанный ситцевой лентой. На этом каркасе сформирована фильтрующая масса из древесной муки, пропитанной пульвербакелитом. Чтобы топливо не могло миновать фильтрующий элемент, он пружиной *2* прижат к крышке, имеющей отверстия для подвода топлива и его отвода. Топливо, подаваемое топливоподкачивающим насосом, заполняет все пространство между корпусом и фильтрующим элементом, просачивается через пористую фильтрующую массу, поднимается вдоль стержня и проходит к отводящему штуцеру крышки, а затем подводится к насосу высокого давления. В крышку ввернут штуцер *9* с калиброванным отверстием, через которое сливается в бак топливо и выходит воздух, попавший в него.

Фильтр тонкой очистки топлива дизеля КамАЗ-740. Фильтр (рис. 91, *б*) установлен в верхней части топливной системы (на правой задней стороне двигателя). В нем собирается воздух, проникший в систему и удаляемый в бак вместе с частью топлива, подаваемого насосом. Фильтр тонкой очистки состоит из крышки *7*, двух корпусов *5* с приваренными к ним стержнями *6*, фильтрующих элементов *4*, поджатых к крышке пружинами *2*. В стержни ввернуты сливные пробки *1*. Корпуса соединены с крышкой пробками *12*, навернутыми на стержни *6*. Фильтрующие элементы, изготовленные из специальной бумаги, работают параллельно. В крышке фильтра имеется сливной клапан, открывающийся при избыточном давлении 130–170 кПа.

С течением времени фильтрующие элементы засоряются и их гидравлическое сопротивление возрастает. Поэтому фильтрующие элементы необходимо

периодически заменять, а сетку *11* (см. рис. 90, *б*) очищать и промывать.

Топливоподкачивающий насос. Для подачи топлива из топливного бака через фильтры к насосам высокого давления в настоящее время применяют подкачивающие насосы поршневого типа (дизели ЯМЗ-236 и КамАЗ-740). Насос (рис. 92), расположенный между фильтрами грубой и тонкой очистки топлива, состоит из следующих деталей: корпуса *21*; поршня *20* с пружиной *22*, удерживаемой пробкой *23*; толкателя *4* с осью *5* и роликом *6*; пружины *3* толкателя; штока *2*; впускного *19* и выпускного *7* клапанов с пружинами соответственно *18* и *8*. В корпус насоса ввернут цилиндр *12* насоса ручной подачи топлива, размещенный над впускным клапаном. Внутри цилиндра находятся по-

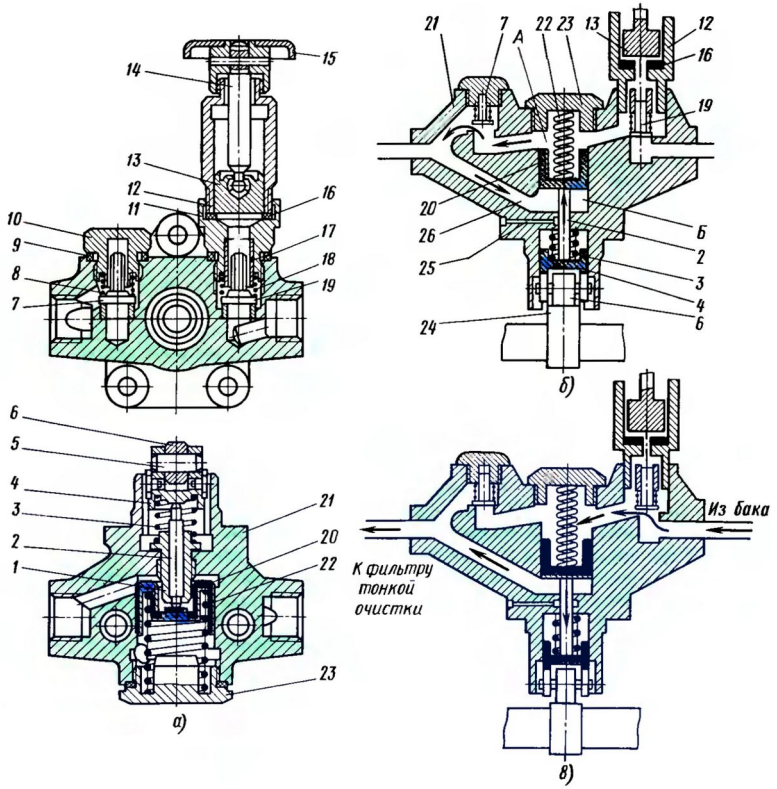


Рис. 92.
Топливоподкачивающий насос поршневого типа:
а – конструкция; *б* – схема перепуска топлива; *в* – схема поступления топлива в насос и подачи его к фильтру тонкой очистки; *1* – втулка; *2* – шток толкателя; *3, 8, 18* и *22* – пружины; *4* – толкатель; *5* – ось ролика; *6* – ролик; *7* – выпускной клапан; *9* и *16* – прокладки; *10* и *23* – пробки; *11* – корпус цилиндра; *12* – цилиндр; *13* – поршень; *14* – шток поршня; *15* – рукоятка; *17* – втулка цилиндра ручного насоса; *19* – впускной клапан; *20* – поршень; *21* – корпус насоса; *24* – эксцентрик; *25* и *26* – каналы; *А* – полость над поршнем; *Б* – полость под поршнем

ршень *13* и шток *14*. Втулка *1* штока *2* ввернута в корпус насоса. Эти детали, изготовленные с очень большой точностью, составляют прецизионную пару, раскомплектование которой недопустимо.

Топливоподкачивающий насос имеет два привода: ручной и механический. Ручным приводом пользуются для заполнения топливом фильтров, топливопроводов и удаления из топливной системы воздуха. Если возникают трудности с пуском дизеля (например, в систему попал воздух), то необходимо также воспользоваться ручным приводом. При перемещении поршня *13* рукояткой *15* вверх в цилиндре *12* создается разрежение, открывается впускной клапан *19*, и топливо поступает внутрь цилиндра. При перемещении поршня *13* вниз он давит на топливо, впускной клапан закрывается, а выпускной клапан *7* открывается, и топливо подается к фильтру тонкой очистки. После прокачки системы ручным насосом поршень *13* опускают вниз и навертывают рукоятку *15* на резьбовой хвостовик цилиндра; поршень плотно прижимается к прокладке *16*.

При работе двигателя действует механический привод топливоподкачивающего насоса. Вращающийся эксцентрик *24* набегает на ролик *6* толкателя *4*, вследствие чего сжимается пружина *3* и перемещается шток *2* (рис. 92,*б*) с поршнем *20*, сжимая пружину *22*. Под действием давления топлива в полости *А* над поршнем впускной клапан *19* прижимается к седлу, а выпускной клапан *7* открывается; топливо перетекает по перепускному каналу *26* в полость *Б* под поршень *20*.

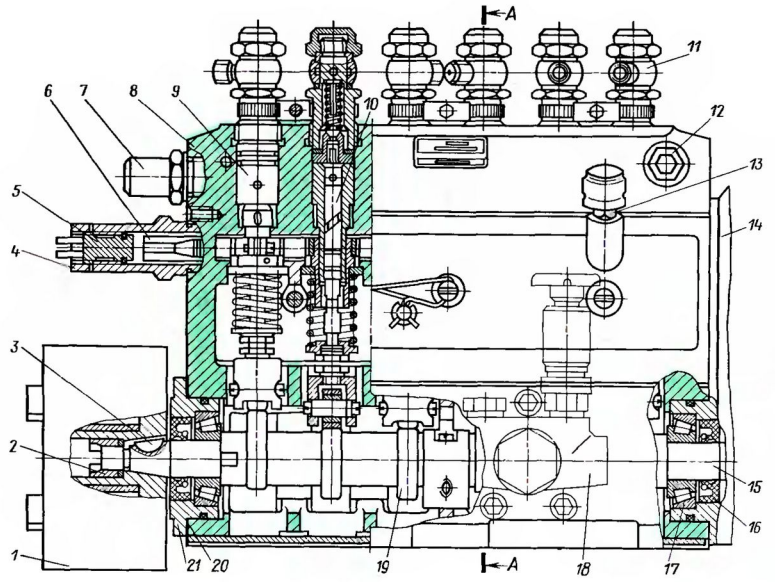
Когда эксцентрик сходит с ролика толкателя, пружина *3* возвращает толкатель в исходное положение. Одновременно пружина *22*, разжимаясь, перемещает поршень *20* в обратную сторону. Над поршнем в полости *А* создается разрежение, а под поршнем в полости *Б* повышенное давление. Выпускной клапан *7* садится на седло, и топливо из полости *Б* по каналам насоса и трубопроводу поступает к фильтру тонкой очистки (рис. 92,*в*). Вследствие наличия разрежения над поршнем открывается впускной клапан *19*, и топливо заполняет полость *А*. При следующем набегании эксцентрика на ролик толкателя рассмотренные процессы повторяются.

Топливоподкачивающий насос подает топлива больше, чем необходимо для работы двигателя. Если ход поршня насоса будет все время постоянным, то давление в топливопроводе сильно возрастет. При уменьшении расхода топлива двигателем давление в полости *Б* повышается, и сжатая пружина не может преодолевать противодавление топлива. Вследствие этого ход поршня уменьшается и соответственно снижается подача топлива насосом. Толкатель *4* при этом свободно перемещается в обе стороны. По мере увеличения расхода топлива двигателем давление в полости *Б* уменьшается, ход поршня увеличивается, и подача топлива насосом возрастает.

В топливной системе дизеля КамАЗ-740 имеются два топливоподкачивающих насоса подобного типа, лишь незначительно отличающиеся конструктивно (см. рис. 89,*б*).

Топливный насос высокого давления. Насос подает через форсунки в камеру сгорания необходимые порции топлива в строго определенные моменты. По принципу действия топливные насосы, применяемые на дизелях, относятся к золотниковому типу с постоянным ходом плунжера и регулированием конца подачи топлива. Число секций топливного насоса соответствует числу цилиндров двигателя. Каждая секция обслуживает один цилиндр. Топливный насос дизеля ЯМЗ-236 имеет шесть секций, а топливный насос дизеля КамАЗ-740 – восемь секций, объединенных в общем корпусе.

Топливные насосы высокого давления дизелей ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 расположены между рядами цилиндров и приводятся в действие от зубчатых колес распределительного вала (см. рис. 20 и 22). На одном конце вала привода топливного насоса установлено зубчатое колесо, а другой конец вала соединен



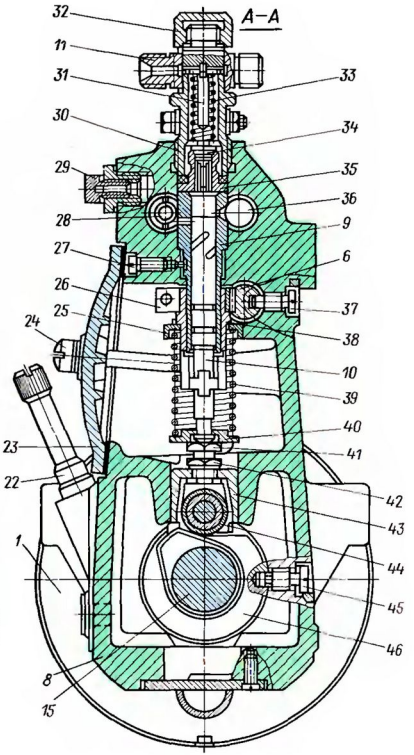


Рис. 93.
Топливный насос высокого давления дизеля ЯМЗ-236:
1 – автоматическая муфта опережения впрыскивания топлива; *2* – гайка; *3* – шпонка; *4* – втулка; *5* – винт-ограничитель; *6* – рейка; *7* – перепускной клапан; *8* – корпус насоса; *9* – втулка плунжера; *10* – плунжер; *11* – ниппель; *12* и *29* – пробки; *13* – сапун; *14* – корпус регулятора; *15* – кулачковый вал; *16* – самоподжимной сальник; *17* – конический роликоподшипник; *18* – топливоподкачивающий насос; *19* – кулачок; *20* – регулировочная прокладка; *21* – крышка подшипника; *22* – указатель уровня масла; *23* – крышка; *24* – винт крепления крышки; *25* – верхняя тарелка пружины; *26* – зубчатый венец; *27*, *37* и *45* – винты; *28* – канал отвода топлива; *30* – штуцер; *31* – упор клапана; *32* – колпачковая гайка; *33* – пружина нагнетательного клапана; *34* – нагнетательный клапан; *35* – седло нагнетательного клапана; *36* – канал подвода топлива; *38* – поворотная втулка; *39* – пружина; *40* – нижняя опорная тарелка пружины; *41* – регулировочный болт; *42* – контргайка; *43* – толкатель; *44* – ролик толкателя; *46* – промежуточная опора кулачкового вала

с центробежной муфтой опережения впрыскивания топлива. За два оборота коленчатого вала кулачковый вал насоса делает один оборот, и топливо подается во все цилиндры.

На корпусе *8* (рис. 93) топливного насоса высокого давления дизеля ЯМЗ-236 укреплен топливоподкачивающий насос *18*. Автоматическая муфта *1* опережения впрыскивания топлива и регулятор частоты вращения коленчатого вала объединены с насосом в один агрегат. Кулачковый вал *15* насоса вращается на конических роликоподшипниках *17*, выходные концы вала уплотнены самоподжимными сальниками *16*. Горизонтальная перегородка делит корпус на две части: верхнюю и нижнюю. В нижней части расположены кулачковый вал *15* и толкатели *43*, а в верхней — плунжерные пары. В горизонтальной перегородке есть шесть отверстий и пазы для установки и направления движения толкателей. Кулачковый вал приводит в движение плунжеры *10* через ролики *44* толкателей *43* с регулировочными болтами *41*. В нижнюю часть корпуса насоса наливают масло через отверстие, закрытое сапуном *13*, уровень которого контролируют указателем *22*.

Плунжер *10* и втулка *9* являются основными деталями отдельной секции насоса. Соединенные вместе, они образуют плунжерную пару. Плунжер имеет диаметр 9 мм и ход 10 мм. Для создания высокого давления зазор между плунжером и втулкой не должен превышать 0,0015—0,0020 мм. Положение втулки в насосе фиксируется стопорным винтом *27*. В верхней части втулки *2* (рис. 94) имеются впускное *1* и перепускное *13* отверстия. Плунжер может перемещаться внутри втулки в вертикальном направлении и повертываться при помощи двух направляющих выступов, входящих в пазы поворотной втулки *38* (см. рис. 93). Последняя, в свою очередь, поворачивается закрепленным на ней зубчатым венцом *26*, находящимся в зацеплении с рейкой *6*. В продольный паз рейки входит стопорный винт *37*, определяющий ее положение.

На головке плунжера *3* профрезерованы две спиральные канавки *11* (см. рис. 94, *а*). При наличии спиральных канавок давление топлива с обеих сторон плунжера одинаковое (во время подачи топлива), и долговечность секций насоса увеличивается.

На нижнем конце плунжера сделана кольцевая проточка для опорной тарелки *40* (см. рис. 93) пружины *39*. Другой конец пружины упирается в верхнюю тарелку *25*, установленную в кольцевой выточке корпуса. В верхней части каждой секции насоса ввернут штуцер *30* с седлом *35* нагнетательного клапана *34*, пружиной *33* и упором *31* клапана. От штуцера *30* через ниппель *11* топливо поступает в топливопровод, ведущий к форсунке. Плунжер, втулка, нагнетательный клапан и его седло изготовлены с высокой точностью из высококачественной стали, т. е. являются прецизионными парами, и раскомплектовывать их нельзя. Для выпуска воздуха из насоса служит отверстие, закрываемое пробкой *29*.

Работа насоса высокого давления. Все секции топливного насоса высокого давления работают одинаково, поэтому рассмотрим работу только одной из них. При вращении кулачкового вала *15* (см. рис. 93) насоса кулачок *19* набегает на ролик *44* толкателя *43*, который, поднимаясь, сжимает пружину *39* и перемещает плунжер *10* вверх во втулке *9*. Во время дальнейшего поворота вала кулачок выходит из-под ролика толкателя, и пружина опускает плунжер вниз. При движении плунжера вверх секция подает топливо; при движении плунжера вниз происходит наполнение надплунжерного пространства топливом. Перемещение рейки *6* вызывает поворачивание плунжера на некоторый угол. Таким образом, плунжер совершает сложное движение — возвратно-поступательное и вращательное одновременно.

Топливо поступает из фильтра тонкой очистки в канал *36* насоса высокого давления и при нижнем положении плунжера через впускное отверстие *1* (см. рис. 94, *а*, схема *I*) подается внутрь втулки *2*, заполняет надплунжерное пространство *4* и проходит через осевое *14*

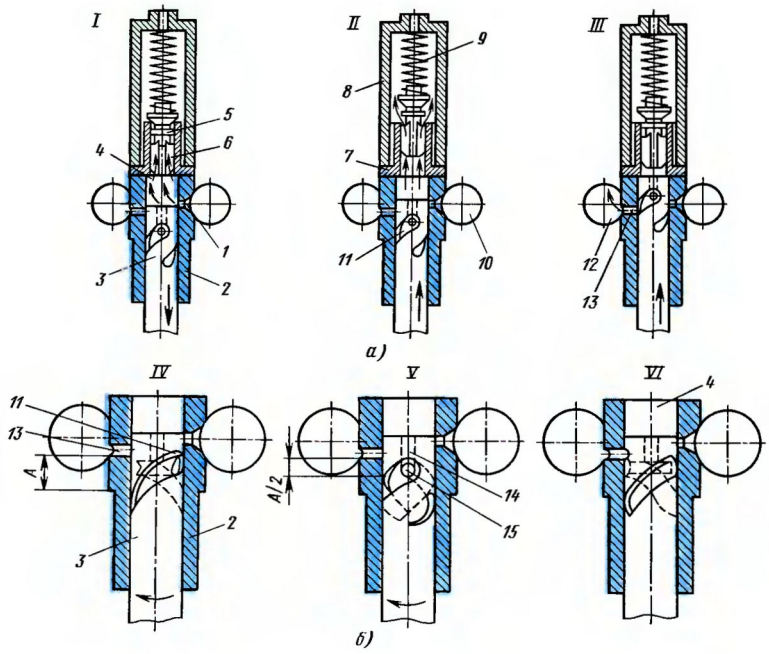


Рис. 94.
Плунжерные пары:
а – схемы работы секции насоса; *б* – схемы изменения количества подаваемого топлива; *I* – впуск топлива; *II* – начало подачи; *III* – конец подачи; *IV* – максимальная подача; *V* – половинная подача; *VI* – отсутствие подачи; *1* – впускное отверстие; *2* – втулка плунжера; *3* – плунжер; *4* – надплунжерное пространство; *5* – разгрузочный поясок нагнетательного клапана; *6* – нагнетательный клапан; *7* – седло нагнетательного клапана; *8* – штуцер; *9* – пружина нагнетательного клапана; *10* – канал подвода топлива; *11* – спиральная канавка на плунжере; *12* – канал отвода топлива; *13* – перепускное отверстие; *14* – осевое отверстие в плунжере; *15* – диаметральное отверстие в плунжере

и диаметральное *15* отверстия к спиральным канавкам *11*. При подъеме плунжера *3* (схема *II*) топливо вначале вытесняется из надплунжерного пространства через впускное отверстие обратно в топливоподводящий канал. Затем, когда это отверстие перекроет плунжер, топливо сжимается в надплунжерном пространстве. При достижении давления 1–1,8 МПа нагнетательный клапан *6* поднимается вверх, сжимает пружину *9* и пропускает топливо из надплунжерного пространства в штуцер *8*, откуда оно поступает к форсунке. Дальнейшее движение плунжера вверх сопровождается повышением давления до 16,5 МПа, при котором игла форсунки, приподнимаясь, открывает проход топливу, впрыскиваемому в камеру сгорания.

Впрыскивание топлива из форсунки в камеру сгорания продолжается до тех пор, пока отсечная кромка спиральной канавки *11* движущегося вверх плунжера не начнет открывать перепускное отверстие *13* (схема *III*), соединяющее надплунжерное пространство с топливоотводящим каналом. Давление в надплунжерном пространстве резко снижается, топливо перетекает в указанный канал, и нагнетательный клапан *6* под действием пружины садится в седло *7*.

expert22 для http://rutracker.org

Для устранения подтекания топлива в камеру сгорания между распылителем и иглой форсунки необходима быстрая посадка иглы в седло, т. е. четкая отсечка подачи топлива. Это обеспечивается нагнетательным клапаном, имеющим разгрузочный поясок *5*, который при посадке клапана на седло способствует увеличению объема пространства за ним, что приводит к резкому снижению давления в трубке между штуцером и форсункой. Поясок клапана и седло (при опускании клапана) работают как поршневая пара.

Режим работы дизеля зависит от количества топлива, подаваемого в цилиндры секциями насоса за один ход плунжера. При повороте плунжеров во втулках на некоторый угол изменяется количество подаваемого топлива.

Если смотреть на плунжер сверху, то поворот его против часовой стрелки сопровождается увеличением количества подаваемого топлива. При движении рейки внутрь насоса плунжеры всех секций одновременно повертываются в положение, соответствующее максимальной подаче (схема *IV*). В этом случае расстояние *А* от отсечной кромки плунжера *3* до перепускного отверстия *13* будет наибольшим. При повороте плунжера по часовой стрелке подача топлива снижается (схема *V*), так как перепускное отверстие открывается раньше. Подача топлива плунжерной парой прекращается при совмещении диаметрального отверстия *15* плунжера с перепускным *13* (схема *VI*), так как при движении плунжера вверх надплунжерное пространство *4* сообщается сначала с отверстием *13*, а затем с отверстием *1*. Таким образом, при повороте плунжера изменяется момент окончания подачи и количество подаваемого топлива, а момент начала подачи топлива насосом остается неизменным. Момент начала подачи топлива регулируют болтом *41* (см. рис. 93), ввернутым в толкатель *43*. Если болт вывертывать, то при повороте кулачкового вала толкатель раньше будет поднимать плунжер и топливо будет раньше поступать к форсунке, т. е. угол начала подачи топлива секцией насоса увеличится. При ввертывании болта в толкатель этот угол уменьшается. Такую регулировку насоса выполняют на специальном стенде, где можно также отрегулировать и равномерность подачи топлива отдельными секциями, для чего необходимо ослабить крепление зубчатого венца *26* (см. рис. 93) на втулке *38*, чтобы можно было поворачивать плунжер *10* (вместе с втулкой при неподвижной рейке *6*) в ту или иную сторону.

Поворачивая кулачковый вал, можно изменять угол опережения подачи топлива для всего насоса. При повороте кулачкового вала в направлении его вращения при работе двигателя угол опережения подачи топлива увеличивается, а при повороте этого вала в обратном направлении указанный угол уменьшается. В процессе работы двигателя кулачковый вал повертывается автоматически – центробежной муфтой опережения впрыскивания топлива. Насос начинает подавать топливо в цилиндр еще тогда, когда кривошип коленчатого вала не доходит на некоторый угол до ВМТ. Этот угол называют углом начала подачи топлива или углом опережения подачи топлива насосом. Форсунка позднее насоса начинает подавать топливо в цилиндр двигателя вследствие некоторого расширения топливопроводов, незначительной сжимаемости топлива и небольших его утечек в насосе и форсунке.

Необходимо помнить, что нельзя нарушать угол опережения подачи топлива насосом как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения. В обоих случаях снижается мощность двигателя и возрастает износ его деталей. При изменении угла с 20° (нормальный для дизелей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238) до 28° (ранняя подача топлива) жесткость работы двигателя возрастает в 1,5–2,5 раза, а износ цилиндров – почти в 2,5 раза. Поэтому нужно своевременно проверять и, если необходимо, регулировать угол опережения подачи топлива насосом.

Топливный насос высокого давления дизеля КамАЗ-740. Этот насос также от-

носится к насосам золотникового типа, но он V-образный и имеет несколько иную конструкцию. При использовании на многоцилиндровых двигателях рядных насосов выявляется их недостаток – увеличение длины насосов. Применение на двигателях V-образных насосов позволяет уменьшить длину кулачкового вала, повысить его жесткость и увеличить давление впрыскивания топлива до 70 МПа.

Угол развала секций насоса (рис. 95) составляет 75°. В корпусе *1* насоса на роликоподшипниках *28* установлен кулачковый вал *29*, уплотняемый самоподжимным сальником *26*. На переднем конце (со стороны привода) кулачкового вала на шпонке *25* укреплена муфта *23* регулировки опережения впрыскивания топлива, удерживаемая от смещения гайкой *24*, а на заднем конце – ведущее зубчатое колесо *2*. На шпонке *5* установлены фланец *4* зубчатого колеса и эксцентрик *6* привода топливоподкачивающего насоса; гайка *7* удерживает эти детали от смещения. Движение от фланца к зубчатому колесу *2* передается через сухари *3*, далее к промежуточному зубчатому колесу *8*, укрепленному на пальце *9*, и к зубчатому колесу *11* привода всережимного регулятора. Задний торец насоса закрыт крышкой *10* регулятора, на которой расположен топливоподкачивающий насос. На пере-

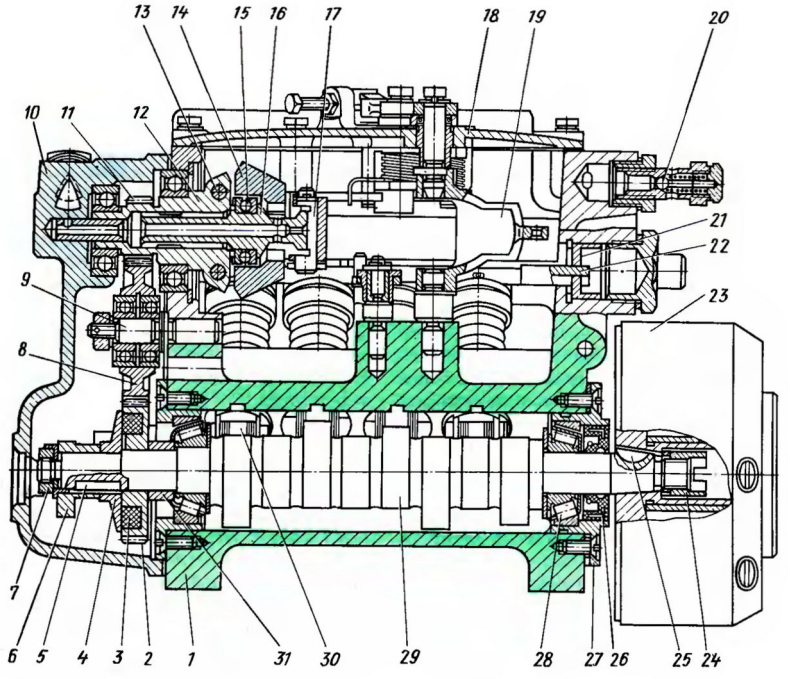


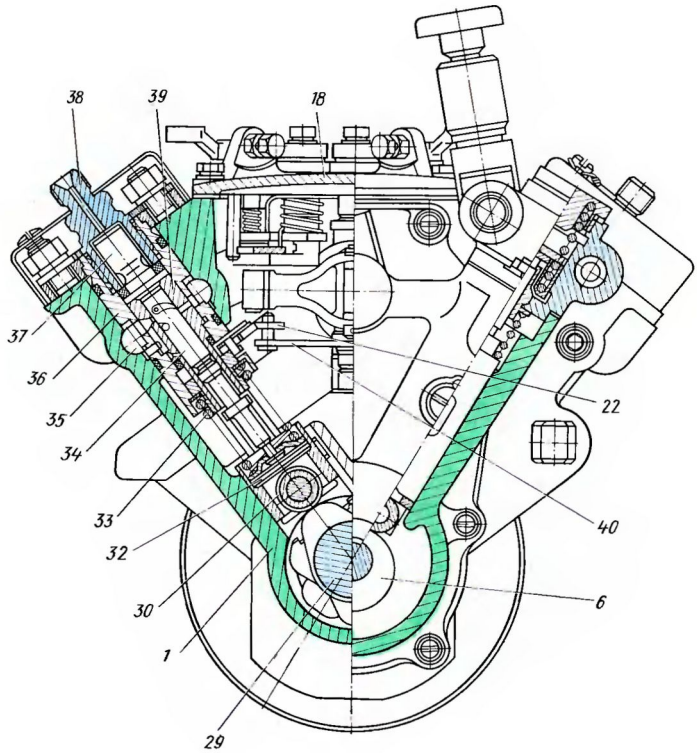
Рис. 95.

Топливный насос высокого давления дизеля КамАЗ-740:

1 – корпус; *2* – ведущее зубчатое колесо; *3* – сухарь; *4* – фланец ведущего зубчатого колеса *5* и *25* – шпонки; *6* – эксцентрик привода топливоподкачивающего насоса; *7* и *24* – гайки; *8* – промежуточное зубчатое колесо; *9* и *17* – пальцы; *10* – крышка регулятора; *11* – зубчатое колесо регулятора; *12* – державка грузов; *13* – ось грузов; *14* – груз; *15* – упорный

днем торце корпуса насоса установлен перепускной клапан *20*. Сверху насос закрыт крышкой *18*, на которой находится рычаг управления регулятором. В насосе имеются две рейки – левая и правая, соединенные общим рычагом *40*. По числу цилиндров двигателя в корпусе насоса расположено восемь секций, установленных в отдельных корпусах *36*.

В секцию насоса (рис. 96) входят следующие детали и узлы: роликовый толкатель *4*, пята *5*, тарелка *6*, пружина *7*, опорная втулка *9*, поворотная втулка *23*, плунжер *10*, втулка *13*, нагнетательный клапан *14* с седлом и шайбой *18*, штуцер *15*, ввернутый в корпус *17* секций, установленной в корпусе *2* насоса. Уплотнение между корпусом секции насоса и корпусом насоса высокого давления осуществлено кольцами *16* и *21*, сделанными из бензомаслостойкой резины. Втулка *13* плунжера, фиксированная в корпусе секции насоса штифтом *11*, имеет два отверстия: впускное *12* и перепускное *20*. Плунжер в верхней части имеет осевое и диаметральное отверстия и две спиральные канавки *19*.



шарикоподшипник; *16* – муфта; *18* – верхняя крышка; *19* – рычаг пружины; *20* – перепускной клапан; *21* – втулка рейки; *22* – рейка; *23* – муфта регулировки опережения впрыскивания топлива; *26* – самоподжимной сальник; *27* – крышка подшипника; *28* – роликоподшипник; *29* – кулачковый вал; *30* – ролик толкателя; *31* – упорная втулка; *32* – пята толкателя; *33* – пружина; *34* – плунжер; *35* – впускное отверстие; *36* – корпус секции; *37* – нагнетательный клапан; *38* – штуцер; *39* – втулка плунжера; *40* – рычаг реек

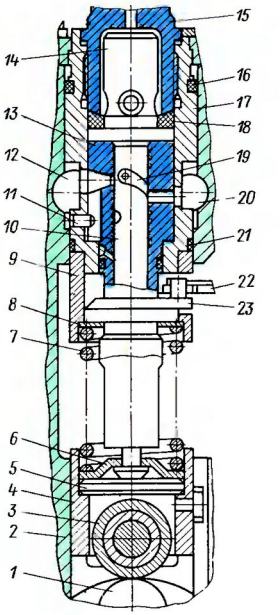


Рис. 96.
Секция насоса:
1 — кулачок распределительного вала; *2* — корпус насоса; *3* — ролик толкателя; *4* — толкатель; *5* — пята толкателя; *6* — тарелка пружины; *7* — пружина; *8* — опорная шайба; *9* — опорная втулка; *10* — плунжер; *11* — штифт; *12* — впускное отверстие; *13* — втулка плунжера; *14* — нагнетательный клапан; *15* — штуцер; *16* и *21* — уплотнительные кольца секции; *17* — корпус секции насоса; *18* — шайба; *19* — спиральная канавка плунжера; *20* — перепускное отверстие; *22* — рейка; *23* — поворотная втулка плунжера

Секция насоса работает так же, как и секция топливного насоса высокого давления дизеля ЯМЗ-236, с той лишь разницей, что давление впрыскивания топлива увеличено до 18 МПа.

Форсунка. Насос подает топливо в камеру сгорания через форсунки, которые обеспечивают поступление топлива в камеру сгорания при определенном давлении и в мелкораспыленном виде. На дизелях применяют форсунки нескольких типов: открытые или закрытые, с распылителем, имеющим одно или несколько отверстий. Закрытые форсунки могут быть штифтовые или бесштифтовые. На дизелях ЯМЗ-236 и КамАЗ-740 применяют закрытые бесштифтовые форсунки (рис. 97). Форсунку называют закрытой, так как отверстия (сопла) в распылителе *4* закрыты иглой *1* и только в момент впрыскивания топлива сообщаются с камерой сгорания. Для выхода топлива распылитель имеет четыре отверстия диаметром 0,34 мм.

Форсунку на дизеле ЯМЗ-236 устанавливают в латунный стакан *24* (рис. 97, *а*) головки *25* блока. Под торцом накидной гайки *5* крепления распылителя имеется медная шайба *2*, предотвращающая прорыв газов. Каждая форсунка укреплена скобой, имеющей лапки, которые опираются на буртик колпака *15*. В месте соединения штуцера *20* форсунки с головкой блока и колпаком головки установлен резиновый уплотнитель *19*. Накидная гайка *5* прижимает тщательно притертые поверхности торцов распылителя и корпуса *8* форсунки, обеспечивая необходимую герметичность соединения. Внутри корпуса форсунки проходит штанга *9*, на верхнем конце которой закреплена тарелка *10*. Пружина *11*, упираясь одним концом в винт *12*, а другим в тарелку *10*, через штангу *9* прижимает иглу *1* к распылителю. В штангу с нижней стороны запрессован шарик *7* для плотной посадки иглы на седло. Винт *12* ввернут в стакан *13* пружины, закреплен от самоотвертывания контргайкой *14* и закрыт колпаком *15*. В корпус *8* форсунки запрессовано два штифта *6* для правильной установки распылителя.

Топливо подводится к форсунке через штуцер *20* с сетчатым фильтром *18* и поступает по наклонному каналу *21* в кольцевую проточку *22* на распылителе. Затем топливо по трем каналам *23* проходит в кольцевую полость *3*, расположенную под утолщенной частью иглы. Топливо, поступающее в полость *3*, находится под давлением, создаваемым насосом, и, в свою очередь, воздействует на нижний конус иглы. Отверстия распылителя открываются тогда, когда давление топлива в полости

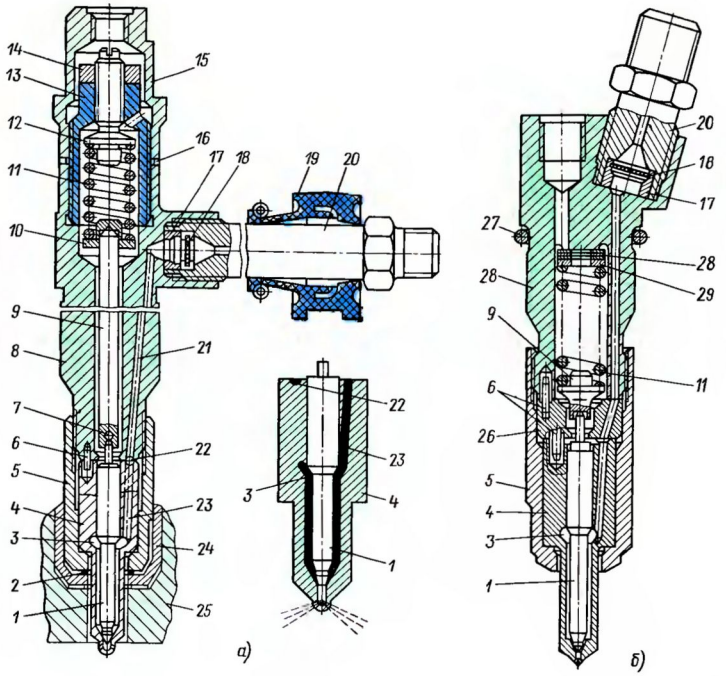


Рис. 97.
Форсунки дизелей:
а – ЯМЗ-236; *б* – КамАЗ-740; *1* – игла распылителя; *2* – медная шайба; *3* – кольцевая полость; *4* – распылитель; *5* – накидная гайка; *6* – штифт; *7* – шарик; *8* – корпус; *9* – штанга; *10* – тарелка пружины; *11* – пружина; *12* – регулировочный винт; *13* – стакан пружины; *14* – контргайка; *15* – колпак; *16* – прокладка; *17* – втулка; *18* – сетчатый фильтр; *19* – уплотнитель штуцера; *20* – штуцер; *21* и *23* – каналы; *22* – кольцевая проточка; *24* – латунный стакан; *25* – головка блока цилиндров; *26* – проставка; *27* – уплотнительное кольцо; *28* – регулировочные шайбы; *29* – опорная шайба

3 и на нижнем конце иглы превысит сопротивление пружины *11*. В этот момент топливо впрыскивается в камеру сгорания. После впрыскивания топлива давление в полости *3* снижается, и под действием пружины игла плотно садится на седло в распылителе.

Затяжку пружины *11* можно изменять регулировочным винтом *12* при ослабленной контргайке *14*. Более сильная затяжка пружины приводит к повышению давления и запаздыванию впрыскивания, а менее сильная – к уменьшению давления и опережению впрыскивания. Топливо, которое просочилось между иглой и распылителем, отводится в полость пружины, затем через отверстие в стакане *13* поступает в сливную трубку, соединенную с отверстиями колпака *15* форсунки. Форсунка дизеля КамАЗ-740 устроена и работает аналогично рассмотренной.

Система подачи и очистки воздуха дизеля КамАЗ-740. На этом дизеле применен воздухоочиститель (рис. 98, *а* и *б*) без масла, двухступенчатый, с автоматическим отсосом пыли и сменным фильтрующим элементом. Колпак *1* для забора воздуха установлен сзади кабины *10*, а воздухоочиститель *6* прикреплен к левому лонжерону рамы. Воздухоочиститель состоит из корпуса *11*,

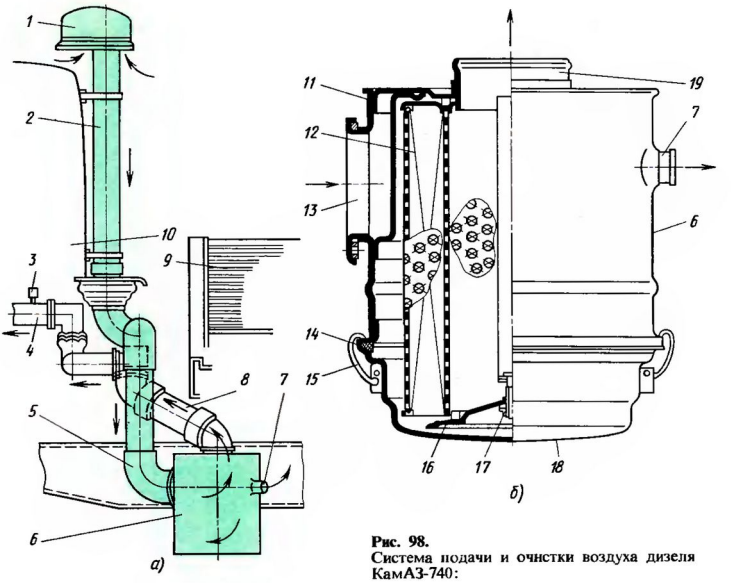


Рис. 98.
Система подачи и очистки воздуха дизеля КамАЗ-740:

а – система подачи воздуха; *б* – воздухоочиститель; *1* – колпак; *2* – труба воздухозаборника; *3* – индикатор; *4* – левый впускной трубопровод; *5* – входиая труба; *6* – воздухоочиститель; *7* – патрубок отсоса пыли; *8* – выходиая труба; *9* – борт кузова; *10* – кабина; *11* – корпус воздухоочистителя; *12* – фильтрующий элемеит; *13* – входной патрубок; *14* – уплотиительное кольцо; *15* – защелка крепления крышки; *16* – держатель фильтрующего элемента; *17* – гайка крепления фильтрующего элемента; *18* – крышка; *19* – выходной патрубок

фильтрующего элемента *12*, крышки *18*, соединенной с корпусом защелками *15*. В качестве фильтрующего элемента используется гофрированный картон.

При работе двигателя воздух через сетку в колпаке *1* проходит по трубам в воздухоочиститель *6*. По входному патрубку *13* воздух попадает в первую ступень очистки с инерционной решеткой и резко изменяет направление. Крупные механические частицы отделяются от воздуха и под влиянием разрежения, которое передается через патрубок *7*, отсасываются отработавшими газами в атмосферу. Для этой цели в выпускном трубопроводе двигателя установлен эжектор, соединенный трубопроводом с патрубком *7*. Далее воздух проходит через микропоры картона (вторая ступень) и уже очищенный по трубе *8* поступает во впускной трубопровод *4* двигателя. Ориентировочный срок службы фильтрующего элемента составляет около 1000 ч. Для оценки состояния фильтрующего элемента на левом впускном трубопроводе установлен индикатор *3*. При засорении фильтрующего картона во впускном трубопроводе возрастает разрежение (более 70 кПа), индикатор срабатывает, и его красный флажок фиксируется напротив окна, указывая на необходимость замены или промывки фильтрующего элемента.

Разгерметизация системы впуска воздуха и подсос неочищенного воздуха сокращают срок службы двигателя в десятки раз. Поэтому в процессе эксплуатации автомобиля КамАЗ-5320 нужно периодически снимать фильтрующий элемент воздухоочистителя для осмотра. Налет пыли на внутренней стороне элемента – браковочный признак.

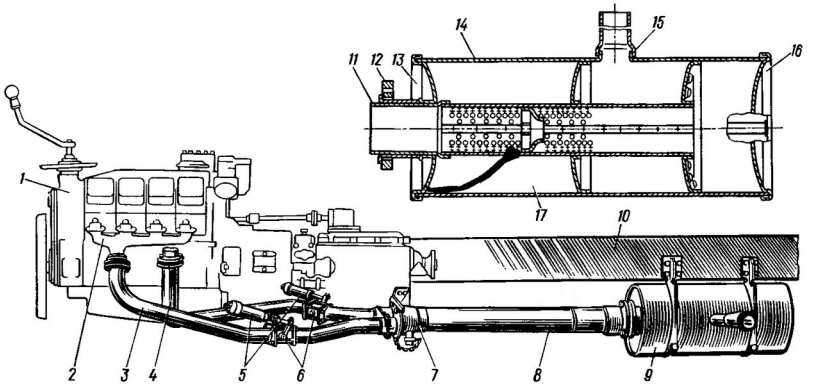


Рис. 99.
Система выпуска отработавших газов двигателя автомобиля КамАЗ-5320:
1 – двигатель: *2* – выпускной трубопровод; *3* и *4* – левая и правая приемные трубы; *5* – пневматические цилиндры тормозной системы; *6* – вспомогательные тормозные механизмы; *7* – тройник; *8* – гибкий металлический рукав; *9* – глушитель; *10* – рама; *11* – перфорированная труба; *12* – фланец приемного патрубка; *13* и *16* – передняя и задняя стенки корпуса глушителя; *14* – корпус глушителя; *15* – выпускной патрубок; *17* – расширительная или резонаторная камера

В этом случае фильтрующий элемент необходимо заменить.

Система выпуска отработавших газов двигателя автомобиля КамАЗ-5320. Отработавшие газы по выпускным *2* (рис. 99) трубопроводам поступают в приемные трубы *3* и *4*, которые соединены в тройнике *7*. К глушителю *9* газы подходят по гибкому металлическому рукаву *8*. В корпусе *14* глушителя есть три камеры *17*, где газы расширяются, их давление и скорость уменьшаются, и по патрубку *15* газы выходят в атмосферу.

Автоматическая муфта опережения впрыскивания топлива. Автоматическая муфта (рис. 100) изменяет угол опережения впрыскивания топлива в зависимости от частоты вращения коленчатого вала. При использовании автоматической муфты повышается экономичность дизеля при различных режимах работы и улучшаются условия его пуска. Муфта установлена на переднем конце кулачкового вала топливного насоса высокого давления (дизели ЯМЗ-236 и КамАЗ-740).

Муфта опережения впрыскивания топлива дизеля ЯМЗ-236 состоит из следующих деталей: ведущей полумуфты *5* с пальцами *14* и шипами *11;* ведомой полумуфты *1* с осями *2* грузов *15*; корпуса *13;* двух пружин *4* с шайбами. Ведущая полумуфта надета на ступицу *10* ведомой полумуфты и может на ней поворачиваться. В ведущую полумуфту запрессованы втулка *7* и самоподжимной сальник *8*. При сборке муфты корпус *13* навертывают на ведомую полумуфту. Для уплотнения соединения ведущей полумуфты с корпусом в него запрессован самоподжимной сальник *12*. Два груза, шарнирно установленные на осях *2*, имеют криволинейную поверхность *А*, на которую через проставки *19* опираются пальцы *14* ведущей полумуфты. Движение от ведущей полумуфты на ведомую передается через два груза. Ведомая полумуфта, укрепленная на кулачковом валу топливного насоса при помощи шпонки *17*, удерживается от смещения гайкой *9*, навернутой на конец вала *18*.

Во время работы двигателя ведущая полумуфта пальцами *14* через проставки *19* нажимает на криволинейную поверхность *А* грузов *15*. Вследствие этого сила через оси *2* передается ведомой полумуфте *1*, а от нее кулачковому валу насоса. При увеличении частоты враще-

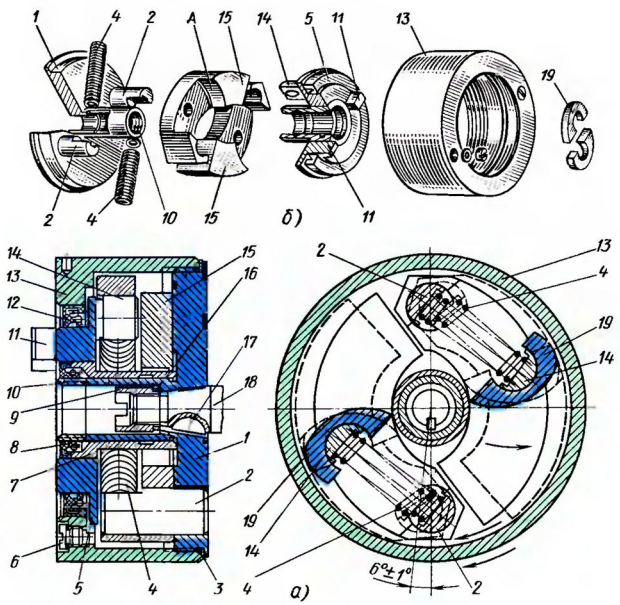


Рис. 100.
Автоматическая муфта опережения впрыскивания топлива:
а – конструкция; *б* – детали; *1* – ведомая полумуфта; *2* – ось груза; *3* – уплотнительное кольцо; *4* – пружина; *5* – ведущая полумуфта; *6* – винт; *7* – втулка ведущей полумуфты; *8* и *12* – самоподжимные сальники; *9* – гайка крепления муфты; *10* – ступица ведомой полумуфты; *11* – шип; *13* – корпус; *14* – палец ведущей полумуфты; *15* – груз; *16* – пружинная шайба; *17* – шпонка; *18* – кулачковый вал топливного насоса; *19* – проставка; *А* – криволинейная поверхность груза

ния коленчатого вала грузы, преодолевая сопротивление пружин, расходятся под действием возникающих центробежных сил. При расхождении грузы поворачиваются вокруг осей ведомой полумуфты, и проставки скользят по криволинейной поверхности грузов. В этом случае расстояние между осями грузов и пальцами ведущей полумуфты уменьшается, пружины сжимаются, и ведомая полумуфта поворачивается по ходу вращения вместе с кулачковым валом. В результате этого топливо поступает в цилиндры двигателя раньше, т. е. увеличивается угол опережения впрыскивания топлива.

При уменьшении частоты вращения коленчатого вала грузы сходятся, пружины разжимаются и повертывают ведомую полумуфту в противоположную сторону (против вращения кулачкового вала), что вызывает уменьшение угла опережения впрыскивания топлива.

Автоматическая муфта увеличивает угол опережения впрыскивания топлива на 10—14° по сравнению с углом поворота коленчатого вала и на 5—7° по сравнению с углом поворота кулачкового вала насоса. На дизеле КамАЗ-740 топливный насос высокого давления имеет такую же муфту опережения впрыскивания, но с некоторыми изменениями в конструкции. Обе муфты работают одинаково.

Регулятор частоты вращения коленчатого вала. Регулятор изменяет подачу топлива в зависимости от нагрузки двигателя, поддерживая заданную водите-

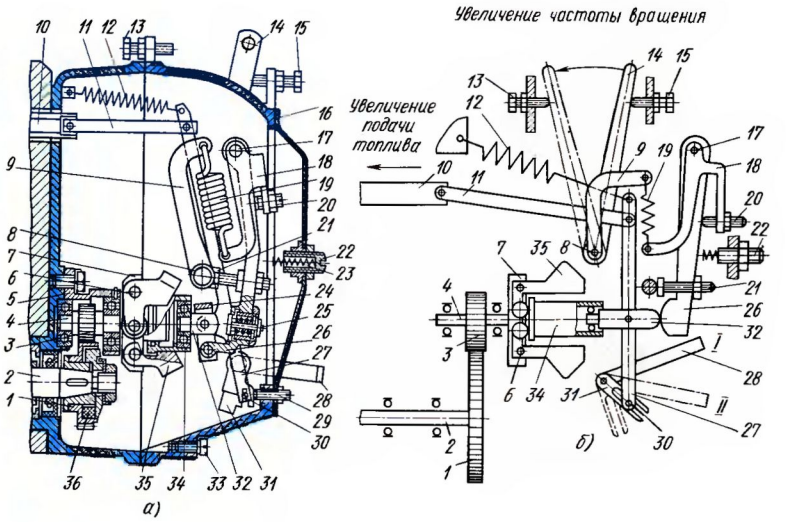


Рис. 101.
Всережимный регулятор частоты вращения дизеля ЯМЗ-236:

а – конструкция; *б* – схема работы; *1* и *3* – зубчатые колеса; *2* – кулачковый вал топливного насоса; *4* – вал регулятора; *5* – стакан; *6* – ось грузов; *7* – державка; *8* – вал рычагов; *9* – рычаг пружины; *10* – рейка топливного насоса; *11* – тяга; *12* – стартовая пружина рычага рейки; *13* – болт ограничителя максимальной частоты вращения; *14* – рычаг управления регулятором; *15* – болт ограничения минимальной частоты вращения холостого хода; *16* – крышка смотрового люка; *17* – ось двуплечего рычага; *18* – двуплечий рычаг; *19* – пружина регулятора; *20, 22* и *29* – регулировочные винты; *21* – регулировочный болт; *23* – упорная пружина; *24* – серьга; *25* – корректор; *26* – силовой рычаг; *27* – рычаг управления рейкой; *28* – скоба; *30* – палец; *31* – кулиса; *32* – пята; *33* – пробка отверстия для слива масла из регулятора; *34* – подвижная муфта; *35* – груз; *36* – резиновые сухари; *I* – скоба кулисы в положении «Работа»; *II* – скоба кулисы в положении «Стоп»

лем частоту вращения коленчатого вала. Регулятор называется всережимным, так как может автоматически поддерживать любую заданную водителем частоту вращения коленчатого вала и ограничивать ее максимальное значение. Ограничение максимальной частоты вращения коленчатого вала вызвано необходимостью предохранения деталей дизеля от быстрого изнашивания и чрезмерных нагрузок, а ограничение слишком малой частоты вращения – ухудшением подачи топлива и смесеобразования. Карбюраторные двигатели редко работают на режиме максимальных нагрузок, поэтому применять на них всережимные регуляторы нецелесообразно.

Устройство регулятора следующее. Привод вала *4* (рис. 101) регулятора осуществлен от кулачкового вала *2* топливного насоса через повышающую зубчатую (зубчатые колеса *1* и *3*) передачу, поэтому вал регулятора вращается с большей частотой, чем вал топливного насоса. Это позволяет уменьшить массу грузов и повысить чувствительность регулятора к изменению нагрузки. Вращение от вала топливного насоса к зубчатому колесу *1* регулятора передается не непосредственно, а через втулку, посаженную на валу на шпонке, и резиновые сухари *36*. Последние, являясь упругими элементами, гасят колебания, возникающие при неравномерном вращении кулачкового вала топливного насоса.

Ведомое колесо *3* изготовлено как одно целое с валом регулятора. Вал

вместе с напрессованной на него державкой *7* грузов *35* вращается в шарикоподшипниках, установленных в стакане *5*. Ролики грузов упираются в подвижную муфту *34*, которая во время работы регулятора может перемещаться по державке. Передний хвостовик пяты *32* запрессован во внутреннее кольцо шарикоподшипника, расположенного в подвижной муфте. Пята и серьга *24* находятся на одной оси, на которой установлен и рычаг *27* управления рейкой топливного насоса. Этот рычаг тягой *11* соединен одним концом с рейкой *10*, а другим концом (пальцем *30*) с кулисой *31*. Палец *30* входит в вырез кулисы. Скоба *28* управления кулисой может занимать два положения: «Работа» (положение *I*) и «Стоп» (положение *II*).

На оси *17* установлены силовой *26* и двуплечий *18* рычаги. Рычаг *18* пружиной *19* соединен с рычагом *9*, закрепленным на валу *8* вместе с рычагом *14* управления регулятором. Последний, в свою очередь, связан тягой с педалью, находящейся в кабине водителя. Силовой рычаг *26* соединен с нижними отверстиями серьги *24* отдельным пальцем.

При вращении вала *4* регулятора грузы *35* стремятся разойтись. При этом они роликами нажимают на подвижную муфту *34*, которая перемещается в правую сторону, и поворачивают рычаг *26* относительно оси *17* против часовой стрелки. Пружина *19* препятствует повороту рычага *26*, так как она действует на него через рычаг *18* и регулировочный винт *20*. Следовательно, пружина *19* препятствует расхождению грузов. Если рычаг *14* управления регулятором повернуть против часовой стрелки, то вместе с ним повернется рычаг *9*, растягивая пружину *19*. При повороте рычага *14* по часовой стрелке уменьшается натяжение пружины *19*. В крайних положениях рычаг *14* соприкасается с болтами *13* и *15* ограничения соответственно максимальной и минимальной частоты вращения. Зубчатые колеса и шарикоподшипники регулятора смазываются дизельным маслом, заливаемым в корпус до определенного уровня.

Регулятор работает следующим образом. Когда двигатель не работает, скоба *28*, управляющая кулисой *31*, находится в положении *I*. Рычаг *14* соприкасается с болтом *15*. В этом случае пружина *19*, действуя на рычаги *18*, *26* и на упорную пяту *32*, смещает подвижную муфту *34* в крайнее левое положение. При этом рычаг *27* проворачивается относительно пальца *30* против часовой стрелки и через тягу *11* устанавливает рейку *10* топливного насоса в положение, соответствующее максимальной подаче топлива. Этому способствует и стартовая пружина *12*, постоянно стремящаяся передвинуть рейку в положение пуска двигателя.

Когда двигатель пущен, вал *4* с державкой *7* и грузами *35* начинает вращаться. Грузы под действием центробежных сил расходятся и перемещают подвижную муфту *34* и упорную пяту *32* в правую сторону. Рычаги *26* и *18* повертываются против часовой стрелки, преодолевая усилие пружины *19*. Одновременно с перемещением упорной пяты рычаг *27* поворачивается относительно пальца *30* кулисы *31* по часовой стрелке, что приводит к передвижению рейки *10* тягой *11* в сторону уменьшения подачи топлива. Перемещение рычажной системы продолжается до тех пор, пока центробежные силы грузов не уравновесятся силой пружины *19*. При этом рейка топливного насоса займет определенное положение.

Необходимую частоту вращения коленчатого вала устанавливает водитель, нажимая на педаль управления подачей топлива. В этом случае рычаги *14* и *9* повертываются против часовой стрелки, вследствие чего возрастает натяжение пружины *19*, действующей на рычаг *26*, упорную пяту *32* и рычаг *27*. Последний поворачивается относительно пальца *30* кулисы *31* против часовой стрелки. Рейка топливного насоса перемещается в сторону увеличения подачи топлива, и частота вращения коленчатого вала повышается до тех пор, пока центробежные силы грузов не уравнове-

сятся силой пружины *19*. Установившаяся частота вращения коленчатого вала автоматически поддерживается регулятором следующим образом. При уменьшении нагрузки на двигатель частота вращения коленчатого вала возрастает, так как в цилиндры поступает то же количество топлива. Грузы регулятора расходятся на больший угол, перемещают рычажную систему в сторону, соответствующую уменьшению подачи топлива, и восстанавливают нарушенный режим частоты вращения с точностью до ± 30 об/мин.

При увеличении нагрузки на двигатель (и неизменной подаче топлива насосом) частота вращения коленчатого вала снижается. Центробежные силы грузов уменьшаются, грузы сходятся, рычажная система под действием пружины *19* перемещает рейку *10* топливного насоса в сторону увеличения подачи топлива до восстановления нарушенного равновесия (режима).

Двигатель останавливают прекращением подачи топлива в цилиндры, для чего скобу *28* управления кулисой *31* перемещают вниз в положение *II* («Стоп») рычагом, находящимся в кабине. Этот рычаг соединен тросом со скобой. При перемещении скобы управления кулисой вниз рычаг *27* поворачивают относительно оси, проходящей через упорную пяту *32*, по часовой стрелке и тягой *11* передвигают рейку *10* в положение «Подача выключена».

После остановки двигателя скобу управления вместе с кулисой возвращают в пусковое положение, чему способствует возвратная пружина, установленная на втулке кулисы. Силовой рычаг *26* под действием пружины *19* перемещается в крайнее левое положение, регулировочный болт *21* упирается в вал *8*, а рейка *10* передвигается пружиной *12* в положение, соответствующее пуску двигателя.

Максимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя изменяют при помощи болта *13*, а минимальную частоту вращения холостого хода — болта *15* и винта *20*. Часовую подачу топлива

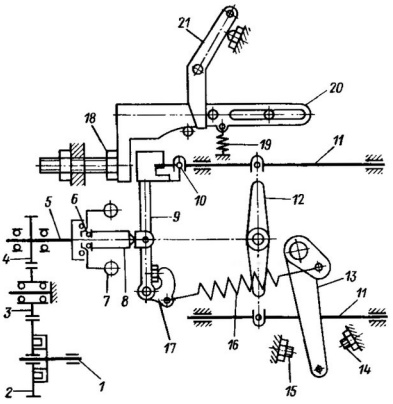


Рис. 102.
Схема регулятора частоты вращения дизеля КамАЗ-740:
1 — кулачковый вал; *2* — ведущее зубчатое колесо; *3* — промежуточное зубчатое колесо; *4* — зубчатое колесо регулятора; *5* — державка грузов; *6* — упорный шарикоподшипник; *7* — груз; *8* — муфта; *9* — рычаг регулятора; *10* — палец; *11* — рейки; *12* — рычаг реек; *13* — рычаг управления регулятором; *14* — болт ограничения максимальной частоты вращения; *15* — болт ограничения минимальной частоты вращения; *16* — пружина рычага управления регулятором; *17* — промежуточный рычаг; *18* — регулировочный болт подачи топлива; *19* — пружина; *20* — рычаг выключения подачи топлива; *21* — рычаг остановки двигателя

насосом при его регулировке на стенде можно изменять болтом *21*.

Регулятор частоты вращения дизеля КамАЗ-740. Регулятор расположен в «развале» топливного насоса высокого давления. Движение к зубчатому колесу *11* (см. рис. 95) регулятора передается от кулачкового вала *29* через зубчатые колеса *2* и *8*. Одной из особенностей этого регулятора является державка *12* грузов, выполненная как одно целое с зубчатым колесом регулятора. Державка вращается на двух шарикоподшипниках. Внутри нее находится ступица подвижной муфты *16*, которая упирается в палец *17* рычага регулятора. Рычаг *9* (рис. 102) регулятора одним концом связан с промежуточным рычагом *17*, а другим через палец *10* — с рейкой *11* топливного насоса. Для согласо-

ванного передвижения реек они соединены между собой при помощи соответствующих пальцев и рычага *12*. Рычаг *13* управления регулятором жестко связан с небольшим промежуточным рычагом. Между промежуточными рычагами установлена пружина *16*, усилие от которой передается на рычаг *9*.

Смазывание регулятора и насоса высокого давления – циркуляционное, под давлением от общей смазочной системы двигателя.

При работе двигателя в некотором режиме в регуляторе всегда устанавливается равновесие между центробежными силами грузов *7* и усилием пружины *16*. Если водитель автомобиля нажимает ногой на педаль *2* (рис. 103) управления подачей топлива, то через систему рычагов и тяг поворачивается на некоторый угол рычаг *19* управления регулятором или рычаг *13* (см. рис. 102), что приводит к увеличению натяжения пружины *16*. Пружина *16* действует через промежуточный рычаг *17* на рычаг *9* и перемещает его. Рычаг *9* перемещает рейки *11* в сторону увеличения подачи топлива. Частота вращения возрастает до тех пор, пока не наступит равновесие между центробежной силой грузов и усилием пружины. При уменьшении нагрузки на двигатель частота вращения коленчатого вала возрастает. Грузы регулятора расходятся и, преодолевая сопротивление пружины *16*, поворачивают рычаг *9*, который перемещает рейки *11* в сторону уменьшения подачи топлива, восстанавливая нарушенный режим.

Для остановки двигателя необходимо уменьшить частоту вращения коленчатого вала до минимальной и вытянуть кнопку ручного управления рычагом *21* остановки двигателя. Эта кнопка расположена справа от сиденья водителя на уплотнителе опоры рычага переключения передач.

Топливопроводы. В топливной системе дизеля применяются топливопроводы низкого и высокого давления. Первые предназначены для подвода топлива из бака через соответствующие фильтры к топливоподкачивающему насосу, насосу высокого давления и отвода излишков топлива в бак. Изготовлены они из латунных или стальных трубок и присоединяются к приборам пустотелыми болтами, а контактные поверхности уплотняются медными шайбами толщиной 1,5 мм.

Топливопроводы высокого давления соединяют форсунки и насос высокого давления. Все они имеют одинаковую

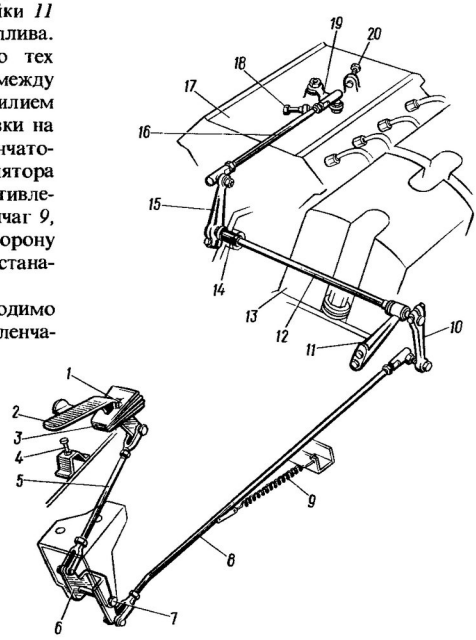


Рис. 103.
Привод управления регулятором:
1 – ось педали; *2* – педаль управления подачей топлива; *3* – уплотнитель педали; *4* – упорный болт; *5* – передняя тяга; *6* – двуплечий рычаг; *7* – ось рычага; *8* – продольная тяга; *9* – возвратная пружина; *10* – рычаг вала привода; *11* – кронштейн вала; *12* – вал привода; *13* – двигатель; *14* – антифрикционная втулка; *15* – рычаг тяги; *16* – тяга рычага управления; *17* – насос высокого давления; *18* – болт ограничения минимальной частоты вращения; *19* – рычаг управления регулятором; *20* – болт ограничения максимальной частоты вращения

длину и выполнены из стальных трубок с внешним диаметром 7 мм и внутренним — 2 мм. Их концы, изготовленные высадкой в форме конуса, привернуты накидными гайками с шайбами к конусным гнездам штуцеров топливного насоса и форсунок. Во избежание поломок от вибрации топливопроводы прикреплены специальными скобами и кронштейнами.

Глава 10

Системы зажигания и электрического пуска

Электрическую энергию в автомобилях используют для зажигания рабочей смеси в цилиндрах, вращения коленчатого вала при пуске двигателя, внутреннего и наружного освещения, звуковой и световой сигнализации, а также для питания контрольных приборов и аппаратуры. Кратко рассмотрим назначение, устройство и работу основных систем зажигания и пуска. Более подробно устройство, работу аппаратов и приборов системы электрооборудования, а также их неисправности изучают в курсе «Электрооборудование автомобилей».

Система зажигания служит для создания тока высокого напряжения, распределения его по цилиндрам двигателя и воспламенения рабочей смеси в камере сгорания в определенные моменты. На автомобильных двигателях применяют контактную систему батарейного зажигания, а в настоящее время чаще используют контактно-транзисторную и бесконтактно-транзисторную системы зажигания. На стационарных двигателях (или пусковых) применяют систему зажигания от магнето. Основным источником электрической энергии является генератор переменного тока, а аккумуляторная батарея подает питание потребителям только при неработающем двигателе, во время его пуска и при работе с малой частотой вращения коленчатого вала. Источники тока и приборы электрооборудования современных автомобилей рассчитаны на напряжение 12 В, а автомобилей КамАЗ, МАЗ, КрАЗ и БелАЗ — на 24 В.

§ 48. Контактная система батарейного зажигания

Для создания искрового разряда между электродами свечи зажигания необходимо высокое напряжение (15 000 — 30 000 В), так как газы, находящиеся в цилиндре, не проводят ток низкого напряжения. На современных автомобильных двигателях применяют однопроводную систему соединения источников тока с потребителями. Вторым проводником электрической энергии служит масса (корпус) — все соединенные между собой металлические части автомобиля. При однопроводной системе включения приборов электрооборудования уменьшается число проводов, упрощается техническое обслуживание и уменьшается стоимость системы. Отрицательные выводы генератора, аккумуляторной батареи и всех потребителей электроэнергии соединены с массой, а положительные изолированы от нее. В эксплуатации необходимо внимательно следить за состоянием изоляции на проводах и за их креплением, так как при нарушении изоляции может возникнуть короткое замыкание.

В контактную систему батарейного зажигания (рис. 104) входят следующие элементы: аккумуляторная батарея *17;* катушка зажигания *12;* прерыватель *5* низкого напряжения с конденсатором *6*; распределитель импульсов высокого напряжения *20*; свечи зажигания *25*; выключатель зажигания *8*; амперметр *16*. Прерыватель *5* имеет два контакта: неподвижный *3*, соединенный с массой; подвижный *2*, расположенный на рычажке *1* и соединенный проводом *7* с первичной обмоткой *10* катушки зажигания. В прерывателе установлен вращающийся валик с кулачком *4*, при помощи которого размыкаются контакты. В системе зажигания в качестве источника электрического тока используется генератор переменного тока.

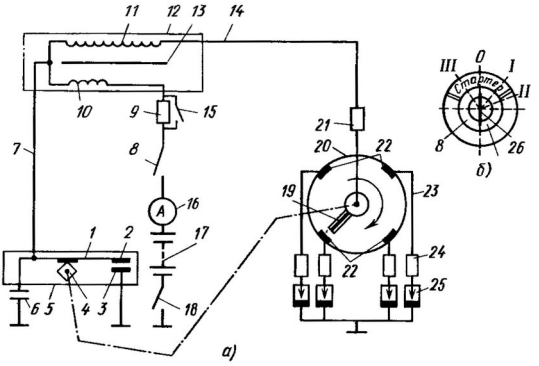


Рис. 104.
Схема контактной системы батарейного зажигания:
а – схема; *б* – положения ключа выключателя зажигания и стартера; *1* – рычажок прерывателя; *2* – подвижный контакт; *3* – неподвижный контакт; *4* – кулачок; *5* – прерыватель низкого напряжения; *6* – конденсатор; *7*, *14* и *23* – провода; *8* – выключатель зажигания; *9* – добавочный резистор; *10* – первичная обмотка; *11* – вторичная обмотка; *12* – катушка зажигания; *13* – магнитопровод; *15* – выключатель добавочного резистора; *16* – амперметр; *17* – аккумуляторная батарея; *18* – выключатель цепи аккумуляторной батареи; *19* – ротор с электродом; *20* – распределитель; *21* и *24* – подавительные резисторы; *22* – электроды; *25* – свеча зажигания; *26* – ключ выключателя зажигания

При замыкании контактов прерывателя ток от аккумуляторной батареи проходит по первичной обмотке катушки зажигания, создавая вокруг нее магнитное поле. Цепь низкого напряжения следующая: положительный вывод аккумуляторной батареи *17* – амперметр *16* – выключатель зажигания *8* – добавочный резистор *9* – первичная обмотка *10* – провод *7* – подвижный контакт *2* – неподвижный контакт *3* – масса – выключатель *18* цепи аккумуляторной батареи – отрицательный вывод аккумуляторной батареи.

При размыкании контактов прерывателя обесточивается первичная обмотка катушки зажигания и резко уменьшается магнитное поле. Магнитный поток исчезающего поля пересекает витки вторичной и первичной обмоток, при этом индуктируется электродвижущая сила (ЭДС) высокого напряжения во вторичной и ЭДС самоиндукции в первичной обмотках. Возникающие во вторичной обмотке импульсы высокого напряжения подводятся к свечам зажигания в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. Вращающийся ротор *19* своим электродом распределяет импульсы высокого напряжения по электродам крышки распределителя. Частота вращения ротора в 2 раза меньше частоты вращения коленчатого вала и, таким образом, совпадает с частотой вращения кулачка прерывателя. Положение пластины ротора напротив каждого из электродов крышки распределителя соответствует разомкнутому состоянию контактов прерывателя.

Цепь высокого напряжения следующая: вторичная обмотка *11* – провод *14* высокого напряжения – подавительный резистор *21* – электрод ротора *19* – один из электродов крышки распределителя *20* – провод *23* – подавительный резистор *24* – свеча зажигания *25* – центральный электрод свечи – боковой электрод свечи – масса – выключатель *18* цепи аккумуляторной батареи – отрицательный вывод аккумуляторной батареи *17* – положительный вывод аккумуляторной батареи *17* – амперметр *16* – выключатель зажигания *8* – добавочный резистор *9* – первичная обмотка *10* – вторичная обмотка катушки зажигания *12*.

В первичной обмотке ток самоиндукции возникает при замыкании и размы-

кании контактов прерывателя. Ток самоиндукции замедляет процесс исчезновения тока в первичной обмотке, что нежелательно, так как при размыкании контактов увеличивается период искрообразования между ними, снижаются эффективность и надежность системы зажигания. Параллельно контактам прерывателя включен конденсатор *6*. В момент размыкания цепи низкого напряжения конденсатор заряжается током самоиндукции, а затем при разомкнутых контактах разряжается через первичную обмотку.

Выключатель зажигания *8* необходим для остановки работающего двигателя размыканием первичной обмотки катушки зажигания. Он нужен и для включения зажигания перед пуском двигателя. Ключ *26* выключателя зажигания может занимать четыре положения: *0*— зажигание выключено; *I*— зажигание включено; *II*— включены зажигание и стартер; *III*— подведено питание к радиоприемнику. В положении *0* ключ можно вставить и вынуть из замка зажигания. После пуска двигателя ключ выключателя зажигания переводят в положение *I*.

Выключатель *18* цепи аккумуляторной батареи нужен для отключения батареи от массы при выполнении электротехнических работ и для остановки автомобиля на длительное время. Выключатель *18* защищает электрооборудование от короткого замыкания или от пожара при неисправной проводке, а также позволяет отключить батарею от всех потребителей электрической энергии, непосредственно не отсоединяя провода, отходящие от нее. В этом случае остается включенным аварийное освещение — плафон кабины и розетка переносной лампы.

Контактная система батарейного зажигания (классическая), применяемая на автомобильных двигателях с 1925 г., сравнительно проста, что и обусловило ее распространение. В настоящее время в автомобилестроении наметились тенденции увеличения частоты вращения коленчатого вала и числа цилиндров двигателя. При эксплуатации форсированных автомобильных двигателей выявились существенные недостатки контактной системы батарейного зажигания: быстро обгорают и изнашиваются контакты прерывателя, так как через них проходит ток значительной силы (до 7—8 А); увеличивается зазор между контактами прерывателя, а следовательно, и угол опережения зажигания, что снижает надежность работы системы зажигания; резко уменьшается ток в цепи низкого напряжения, вследствие чего снижается и ток в цепи высокого напряжения; возникают перебои с воспламенением рабочей смеси; затрудняется пуск двигателя; снижаются экономичность и мощность двигателя. В настоящее время широкое распространение получает контактно-транзисторная система зажигания, а на отдельных двигателях и бесконтактно-транзисторная система.

§ 49. Контактно-транзисторная система зажигания

Это новая, связанная с использованием полупроводниковых приборов, система зажигания, в которой источником электроэнергии также является аккумуляторная батарея с генератором.

Преимущества контактно-транзисторной системы зажигания по сравнению с батарейной системой следующие: через контакты прерывателя проходит небольшой ток управления транзистора, а не ток (до 8 А) первичной обмотки катушки зажигания, поэтому исключаются эрозия и износ контактов; возрастают ток высокого напряжения и энергия искрового разряда, что позволяет увеличить зазор между электродами свечи зажигания, облегчается пуск и улучшается экономичность двигателя.

Транзистор — трехэлектродный прибор, изменяющий сопротивление от нескольких сот омов (транзистор закрыт) до нескольких долей ома (транзистор открыт). Имея малое сопротивление во включенном состоянии и очень большое сопротивление в выключенном состоянии, транзистор вполне удовлетворяет требованиям, предъявляемым к пере-

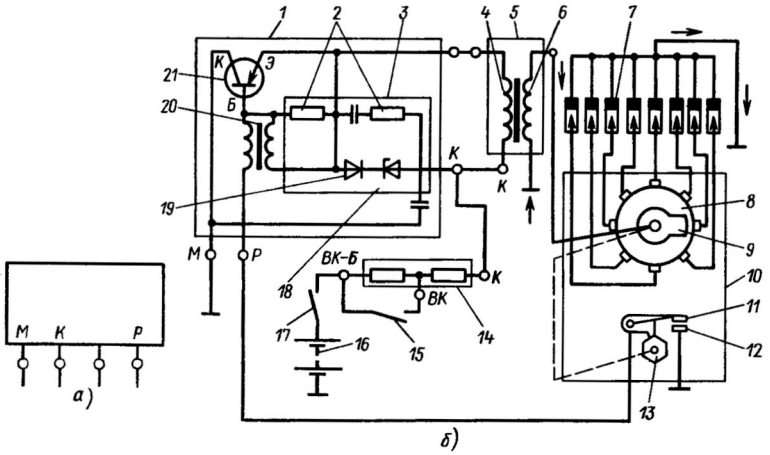


Рис. 105.
Схема контактно-транзисторной системы зажигания двигателя ЗИЛ-130 (стрелками указана цепь высокого напряжения):

а – расположение выводов на транзисторном коммутаторе; *б* – общая схема системы зажигания; *1* – транзисторный коммутатор ТК102; *2* – резисторы; *3* – блок защиты транзистора; *4* – первичная обмотка; *5* – катушка зажигания; *6* – вторичная обмотка; *7* – свечи зажигания; *8* – крышка; *9* – ротор с электродом; *10* – распределитель зажигания; *11* – подвижный контакт; *12* – неподвижный контакт; *13* – кулачок прерывателя; *14* – добавочные резисторы СЭ107; *15* – выключатель добавочного резистора; *16* – аккумуляторная батарея; *17* – выключатель зажигания; *18* – стабилитрон; *19* – диод; *20* – импульсный трансформатор; *21* – германиевый транзистор; *К, Б* и *Э* – электроды транзистора (соответственно коллектор, база и эмиттер)

ключающим элементам. В контактно-транзисторной системе зажигания транзистор работает в режиме переключения (режим ключа).

Контактно-транзисторная система зажигания двигателя ЗИЛ-130 (рис. 105) состоит из транзисторного коммутатора *1*, катушки зажигания *5*, свечей зажигания *7*, распределителя *10*, добавочных резисторов *14*, выключателя *15* добавочного резистора, аккумуляторной батареи *16* и выключателя зажигания *17*.

Катушка зажигания Б114 – маслонаполненная; выполнена по трансформаторной схеме, т. е. ее первичная и вторичная обмотки не соединены между собой и между ними существует только магнитная связь. Первичная обмотка катушки зажигания имеет два вывода, расположенные на карболитовой крышке. Один вывод обозначен буквой *К*, другой не имеет обозначения. Один вывод вторичной обмотки присоединен к корпусу, а другой соединен с проводом высокого напряжения, укрепленным в центральном отверстии крышки катушки зажигания. При установке катушки зажигания ее надежно соединяют с массой так, чтобы не было зазоров, окалины и т. д.

Добавочные резисторы СЭ107, выполненные в виде двух спиралей, установлены в отдельном кожухе и имеют три вывода: *ВК-Б, ВК* и *К*. Спирали изготовлены из константановой проволоки, сопротивление которой при нагреве не изменяется, и в первичной обмотке катушки зажигания поддерживается постоянное напряжение.

Транзисторный коммутатор ТК102 состоит из транзистора *21*, импульсного трансформатора *20* и блока *3* защиты транзистора. В блок защиты входят резисторы *2*, диод *19*, стабилитрон *18* и конденсатор. Все приборы коммутатора размещены в алюминиевом корпусе, имеющем ребра для лучшего отвода те-

плоты. У транзисторного коммутатора есть четыре вывода, обозначенные буквами *М, К, Р,* и один без обозначения. Вывод *М* надежно соединяют с массой автомобиля многожильным неизолированным проводом; вывод *К* — с концом первичной обмотки катушки зажигания; вывод без обозначения — со вторым концом первичной обмотки катушки зажигания и вывод *Р* — с подвижным контактом прерывателя. Первичная обмотка катушки зажигания включена в цепь эмиттера (*Э*), а контакты прерывателя — в цепь базы (*Б*) транзистора.

Работа контактно-транзисторной системы зажигания. Если выключатель зажигания *17* включен, а контакты прерывателя разомкнуты, то транзистор *21* заперт, так как нет тока в его цепи управления, т. е. в переходе эмиттер — база. Ток не проходит и между эмиттером и коллектором на массу, так как сопротивление этого перехода очень большое. При замыкании контактов прерывателя в цепи управления транзистора (эмиттер — база) проходит ток, в результате транзистор открывается. Сила тока управления невелика (около 0,8 А) и уменьшается до 0,3 А с увеличением частоты вращения кулачка прерывателя. В контактно-транзисторной системе зажигания имеются две цепи низкого напряжения: цепь управления транзистора и цепь рабочего тока.

Цепь управления транзистора: положительный вывод аккумуляторной батареи *16* — выключатель зажигания *17* — выводы *ВК-Б* и *К* добавочных резисторов *14* — первичная обмотка *4* катушки зажигания *5* — вывод транзисторного коммутатора *1* — электроды перехода эмиттер — база транзистора *21* — первичная обмотка импульсного трансформатора *20* — вывод *Р* — контакты *11* и *12* прерывателя — масса — отрицательный вывод аккумуляторной батареи. При прохождении тока управления транзистора через переход эмиттер — база значительно уменьшается сопротивление перехода эмиттер — коллектор, и транзистор открывается, включая цепь рабочего тока (7—8 А).

Цепь рабочего тока низкого напряжения: положительный вывод аккумуляторной батареи *16* — выключатель зажигания *17* — выводы *ВК-Б* и *К* добавочных резисторов *14* — первичная обмотка *4* катушки зажигания *5* — вывод транзисторного коммутатора *1* — электроды перехода эмиттер — коллектор транзистора *21* — вывод *М* — масса — отрицательный вывод аккумуляторной батареи. При размыкании контактов прерывателя прекращается ток в цепи управления транзистора и значительно возрастает его сопротивление. Транзистор закрывается, выключая цепь рабочего тока низкого напряжения. Магнитный поток изменяющегося поля пересекает витки катушки зажигания, индуктируя во вторичной обмотке ЭДС, в результате чего возникает высокое напряжение (около 30 000 В), а в первичной обмотке ЭДС самоиндукции (около 80—100 В).

Цепь высокого напряжения: вторичная обмотка *6* катушки зажигания *5* — ротор *9* распределителя *10* — свечи зажигания *7* (в соответствии с порядком работы двигателя) — масса — вторичная обмотка *6* катушки зажигания *5*.

Импульсный трансформатор необходим для быстрого запирания транзистора. При размыкании контактов прерывателя во вторичной обмотке импульсного трансформатора индуктируется ЭДС самоиндукции, направление которой противоположно направлению рабочего тока на переходе база — эмиттер. Благодаря этому быстро исчезает магнитное поле и ток в первичной обмотке *4* катушки зажигания *5*. Диод *19* и стабилитрон *18* предохраняют транзистор от пробоя ЭДС самоиндукции. Они включены параллельно первичной обмотке *4* катушки зажигания *5*, а между собой соединены последовательно, со встречным направлением проводимостей. Диод *19* препятствует прохождению тока через стабилитрон *18* в прямом направлении — мимо первичной обмотки катушки зажигания.

Необходимо помнить, что контакты прерывателя пропускают и прерывают только силу тока управления транзистора, равную 0,3—0,8 А. Если на них по-

пало масло, образовалась масляная пленка или слой окиси, то ток управления транзистора не сможет пройти через контакты. Поэтому контакты прерывателя промывают бензином и следят за тем, чтобы они всегда были чистыми.

§ 50. Форкамерно-факельное зажигание

На автомобиле ГАЗ-3102 «Волга» установлен двигатель с форкамерно-факельным зажиганием рабочей смеси. Кратко рассмотрим особенности работы этого четырехцилиндрового карбюраторного двигателя. Цилиндры *1* (рис. 106) расположены вертикально в один ряд. Сверху они закрыты общей головкой *11*, отлитой из алюминиевого сплава. В головке цилиндров находятся основные камеры сгорания *16* и рядом с ними форкамеры *14*. Каждая форкамера соединяется с основной камерой сгорания двумя отверстиями (соплами) диаметром по 3,5 мм. Объем форкамеры небольшой (3,8 см³), и в нее ввернута свеча зажигания *13*.

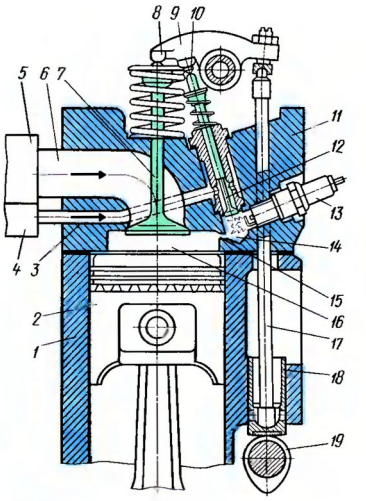


Рис. 106.
Схема двигателя с форкамерно-факельным зажиганием:
1 — цилиндр; *2* — поршень; *3* — канал питания форкамеры; *4* — форкамерная секция карбюратора; *5* — карбюратор; *6* — впускной канал; *7* — впускной клапан основной камеры; *8* — боек коромысла; *9* — коромысло; *10* — регулировочный винт дополнительного плеча коромысла; *11* — головка цилиндров; *12* — клапан форкамеры; *13* — свеча зажигания; *14* — форкамера; *15* — сопловое отверстие; *16* — основная камера сгорания; *17* — штанга; *18* — толкатель; *19* — распределительный вал

Во время вращения распределительного вала *19* кулачок набегает на толкатель *18* и перемещает его вверх вместе со штангой *17*. Она поворачивает общее коромысло *9*, имеющее боек *8*, расположенный над торцом стержня впускного клапана *7* и дополнительное плечо с регулировочным винтом *10*. При повороте коромысла открывается дополнительный клапан *12* форкамеры и затем (почти одновременно) впускной клапан *7* основной камеры сгорания. Горючая смесь поступает в форкамеру из форкамерной секции *4* карбюратора *5* по отдельному каналу *3* питания, выполненному во впускном трубопроводе и в головке цилиндров. При открытом дополнительном клапане *12* в форкамеру поступает обогащенная ($\alpha = 0{,}85 \div 0{,}90$) горючая смесь, а в основную камеру и цилиндр двигателя (при открытом впускном клапане *7*) при движении поршня *2* вниз очень бедная ($\alpha = 1{,}8$) горючая смесь.

В конце такта сжатия между электродами свечи зажигания *13* проскакивает электрическая искра, и рабочая смесь в форкамере воспламеняется. Из форкамеры продукты сгорания смеси выбрасываются через два сопла в основную камеру сгорания в виде двух горящих факелов. Они завихряют и воспламеняют бедную рабочую смесь. Этим достигается быстрое, надежное и полное сгорание рабочей смеси в основной камере сгорания.

Форкамерно-факельный способ зажигания рабочей смеси обеспечивает высокие скорости сгорания и эффективное сжигание бедных смесей при работе двигателя на обычных эксплуатационных режимах. Это значительно улучшает экономичность двигателя. Применение бедных горючих смесей исключает недогорание топлива, что су-

щественно снижает токсичность отработавших газов. Только для получения максимальной мощности двигателя, когда дроссельные заслонки карбюратора открыты почти полностью, состав смеси обогащается.

Применение форкамерно-факельного зажигания рабочей смеси в двигателе повлекло за собой и некоторые изменения в карбюраторе. На двигателе установлен карбюратор К-156 с падающим потоком горючей смеси, имеющий две основные и одну дополнительную для форкамерной системы камеры. Открытие дроссельных заслонок основных камер происходит последовательно, как и в карбюраторе К-126Г, устанавливаемого на двигателе автомобиля ГАЗ-24 «Волга». Открытие дроссельной заслонки форкамерной секции карбюратора происходит вследствие кинематической связи с дроссельной заслонкой первичной камеры карбюратора.

§ 51. Приборы системы зажигания

Аккумуляторная батарея. Это электрический прибор, накапливающий электроэнергию при заряде и отдающий ее во внешнюю цепь при разряде. При заряде аккумуляторной батареи электрическая энергия, поступающая в нее, превращается в химическую и в таком виде накапливается. Во время разряда химическая энергия вновь преобразуется в электрическую и питает электроприборы. Для заряда аккумуляторной батареи необходим только постоянный ток. На автомобилях, автобусах и тракторах применяют стартерные свинцовые аккумуляторные батареи (ГОСТ 959.0—79 Е).

Автомобильные аккумуляторные батареи называют стартерными, так как их используют, кроме других целей, прежде всего для питания пускового электродвигателя — стартера. В начальный момент пуска двигателя стартеры СТ130Б и СТ103 при полном торможении якоря потребляют силу тока, достигающую 600—825 А.

Аккумуляторная батарея состоит из моноблока, разделенного перегородками на три или шесть отсеков. Внутрь каждого отсека установлен пакет, состоящий из положительных и отрицательных электродов (пластин) с сепараторами. Одноименные электроды соединены параллельно. Отсеки сверху закрыты общей или отдельными крышками, в которых есть отверстия для заливки электролита. Места соединений крышек с моноблоком заполнены кислотоупорной мастикой. Чтобы не было коробления крайнего положительного электрода, число отрицательных электродов на один больше, чем положительных.

Основные данные, характеризующие аккумуляторную батарею, указаны в ее маркировке: 6СТ-60ЭМ, 6СТ-75ЭМС, 6СТ-90ЭМС и т. д. Первая цифра означает число последовательно соединенных в батареи аккумуляторов; буквы СТ указывают, что батарея предназначена для использования в качестве стартерной; число после букв означает номинальную емкость батареи в ампер-часах при двадцатичасовом режиме разряда и средней температуре электролита 25 °С; буква Э — бак батареи изготовлен из эбонита; буква Т — бак из термопласта; буква М — сепаратор изготовлен из мипласта; буква Р — сепаратор из мипора; буквы МС означают двойную сепарацию из мипласта со стекловолокном. Наша промышленность выпускает сухозаряженные аккумуляторные батареи, приводимые в рабочее состояние трехчасовой пропиткой электролитом с относительной плотностью (1,265±0,05) г/см³, приведенной к 15 °С, и последующим зарядом в течение 5 ч.

В качестве электролита применяют раствор серной кислоты в дистиллированной воде. В заряженной батарее относительная плотность электролита равна 1,25—1,31 г/см³ и колеблется в зависимости от времени года и района, в котором эксплуатируется аккумуляторная батарея.

Генератор. Для преобразования механической энергии в электрическую, необходимую для питания всех приборов электрооборудования автомобиля (кроме стартера) и для заряда аккумулятор-

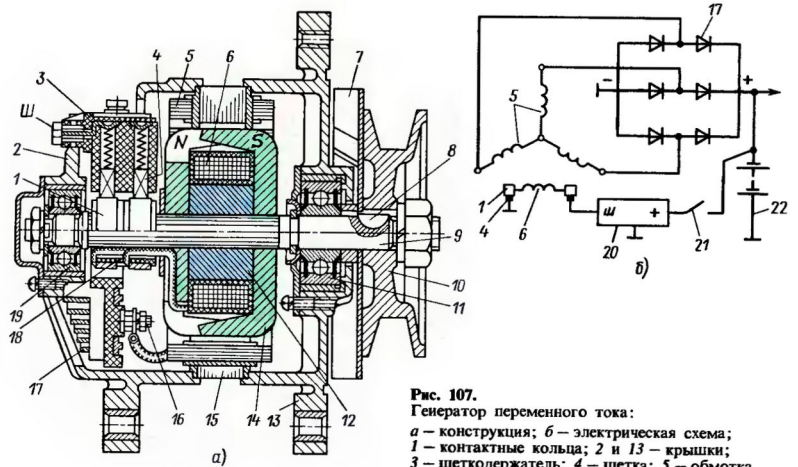


Рис. 107.
Генератор переменного тока:
а — конструкция; *б* — электрическая схема; *1* — контактные кольца; *2* и *13* — крышки; *3* — щеткодержатель; *4* — щетка; *5* — обмотка статора; *6* — обмотка возбуждения; *7* — вентилятор; *8* — шпонка; *9* — вал генератора; *10* — шкив; *11* и *19* — герметизированные шарикоподшипники; *12* — втулка; *14* — полюсные наконечники; *15* — магнитопровод статора; *16* — вывод диодов; *17* — блок кремниевых диодов выпрямителя; *18* — изоляционные втулки; *20* — регулятор напряжения; *21* — выключатель зажигания; *22* — аккумуляторная батарея; *Ш* — вывод, изолированный от корпуса

ной батареи, служит генератор. Он является основным источником электрической энергии на автомобиле.

Генератор переменного тока проще по конструкции, надежнее в работе, меньше по размерам и массе по сравнению с генератором постоянного тока. Поэтому в настоящее время на автомобилях получили широкое распространение генераторы переменного тока. Генератор переменного тока (рис. 107, *а*) — трехфазная двенадцатиполюсная синхронная электрическая машина с блоком полупроводниковых выпрямителей — кремниевых диодов, преобразующих переменный ток в постоянный. Ротор генератора приводится во вращение от шкива коленчатого вала двигателя при помощи ременной передачи.

Генератор состоит из статора, ротора, двух крышек *2* и *13*, вентилятора *7* и шкива *10*. Магнитопровод *15* статора набран из отдельных изолированных стальных пластин. На внутренней стороне статора имеются восемнадцать выступов, на которых установлены катушки. Они распределены на три фазы (группы) по шесть последовательно объединенных катушек, соединенных по схеме звезда (рис. 107, *б*). Другие концы фаз выводами *16* (рис. 107, *а*) присоединены к блоку *17* кремниевых диодов выпрямителя. При этом каждая фаза связана с двумя диодами разной полярности (рис. 107, *б*).

На валу *9* (рис. 107, *а*) генератора напрессованы втулка *12*, полюсные наконечники *14* и изоляционные втулки *18* контактных колец *1*. На втулке между полюсными наконечниками расположена обмотка *6* возбуждения. Концы обмотки *6* припаяны к контактным кольцам, к которым прижимаются щетки *4*, находящиеся в щеткодержателе *3*. Одна щетка соединена с корпусом генератора, а вторая изолирована от него и соединена с выводом *Ш*. Полюсные наконечники имеют по шесть полюсов разной полярности (*N* и *S*), образующих двенадцатиполюсную магнитную систему.

При вращении ротора магнитные силовые линии пересекают обмотку статора, возбуждая в ней ЭДС, переменную по величине и направлению. Об-

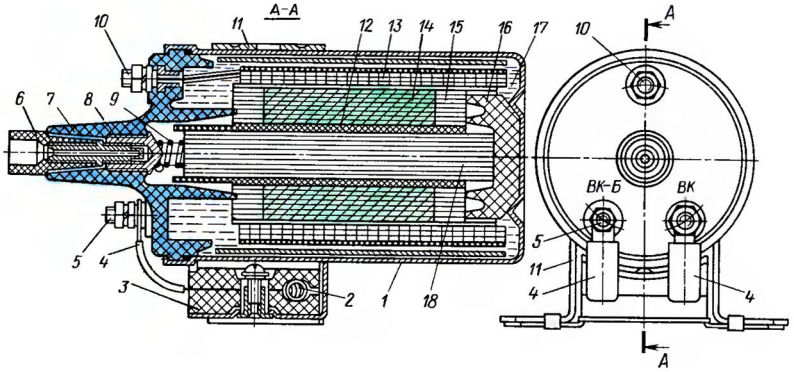


Рис. 108.
Катушка зажигания:
1 – корпус; *2* – резистор; *3* – держатель резистора; *4* – шина; *5* – зажим высокого напряжения; *6* – вывод высокого напряжения; *7* – крышка; *8* – выводной контакт вторичной обмотки; *9* – пружина; *10* – зажим низкого напряжения; *11* – скоба крепления катушки; *12* – проводник; *13* – первичная обмотка; *14* – вторичная обмотка; *15* – изоляционные прокладки; *16* – изолятор; *17* – масло; *18* – магнитопровод; *ВК* и *ВК-Б* – выводы

мотка *6* возбуждения генератора при пуске двигателя получает питание от аккумуляторной батареи, а во время работы двигателя – от выпрямителя. Генератор имеет три вывода: положительный – для соединения с аккумуляторной батареей и нагрузкой; вывод *Ш* – для соединения с выводом *Ш* регулятора напряжения; отрицательный – для соединения с массой автомобиля и регулятором напряжсния.

Катушка зажигания. Ток низкого напряжения в катушке зажигания преобразуется в ток высокого напряжения. В контактных системах зажигания применяют катушки зажигания напряжением 12 В: Б114, Б114-Б, Б115, Б115-В, Б117 и др. Они все имеют аналогичную конструкцию, но отличаются числом витков, диаметром проводов первичной и вторичной обмоток и соответствующей связью между обмотками.

Катушка зажигания (типа Б115) имеет магнитопровод *18* (рис. 108), набранный из отдельных полос электротехнической стали, изолированных между собой окалиной. Поверх магнитопровода надета изолирующая трубка из электротехнического картона, на которую намотана сначала вторичная обмотка *14*, а затем (через слой изоляционной бумаги) первичная обмотка *13*. При таком расположении обмоток снижается нагрев катушки зажигания во время работы двигателя.

Один конец вторичной обмотки *14* присоединен к первичной обмотке *13*, а другой – к выводному контакту *8*. При таком соединении обмоток между ними существует автотрансформаторная связь, т. е. электрическая и магнитная. Концы первичной обмотки *13* соединены с зажимами *5* и *10*. Поверх первичной обмотки расположены слой изоляционной бумаги и кольцевой магнитопровод из трансформаторного железа для усиления магнитного потока и отвода теплоты.

Магнитопровод с обмотками помещен в герметичный корпус *1* и закреплен в нем изолятором *16* и крышкой *7*. Пространство между корпусом и обмотками заполнено трансформаторным маслом, улучшающим изоляцию и отводящим теплоту от обмоток.

При работе прерывателя сила тока в первичной обмотке катушки зажигания непрерывно меняется: уменьшается при размыкании контактов и увеличивается при их замыкании. Сила тока

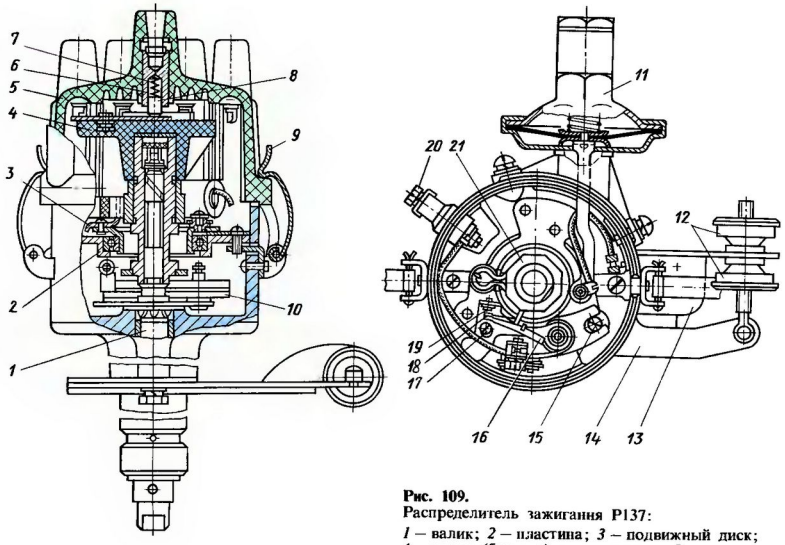


Рис. 109.
Распределитель зажигания Р137:
1 – валик; *2* – пластина; *3* – подвижный диск; *4* – ротор (бегунок) с электродом; *5* – крышка; *6* – вывод высокого напряжения; *7* – пружина; *8* – контактный уголек; *9* – защелка крышки; *10* – центробежный регулятор; *11* – вакуумный регулятор; *12* – регулировочные гайки октан-корректора; *13* и *14* – нижняя и верхняя пластины октан-корректора; *15* – эксцентрик; *16* – рычажок; *17* – винт крепления прерывателя; *18* – подвижный контакт; *19* – неподвижный контакт; *20* – вывод низкого напряжения; *21* – кулачок прерывателя

в первичной обмотке зависит от продолжительности замыкания контактов прерывателя. В случае большой частоты вращения коленчатого вала контакты замыкаются на очень малое время; при этом сила тока в первичной обмотке и напряжение во вторичной уменьшаются. Работа многоцилиндрового двигателя в этих условиях становится неустойчивой в результате возникающих перебоев в контактной системе батарейного зажигания. Для уменьшения этих отрицательных явлений в первичную обмотку катушки зажигания последовательно включен резистор (вариатор) *2*. Это приводит к тому, что сопротивление первичной обмотки катушки зажигания становится переменным: при малой частоте вращения коленчатого вала оно увеличивается, при большой – уменьшается, а сила тока несколько возрастает.

В период пуска двигателя стартером, потребляющим большую силу тока, снижается напряжение на полюсных выводах аккумуляторной батареи и сила тока в первичной обмотке катушки зажигания. Поэтому резистор в момент пуска двигателя шунтируется контактами стартера.

Распределитель. Прерыватель-распределитель состоит из прерывателя тока низкого напряжения и распределителя тока высокого напряжения, объединенных в одном приборе.

На двигателе автомобиля ЗИЛ-130 с контактно-транзисторной системой зажигания установлен распределитель Р137. Подобного типа распределители (Р133) применяют на двигателях автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12 и др. Эти распределители не имеют конденсаторов. Валик распределителя приводится во вращение от распределительного вала двигателя.

Распределитель Р137 (рис. 109) состоит из корпуса, в котором устано-

влены центробежный регулятор *10*, прерыватель низкого напряжения и ротор *4* с электродом, и крышки *5*, закрывающей корпус сверху. К корпусу привернуты вакуумный регулятор *11* опережения зажигания и пластины октан-корректора с регулировочными гайками *12*. К корпусу распределителя прикреплена винтами неподвижная пластина *2*, на которой на шарикоподшипнике смонтирован подвижный диск *3*. На диске установлена пластина, имеющая стойку с неподвижным контактом *19* прерывателя. Подвижный контакт *18* находится на той же пластине на изолированном от корпуса рычажке *16* и всегда прижат к неподвижному контакту пружиной. Подвижный контакт *18* проводом соединен с выводом *20* низкого напряжения, изолированным от корпуса. К этому выводу присоединен провод от катушки зажигания. При вращении валика *1* выступы кулачка *21* набегают на текстолитовую колодку подвижного контакта, и контакты размыкаются. Оптимальный зазор между контактами прерывателя равен 0,35—0,45 мм.

Регулятор опережения зажигания. При рассмотрении рабочего цикла двигателя было условно принято, что воспламенение рабочей смеси в цилиндре происходит при положении поршня в ВМТ. Скорость сгорания смеси в цилиндре двигателя очень велика, но все же на сгорание необходимо определенное время. Если рабочую смесь воспламенять в момент нахождения поршня в ВМТ (позднее зажигание), то она будет сгорать при увеличивающемся объеме, что приведет к перегреву двигателя и снижению его мощности и экономичности. Если смесь сгорает до прихода поршня в ВМТ (раннее зажигание), то также нарушается нормальная работа двигателя; образующиеся газы давят на поднимающийся поршень, и он получает «обратный удар». Следовательно, смесь необходимо воспламенять до прихода поршня в ВМТ (в конце такта сжатия) с некоторым опережением. Опережение зажигания устанавливают с таким расчетом, чтобы к началу рабочего хода почти вся смесь успела сгореть и давление газов на поршень было наибольшим.

Углом опережения зажигания называют угол, на который кривошип коленчатого вала не доходит до ВМТ в момент появления искры между электродами свечи зажигания. Наивыгоднейший угол опережения зажигания зависит от соотношения между частотой вращения коленчатого вала и скоростью сгорания смеси данного состава. С возрастанием частоты вращения коленчатого вала угол опережения зажигания необходимо увеличить, так как повышается скорость движения поршней и остается меньше времени на горение смеси. Продолжительность периода сгорания смеси зависит от скорости распространения фронта пламени во время горения, которая не превышает 35 м/с. На скорость распространения фронта пламени влияют состав смеси и ее турбулентность, форма камеры сгорания, диффузия (проникновение) активных центров в свежую смесь, конвекция (перенос теплоты) в верхнюю часть камеры сгорания и другие факторы. Поэтому чем выше скорость сгорания смеси, тем меньше должен быть угол опережения зажигания.

Центробежный регулятор. На валике (рис. 110, *а*) распределителя закреплена пластина *5* с двумя шпильками *7*, являющимися осями для грузиков *2*. Кулачок *9* напрессован на втулку, которая свободно посажена на верхний конец валика *6* и жестко соединена с пластиной *8*, надетой прорезями *12* на штифты *1*. Кулачок удерживается от осевого смещения вверх шайбой *10* и стопорным кольцом *11*. При увеличении частоты вращения коленчатого вала грузики под действием сил инерции расходятся, преодолевая натяжение пружин *3*. При помощи штифтов *1* грузики *2* поворачивают пластину *8*, а вместе с ней и кулачок *9* в направлении вращения кулачкового вала. В этом случае выступы кулачка раньше размыкают контакты прерывателя, увеличивая угол опережения зажигания. При уменьшении частоты вращения вала силы инерции грузиков уменьшаются, и сжимаю-

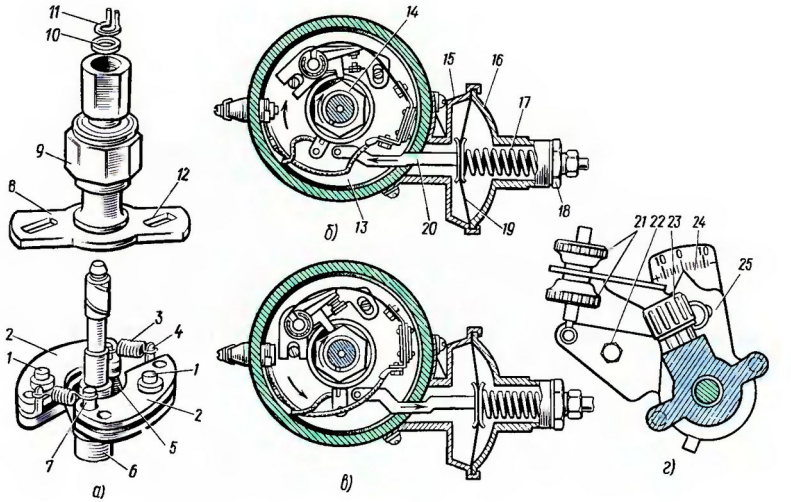


Рис. 110.
Регуляторы опережения зажигания:
а — центробежный; *б* и *в* — вакуумный (соответственно позднее и раннее зажигание); *г* — октан-корректор; *1* — штифт грузиков; *2* — грузики; *3* — пружина грузиков; *4* — стойка подвески пружин; *5* — пластина; *6* — валик распределителя; *7* — шпилька грузика; *8* — пластина кулачка; *9* — кулачок; *10* — опориая шайба; *11* — стопорное кольцо; *12* — продольная прорезь; *13* — подвижиый диск; *14* — кулачок; *15* — крышка; *16* — корпус вакуумного регулятора; *17* — пружина; *18* — ниппель; *19* — мембрана; *20* — тяга; *21* — регулировочные гайки; *22* — болт; *23* — колпачковая масленка; *24* — нижняя пластиина; *25* — верхняя пластина

щиеся пружины *3* приближают их к исходному положению. В результате этого кулачок прерывателя поворачивается в направлении, обратном направлению вращения. Выступы кулачка позже размыкают контакты прерывателя, и угол опережения зажигания уменьшается.

Вакуумный регулятор. Он изменяет угол опережения зажигания в зависимости от нагрузки двигателя, т. е. от степени открытия дроссельной заслонки. Вакуумный регулятор состоит из корпуса *16* (рис. 110, *б*) и крышки *15*, между которыми зажата мембрана *19*, соединенная тягой *20* с подвижным диском *13* прерывателя. Пружина *17* действует на мембрану и через тягу повертывает подвижный диск по направлению вращения кулачка *14*, что соответствует позднему зажиганию. При уменьшении нагрузки на двигатель дроссельную заслонку прикрывают, и разрежение во впускном трубопроводе и в полости корпуса *16* (передающееся через ниппель *18*) увеличивается. Под действием разности давлений мембрана *19*, преодолевая силу сопротивления пружины *17*, перемещается в правую (по схеме) сторону. В этом случае тяга поворачивает диск прерывателя в сторону, противоположную направлению вращения кулачка *14*, и контакты размыкаются раньше (рис, 110, *в*) — угол опережения зажигания увеличивается. Одновременная и независимая работа центробежного и вакуумного регуляторов обеспечивает установку наивыгоднейшего угла опережения зажигания с учетом как частоты вращения коленчатого вала, так и нагрузки двигателя.

При малой частоте вращения холостого хода, когда дроссельная заслонка

прикрыта, двигатель устойчиво работает при позднем зажигании. Этого достигают тем, что отверстие вакуумного регулятора, соединяющее его с карбюратором, располагают несколько выше кромки дроссельной заслонки. Следовательно, в случае прикрытой дроссельной заслонки давление в полостях корпуса и крышки вакуумного регулятора становится почти одинаковым. Разжимающаяся пружина перемещает мембрану, тягу и поворачивает диск (до упора) в сторону направления вращения кулачка прерывателя, и регулятор отключается (позднее зажигание, рис. 110, *б*).

Октан-корректор. В зависимости от октанового числа топлива октан-корректор позволяет изменять угол опережения зажигания поворотом корпуса распределителя. Октан-корректор состоит из пластин *24* и *25* (рис. 110, *г*), наложенных одна на другую. Пластину *24*, имеющую шкалу, прикрепляют к блоку цилиндров, а пластину *25* с указателем – к пластине корпуса распределителя. Регулировочными гайками *21* можно поворачивать корпус и перемещать пластину *25* с указателем по шкале пластины *24*. При перемещении корпуса по указателю на одно деление он повертывается на 2°, что соответствует изменению угла опережения зажигания на 4°. Октан-корректором можно изменять угол опережения зажигания в пределах ± 12° (по углу поворота коленчатого вала). При повороте корпуса прерывателя по часовой стрелке, т. е. в направлении вращения кулачка, угол опережения зажигания уменьшается (позднее зажигание). Если сгорание топлива с малым октановым числом сопровождается детонацией, то угол опережения зажигания необходимо уменьшить.

Свечи зажигания. Для создания искрового промежутка служат свечи зажигания (ГОСТ 2043–74). На отечественных автомобильных двигателях применяют неразборные искровые свечи зажигания, обладающие лучшими тепловыми и электрическими свойствами, большей прочностью и долговечностью. Новые изоляционные материалы: хилумин, боркорунд и синоксаль – в настоящее время начинают заменять уралит.

Свеча состоит из изолятора *8* (рис. 111) с центральным электродом *15* и корпуса *10* с боковым электродом *14*, соединенным с массой (корпусом). В момент, когда свеча зажигания находится под высоким напряжением, между электродами образуется искра, воспламеняющая рабочую смесь в цилиндре.

Для установки свечи зажигания в головку блока на нижней части корпуса *10* имеется резьба. По длине теплового конуса изолятора можно судить о тепловой характеристике свечи зажигания. Свечи с коротким тепловым конусом (рис. 111, *в*) длиной 7.5 мм лучше отводят теплоту от изолятора к корпусу, т. е. обладают более высокой теплоотдачей, и их называют *холодными*. Такие свечи применяют на двигателях с большой степенью сжатия и высоким температурным режимом. Свеча с удлиненным тепловым конусом (рис. 111, *б*), например длиной 16 мм, поглощает много теплоты, медленно остывает, обладает малой теплоотдачей, и ее называют *горячей*. Такие свечи применяют на двигателях с небольшой степенью сжатия и умеренным температурным режимом.

Для свечи зажигания введено понятие калильного числа – условная величина, пропорциональная среднему индикаторному давлению (среднее давление газов на поршень в течение полного цикла), при котором во время испытания свечи на моторной тарировочной установке в цилиндре начинает появляться калильное зажигание, т. е. зажигание (до искры) рабочей смеси от постороннего источника теплоты – перегретых частей свечи или поршня. Калильное зажигание вызывает перегрев двигателя и снижение его мощности.

В ГОСТ 2043–74* предусмотрен определенный ряд калильных чисел: 8; 11; 14; 17; 20; 23; 26. Чем больше калильное число, тем холоднее свеча зажигания. Введена следующая маркировка свечей. Все свечи имеют метрическую резьбу; диаметр их ввертываемой части обозначают буквами А и М. Буква

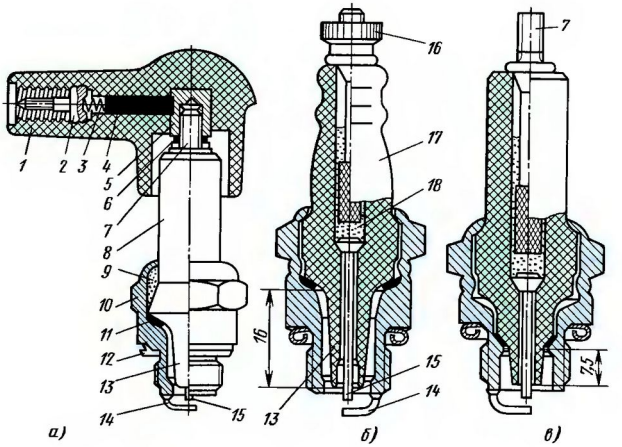


Рис. 111.
Свечи зажигания:

а – устройство; *б* – горячая свеча; *в* – холодная свеча; *1* – корпус наконечника; *2* – вывод; *3* – контактная пружина; *4* – подавительный резистор; *5* – контакт; *6* – стопорная пружина; *7* – стержень центрального электрода; *8* – изолятор; *9* – уплотняющий порошок; *10* – корпус свечи; *11* – медная шайба; *12* – медно-асбестовая шайба; *13* – тепловой конус (юбка); *14* – боковой электрод; *15* – центральный электрод; *16* – контактная гайка; *17* – контактная головка; *18* – токопроводящий стеклогерметик

А соответствует резьбе М14 × 1,25, а буква М – резьбе М18 × 1,5. Если тепловой конус выступает за корпус свечи, то в марке ставят букву В. Длину резьбовой части также обозначают буквами: Н – соответствует длине 11 мм, а Д – длине 19 мм. Буква Т показывает, что по соединению изолятор – центральный электрод герметизация выполнена термоцементом. Если длина резьбовой части корпуса равна 12 мм, тепловой конус не выступает за корпус и герметизация выполнена другим материалом, то в маркировке свечи это не обозначено.

Например, свеча А17ДВ имеет резьбу М14 × 1,25, калильное число 17, длину резьбовой части 19 мм, выступающий тепловой конус; свеча М8Т имеет резьбу М18 × 1,5, калильное число 8, длину резьбовой части 12 мм, невыступающий тепловой конус и герметизацию термоцементом.

Конец провода высокого напряжения, присоединяемый к свече зажигания, укрепляется контактной гайкой *16*. Он может быть снабжен защитным наконечником вертикального или горизонтального типа (рис. 111, *а*), в котором установлен подавительный резистор *4* для устранения радиопомех, вызываемых работой системы зажигания. В крышке *5* (см. рис. 109) корпуса распределителя расположен контактный уголек *8* с подавительным резистором. Между этим резистором и выводом *2* свечи (см. рис. 111) помещена контактная пружина *3*. Контакт *5* и стопорная пружина *6* надежно соединяют корпус защитного наконечника и стержень *7* центрального электрода свечи.

§ 52. Установка зажигания

Момент зажигания рабочей смеси устанавливают при сборке двигателя, после повторной установки распределителя, снимавшегося для осмотра, регулировки или ремонта, а также при нарушении работы двигателя из-за неисправности системы зажигания. Если зажигание на двигателе будет устано-

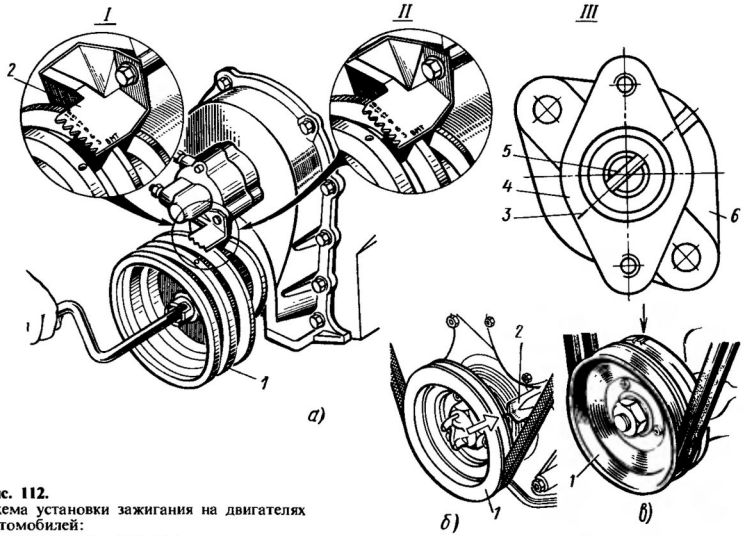


Рис. 112.
Схема установки зажигания на двигателях автомобилей:
а – ЗИЛ-130; *б* – ГАЗ-53А (установка поршня в ВМТ); *в* – ГАЗ-24 «Волга» (установка поршня в ВМТ); *I* – шкив коленчатого вала; *2* – указатель; *3* – риска; *4* – верхний фланец; *5* – паз; *6* – нижний фланец; *I* – установка поршня в ВМТ; *II* – установка отверстия на шкиве против риски на указателе; *III* – установка по рискам привода распределителя зажигания

влено неправильно, то снизятся его мощность и экономичность.

Рассмотрим последовательность установки зажигания на двигателе автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 112, *а*). Основные моменты при установке зажигания являются общими для всех карбюраторных двигателей. Предположим, что распределитель был снят. Тогда для правильной установки зажигания выполняют следующее:

проверяют зазор между контактами прерывателя (0,35–0,45 мм) и, если необходимо, регулируют его; совмещают указатель октан-корректора с риской 0 на нижней пластине;

вывертывают свечу зажигания первого цилиндра и закрывают отверстие этой свечи бумагой или пальцем; поворачивая коленчатый вал, по давлению в цилиндре определяют такт сжатия;

устанавливают поршень первого цилиндра в ВМТ (схема *I*) при такте сжатия (отверстие на шкиве коленчатого вала должно совпадать с меткой ВМТ на указателе *2*);

повертывают валик привода распределителя в сборе так, чтобы паз *5* был параллелен риске *3*, нанесенной на верхнем фланце, и смещен к переднему концу двигателя (схема *III*);

вставляют привод распределителя в гнездо блока, расположив перед этим отверстия в нижнем фланце *6* над резьбовыми отверстиями под болты крепления корпуса к блоку;

в установленном на место приводе распределителя располагают паз *5* на валике параллельно оси, соединяющей отверстия на верхнем фланце *4* корпуса привода;

поворачивая коленчатый вал на два оборота, устанавливают шкив *1* с контрольным отверстием против риски, соответствующей цифре *9* на указателе *2* (схема *II*); устанавливают распределитель на место так, чтобы пластины октан-корректора были направлены вверх (ротор с электродом находится против

вывода на крышке распределителя, от которого идет провод к свече зажигания первого цилиндра);

включают зажигание и осторожно повертывают корпус распределителя против часовой стрелки до момента размыкания контактов прерывателя, который определяют по проскакиванию искры от центрального провода катушки зажигания на корпус или по включению контрольной лампы, присоединенной параллельно контактам прерывателя (один провод от лампы присоединяют к корпусу, а другой — к выводу низкого напряжения); затягивают болт крепления пластины октан-корректора к распределителю;

присоединяют трубку к вакуумному регулятору, устанавливают на место крышку и распределяют провода по свечам зажигания в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя (1—5—4—2—6—3—7—8); провода пронумерованы по часовой стрелке; при распределении проводов высокого напряжения по свечам зажигания обращают внимание на направление вращения ротора.

Установку зажигания проверяют при движении автомобиля и корректируют с использованием октан-корректора после каждой регулировки зазоров между контактами прерывателя, а также в зависимости от сорта применяемого топлива. При правильно установленном зажигании во время движения автомобиля по горизонтальной дороге с хорошим покрытием на прямой передаче с определенной скоростью (25 км/ч для автомобиля ГАЗ-53А; 30 км/ч для автомобиля ЗИЛ-130; 30—35 км/ч для автомобиля ГАЗ-24 «Волга») резкое (до отказа) нажатие на педаль управления дроссельной заслонкой вызывает увеличение скорости до 60 км/ч и сопровождается слабыми, быстро исчезающими детонационными стуками. Если стуки отсутствуют, то угол опережения зажигания увеличивают, а если стуки сильные, то уменьшают. Перед проверкой установки зажигания двигатель прогревают до тех пор, пока температура жидкости в системе охлаждения не достигнет 80 — 90 °С.

§ 53. Система пуска

При пуске автомобильного двигателя его коленчатому валу необходимо сообщить определенную частоту вращения, при которой в карбюраторе образуется горючая смесь надлежащего состава, затем происходит наполнение цилиндров смесью, сжатие ее и воспламенение. Для карбюраторного двигателя эта частота вращения коленчатого вала составляет 50—100 об/мин, а для дизеля 120—200 об/мин. Автомобильные двигатели можно пускать от руки и электрическим стартером.

Пуск от руки применяют для карбюраторных двигателей в качестве резервного средства, если аккумуляторная батарея разрядилась и стартером нельзя провернуть коленчатый вал.

Пуск электрическим стартером наиболее распространен. В качестве стартеров применяют высокооборотные электродвигатели постоянного тока с последовательным или смешанным возбуждением, конструктивно объединенные с шестеренным приводом. Аккумуляторная батарея является источником электрической энергии, необходимой для питания цепи стартера. Ток, идущий от аккумуляторной батареи, создает магнитные потоки в катушках возбуждения и обмотке якоря. При взаимодействии этих магнитных потоков вал (якорь) стартера начинает вращаться и проворачивать коленчатый вал двигателя. Крутящий момент, развиваемый стартером, достигает максимального значения при полном торможении якоря в начале пуска двигателя и постепенно уменьшается по мере увеличения частоты вращения.

Стартеры различают по типам механизма привода и управления. Механизм привода может быть механическим и электромагнитным. Он служит для соединения и разъединения зубчатого колеса стартера с венцом маховика. По способу управления стартеры могут быть с непосредственным и дистанционным управлением. Если водитель, нажимая ногой на педаль, при помощи рычага вводит в зацепление зубчатое

колесо стартера с венцом маховика (механический привод) и одновременно тем же рычагом замыкает цепь питания, то такое управление стартером называют непосредственным. В настоящее время на изучаемых автомобилях такие стартеры не устанавливаются. Однако довольно большое количество автомобилей, работающих в автохозяйствах, имеют стартеры с механическим приводом и непосредственным управлением.

Если водитель, нажимая на кнопку или повертывая ключ в замке зажигания, включает только реле привода, а оно вводит зубчатое колесо стартера в зацепление с венцом маховика, то такое управление называют дистанционным. При расположении стартера и аккумуляторной батареи на значительном расстоянии друг от друга дистанционное управление позволяет сократить длину проводов, по которым проходит электрический ток большой силы. При дистанционном управлении стартер можно включать лишь после включения зажигания. Стартеры представляют собой почти одинаковые по конструкции электрические двигатели, различающиеся лишь схемой соединения обмоток, сечением проводов, механизмами привода управления и т. д.

Рассмотрим устройство и работу стартера СТ130-А3, устанавливаемого на двигателе автомобиля ЗИЛ-130. Стартер СТ130-А3 (рис. 113) с электромагнитным приводом и дистанционным управлением, четырехполюсный, получает питание от аккумуляторной батареи напряжением 12 В. Он прикреплен болтами к картеру сцепления. Вал *12* якоря *15* вращается на бронзографитовых втулках, установленных в крышках *8, 17* и в среднем опорном диске. В пазы магнитопровода якоря заложена обмотка, состоящая из секций толстой медной ленты. Концы ленты соединены с пластинами коллектора *16*. Щетки установлены в щеткодержателях, два из которых соединены с задней крышкой, т. е. с массой (корпусом), а два изолированы от корпуса.

Обмотка возбуждения *19* расположена на четырех магнитных полюсах *20* и разделена на две параллельные ветви; в каждой ветви по две последовательно соединенных катушки. На валу *12* якоря выполнена винтовая ленточная резьба, по которой может перемещаться и повертываться втулка привода стартера с зубчатым колесом *10*.

Стартер имеет два реле: тяговое *3*, установленное на корпусе, и реле *23* включения, расположенное между аккумуляторной батареей *21* и тяговым реле. Реле включения служит для подачи питания в обмотки тягового реле при пуске двигателя и для автоматического отключения стартера после его пуска. Тяговое реле вводит в зацепление с венцом маховика зубчатое колесо *10* и замыкает цепь стартера.

При повороте ключа выключателя зажигания по часовой стрелке до упора включается зажигание и стартер. В этом случае питание от аккумуляторной батареи *21* поступает в реле включения *23* по следующей цепи: положительный полюсный вывод аккумуляторной батареи *21* — вывод реле включения *23* — обмотка реле включения — вывод *Ш* регулятора напряжения *29* — вывод *Ш* генератора *22* — обмотка возбуждения генератора — масса (корпус) — отрицательный полюсный вывод батареи. Магнитопровод реле включения *23* намагничивается и притягивает якорь, замыкающий контакты *24*, после чего включаются в цепь обмотки тягового реле *3*, втягивающая *26* и удерживающая *25* обмотки. От положительного полюсного вывода аккумуляторной батареи питание поступает к выводу реле включения *23*, к замкнутым контактам *24*, выводу тягового реле и далее по двум параллельным цепям:

втягивающая обмотка *26* — вывод тягового реле — обмотка возбуждения *19* стартера — изолированные щетки — коллектор *16* — обмотка якоря *15* — коллектор — щетки — масса — отрицательный вывод аккумуляторной батареи;

удерживающая обмотка *25* — масса — отрицательный вывод аккумуляторной батареи.

Электрический ток создает магнитное поле, под действием которого якорь

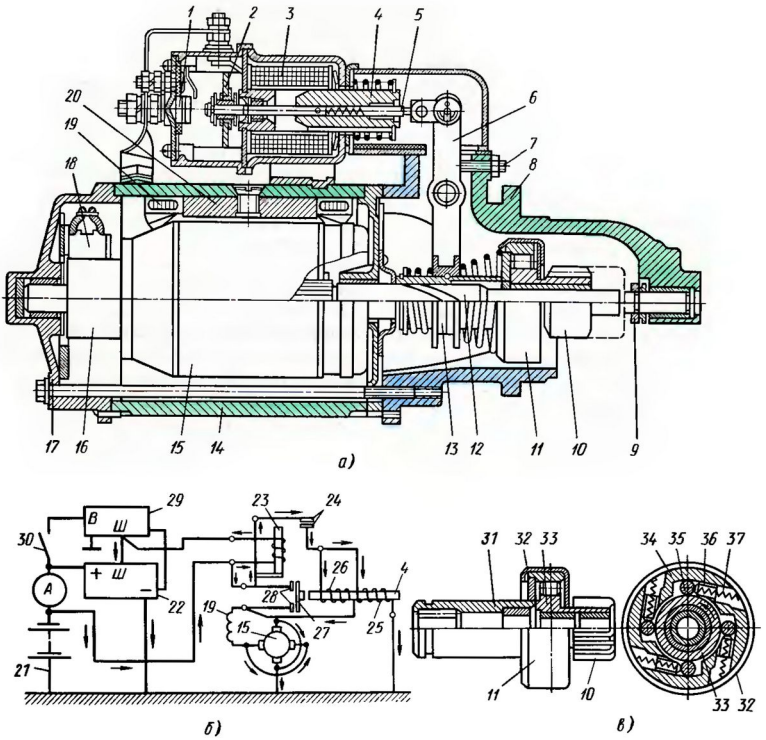


Рис. 113.
Стартер СТ130-А3 с электромагнитным приводом и дистанционным управлением (стрелками показано направление тока при пуске двигателя стартером):

а — конструкция; *б* — электрическая схема стартера; *в* — узел муфты свободного хода; *1* — неподвижный контакт тягового реле; *2* — подвижный контакт; *3* — тяговое реле; *4* — якорь тягового реле; *5* — регулировочный винт-гайка; *6* — рычаг включения стартера; *7* — винт для регулировки хода зубчатого колеса; *8* — крышка стартера со стороны привода; *9* — упорное кольцо; *10* — зубчатое колесо стартера; *11* — муфта свободного хода; *12* — вал якоря: *13* — муфта; *14* — корпус; *15* — якорь; *16* — коллектор; *17* — крышка со стороиы коллектора; *18* — щетка; *19* — обмотка возбуждения; *20* — магнитный полюс; *21* — аккумуляторная батарея; *22* — генератор; *23* — реле включения; *24* — контакты; *25* — удерживающая обмотка; *26* — втягивающая обмотка; *27* — контактный диск; *28* — контакты выключателя; *29* — регулятор напряжения; *30* — выключатель зажигания; *31* — втулка; *32* — кожух; *33* — ступица; *34* — обойма; *35* — ролик; *36* — плунжер; *37* — пружина; *В* и *Ш* — выводы

4 тягового реле втягивается внутрь катушки и через рычаг *6* включения стартера вводит его зубчатое колесо *10* в зацепление с зубчатым венцом маховика. В конце хода якорь *4* нажимает на контактный диск *27*, замыкая контакты *28* выключателя, и накоротко замыкает втягивающую обмотку *26* реле. От аккумуляторной батареи ток поступает к стартеру, и якорь *15* стартера начинает вращаться. Якорь *4* тягового реле удерживается внутри катушки благодаря магнитному полю удерживающей обмотки *25*. Когда двигатель начинает работать, нужно выключить стартер, повернув ключ выключателя зажигания в первое положение («включено зажигание»). При этом выключается цепь обмотки реле включения, размыкаются

expert22 для http://rutracker.org

контакты *24*, намагничивание якоря *4* тягового реле прекращается, контактный диск *27* отходит от выводов тягового реле, и стартер отключается от аккумуляторной батареи. Одновременно пружина якоря *4* (рис. 113, *а*) разжимается, перемещаются якорь, винт *5* и поворачивается рычаг *6*, выводящий зубчатое колесо *10* из зацепления с венцом маховика.

Не следует забывать, что в настоящее время почти все автомобили выпускают с генераторами переменного тока, а у них стартер автоматически не выключается при пуске двигателя. Поэтому необходимо сразу же выключать стартер, когда двигатель начнет работать, так как если стартер удерживать включенным после начала работы двигателя, то муфта свободного хода может выйти из строя.

Стартер имеет муфту свободного хода (рис. 113, *в*) для передачи вращения только в одном направлении – к маховику, что предохраняет якорь от значительного увеличения его частоты вращения при передаче вращения от маховика к стартеру. На валу якоря установлена втулка *31*, жестко соединенная с обоймой *34*, которая закрыта кожухом *32*. Зубчатое колесо *10* изготовлено как одно целое со ступицей *33*. В обойме *34* есть фасонные пазы, в которых расположены ролики *35*, отжимаемые в узкую часть паза пружинами *37* через плунжеры *36*.

При вращении якоря стартера (пуск двигателя) ролики заклинивают ступицу *33* и обойму *34*, заставляя их вращаться как одно целое, и крутящий момент с зубчатого колеса *10* передается на зубчатый венец маховика. Когда двигатель начнет работать, зубчатый венец маховика будет вращать колесо с большей частотой вращения и ролики расклинят ступицу *33* и обойму *34*.

Если на карбюраторном двигателе есть стартер с непосредственным управлением, то в этом случае для пуска двигателя поступают следующим образом. Поворотом ключа включают зажигание, а потом нажимают ногой на педаль стартера. Его зубчатое колесо входит в зацепление с зубчатым венцом маховика. Регулировочный болт *7* (рис. 114) воздействует на направляющий стержень *8*, сжимает пружину *10* и перемещает контактную пластину *11*. Она замыкает контакты *13*, и якорь стартера начинает вращаться. Одновременно пластина *9* соединяется с контактами *6* и выключает резистор в катушке зажигания.

Цепь тока при работе стартера следующая: аккумуляторная батарея *18* – верхний контакт выключателя

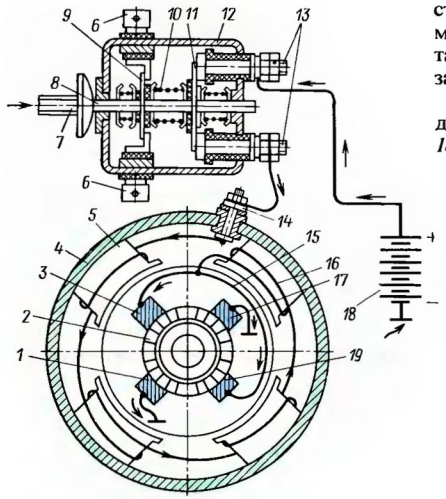


Рис. 114.
Схема стартера с механическим приводом (стрелками показано направление тока при пуске двигателя стартером):
1, *3*, *17* и *19* – щетки; *2* – коллектор; *4* – корпус; *5* – магнитный полюс; *6* и *13* – контакты; *7* – регулировочный болт; *8* – направляющий стержень; *9* – контактная пластина резистора; *10* – пружина; *11* – контактная пластина стартера; *12* – выключатель; *14* – изолированный вывод; *15* – соединительный провод; *16* – обмотка возбуждения; *18* – аккумуляторная батарея

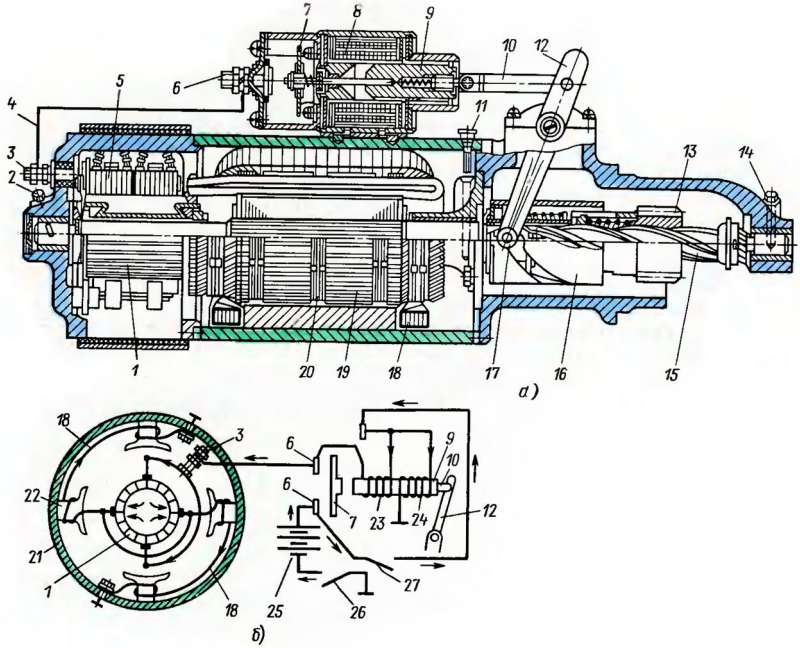


Рис. 115.
Стартер СТ103:

а — конструкция; *б* — электрическая схема; *1* — коллектор; *2, 11* и *14* — масленки; *3* и *6* — выводы; *4* — провод; *5* — щетки; *7* — контактный диск; *8* — тяговое реле; *9* — якорь реле; *10* — серьга; *12* — рычаг; *13* — зубчатое колесо стартера; *15* — вал якоря; *16* — стакан; *17* — палец, *18* — обмотка возбуждения; *19* — якорь стартера; *20* — бандаж; *21* — корпус стартера; *22* — магнитный полюс; *23* — втягивающая обмотка реле; *24* — удерживающая обмотка реле; *25* — аккумуляторная батарея; *26* — выключатель цепи аккумуляторной батареи; *27* — кнопка (ключ) включения стартера

12 — пластина *11* — нижний контакт — изолированный вывод *14* — обмотка возбуждения *16* — щетки *3* и *19*, соединенные между собой проводом *15*, коллектор *2* — обмотка якоря — щетки *1* и *17* — масса (корпус) — аккумуляторная батарея *18*. Когда водитель убирает ногу с педали стартера, пружина привода возвращает в исходное положение механизм включения.

На дизеле автомобиля МАЗ-5335 применен стартер СТ103 с электромагнитным приводом и дистанционным управлением. Дизель пустить труднее, чем карбюраторный двигатель, поэтому для него используют стартер с большей мощностью и большей частотой вращения якоря. Стартер СТ103 (рис. 115) получает питание от аккумуляторных батарей общим напряжением 24 В. Конструктивные особенности стартера СТ103 следующие:

вместо муфты свободного хода использован привод с самовыключением зубчатого колеса *13;*

якорь *19* стартера имеет бандажи *20,* удерживающие его обмотку;

вал якоря вращается на трех подшипниках скольжения, к которым поступает масло (по фитилям) от масленок *2, 11* и *14*;

в щеткодержателях установлено по две графитовых щетки *5,* изолированных от массы (корпуса);

концы двух параллельных полюсных обмоток соединены с массой (корпусом); включают стартер кнопкой *27*.

При нажатии на кнопку *27* включения стартера ток от аккумуляторной батареи *25* поступает в тяговое реле *8* и идет далее по двум параллельным цепям:

втягивающая обмотка *23* – верхний вывод *6* – вывод *3* – щетки *5* – коллектор *1* – обмотка якоря *19* – коллектор *1* – две параллельные обмотки возбуждения *18* – масса (корпус) – аккумуляторная батарея *25*;

удерживающая обмотка *24* – масса (корпус) – аккумуляторная батарея *25*.

Под влиянием магнитного поля, создаваемого этими двумя обмотками, якорь *9* втягивается в катушку реле. Вместе с якорем перемещаются серьга *10*, рычаг *12*, палец *17*, стакан *16*, и в результате зубчатое колесо *13* входит в зацепление с венцом маховика. В конце хода якоря контактный диск *7* замыкает вывод *6*, и ток от аккумуляторной батареи поступает к стартеру. При этом контактный диск накоротко замыкает втягивающую обмотку *23*, и якорь не выходит из катушки благодаря действию только удерживающей обмотки *24*. Якорь стартера начинает вращаться, и зубчатое колесо *13* повертывает маховик. При вращении вала *15* якоря стакан *16*, имеющий спиральный паз, перемещается по пальцу *17* рычага (вследствие трения ступицы стакана о резьбу вала) в исходное положение, освобождая место для отхода зубчатого колеса.

После пуска двигателя зубчатое колесо стартера начнет вращаться от маховика с большей частотой вращения, чем вал якоря, а поэтому будет «отброшено» по резьбе вала в первоначальное положение («удар» воспримет буферная пружина).

Таким образом, зубчатое колесо стартера автоматически разъединяется с венцом маховика. При отпускании кнопки стартера обмотки реле обесточиваются, якорь выходит из катушки реле, отводит контактный диск *7* от вывода *6*, отключая этим стартер от аккумуляторной батареи.

§ 54. Пуск и остановка двигателя

Перед пуском карбюраторного двигателя проверяют его системы и в случае необходимости заправляют охлаждающей жидкостью, маслом и топливом. Рычаг переключения передач ставят в нейтральное положение.

Пуск прогретого двигателя. Повертывают по часовой стрелке ключ выключателя зажигания до упора, в результате чего включают зажигание и стартер (автомобили ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130 и др.). Ключ в таком положении держат не более 5 с, чтобы избежать сильного разряда аккумуляторной батареи. Если исправный двигатель не пускается после двух-трех попыток, то в цилиндрах, вероятно, имеется переобогащенная смесь и двигатель необходимо продуть свежим воздухом. Для этого включают зажигание и стартер, затем медленно нажимают до отказа на педаль управления дроссельными заслонками. Такая продувка весьма желательна при пуске горячего двигателя, остановившегося в результате перегрузки. После пуска двигателя стартер выключают.

Пуск холодного двигателя при температуре окружающего воздуха выше 0 °С. Перед пуском двигателя вручную подкачивают топливо в поплавковую камеру карбюратора. Прикрывают воздушную и дроссельные заслонки, вытягивая рукоятку управления воздушной заслонкой до отказа. Чтобы не расходовать мощность стартера на вращение зубчатых колес и валов в коробке передач, выключают сцепление. Повертывают ключ выключателя зажигания до упора или нажимают ногой на педаль стартера с интервалами между повторными включениями не менее 10 с.

Как только двигатель начнет работать, постепенно открывают воздушную заслонку и слегка увеличивают частоту вращения коленчатого вала, поддерживая устойчивую работу двигателя. По мере прогрева двигателя воздушную заслонку открывают полностью. В том случае, когда двигатель не пускается

с двух-трех попыток, его продувают. Если и после этого он не пускается, то проверяют исправность работы систем зажигания и питания.

Начинать движение автомобиля можно тогда, когда двигатель будет устойчиво работать на режиме холостого хода, а температура охлаждающей жидкости достигнет 60 °С.

Пуск холодного двигателя при температуре окружающего воздуха ниже −10 °С без использования предпускового подогреватели. В этих условиях необходима специальная подготовка двигателя для обеспечения легкого проворачивания коленчатого вала. Если рубашку цилиндров двигателя прогревают горячей водой, заливаемой в радиатор, то, когда она остынет, воду необходимо слить. Масло перед заливкой в двигатель подогревают до температуры 80—90 °С.

Остановка двигателя. Если двигатель работал с большой нагрузкой, то его нельзя останавливать сразу. Перед остановкой двигателя необходимо, чтобы он в течение 2—3 мин поработал с малой частотой вращения коленчатого вала для охлаждения деталей, и только после этого можно выключить зажигание.

Двигатели внутреннего сгорания появились во второй половине XIX в., что было вызвано развитием промышленности и траиспорта, для которых требовался более совершенный источник энергии, чем паровai машина. Первый промышленный двигатель внутреннего сгорания был построен в 1860 г.

РАЗДЕЛ 2

Трансмиссия

Глава 11

Сцепление

Глава 12

Коробки передач

Глава 13

Карданные передачи

Глава 14

Мосты автомобилей

Общее устройство трансмиссии. Трансмиссия автомобиля служит для передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колесам и изменения величины и направления этого момента.

Конструкция трансмиссии автомобиля в значительной степени определяется числом его ведущих мостов. Наибольшее распространение получили автомобили с механическими трансмиссиями, имеющие два или три моста.

При наличии двух мостов ведущими могут быть оба или один из них, при наличии трех мостов – все три или два задних. Автомобили со всеми ведущими мостами могут быть использованы в трудных дорожных условиях, поэтому их называют автомобилями повышенной проходимости.

Для характеристики автомобилей применяют колесную формулу, в которой первая цифра указывает общее число колес, а вторая – число ведущих колес. Таким образом, автомобили имеют следующие колесные формулы: 4 × 2 (автомобили ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130, МАЗ-5335, ГАЗ-3102 «Волга» и др.), 4 × 4 (автомобили ГАЗ-66, УАЗ-452, УАЗ-469Б, ВАЗ-2121 «Нива» и др.), 6 × 4 (автомобили ЗИЛ-133, КамАЗ-5320 и др.), 6 × 6 (автомобили ЗИЛ-131, «Урал-375Д» и др.).

Трансмиссия автомобиля с одним ведущим задним мостом (рис. 116, *а*) состоит из сцепления *1*, коробки передач *2*, карданной передачи и заднего ведущего моста *4*, в который входят главная передача, дифференциал и полуоси.

У автомобилей с колесной формулой 4 × 4 в трансмиссию входят также совмещенные в один агрегат раздаточная *7* (рис. 116, *б*) и дополнительная коробки, карданная передача к переднему ведущему мосту и передний ведущий мост *5*.

В привод передних колес дополнительно входят карданные шарниры, соединяющие их ступицы с полуосями и обеспечивающие передачу крутящих моментов при повороте автомобиля. Если автомобиль имеет колесную формулу 6 × 4, то крутящий момент подво-

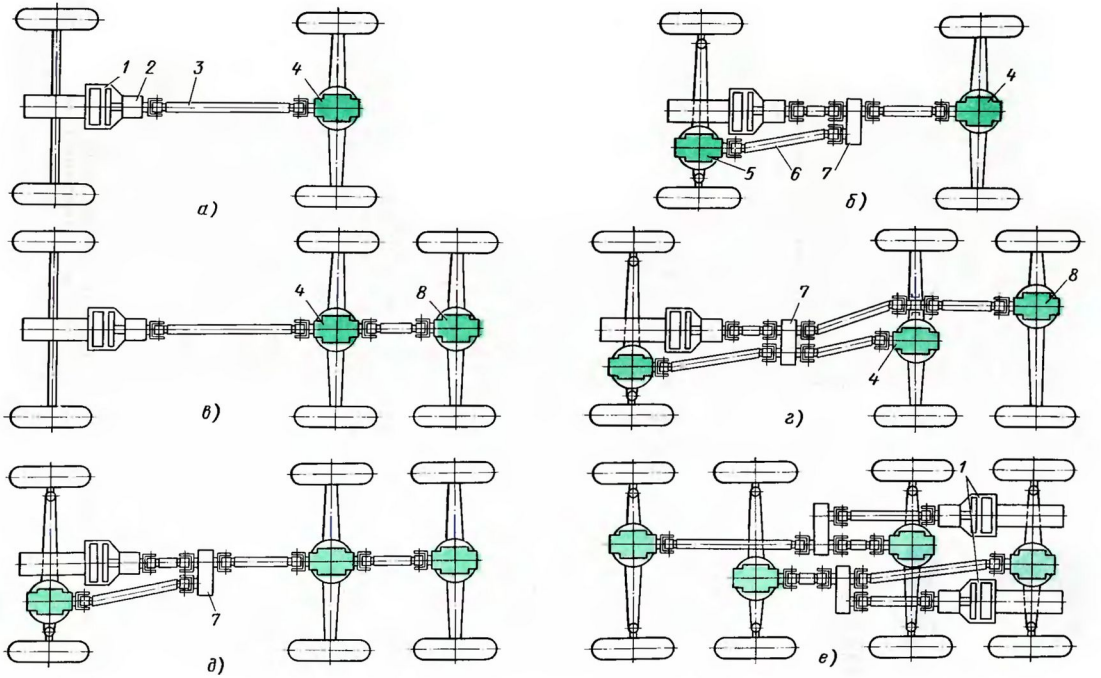


Рис. 116.
Схемы трансмиссий автомобилей:

а – с одним задним ведущим мостом; *б* – с передним и задним ведущими мостами; *в* – с двумя задними ведущими мостами; *г* и *д* – с тремя ведущими мостами; *е* – с четырьмя ведущими мостами; *1* – сцепление; *2* – коробка передач; *3* и *6* – кардаиные валы; *4* и *8* – задние ведущие мосты; *5* – передний ведущий мост; *7* – раздаточная коробка

дится к первому и второму задним мостам (рис. 116, *в*).

В автомобилях с колесной формулой 6 × 6 крутящий момент ко второму заднему мосту подводится от раздаточной коробки *7* непосредственно через карданную передачу (рис. 116, *г*) или через первый задний мост (рис. 116, *д*). При колесной формуле 8 × 8 крутящий момент передается на все четыре моста. В таких автомобилях часто устанавливают два двигателя, каждый из которых передает крутящий момент на два моста (рис. 116, *е*).

Глава 11

Сцепление

§ 55. Назначение и типы сцеплений. Принцип работы фрикционного сцепления

Назначение сцепления — разъединять двигатель и коробку передач во время переключения передач и вновь плавно соединять их, не допуская резкого приложения нагрузки, а также обеспечивать плавное трогание автомобиля с места и его остановку без остановки двигателя. При резком торможении без выключения сцепления оно, пробуксовывая, предохраняет трансмиссию от перегрузок инерционным моментом. Во включенном состоянии сцепление должно надежно соединять двигатель с трансмиссией, не пробуксовывая. Подавляющее большинство сцеплений, применяемых на отечественных автомобилях, относится к фрикционным сухим дисковым сцеплениям, в которых используются силы трения сухих поверхностей.

По числу ведомых дисков сцепления делят на одно- и двухдисковые. Однодисковые сцепления получили наибольшее распространение благодаря простоте конструкции, надежности, «чистоте» выключения и плавности включения, а также удобству при эксплуатации и ремонте. Двухдисковые сцепления применяют в тех случаях, когда необходимо передать большой крутящий момент.

Сцепление состоит из ведущей и ведомой частей, нажимного механизма и механизма выключения. Детали ведущей части сцепления воспринимают от маховика крутящий момент двигателя, а детали ведомой части передают этот момент ведущему валу коробки передач. Нажимной механизм обеспечивает плотное прижатие ведущей и ведомой частей сцепления для создания необходимого момента трения. Механизм выключения служит для управления сцеплением. Привод сцепления может быть механическим или гидравлическим. Для облегчения выключения сцепления в некоторых конструкциях применяют пневматический усилитель привода.

Ведущая часть однодискового сцепления (рис. 117, *а*) имеет маховик *2* с обработанной резанием торцовой поверхностью, нажимной диск *4*, кожух *6* сцепления и направляющие пальцы *17*. Ведомая часть однодискового сцепления имеет ведомый диск *3* с фрикционными накладками из прессованного асбеста или медно-асбестовой плетенки и ведущий вал *11* коробки передач. Нажимной механизм образуют нажимные пружины *16*, установленные в кожухе. В состав механизма выключения сцепления входят оттяжные пальцы *7*, опоры *8* оттяжных рычагов, оттяжные рычаги *9*, муфта *10* выключения сцепления, педаль *12*, тяга *13* педали, вилка *14* выключения, оттяжная пружина *15*. Все детали сцепления помещены внутри картера маховика и картера *5* сцепления.

При включенном сцеплении крутящий момент от коленчатого вала *1* через маховик *2* и нажимной диск *4* благодаря трению передается зажатому между ними ведомому диску *3*, ступица которого имеет шлицевое соединение с ведущим валом *11* коробки передач. Для выключения сцепления нажимают на педаль *12*, которая через тягу *13*, вилку *14* и муфту *10*, а также рычаги *9* и пальцы *7* отводит назад нажимной диск *4*. При этом пружины *16* сжимаются и освобождают ведомый диск *3*, по обеим сторонам которого образуются зазоры. При плавном отпускании педали *12* пружины *16* возвращают все детали механизма

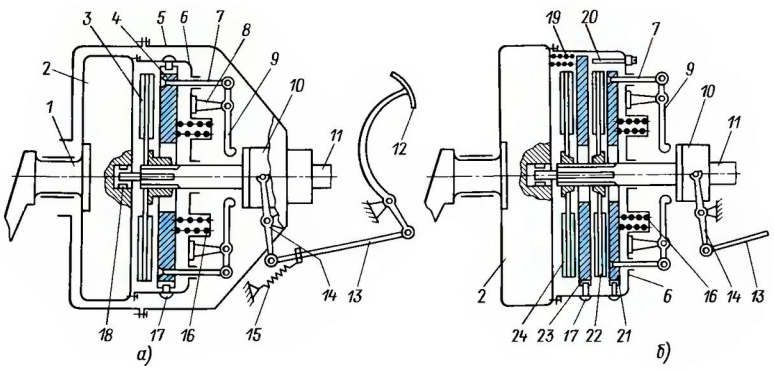


Рис. 117.
Сцепление:

а — однодисковое; *б* — двухдисковое; *1* — коленчатый вал двигателя; *2* — маховик; *3* — ведомый диск с фрикционными накладками; *4* — нажимной диск; *5* — картер сцепления; *6* — кожух сцепления; *7* — оттяжной палец; *8* — опора оттяжного рычага; *9* — оттяжиой рычаг; *10* — муфта выключения сцепления; *11* — ведущий вал коробки передач; *12* — педаль; *13* — тяга; *14* — вилка выключения; *15* — оттяжная пружина; *16* — нажимная пружина; *17* — направляющий палец; *18* — роликоподшипник; *19* — отжимная пружина промежуточного диска; *20* — регулировочный болт промежуточного диска; *21* — нажимной ведуший диск; *22* — задний ведомый диск; *23* — промежуточиый ведущий диск; *24* — передний ведомый днск

выключения в исходное положение, т. е. пружины *16* постепенно прижимают нажимной диск *4* к ведомому диску *3*, а последний — к поверхности маховика *2*.

В двухдисковом сцеплении (рис. 117, *б*) ведущая часть состоит из маховика и двух дисков *21* и *23*, а ведомая — из двух дисков *22* и *24*. Для обеспечения необходимых зазоров между ведущими и ведомыми дисками в выключенном состоянии (т. е. для «чистоты» выключения) служат отжимная пружина *19* и регулировочный болт *20* промежуточного диска. Нажимные пружины могут быть цилиндрическими или диафрагменными. Цилиндрические пружины равномерно располагают по периферии диска, а диафрагменную пружину устанавливают одну.

Для облегчения управления сцеплением и повышения плавности его включения применяют гидравлический привод. Плавность включения обеспечивают также пружинящие ведомые диски. С одной стороны диска *3* к его секциям прикрепляют накладку *1* (рис. 118, *а*) пластинчатыми пружинами *2*, изогнутыми вперед, а с другой стороны диска *3* устанавливают накладку *9* с помощью таких же пружин, изогнутых назад. Это обеспечивает в свободном состоянии зазор между накладками, равный 1—2 мм. Пружинящие свойства ведомого диска могут быть также усилены установкой под одну из накладок плоских пружин. Уменьшение зазора между накладками в процессе включения сцепления обеспечивает плавность соприкосновения трущихся поверхностей и возрастания силы трения.

Для предохранения валов трансмиссии от крутильных колебаний ставят гаситель крутильных колебаний (демпфер), увеличивающий плавность включения сцепления и повышающий долговечность деталей трансмиссии. Пружины *7* гасителя крутильных колебаний обеспечивают упругую связь ведомого диска *3* сцепления с его ступицей *5*. Подбором шайб *6* регулируют силу сжатия ведомого диска *3*, пластины *8* гасителя, ступицы *5* и фрикционных (паронитовых) шайб *4*.

При отсутствии передачи крутящего

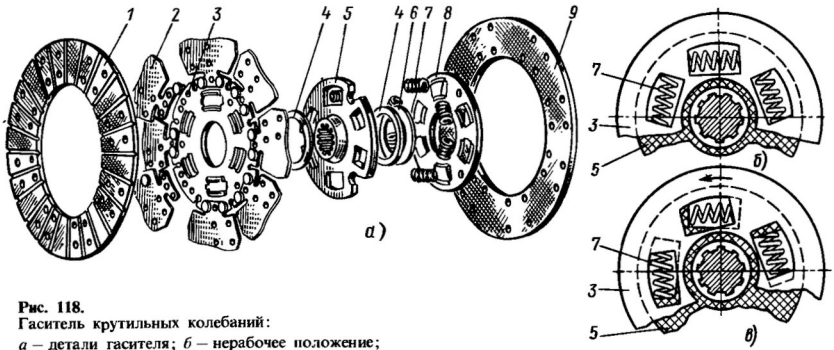


Рис. 118.
Гаситель крутильных колебаний:
а – детали гасителя; *б* – нерабочее положение; *в* – рабочее положение; *1* и *9* – накладки диска; *2* – пластинчатая пружина; *3* – ведомый диск; *4* – фрикционные шайбы; *5* – ступица ведомого диска; *6* – регулировочная шайба; *7* – пружина; *8* – пластина гасителя

момента вырезы фланца ступицы *5* (рис. 118, *б*) и ведомого диска *3*, в которых расположены пружины *7*, совпадают. Передача крутящего момента (рис. 118, *в*) от диска *3* к ступице *5* осуществляется с помощью пружины *7*. При этом диск *3* проворачивается на некоторый угол по отношению к фланцу ступицы *5*, и в дисках гасителя возникает трение. Предельное угловое смещение дисков ограничено размером вырезов во фланце ступицы *5* под упорные пальцы, соединяющие диск *3* и пластину *8*. Все вращающиеся части сцепления балансируют.

§ 56. Устройство и работа однодисковых сцеплений с периферийными пружинами

Сцепление автомобиля ГАЗ-53А. На автомобилях ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12 установлено однодисковое сцепление с периферийными нажимными пружинами, механическим приводом его выключения и гасителем крутильных колебаний. Ведущую часть сцепления составляют маховик *1* (рис. 119, *а*), кожух *10* и нажимной диск *4*. Крутящий момент от маховика *1* двигателя передается через болты крепления кожуху *10* сцепления. В три прямоугольные прорези кожуха плотно входят обработанные приливы чугунного нажимного диска *4*, передающие вращение от маховика через кожух нажимному диску сцепления.

Ведомой частью сцепления является ведомый диск *3*. Ступица *25* ведомого диска надета на шлицы ведущего вала коробки передач, через которые крутящий момент от двигателя передается трансмиссии автомобиля. С ведомым диском ступица соединена пружинами *26* и упорными пальцами *24*. Опорой для переднего конца ведущего вала служит шарикоподшипник, расположенный в выточке фланца коленчатого вала. Тонкий стальной ведомый диск *3* сцепления сделан разрезным. С обеих сторон к нему приклепаны кольцевые фрикционные накладки из прессованной асбестовой крошки для увеличения трения между дисками при включенном сцеплении.

Сцепление должно плавно включаться при постепенном отпускании педали, поэтому его ведомый диск состоит из стального диска и шести прикрепленных к нему волнистых пружинных пластин. Одна из фрикционных накладок (передняя) приклепана непосредственно к диску, а другая (задняя) – к пластинам. При включении сцепления пружинные пластины постепенно выпрямляются, и сила трения между ведомым диском и рабочими поверхностями ведущего диска и маховика плавно увеличивается.

Ведомый диск зажат между ведущим

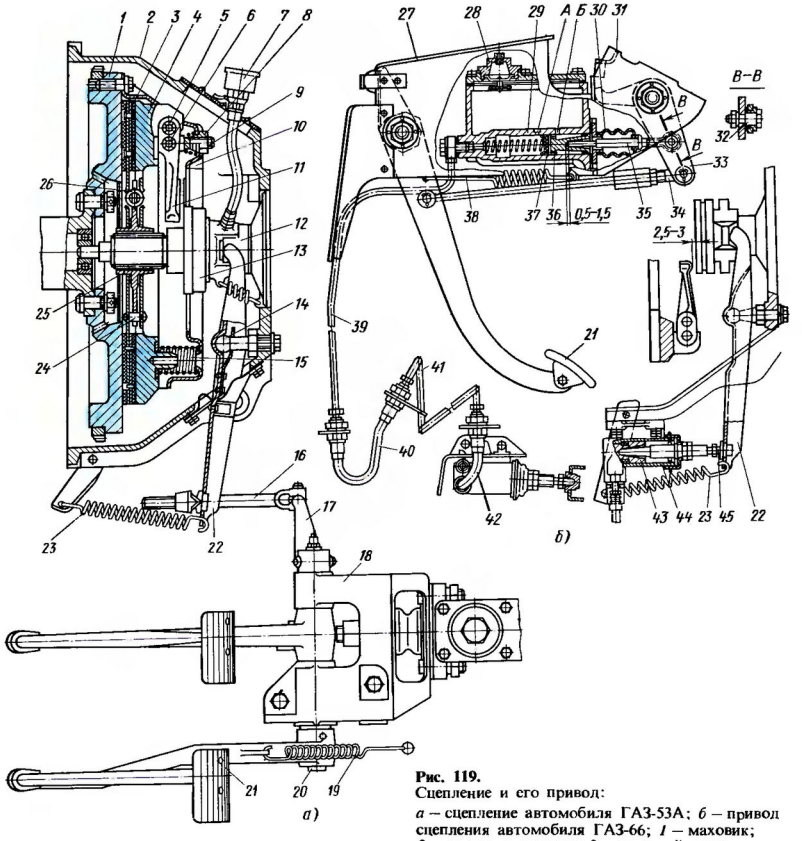


Рис. 119.
Сцепление и его привод:

а – сцепление автомобиля ГАЗ-53А; *б* – привод сцепления автомобиля ГАЗ-66; *1* – маховик; *2* – картер сцепления; *3* – ведомый диск; *4* – нажимной диск; *5*, *6* и *13* – подшипники; *7* – масленка; *8* – регулировочная гайка; *9* – опорная вилка; *10* – кожух сцепления; *11* – оттяжной рычаг; *12* – муфта выключения сцепления; *14* – шаровой палец; *15* – нажимная пружина; *16* – регулировочная тяга; *17* – рычаг привода; *18* – кронштейн педалей сцепления и тормоза; *19* – пружина педали сцепления; *20* – валик педалей сцепления и тормоза; *21* – педаль сцепления; *22* – вилка выключения сцепления; *23* – пружина вилки выключения сцепления; *24* – упорный палец; *25* – ступица ведомого диска; *26* – пружина гасителя крутильных колебаний; *27* – передний кронштейн; *28* – пробка; *29* – главный цилиндр; *30* – защитный колпак; *31* – задний кронштейн; *32* – эксцентриковый болт; *33* – промежуточный рычаг; *34* – тяга; *35* и *45* – толкатели; *36* и *43* – поршни; *37* – манжета; *38* – стяжная пружина; *39* и *41* – трубопроводы; *40* и *42* – гибкие шланги; *44* – рабочий цилиндр; *А* – компенсационное отверстие; *Б* – перепускное отверстие

дискомиш лифованной поверхностью маховика при помощи двенадцати пружин *15*, под которые со стороны ведущего диска подложены теплоизоляционные шайбы. Назначение этих шайб – предотвратить уменьшение упругости пружин при их нагреве в случае пробуксовывания дисков. Отбортовки отверстий кожуха и цилиндрические бобышки ведущего диска центрированы пружинами *15*.

Три оттяжных рычага *11* выключения сцепления установлены в вилках *9* на осях, вращающихся в игольчатых подшипниках *6*. Вилки *9* шарнирно закре-

плены в кожухе *10* на пружинах регулировочными гайками *8* с конусной поверхностью. Шарнирное крепление вилок оттяжных рычагов к кожуху сцепления объясняется тем, что при включении сцепления вилка вместе с оттяжным рычагом смещается, так как верхний конец рычага перемещается по прямой линии вместе с приливом нажимного диска. В картере сцепления закреплен шаровой палец *14*, на котором размещена вилка *22* выключения сцепления. К раме прикреплен кронштейн *18*, в котором на втулках установлен валик *20* педали *21* сцепления. При выключении сцепления водитель нажимает ногой на педаль *21*, которая через рычаг *17* привода и регулировочную тягу *16* вилкой *22* выключения сцепления перемещает вперед муфту *12* выключения сцепления. Последняя нажимает через подшипник *13* на внутренние концы оттяжных рычагов *11*, отводящих нажимной диск *4* от ведомого диска *3*, вследствие чего прекращается передача крутящего момента от двигателя к коробке передач, а нога водителя воспринимает силу сжатых пружин *15*.

Шарикоподшипник *13* муфты *12* выключения сцепления обеспечивает снижение трения и износа рычагов *11*. При выключении сцепления переднее кольцо подшипника вращается вместе с оттяжными рычагами. Момент трения в гасителе создается стальными регулировочными шайбами и фрикционными паронитовыми кольцами. Масленка *7* колпачкового типа, установленная в картере *2* сцепления, служит для смазывания муфты выключения сцепления и ее подшипника *13*. При повороте колпачка масло из масленки поступает к муфте по гибкому шлангу.

Для полного включения сцепления необходимо, чтобы зазор между торцом подшипника *13* муфты *12* и головками оттяжных рычагов *11* во включенном сцеплении был равен 3—4 мм. Зазор регулируют, изменяя регулировочной гайкой длину тяги *16*. Все детали сцепления расположены внутри алюминиевого литого картера *2*, нижняя съемная половина которого изготовлена из стали. Картер сцепления автомобиля ГАЗ-53-12 имеет более прочные стенки, что обусловлено большей их толщиной.

Сцепление автомобиля ГАЗ-66. От сцепления автомобиля ГАЗ-53А данное сцепление отличается наличием гидравлического привода (рис. 119, *б*). Педаль *21* сцепления, главный цилиндр *29* с рычагами и тягами составляют отдельный блок, прикрепляемый болтами к кабине водителя. Тягой *34* педаль сцепления, удерживаемая в крайнем заднем положении пружиной *38*, соединена с рычагом *33*. К рычагу регулировочным эксцентриковым болтом *32* прикреплен толкатель *35* главного цилиндра *29*, выполненного как одно целое с главным цилиндром тормозной системы. Оба цилиндра имеют общий резервуар для рабочей жидкости, однако нижняя часть резервуара разделена ребром на две части, чтобы неисправность одной системы не влияла на работу другой.

Внутренняя пружина цилиндра постоянно отжимает поршень с внутренней и внешней манжетами в крайнее заднее положение, ограничиваемое крышкой главного цилиндра. Между поршнем и внутренней манжетой установлена стальная шайба, предотвращающая «заплывы» манжеты в перепускные отверстия головки поршня. Резервуар компенсационным отверстием *А* соединен с рабочей частью цилиндра, а перепускным отверстием *Б* — с нерабочей частью. Трубопроводы *39* и *41*, а также гибкие шланги *40* и *42* соединяют главный цилиндр с рабочим цилиндром *44*. В корпусе рабочего цилиндра *44*, закрепленного на картере сцепления, находится поршень *43* с уплотнительной манжетой. Пружина *23* постоянно отжимает вилку выключения сцепления, толкатель *45* и поршень в крайние передние положения.

При нажатии на педаль сцепления усилие передается поршню главного цилиндра через тягу *34*, рычаг *33* и толкатель *35*. Поршень, перемещаясь вперед и перекрывая компенсационное отверстие *А*, вытесняет жидкость в рабочий

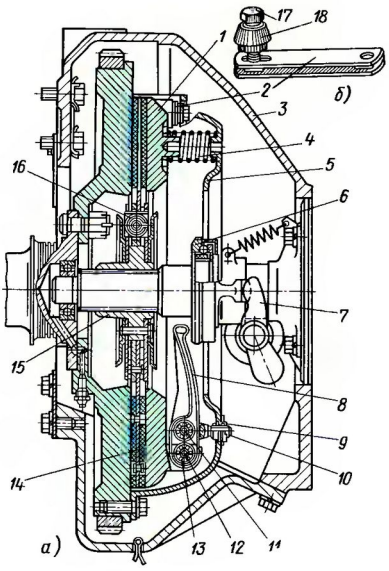


Рис. 120.
Однодисковое сцепление автомобиля ЗИЛ-130:
а – конструкция; *б* – втулка с пружинной пластиной; *1* – нажимной диск; *2* – пружинные пластины; *3* – картер сцепления; *4* – нажимная пружина; *5* – кожух сцепления; *6* – упорный подшипник; *7* – вилка выключения сцепления; *8* – оттяжной рычаг; *9* – гайка; *10* – вилка оттяжного рычага; *11* и *12* – оси; *13* – игольчатый подшипник; *14* – ведомый диск; *15* – ступица; *16* – пружина гасителя крутильных колебаний; *17* – соединительный болт; *18* – втулка, соединяющая пластину с нажимным диском

цилиндр *44*. Поршень *43* рабочего цилиндра через толкатель воздействует на внешний конец вилки выключения, повертывая ее вокруг шаровой опоры. Внутренний конец вилки через муфту *12* выключения сцепления и оттяжные рычаги *11* отводит нажимной диск *4*, выключая сцепление. При отпускании педали сцепления под действием пружины поршень главного цилиндра *29* возвращается в исходное положение, причем в его рабочей полости создается разрежение. Жидкость, заполнившая полость за поршнем, из резервуара через перепускное отверстие *Б* и через отверстие в головке поршня перетекает в рабочую полость цилиндра, отжимая стальную шайбу и кромку внутренней манжеты. Когда под действием пружин сцепления все детали вернутся в исходное положение и произойдет включение сцепления, жидкость из рабочего цилиндра *44* вытеснится в главный цилиндр *29*, а избыточное ее количество через компенсационное отверстие *А* поступит в резервуар.

В правильно отрегулированном приводе сцепления зазор между толкателем *35* и поршнем главного цилиндра *29* составляет 0,5–1,5 мм, а между подшипником муфты выключения сцепления и концами оттяжных рычагов 2 мм. Свободный ход конца выключающей вилки в этом случае равен 2,5–3 мм, а свободный ход педали 30–37 мм.

Сцепление автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 120, *а*), Оно отличается от сцепления автомобиля ГАЗ-53А только числом оттяжных рычагов *8* (четыре) и нажимных пружин *4* (шестнадцать). Кроме того, передача крутящего момента от кожуха *5* к нажимному диску *1* осуществляется через четыре пары пружинных пластин *2*. Каждая пара пластин одним концом прикреплена к кожуху, а другим соединена с нажимным диском болтом *17* (рис. 120, *б*) и специальной втулкой *18*, имеющей прямоугольную форму в месте посадки ее в пластину *2*. Такая конструкция позволяет нажимному диску при включении и выключении сцепления перемещаться вдоль ведущего вала при жестком соединении его с кожухом.

Сцепление имеет гаситель крутильных колебаний с восемью пружинами *16*, установленными в прямоугольных вырезах ведомого диска *14*.

§ 57. Особенности устройства сцеплений автомобилей семейств МАЗ с пневмоусилителем и КамАЗ с пневмогидроусилителем привода

Двухдисковое сухое сцепление с периферийным расположением нажимных пружин устанавливается на автомобилях МАЗ-5335 и его модификациях. Ме-

ханический привод сцепления снабжен пневмоусилителем. Сцепление выпускается в двух отличающихся числом нажимных пружин вариантах: для дизелей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238.

Средний ведущий *22* (рис. 121) и нажимной *20* диски имеют на наружной поверхности четыре равномерно расположенных по окружности прилива, которые входят в пазы на маховике. Вследствие этого диски могут свободно перемещаться в осевом направлении, а также обеспечивается передача крутящего момента от маховика.

Нажимные пружины *18*, упираясь одним концом в кожух сцепления, другим через теплоизоляционные шайбы *19* действуют на нажимной диск, зажимая между ним и маховиком средний ведущий и ведомые диски.

При выключении сцепления между маховиком, ведомыми, средним ведущим и нажимным дисками создаются необходимые зазоры, чему способ-

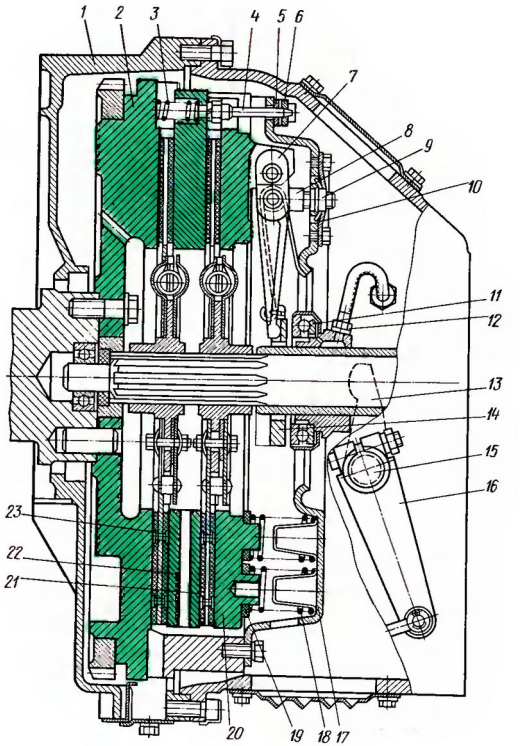


Рис. 121.
Сцепление автомобиля МАЗ-5335:
1 – картер маховика; *2* – маховик; *3* – отжимная пружина; *4* – шток; *5* – разрезное кольцо; *6* – упорная планка; *7* – оттяжной рычаг; *8* – вилка оттяжного рычага; *9* – регулировочная гайка; *10* – опорная пластина; *11* – муфта выключения сцепления с подшипником; *12* – шланг подачи смазочного материала к муфте выключения сцепления; *13* – вилка выключения сцепления; *14* – упорное кольцо оттяжных рычагов; *15* – валик вилки выключения сцепления; *16* – рычаг; *17* – кожух сцепления; *18* – нажимная пружина; *19* – теплоизоляционная шайба; *20* – нажимной диск; *21* – задний ведомый диск; *22* – средний ведущий диск; *23* – передний ведомый диск

ствуют цилиндрические пружины *3*. По мере изнашивания накладок необходимые зазоры обеспечиваются механизмом автоматической регулировки перемещения среднего диска. Этот механизм состоит из штоков *4*, закрепленных в четырех приливах среднего ведущего диска, разрезных колец *5* и упорных планок *6*, которые вместе с кожухом сцепления крепятся болтами к маховику.

При изнашивании фрикционных накладок средний ведущий диск под действием нажимных пружин перемещается к маховику на величину износа накладок. При этом кольца *5*, упираясь в кожух сцепления, перемещаются по штокам *4*, в результате чего сохраняется зазор между кольцами *5* и упорными планками *6*.

В вилках *8* шарнирно подвешены оттяжные рычаги *7*, в свою очередь шарнирно соединенные с ушками нажимного диска. Все четыре оттяжных рычага *7* имеют пружины, фиксирующие их положение.

Муфта *11* выключения сцепления с упорным шарикоподшипником установлена на втулке с помощью фланца, прикрепленного к картеру коробки передач. Против муфты на внутренних концах оттяжных рычагов стопорными

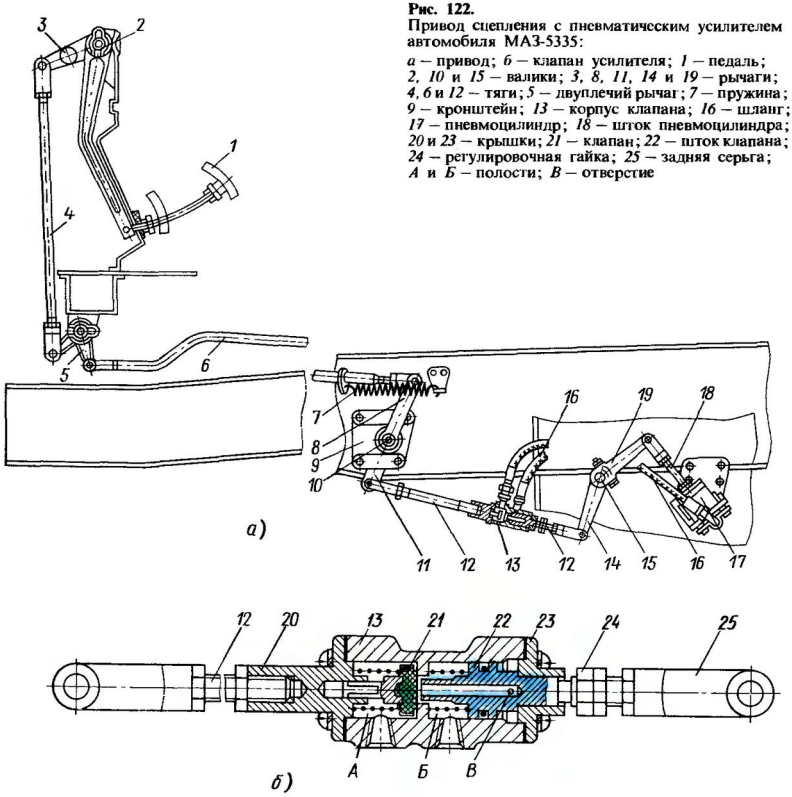


Рис. 122.
Привод сцепления с пневматическим усилителем автомобиля МАЗ-5335:
а — привод; *б* — клапан усилителя; *1* — педаль; *2, 10* и *15* — валики; *3, 8, 11, 14* и *19* — рычаги; *4, 6* и *12* — тяги; *5* — двуплечий рычаг; *7* — пружина; *9* — кронштейн; *13* — корпус клапана; *16* — шланг; *17* — пневмоцилиндр; *18* — шток пневмоцилиндра; *20* и *23* — крышки; *21* — клапан; *22* — шток клапана; *24* — регулировочная гайка; *25* — задняя серьга; *А* и *Б* — полости; *В* — отверстие

пружинами закреплено упорное кольцо *14*.

Муфта *11* охвачена вилкой *13* выключения сцепления, посаженной на валике *15*, установленном в стенках картера сцепления. К левому лонжерону рамы автомобиля прикреплен кронштейн *9* (рис. 122), в котором расположен валик *10* с закрепленным на нем рычагом *11*. Этот рычаг соединен тягой *12* с рычагом *14*, насаженным на левом наружном конце валика вилки выключения сцепления. Подвесная педаль *1* рычагом *3* соединена через вертикальную тягу *4* с двуплечим рычагом *5*, а промежуточной тягой *6* — с верхним концом рычага *8*, соединенным с валиком *10*. Валик *2* педали *1* сцепления установлен в кронштейне на передней стенке кабины.

Клапан управления пневматического усилителя имеет корпус с крышками *20* и *23*. Шток *22* клапана управления соединен с задней серьгой *25* тяги *12*. На серьгу навернута регулировочная гайка *24* с контргайкой. Шланг соединяет полость *А* корпуса под клапаном с тормозным краном пневмосистемы, поэтому в полости постоянно поддерживается давление в результате подачи сжатого воздуха. Отверстие *В* под штоком сообщается с атмосферой, а средняя полость *Б* через шланг *16* — с рабочей полостью пневмоцилиндра *17*. Валик *15* вилки выключения сцепления рычагом *19* шарнирно соединен с наружным концом штока *18* пневмоцилиндра.

Если на педаль сцепления не нажимают, то между крышкой *23* клапана и регулировочной гайкой *24* штока *22* имеется зазор 3,5—3,7 мм. Усилитель в этом случае выключен. При нажатии на педаль *1* сцепления корпус *13* клапана вместе с тягой *12* перемещается вправо, зазор уменьшается и крышка *23* упирается в регулировочную гайку *24*. Усилие передается на рычаг *14*, и в результате поворота валика *15* сцепление выключается. Одновременно сжатый воздух из полости *А* поступает через клапан *21*, открываемый концом штока *22*, в полость *Б* и далее по шлангу *16* в пневмоцилиндр *17*. Сжатый воздух перемещает поршень, который через шток *18* и рычаг *19* создает дополнительное усилие на валике *15*, облегчающее работу водителя при выключении сцепления.

Если педаль сцепления отпустить, то клапан *21* закроется, так как давление на него штока *22* прекратится. Клапан управления включен в механический привод сцепления последовательно, поэтому действие усилителя пропорционально давлению ноги водителя на педаль сцепления. При неисправном усилителе сцепление может быть выключено силой, прикладываемой водителем к педали. При откидывании кабины соединения привода сцепления не нарушаются благодаря наличию вертикальной тяги *4*.

В сцеплении можно регулировать установку оттяжных рычагов *7* (см. рис. 121) с упорным кольцом *14*, зазоры между кольцом *14* и упорным подшипником, между крышкой *23* (см. рис. 122) клапана и регулировочной гайкой *24*, а также длину тяги *12* и штока *18*. Расстояние от плоскости упорного кольца *14* (см. рис. 121) до плоскости заднего нажимного диска должно составлять 63,5—64,5 мм. Его регулировку выполняют регулировочными гайками *9* вилок подвески рычагов. Гайки закрепляют специальными стопорами. Зазор между гайкой *24* (см. рис. 122) и крышкой *23* клапана управления усилителя регулируют гайкой *24*. Длину тяги *12* и штока *18* пневмоцилиндра регулируют, вращая их вилки.

На автомобилях семейства КамАЗ устанавливают двухдисковое сцепление с периферийными пружинами и гидравлическим приводом с пневмогидроусилителем. Средний ведущий диск *6* (рис. 123) сцепления имеет рычажный механизм *4*, автоматически устанавливающий диск в среднее положение при выключении сцепления.

Гидравлический привод сцепления (рис. 124) состоит из педали *4* сцепления, главного цилиндра *5*, пневмогидроусилителя *21*, системы трубопроводов и шлангов. Педаль сцепления с рычагом *2*, соединенным эксцентрико-

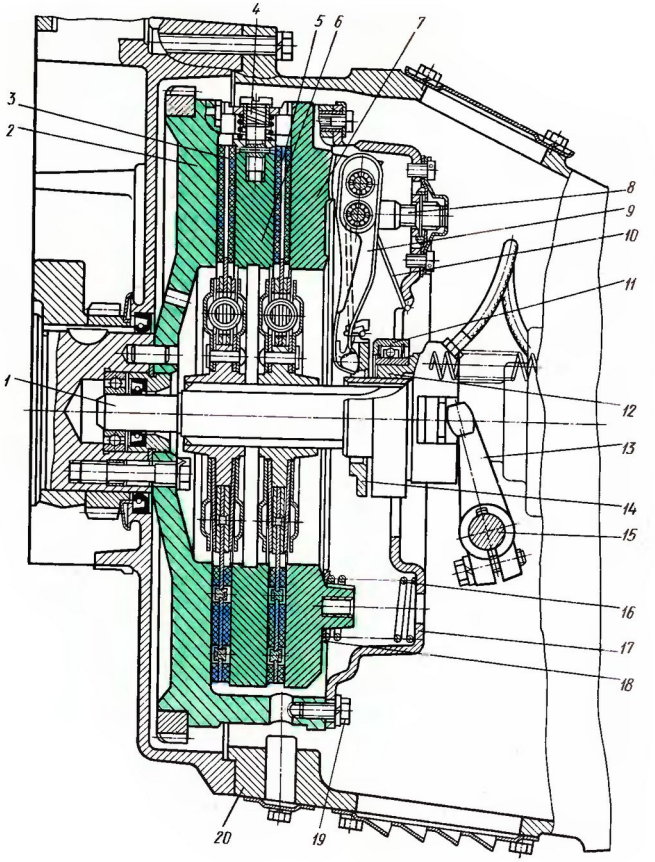


Рис. 123.
Сцепление автомобилей семейства КамАЗ:

1 – ведущий вал; *2* – маховик; *3 и 5* – ведомые диски; *4* – механизм автоматической установки среднего ведущего диска; *6* – средний ведущий диск; *7* – нажимной диск; *8* – вилка оттяжного рычага; *9* – оттяжной рычаг; *10* – пружина упорного кольца; *11* – упорный подшипник; *12* – муфта выключения сцепления; *13* – вилка выключения сцепления; *14* – упорное кольцо; *15* – валик вилки; *16* – нажимная пружина; *17* – кожух; *18* – теплоизоляционная шайба; *19* – болт крепления кожуха; *20* – картер

вой осью с проушиной штока, воздействует через него на поршень *9* главного цилиндра. Поршень, сжимая пружину, через отверстие в пробке *14* выталкивает жидкость через трубопровод в пневмогидроусилитель *21*.

При включенном сцеплении между толкателем *8* и поршнем *9* главного цилиндра имеется зазор, и жидкость через отверстие в поршне свободно перетекает из верхней полости в рабочую полость главного цилиндра. При нажатии на педаль жестко с ней связанный рычаг *2* через эксцентриковую ось действует на шток поршня. Вначале уменьшается зазор и закрывается отверстие в поршне, а затем поршень, сжимая пружину,

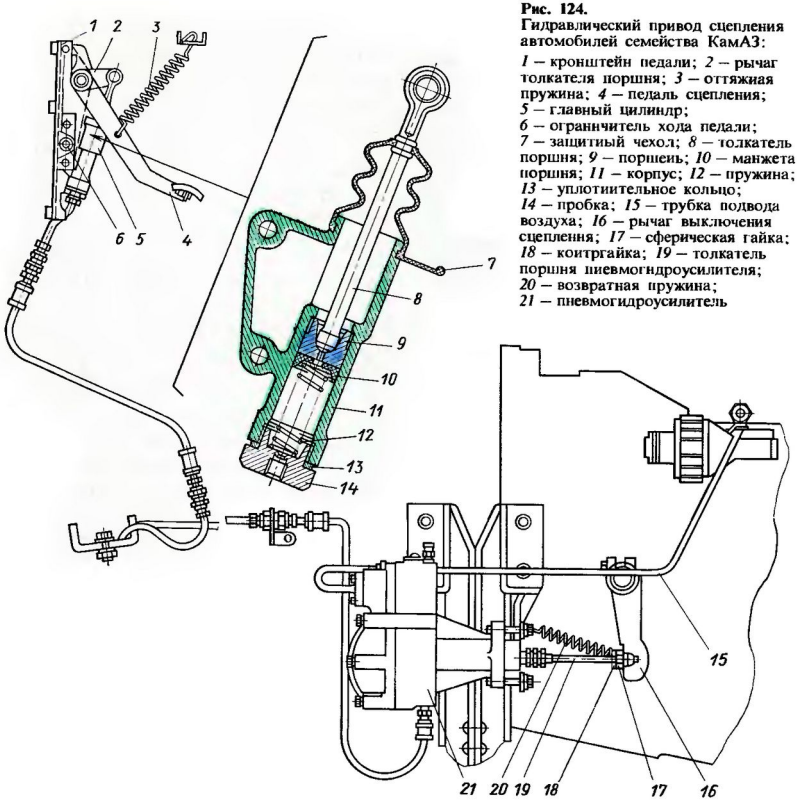


Рис. 124.
Гидравлический привод сцепления автомобилей семейства КамАЗ:
1 – кронштейн педали; *2* – рычаг толкателя поршня; *3* – оттяжная пружина; *4* – педаль сцепления; *5* – главный цилиндр; *6* – ограничитель хода педали; *7* – защитный чехол; *8* – толкатель поршня; *9* – поршень; *10* – манжета поршня; *11* – корпус; *12* – пружина; *13* – уплотнительное кольцо; *14* – пробка; *15* – трубка подвода воздуха; *16* – рычаг выключения сцепления; *17* – сферическая гайка; *18* – контргайка; *19* – толкатель поршня пневмогидроусилителя; *20* – возвратная пружина; *21* – пневмогидроусилитель

вытесняет жидкость через отверстие в пробке и соединительный трубопровод в корпус пневмогидроусилителя.

При отпускании педали под действием давления жидкости в системе и пружины *12* поршень возвращается в исходное положение, толкатель отрывается от поршня, открывая отверстие, и полости вновь соединяются между собой.

Пневмогидроусилитель (рис. 125), прикрепленный с правой стороны к фланцу картера сцепления, служит для уменьшения усилия, прикладываемого к педали сцепления. Он состоит из переднего *24* и заднего *33* корпусов, между которыми зажимается мембрана *11* следящего устройства. В нижнем отверстии переднего корпуса перемещается пневматический поршень *21*, а в заднем корпусе – гидравлический поршень *32* выключения сцепления. Общее усилие от пневматического и гидравлического поршней через толкатель *2* и сферическую гайку *1* передается на рычаг *16* (см. рис. 124) выключения сцепления. В верхних отверстиях переднего и заднего корпусов размещено следящее устройство, предназначенное для автоматического изменения давления воздуха в пневмоцилиндре перед поршнем *21* (см. рис. 125) при изменении усилия на педали сцепления. Оно состоит из впускного *17* и выпускного *19* клапанов,

мембран *11*, седла *12*, пружин *14* и *15*, седла *16* впускного клапана, гидравлического следящего поршня *6* с манжетой *5*.

При включенном сцеплении толкатель *2* под действием пружины *20* (см. рис. 124) прижимается к поршню *32* (см. рис. 125), который штоком упирается в пневматический поршень *21*, занимающий крайне правое положение. Поршень *6* и седло *12* под действием пружины *14* мембраны занимают крайнее левое положение. При этом выпускной клапан *19* открыт, и надпоршневое пространство пневматического поршня *21* через открытый клапан *19*, отверстие в седле, каналы в корпусе в отверстие, прикрытое от попадания грязи крышкой *10*, сообщается с атмосферой.

При выключении сцепления рабочая жидкость из главного цилиндра поступает в полость поршня *32* и по каналу в заднем корпусе подводится к следящему поршню *6*. Поршень *6*, перемещаясь, действует на седло *12* и, сжимая пружину *14* мембраны, закрывает клапан *19*, а затем, сжимая пружину *15*, перемещает впускной клапан *17*, открывая доступ сжатому воздуху через отверстие в крышке *18* в надпоршневое пространство поршня *21*.

Поршень *21*, имея значительную площадь, даже при небольшом давлении воздуха начинает перемещаться влево, сжимая пружину *25*, и перемещает поршень *32* выключения сцепления. Часть сжатого воздуха одновременно подводится в полость мембраны. Таким образом, следящий поршень *6* находится под действием двух направленных навстречу друг другу усилий: от давления рабочей жидкости, стремящейся переместить поршень вправо, и давления сжатого воздуха и пружины *14*, перемещающих поршень влево.

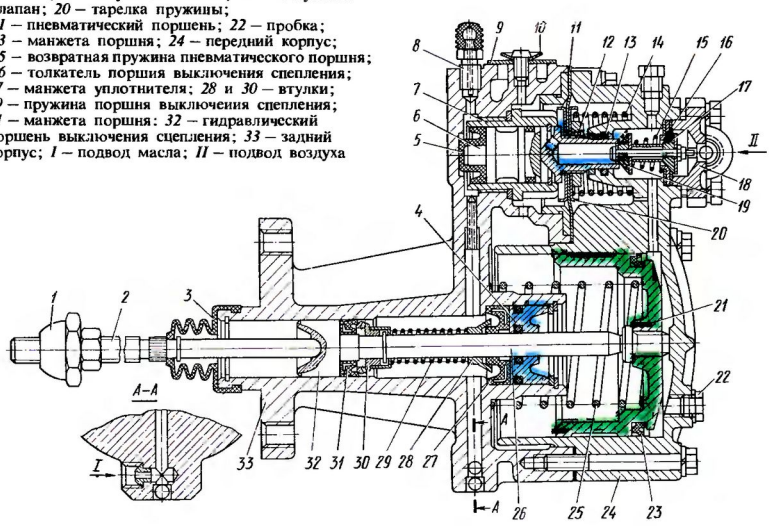


Рис. 125.
Пневмогидроусилитель привода сцепления автомобилей семейства КамАЗ:
1 – сферическая гайка; *2* – толкатель поршня выключения сцепления; *3* – защитный чехол; *4* – корпус комбинированного уплотнения; *5* – манжета следящего поршня; *6* – следящий поршень; *7* – корпус следящего поршня; *8* – перепускной клапан; *9* – уплотнитель выпускного отверстия; *10* и *18* – крышки; *11* – мембрана следящего устройства; *12* – седло выпускного клапана; *13* – уплотнительное кольцо; *14* – пружина мембраны; *15* – пружина впускного и выпускного клапанов; *16* – седло впускного клапана; *17* – впускной клапан; *19* – выпускной клапан; *20* – тарелка пружины; *21* – пневматический поршень; *22* – пробка; *23* – манжета поршня; *24* – передний корпус; *25* – возвратная пружина пневматического поршня; *26* – толкатель поршня выключения сцепления; *27* – манжета уплотнителя; *28* и *30* – втулки; *29* – пружина поршня выключения сцепления; *31* – манжета поршня: *32* – гидравлический поршень выключения сцепления; *33* – задний корпус; *I* – подвод масла; *II* – подвод воздуха

Поршни *21* и *6*, мембрана и пружина *14* подобраны так, чтобы обеспечить необходимое снижение усилия на педали сцепления. При выходе из строя пневмосистемы перемещение поршня *32* осуществляется только под давлением рабочей жидкости.

При отпускании педали сцепления давление рабочей жидкости уменьшается, поршень *6* и седло *12* под действием пружины *14* перемещаются влево, впускной клапан *17* садится на седло, прекращая подачу сжатого воздуха, а надпоршневое пространство поршня *21* сообщается через отверстие в седле с атмосферой. Поршень *21* перемещается вправо, и поршень *32* занимает исходное положение.

Свободный ход муфты выключения сцепления проверяют перемещением рычага вала вилки. Если он окажется на радиусе 90 мм менее 3 мм, то регулировку свободного хода производят сферической гайкой толкателя пневмогидроусилителя до величины 4—5 мм, что соответствует свободному ходу муфты выключения сцепления, равному (3,6 ± 0,4) мм.

Если свободный ход педали выключения сцепления по перемещению средней части ее площадки не соответствует 6—12 мм, то регулировку производят эксцентриковым пальцем, соединяющим верхнюю проушину толкателя гидроцилиндра с рычагом педали, при положении, когда оттяжная пружина прижимает педаль к верхнему упору.

Глава 12

Коробки передач

§ 58. Назначение и типы коробок передач

Назначение коробки передач — изменять силу тяги, скорость и направление движения автомобиля. У автомобильных двигателей с уменьшением частоты вращения коленчатого вала крутящий момент незначительно возрастает, достигает максимального значения и при дальнейшем снижении частоты вращения также уменьшается. Однако при движении автомобиля на подъемах, по плохим дорогам, при трогании с места и быстром разгоне необходимо увеличение крутящего момента, передаваемого от двигателя к ведущим колесам. Для этой цели и служит коробка передач, в которую входит также передача, позволяющая автомобилю двигаться задним ходом. Кроме того, коробка передач обеспечивает разъединение двигателя с трансмиссией.

Ступенчатая коробка передач состоит из набора зубчатых колес, которые входят в зацепление в различных сочетаниях, образуя несколько передач или ступеней с различными передаточными числами. Чем больше число передач, тем лучше автомобиль «приспосабливается» к различным условиям движения. Коробка передач должна работать бесшумно, с минимальным износом; этого достигают применением зубчатых колес с косыми зубьями.

Ступенчатые коробки передач по числу передач переднего хода делят на четырех- и пятиступенчатые. Обычно коробки передач легковых автомобилей, малогабаритных автобусов и грузовых автомобилей небольшой грузоподъемности имеют четыре ступени, а коробки передач больших автобусов и грузовых автомобилей значительной грузоподъемности — пять ступеней. Все легковые автомобили отечественного производства, автобусы семейств РАФ, КАвЗ, ПАЗ и грузовые автомобили семейств УАЗ и ГАЗ имеют четырехступенчатые коробки передач, а автобусы семейств ЗИЛ, ЛАЗ и грузовые автомобили семейств ЗИЛ, «Урал», МАЗ и КамАЗ — пятиступенчатые.

Ступенчатые коробки передач могут быть простые и планетарные. В основном на автомобилях применяют простые ступенчатые коробки передач, переключение передач в которых происходит двумя способами: передвижением зубчатых колес или передвижением муфт.

Иногда автомобили оборудуют бесступенчатыми коробками передач

с плавным изменением передаточного числа и комбинированными коробками передач, в которых использованы оба способа изменения передаточного числа. К последним относятся коробки передач автобусов семейства ЛиАЗ, состоящие из гидротрансформатора, работающего совместно с двухступенчатой коробкой передач, и коробки передач легковых автомобилей семейств «Чайка» и ЗИЛ, а также коробки передач автомобилей-самосвалов семейства БелАЗ, состоящие из гидротрансформатора, работающего совместно с автоматической планетарной трехступенчатой коробкой передач. Бесступенчатое изменение передаточного числа в этих коробках осуществлено при помощи гидротрансформатора.

§ 59. Схема и принцип работы ступенчатой коробки передач

В простой ступенчатой коробке передач (рис. 126) имеются три вала: ведущий (первичный) *А*, связанный через сцепление с коленчатым валом двигателя; ведомый (вторичный) *Б*, соединенный через карданную передачу и другие механизмы с ведущими колесами автомобиля; промежуточный *В*. С ведущим валом как одно целое изготовлено ведущее зубчатое колесо *1*, находящееся в постоянном зацеплении с ведомым зубчатым колесом *8*, жестко соединенным с промежуточным валом. При включении сцепления вращаются ведущий и промежуточный валы.

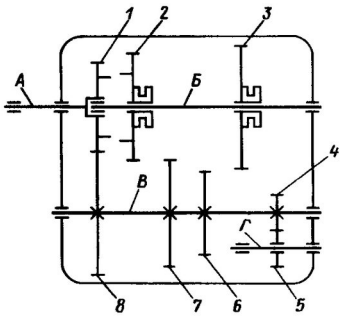


Рис. 126.
Схема трехступенчатой коробки передач:
А – ведущий вал; *Б* – ведомый вал;
В – промежуточный вал; *Г* – ось зубчатого колеса передачи заднего хода; *1–8* – зубчатые колеса

На ведомом валу установлены подвижные зубчатые колеса *2* и *3*, а зубчатые колеса *7*, *6* и *4*, так же как и колесо *8*, жестко соединены с промежуточным валом. Отношение числа зубьев ведомого зубчатого колеса к числу зубьев ведущего колеса, обратное отношению их частот вращения, называют передаточным числом. Например, передаточное число передачи, состоящей из зубчатых колес *8* и *1*,

$$u_{\text{п}} = z_8/z_1,$$

где z_8 – число зубьев ведомого зубчатого колеса *8*; z_1 – число зубьев ведущего зубчатого колеса *1*.

Когда какое-либо зубчатое колесо ведомого вала входит в зацепление с одним из зубчатых колес промежуточного вала, крутящий момент от двигателя через ведущий, промежуточный и ведомый валы коробки передач передается карданной передаче и далее на ведущие колеса автомобиля. Для включения первой передачи колесо *3* передвигают вперед, вводя его в зацепление с шестерней *6* первой передачи промежуточного вала. Общее передаточное число первой передачи определяют как произведение передаточных чисел отдельных пар зубчатых колес, т. е.

$$u_1 = \frac{z_8}{z_1}\,\frac{z_3}{z_6},$$

где z_3 и z_6 – числа зубьев соответственно колеса *3* и шестерни *6*.

При включении первой передачи крутящий момент $M_{\text{к}}$ на ведомом валу коробки передач увеличивается по сравнению с крутящим моментом двигателя $M_{\text{д}}$ в u_1 раз, т. е.

$$M_{\text{к}} = M_{\text{д}}u_1 = M_{\text{д}}\frac{z_8}{z_1}\,\frac{z_3}{z_6},$$

и имеет максимальную величину, так

как шестерня *6* является наименьшей из зубчатых колес промежуточного вала, а колесо *3* – наибольшим из зубчатых колес ведомого вала.

Первой передачей пользуются при движении автомобиля в самых тяжелых дорожных условиях, на крутых подъемах, а также при трогании с места на плохой дороге и с грузом. Для легковых автомобилей передаточное число первой передачи $u_1 = 3 \div 4$, для автобусов $u_1 = 3 \div 7$, для грузовых автомобилей $u_1 = 4 \div 7$.

Вторая передача обеспечивается включением зубчатых колес *2* и *7*. Тогда

$$u_2 = \frac{z_8}{z_1} \cdot \frac{z_2}{z_7},$$

где z_2 и z_7 – числа зубьев зубчатых колес соответственно *2* и *7*.

Вторая передача является промежуточной. В приведенной схеме трехступенчатой коробки она единственная. В четырех- и пятиступенчатой коробках передач может быть две или даже три промежуточные передачи.

При включении прямой (в данном случае третьей) передачи ведущий и ведомый валы соединяются непосредственно через зубчатые колеса *1* и *2* ($u_3 = 1$). Прямая передача является основной передачей, используемой при движении автомобиля по хорошей дороге.

Переключение передач выполняют при выключенном сцеплении, вводя подвижные зубчатые колеса (каретки) ведомого вала в зацепление с неподвижными зубчатыми колесами промежуточного вала. Это зацепление сопровождается ударами торцов зубьев и их повышенным износом. Поэтому на автомобилях часто применяют коробки передач с постоянным зацеплением зубчатых колес, отличающиеся высокой долговечностью.

С зубчатым колесом *4* промежуточного вала в постоянном зацеплении находится промежуточное зубчатое колесо *5* передачи заднего хода, которое на рис. 126 условно изображено в плоскости чертежа. Для включения передачи заднего хода зубчатое колесо *3* передвигают назад, вводя его в зацепление с промежуточным зубчатым колесом *5* передачи заднего хода, свободно вращающимся на своей оси.

§ 60. Четырехступенчатые коробки передач

Коробка передач автомобиля ГАЗ-3102 «Волга». Ведущий вал *3* (рис. 127) четырехступенчатой коробки передач автомобиля ГАЗ-3102 «Волга» зубчатым колесом постоянного зацепления связан с блоком *30* зубчатых колес промежуточного вала. Остальные зубчатые колеса этого блока находятся в постоянном зацеплении с косозубыми зубчатыми колесами *11*, *12* и *16* соответственно третьей, второй и первой передач ведомого вала *22*. Включение всех четырех передач переднего хода выполняют соединением скользящих муфт *9* и *13* синхронизаторов со шлицевыми венцами соответствующих зубчатых колес.

При включении первой передачи крутящий момент от коленчатого вала двигателя передается через ведущий вал *3* блоку *30* зубчатых колес промежуточного вала, а затем через зубчатое колесо *16*, муфту *13* и ступицу *15* синхронизатора первой и второй передач к ведомому валу *22*. При включенной второй передаче крутящий момент передается через ведущий вал *3*, блок *30* зубчатых колес промежуточного вала, зубчатое колесо *12*, муфту *13* и ступицу *15* синхронизатора первой и второй передач к ведомому валу.

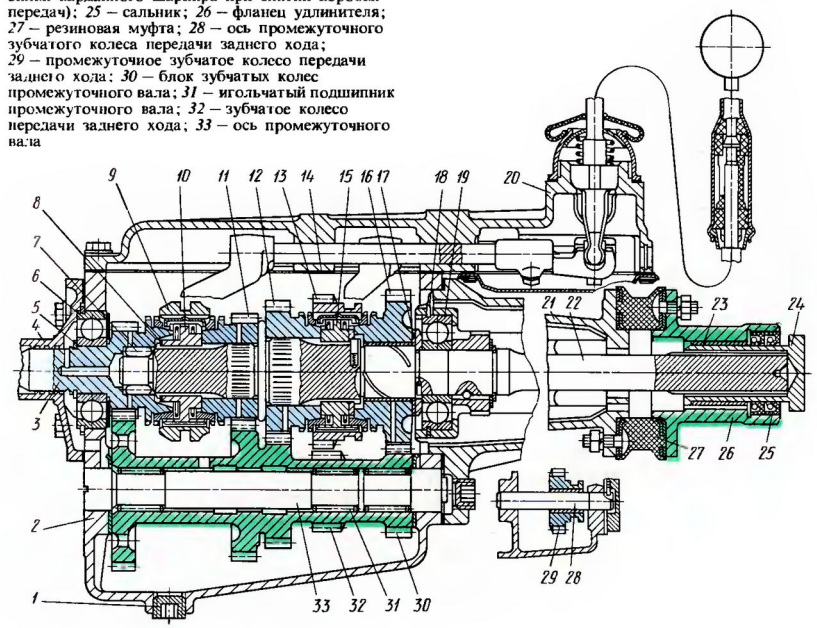
Если включена третья передача, то крутящий момент передается через зубчатое колесо *11*, муфту *9* и ступицу *10* синхронизатора третьей и четвертой передач. При включении четвертой передачи (прямой) синхронизатор третьей и четвертой передач непосредственно соединяет ведущий и ведомый валы.

Для включения передачи заднего хода прямозубое зубчатое колесо *29* вводят в зацепление с зубчатым колесом *32* блока *30* зубчатых колес промежуточного вала и с зубчатым венцом муфты *13* синхронизатора первой и второй передач. Ось *28* от провертывания и осевых

перемещений удерживается запрессованным в нее штифтом, входящим в паз на корпусе удлинителя.

Все детали коробки передач смазываются разбрызгивающимся маслом, залитым в нижнюю часть картера. Масло заливают и контролируют его уровень через отверстие, расположенное с правой стороны картера.

Рис. 127.
Четырехступенчатая коробка передач автомобиля ГАЗ-3102 «Волга»:
1 – пробка отверстия для слива масла; *2* – картер коробки передач; *3* – ведущий вал; *4* – крышка подшипника ведущего вала; *5, 8 и 18* – стопорные кольца; *6* – задний подшипник ведущего вала; *7* – роликоподшипник; *9* – муфта синхронизатора третьей и четвертой передач; *10* – ступица синхронизатора третьей и четвертой передач; *11* – зубчатое колесо третьей передачи; *12* – зубчатое колесо второй передачи; *13* – муфта синхронизатора первой и второй передач; *14* – прокладка; *15* – ступица синхронизатора первой и второй передач; *16* – зубчатое колесо первой передачи; *17* – регулировочная шайба; *19* – шарикоподшипник; *20* – верхняя крышка коробки передач; *21* – удлинитель коробки передач; *22* – ведомый вал; *23* – сталебаббитовый подшипник; *24* – заглушка (вставляется на место вилки карданного шарнира при снятии коробки передач); *25* – сальник; *26* – фланец удлинителя; *27* – резиновая муфта; *28* – ось промежуточного зубчатого колеса передачи заднего хода; *29* – промежуточное зубчатое колесо передачи заднего хода; *30* – блок зубчатых колес промежуточного вала; *31* – игольчатый подшипник промежуточного вала; *32* – зубчатое колесо передачи заднего хода; *33* – ось промежуточного вала



Коробка передач автомобилей ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12. Ведущий вал *1* (рис. 128, *а*) изготовлен как одно целое с зубчатым колесом *3* со спиральными зубьями, которое находится в постоянном зацеплении с колесом *17* промежуточного вала. На заднем конце ведущего вала имеется зубчатый венец с прямыми зубьями, который может входить в зацепление с зубьями синхронизатора *4*. От осевого перемещения назад ведущий вал удерживается упорным шарикоподшипником, а от перемещения вперед – крышкой *19*. Зубчатое колесо *7* первой передачи установлено на шлицах ведомого вала *10*. Зубчатое колесо *6* второй передачи свободно сидит на бронзовой втулке, надетой на ведомый вал, так же как и зубчатое колесо *5* третьей передачи, имеющее кроме зубьев конус для включения синхронизатора.

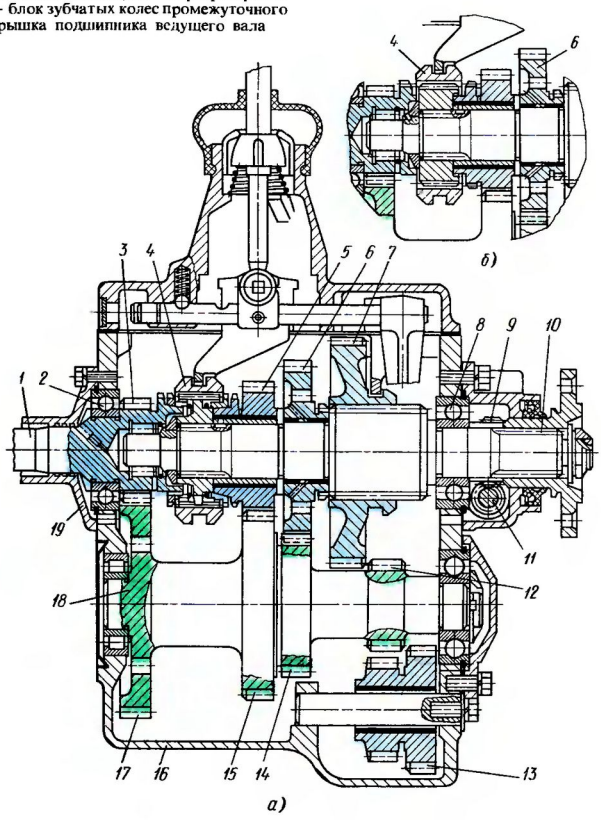
Опорами ведомого вала служат роликоподшипник, установленный в выточке ведущего вала, и шарикоподшипник,

помещенный в задней стенке картера коробки передач. Ролики переднего подшипника фиксируются специальной плоской шайбой и буртиком ведущего вала. На заднем конце ведомого вала гайкой укреплен червяк привода спидометра и фланец карданного шарнира. На шлицах переднего конца ведомого вала посажена ступица синхронизатора *4*.

Блок *18* зубчатых колес промежуточного вала, вращающийся на двух подшипниках, состоит из зубчатого колеса *12* первой передачи, зубчатого колеса *14* второй передачи, зубчатого колеса *15* третьей передачи и зубчатого колеса *17* постоянного зацепления с ведущим валом. От осевых перемещений промежуточный вал фиксируется крышкой и гайкой крепления заднего подшипника. Блок *13* зубчатых колес передачи заднего хода вращается на оси на бронзовой

Рис. 128.
Четырехступенчатая коробка передач автомобилей ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12:

а – конструкция; *б* – муфта включения коробки передач автомобиля ГАЗ-53-12; *1* – ведущий вал; *2* и *8* – подшипники; *3* и *17* – зубчатые колеса постоянного зацепления ведущего и промежуточного валов; *4* – синхроизатор третьей и четвертой передач; *5* и *15* – зубчатые колеса третьей передачи; *6* и *14* – зубчатые колеса второй передачи; *7* и *12* – зубчатые колеса первой передачи; *9* и *11* – червячная пара привода спидометра; *10* – ведомый вал; *13* – блок зубчатых колес передачи заднего хода; *16* – картер коробки передач; *18* – блок зубчатых колес промежуточного вала; *19* – крышка подшипника ведущего вала



втулке. На рис. 128 его положение показано условно, так как в действительности блок *13* расположен сбоку, между ведомым и промежуточным валами. Чтобы ось зубчатых колес передачи заднего хода не проворачивалась, ее стопорят краем прилива на задней крышке промежуточного вала и специальной стопорной пластиной, прикрепленной болтом.

В кольцевую канавку блока зубчатых колес передачи заднего хода входит вилка переключения. Зубчатые колеса *5* и *6* соответственно третьей и второй передач, установленные на ведомом валу, находятся в постоянном зацеплении с зубчатыми колесами *15* и *14* промежуточного вала, а зубчатое колесо *7* первой передачи при перемещении назад входит в зацепление с зубчатым колесом *12*. Зубчатые колеса показаны в нейтральном положении, когда крутящий момент от коленчатого вала двигателя не передается к ведущим колесам автомобиля.

При включении трех высших передач используются зубчатые колеса *3*, *17*, *5*, *15*, *6* и *14* со спиральными зубьями, что обеспечивает плавную и бесшумную работу коробки передач и снижает износ зубчатых колес. Для первой передачи и передачи заднего хода (они используются сравнительно редко) применены прямозубые зубчатые колеса.

Первая передача включается при введении в зацепление зубчатых колес *7* и *12*. Крутящий момент передается от ведущего вала *1* через зубчатые колеса *3* и *17* на блок *18* зубчатых колес промежуточного вала, а затем через колеса *12* и *7* на ведомый вал *10*.

При включении второй передачи зубчатое колесо *7* перемещается вперед и внутренние шлицы его входят в зацепление с зубчатым колесом *6*. Крутящий момент от ведущего вала *1* через зубчатые колеса *3*, *17*, *14*, *6*, внутреннее шлицевое соединение колес *6* и *7* передается ведомому валу *10*.

Третья передача включается при передвижении синхронизатора *4* назад. При этом крутящий момент от промежуточного вала на ведомый передается через зубчатые колеса *15* и *5* и синхронизатор *4*.

Для включения четвертой передачи (прямой) перемещают вперед синхронизатор *4*, который соединяет ведущий и ведомый валы в одно целое.

Передача заднего хода включается при смещении вперед блока *13* зубчатых колес, из которых большее колесо входит в зацепление с колесом *12*, а меньшее – с колесом *7*. При этом крутящий момент передается через колеса *3*, *17*, *12*, блок *13* зубчатых колес и колесо *7*.

Механизм коробки передач смонтирован в литом чугунном картере *16*, который болтами прикреплен к картеру сцепления. Справа (по ходу автомобиля) в картере есть люк, закрытый крышкой с паронитовой прокладкой. Этот люк может быть использован для присоединения коробки отбора мощности. С левой стороны внутри в нижней части картера установлен грязеуловитель.

Заливают масло и контролируют его уровень через отверстие с пробкой на левой стенке картера. Отверстие для слива масла находится внизу на задней стенке. На внутренних поверхностях передней и задней крышек картера нарезаны маслосгонные канавки, а в задней крышке, кроме того, установлен сальник. На внутренней стороне передней крышки имеется канал для отвода масла в картер коробки передач.

В коробке передач автомобиля ГАЗ-53-12 вместо синхронизатора третьей и четвертой передач используют муфту включения (рис. 128, *б*).

§ 61. Пятиступенчатые коробки передач

Коробка передач автомобиля ЗИЛ-130. Передней опорой ведущего вала *1* (рис. 129) служит шарикоподшипник, установленный в выточке фланца коленчатого вала, задней – шарикоподшипник *2*, размещенный в стенке картера коробки передач. Шарикоподшипник *2* закрыт крышкой и фиксируется стопорным кольцом *3* и гайкой.

Ведомый вал опирается на шарикоподшипник *17* и роликоподшипник *37*.

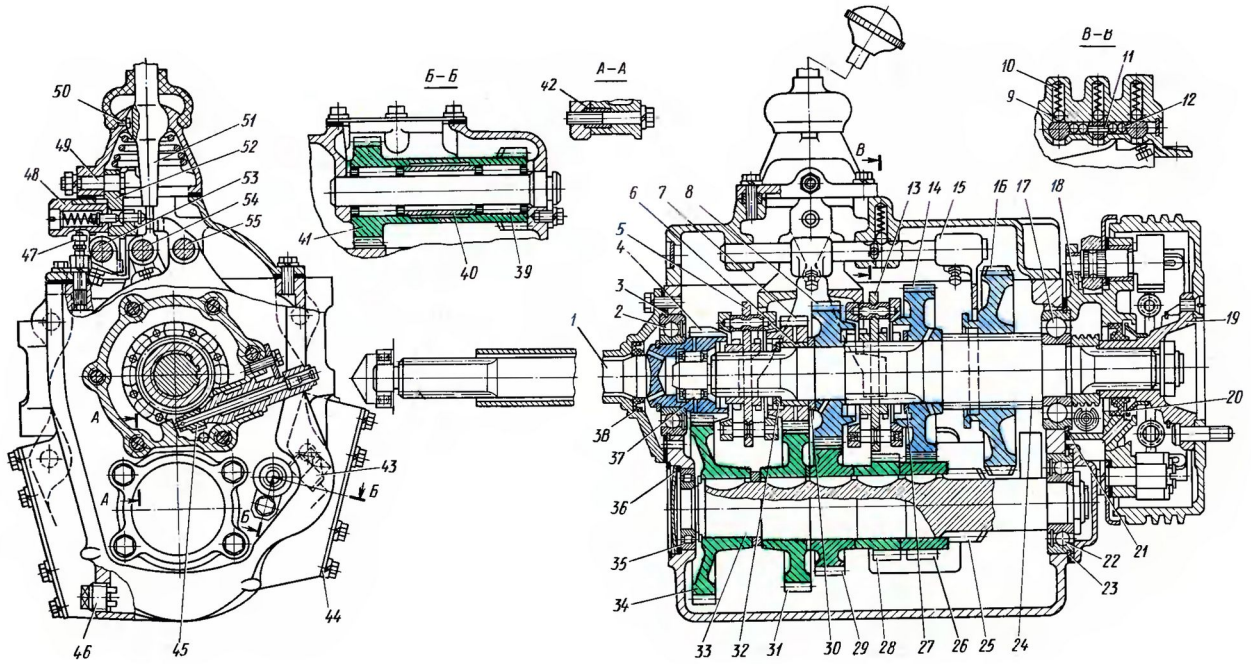


Рис. 129.
Пятиступенчатая коробка передач автомобиля ЗИЛ-130:
1 – ведущий вал; *2, 17, 22, 35, 37* и *39* – подшипники; *3, 21, 23, 36* – стопорные кольца; *4* и *34* – зубчатые колеса постоянного зацепления ведущего и промежуточного валов; *5* – синхронизатор четвертой и пятой передач; *6* – втулка зубчатого колеса четвертой передачи; *7* и *31* – зубчатые колеса четвертой передачи; *8* и *29* – зубчатые колеса третьей передачи; *9* – шарик фиксатора; *10* – пружина фиксатора; *11* – штифт замка стержней переключения передач; *12* – шарик замка; *13* – синхронизатор второй и третьей передач; *14* и *26* – зубчатые колеса второй передачи; *15* – вилка переключения первой передачи и передачи заднего хода; *16* – зубчатое колесо первой передачи и передачи заднего хода; *18* – кронштейн стояночного тормозного механизма; *19* – фланец карданного шарнира; *20* и *38* – сальники; *24* – ведомый вал; *25* – ведущее зубчатое колесо первой передачи; *27, 30* и *32* – опорные шайбы; *28* – зубчатое колесо передачи заднего хода промежуточного вала; *33* – промежуточный вал; *40* – распорная втулка; *41* – блок зубчатых колес передачи заднего хода; *42* – установочная втулка; *43* – пробка контрольно-заливного отверстия; *44* – крышка люка отбора мощности; *45* – зубчатое колесо привода спидометра; *46* – сливная пробка с магнитом; *47* – сапун; *48* – предохранитель включения первой передачи и передачи заднего хода; *49* – ось промежуточного рычага; *50* – фиксатор; *51* – рычаг переключения передач; *52* – промежуточный рычаг; *53* – ползун переключения первой передачи и передачи заднего хода; *54* – ползун переключения четвертой и пятой передач; *55* – ползун переключения второй и третьей передач

На задний конец этого вала надеты червяк привода спидометра и шлицевая втулка с фланцем *19* карданного шарнира, закрепленная гайкой с шайбой. Крышка шарикоподшипника *17* одновременно служит кронштейном стояночного тормозного механизма.

Промежуточный вал *33* опирается на шарикоподшипник *22* и роликоподшипник *35*. Зубчатое колесо *25* изготовлено как одно целое с промежуточным валом, а зубчатые колеса *26*, *28*, *29*, *31* и *34* установлены на валу на шпонках. Наружные кольца шарикоподшипников *17*, *22* и роликоподшипника *35* фиксируются стопорными кольцами.

Зубчатые колеса *4* и *34*, соединяющие ведущий и промежуточный валы, зубчатые колеса *7* и *31* четвертой, *8* и *29* третьей и *26* второй передач имеют косые зубья и находятся в постоянном зацеплении. Зубчатые колеса *7*, *8* и *14* свободно вращаются на ведомом валу, на котором имеются также синхронизаторы *5* и *13*, а на шлицах установлено зубчатое колесо *16* первой передачи и передачи заднего хода.

Первая передача включается при перемещении зубчатого колеса *16* вперед до зацепления его с колесом *25* на промежуточном валу; при этом вращение через зубчатые колеса *25* и *16* передается ведомому валу. Вторая и третья передачи включаются при перемещении синхронизатора *13* соответственно назад и вперед. Для включения четвертой и пятой передач перемещают назад или вперед синхронизатор *5*. При включении пятой передачи (прямой) между собой соединяются ведущий и ведомый валы.

В передачу заднего хода входит зубчатое колесо *28*, установленное на промежуточном валу. При движении зубчатого колеса *16* назад и его зацеплении с малым зубчатым колесом блока *41* включается задний ход. В этом случае крутящий момент от коленчатого вала двигателя через зубчатые колеса *4*, *34* и *28*, блок *41*, зубчатое колесо *16* передается ведомому валу, который будет вращаться в обратную сторону по сравнению с направлением его вращения при включении других передач. В картере коробки передач с обеих сторон есть люки с фланцами для крепления коробки отбора мощности. Пробка *43* закрывает контрольно-заливное отверстие для заливки и контроля уровня масла.

Коробка передач автомобиля МАЗ-5335. В пятиступенчатых коробках передач пятую передачу часто делают повышающей с передаточным числом, меньшим единицы. Наличие такой передачи улучшает топливную экономичность автомобиля и уменьшает износ деталей двигателя, так как появляется возможность снизить частоту вращения коленчатого вала при той же скорости движения автомобиля.

В пятиступенчатой коробке передач с повышающей передачей автомобиля МАЗ-5335 (рис. 130) для улучшения смазывания ее деталей установлен специальный масляный насос *25*. В рассмотренных ранее конструкциях коробок передач все трущиеся детали смазывались маслом, захватываемым вращающимися зубчатыми колесами из масляной ванны. В коробке передач автомобиля МАЗ-5335 вращение от переднего торца промежуточного вала *17* передается зубчатым колесам масляного насоса *25*, забирающего масло из поддона и нагнетающего его по каналам передней стенки картера, передней крышки, ведущего и ведомого валов к переднему подшипнику ведомого вала и к подшипникам косозубых зубчатых колес постоянного зацепления, установленных на этом валу.

Ведущий вал через зубчатые колеса *3* и *24* передает вращение колесам промежуточного вала *17*. На ведомом валу имеются два синхронизатора *10* и *4* для включения второй, третьей, четвертой и пятой передач. При перемещении синхронизатора *4* вперед обеспечивается четвертая передача соединением ведущего и ведомого валов между собой, а пятая передача включается при перемещении синхронизатора *4* назад. При этом вращение на ведомый вал передается синхронизатором через зубчатые колеса *22* и *8*. Смещением синхронизатора *10* вперед через зубчатые колеса *21*

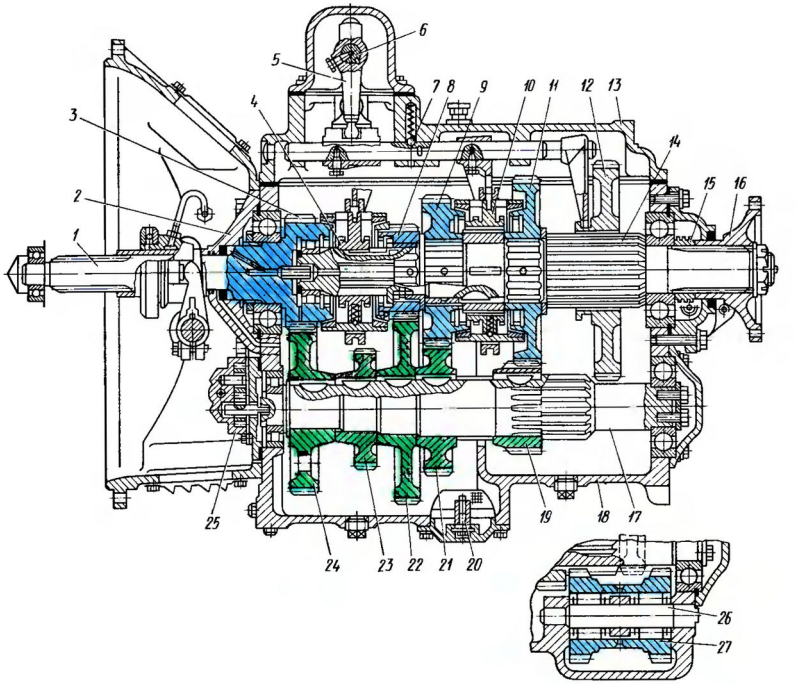


Рис. 130.
Пятиступенчатая коробка передач автомобиля МАЗ-5335:

1 — ведущий вал; *2* — крышка подшипника ведущего вала; *3* — зубчатое колесо ведущего вала; *4* — синхронизатор четвертой и пятой передач; *5* — рычаг переключения передач; *6* — вал рычага переключения; *7* — шарик фиксатора с пружиной; *8* — зубчатое колесо пятой передачи ведомого вала; *9* — зубчатое колесо третьей передачи ведомого вала; *10* — синхронизатор второй и третьей передач; *11* — зубчатое колесо второй передачи ведомого вала; *12* — зубчатое колесо первой передачи и передачи заднего хода ведомого вала; *13* — верхняя крышка коробки передач со штоком и вилками; *14* — ведомый вал; *15* — червячное колесо привода спидометра; *16* — фланец крепления карданного вала к коробке передач; *17* — промежуточный вал с зубчатым венцом первой передачи и передачи заднего хода; *18* — картер коробки передач; *19* — зубчатое колесо второй передачи промежуточного вала; *20* — заборник масляного насоса с магнитом; *21* — зубчатое колесо третьей передачи промежуточного вала; *22* — зубчатое колесо пятой передачи промежуточного вала; *23* — зубчатое колесо отбора мощности; *24* — зубчатое колесо привода промежуточного вала; *25* — масляный насос; *26* — ось блока зубчатых колес передачи заднего хода; *27* — блок зубчатых колес передачи заднего хода

и *9* осуществляется третья передача, перемещением синхронизатора *10* назад через зубчатые колеса *19* и *11* — вторая передача.

Первая передача получается при перемещении зубчатого колеса *12* вперед и соединения его с зубчатым венцом промежуточного вала *17*. При смещении колеса *12* назад оно входит в зацепление с блоком зубчатых колес передачи заднего хода. При этом второе колесо блока зубчатых колес передачи заднего хода находится в постоянном зацеплении с зубчатым венцом промежуточного вала.

Коробка передач автомобилей семейства КамАЗ. На автомобилях семейства КамАЗ, предназначенных для работы без прицепа, установлена пятиступенчатая коробка передач. Для автомобилей-тягачей, работающих с прицепами, к основной пятиступенчатой коробке доба-

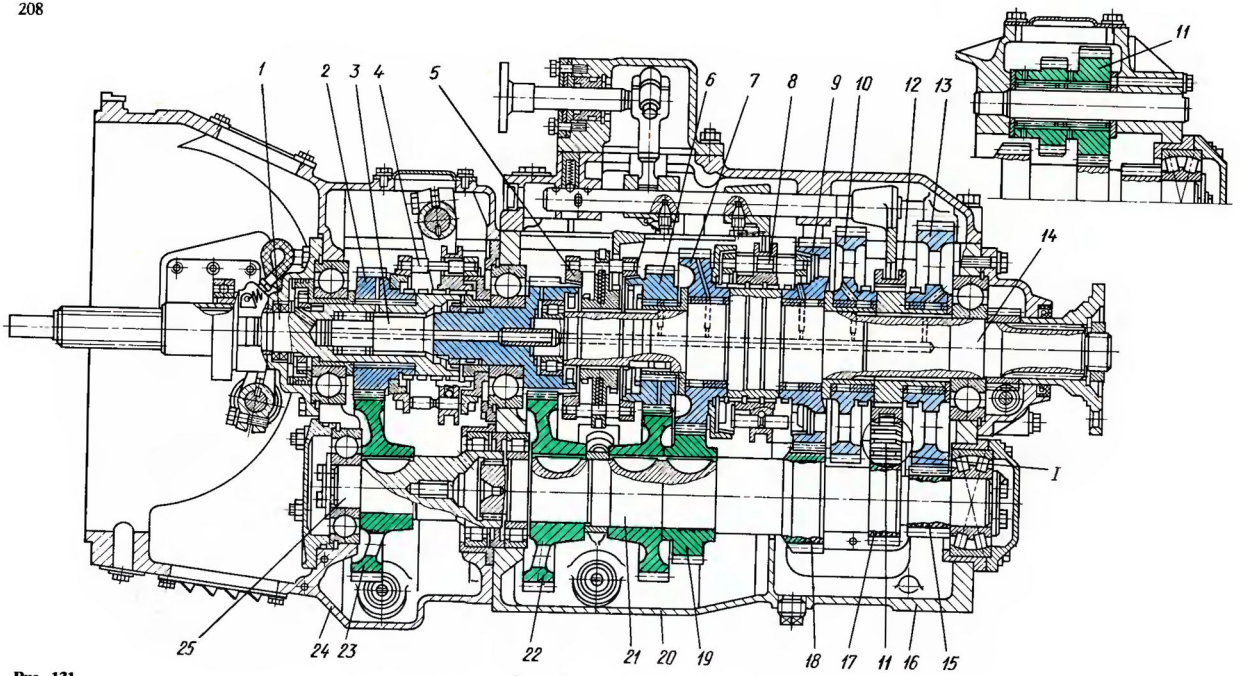


Рис. 131.
Коробка передач автомобилей семейства КамАЗ:
1 – ведущий вал делителя; *2* – зубчатое колесо ведущего вала делителя; *3* – ведущий вал коробки передач; *4* – синхронизатор делителя; *5* – синхронизатор четвертой и пятой передач; *6* – зубчатое колесо четвертой передачи ведомого вала; *7* – зубчатое колесо третьей передачи ведомого вала; *8* – синхронизатор второй и третьей передач: *9* – зубчатое колесо второй передачи ведомого вала; *10* – зубчатое колесо передачи заднего хода ведомого вала; *11* – блок зубчатых колес передачи заднего хода; *12* – муфта включения передачи заднего хода и первой передачи; *13* – зубчатое колесо первой передачи ведомого вала; *14* – ведомый вал; *15* – зубчатый венец первой передачи промежуточного вала; *16* и *20* – картер коробки; *17* – зубчатый венец промежуточного вала для включения передачи заднего хода; *18* – зубчатый венец второй передачи; *19* - зубчатое колесо третьей передачи промежуточного вала; *21* – промежуточный вал коробки передач; *22* – зубчатое колесо привода промежуточного вала коробки передач; *23* – зубчатое колесо привода промежуточного вала делителя; *24* – картер делителя; *25* – промежуточный вал делителя

вляют передний редуктор – делитель (рис. 131), удваивающий число передач.

Зубчатое колесо ведущего вала коробки передач, выполненное вместе с валом, находится в постоянном зацеплении с зубчатым колесом *22* привода промежуточного вала. Зубчатое колесо ведущего вала имеет конусную часть для соединения с фрикционным кольцом синхронизатора, а также внутренний зубчатый венец, предназначенный для соединения с зубчатым венцом синхронизатора. Передней опорой ведомого вала служит роликоподшипник, установленный в гнезде ведущего вала, а задней – шарикоподшипник, размещенный в гнезде стенки картера.

На переднем конце ведомого вала нарезано три зубчатых венца, предназначенных для установки синхронизатора *5* четвертой и пятой передач. На цилиндрической шейке вала при помощи втулок и роликоподшипников устанавливают зубчатые колеса *6*, *7* и *9* соответственно четвертой, третьей и второй передач. Зубчатые колеса *7* и *9* имеют конусы и зубчатые венцы для работы с синхронизатором *8*, размещенным между ними на шлицевой части вала, состоящей из трех зубчатых венцов. Крайние венцы имеют меньшую толщину зуба по сравнению со средним венцом, что предотвращает самопроизвольное выключение передач.

Втулка зубчатого колеса *13* первой передачи, соединяющаяся шлицами с валом, имеет наружную часть, выполненную по двум диаметрам. По шлицам цилиндрической части большего диаметра перемещается муфта *12* включения передачи заднего хода и первой передачи, на цилиндрической шейке меньшего диаметра установлен подшипник зубчатого колеса первой передачи. Все зубчатые колеса находятся в постоянном зацеплении с соответствующими зубчатыми колесами и зубчатыми венцами промежуточного вала, а колесо *10* передачи заднего хода – с малым венцом блока *11* зубчатых колес передачи заднего хода. Зубчатые колеса первой передачи и передачи заднего хода прямозубые, а остальные – косозубые.

Промежуточный вал *21* передним концом опирается на цилиндрический роликоподшипник, установленный в гнезде переднего торца картера, а задним – на сферический роликоподшипник, размещенный в стакане гнезда заднего торца картера. Для соединения с промежуточным валом делителя передний конец промежуточного вала коробки передач имеет шлицы.

Зубчатые колеса третьей и четвертой передач, а также зубчатое колесо *22* привода промежуточного вала напрессованы на вал и зафиксированы сегментными шпонками. Зубчатые колеса передачи заднего хода, первой и второй передач изготовлены вместе с валом. Блок *11* зубчатых колес передачи заднего хода, имеющий два прямозубых зубчатых венца, установлен на двух роликоподшипниках на оси, зафиксированной стопорной планкой. Венец большего диаметра находится в постоянном зацеплении с венцом *17* промежуточного вала *21*.

Делитель механического типа, удваивающий число передач, состоит из ведущего *1* и промежуточного *25* валов, одной пары зубчатых колес *2* и *23*, синхронизатора *4* и механизма переключения передач. Передний шарикоподшипник ведущего вала *1* делителя расположен в расточке коленчатого вала, а задний – в гнезде перегородки картера *24* делителя, выполненного как одно целое с картером муфты сцепления.

Косозубое колесо *2*, находящееся в постоянном зацеплении с колесом *23* привода промежуточного вала *25* делителя, свободно вращается на ведущем валу на роликоподшипниках. Зубчатое колесо *2* имеет конус и зубчатый венец для взаимодействия с синхронизатором делителя.

Передний конец промежуточного вала делителя установлен в шарикоподшипнике, помещенном в гнезде перегородки картера делителя, а задний – в роликоподшипнике, укрепленном в гнезде задней стенки картера. Промежуточные валы делителя и коробки передач имеют шлицевое соединение. Зубчатое колесо *23* напрессовано на промежу-

точный вал *25* делителя и зафиксировано сегментной шпонкой.

Делитель обеспечивает две передачи: прямую, при которой синхронизатор делителя перемещен вправо и соединяет между собой ведущие валы делителя и коробки передач, и повышающую, при которой синхронизатор перемещен влево и соединяет ведущий вал делителя с зубчатым колесом *2* (далее вращение через зубчатое колесо *23* передается на промежуточные валы делителя и коробки передач).

При прямой передаче делителя коробка передач работает как обычная пятиступенчатая. При перемещении муфты *12* вперед или назад происходит включение соответственно передачи заднего хода или первой передачи. При первой передаче вращение с ведущего вала через зубчатое колесо *23* передается на промежуточный вал, а затем через зубчатый венец *15*, зубчатое колесо *13* и муфту *12* на ведомый вал. При заднем ходе (муфта включения смещена вперед) вращение с промежуточного вала передается на ведомый вал через зубчатый венец *17*, большой венец блока *11* зубчатых колес передачи заднего хода, малый венец, зубчатое колесо *10* и муфту *12*.

Вторую передачу включают перемещением синхронизатора *8* второй и третьей передач назад, соединяя с ведомым валом зубчатое колесо *9* второй передачи, находящееся в постоянном зацеплении с зубчатым венцом *18*. Смещением синхронизатора вперед соединяют ведомый вал с зубчатым колесом *7* третьей передачи, находящимся в постоянном зацеплении с зубчатым колесом *19* промежуточного вала.

Четвертую и пятую передачи включают перемещением синхронизатора *5* соответственно назад или вперед. При четвертой передаче вращение на ведомый вал передают зубчатые колеса, а при пятой передаче при помощи синхронизатора соединяются ведущий и ведомый валы (прямая передача). При повышающих передачах промежуточный вал коробки передач получает вращение через зубчатые колеса *2* и *23* делителя в результате смещения синхронизатора *4* делителя вперед. Дальнейшее включение четырех повышающих передач происходит аналогично включению четырех понижающих передач.

При пятой повышающей передаче вращение с промежуточного вала коробки передач передается через зубчатое колесо *22* постоянного зацепления на ведущий вал коробки передач и далее на ведомый вал через смещенный вперед синхронизатор *5*.

§ 62. Синхронизаторы

Переключение передач сопровождается ударами между зубьями зубчатых колес, что приводит к их изнашиванию. Для уменьшения износа зубчатых колес и шума, возникающих вследствие удара зубьев при переключении передач, служат синхронизаторы, которые выравнивают угловые скорости включаемых зубчатых колес.

Синхронизаторами обычно снабжают зубчатые колеса передач, переключаемых наиболее часто. Зубчатые колеса передач заднего хода у всех автомобилей, как правило, не имеют синхронизаторов, так как этими передачами пользуются сравнительно редко.

На автомобиле ГАЗ-53А синхронизаторы имеют третья и четвертая передачи, а на автомобилях ЗИЛ-130, МАЗ-5335 и КамАЗ – вторая, третья, четвертая и пятая передачи. У легковых автомобилей в настоящее время синхронизаторами снабжают все передачи переднего хода.

Синхронизатор коробки передач автомобиля ГАЗ-53А. На шлицах ведомого вала неподвижно закреплена ступица *8* синхронизатора (рис. 132). На поверхности ступицы *8* нарезаны зубья и сделаны три продольных паза *9*, в которые установлены сухари *7*, имеющие в средней части наружные выступы. На зубья ступицы надета муфта *3*, перемещающаяся по ступице в продольном направлении. Сухари наружными выступами входят в кольцевую выточку на вну-

expert22 для http://rutracker.org

тренней стороне муфты. К внутренней поверхности муфты сухари прижаты двумя пружинами *5*.

С обеих сторон ступицы синхронизатора установлены латунные конусные блокирующие кольца *2*, торцы которых имеют по три прямоугольных паза под сухари. На внутренней конической поверхности блокирующих колец нарезана резьба с мелким шагом для увеличения трения между конусами блокирующих колец и наружной конической поверхностью зубчатых колес *1* и *6*. На наружных поверхностях блокирующих колец и на ступицах зубчатых колес *1* и *6* нарезаны зубья. Торцы зубьев зубчатых колес и блокирующих колец имеют скосы, что облегчает введение их в зацепление.

При нейтральном положении синхронизатора его зубчатая муфта и блокирующие кольца не работают. При включении передачи муфта *3* перемещается вилкой *4* и через выступы передвигает сухари, которые прижимают одно из блокирующих колец к конусу зубчатого колеса *1*, если включается четвертая (прямая) передача, или к конусу зубчатого колеса *6*, если включается третья передача. Вследствие наличия трения между коническими поверхностями зубчатое колесо увлекает во вращательное движение блокирующее кольцо *2* и повертывает его относительно муфты *3* на некоторый угол, так как между сухарем *7* и пазом в торце блокирующего кольца *2* есть зазор. Торцовые скосы зубьев кольца *2* не позволяют зубьям и муфте *3* войти в зацепление с зубчатым венцом на ступице зубчатого колеса и прижимают блокирующее кольцо к конусу колеса. В результате этого постепенно выравниваются частота вращения блокирующего кольца (а следовательно, и ведомого вала) и включаемого зубчатого колеса. Когда эти частоты вращения становятся одинаковыми, зубья муфты синхронизатора вначале входят в зацепление с зубьями блокирующего кольца, а затем и с зубчатым венцом на ступице зубчатого колеса.

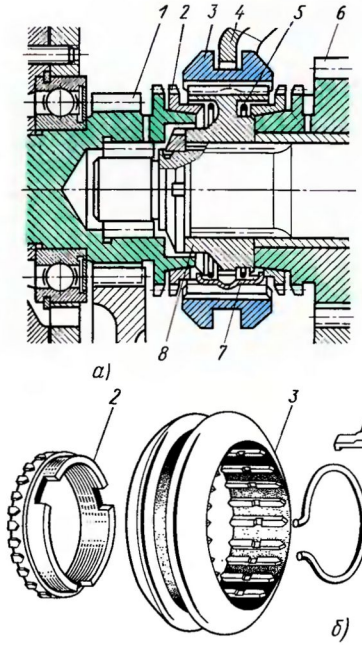


Рис. 132.
Синхронизатор коробки передач автомобиля ГАЗ-53А:
а – конструкция; *б* – детали; *1* – зубчатое колесо ведущего вала; *2* – конусное блокирующее кольцо; *3* – муфта; *4* – вилка; *5* – пружина; *6* – зубчатое колесо третьей передачи; *7* – сухарь; *8* – ступица; *9* – продольные пазы в ступице

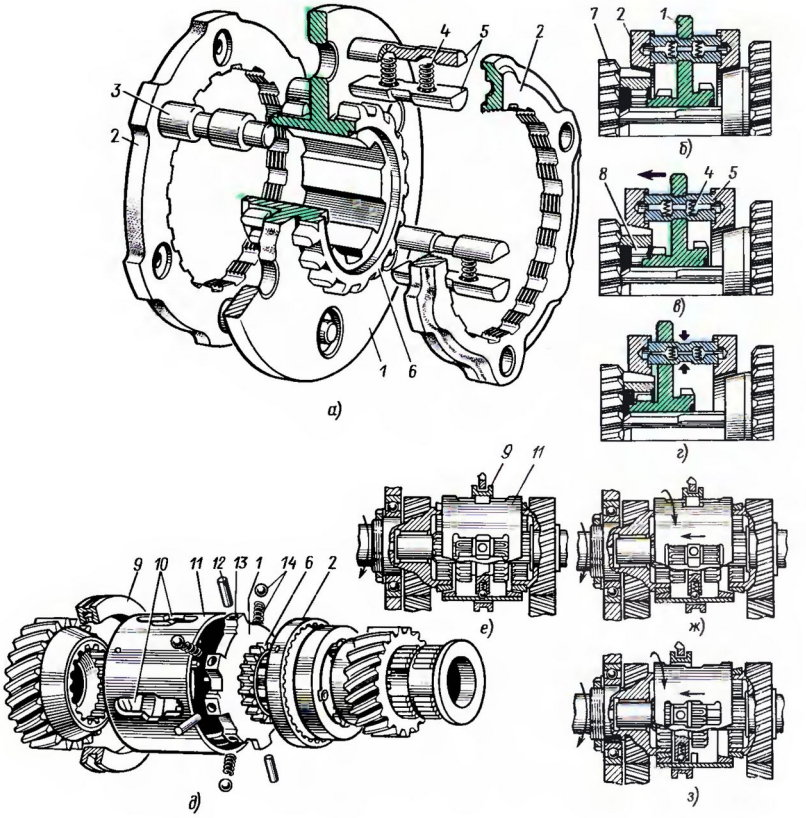


Рис. 133.
Синхронизаторы коробок передач автомобилей:
а — г — ЗИЛ-130; *д — з* — КрАЗ-257 и МАЗ-5335; *1* — муфта синхронизатора; *2* — конусное кольцо; *3* — блокирующий палец; *4* — пружина; *5* — палец фиксатора; *6* — зубчатый венец муфты; *7* — зубчатое колесо; *8* — внутренний зубчатый венец зубчатого колеса; *9* — обойма вилки переключения; *10* — прорези корпуса; *11* — корпус; *12* — штифт; *13* — выступ муфты; *14* — фиксатор

Синхронизатор коробки передач автомобиля ЗИЛ-130. Синхронизатор представляет собой передвижную муфту *1* (рис. 133, *а*) с диском, на который воздействует вилка переключения, и с зубчатыми венцами *6*. Муфта *1* установлена на шлицах ведомого вала. Диск муфты имеет по три отверстия для пальцев *5* фиксаторов, соединяющих его с двумя сблокированными конусными кольцами *2*, и для блокирующих пальцев *3*, жестко связывающих конусные кольца. Между двумя половинками пальца *5* фиксатора расположены две пружины *4*.

В нейтральном положении (рис. 133, *б*) корпус синхронизатора расположен посередине между зубчатыми колесами. При включении передачи муфта синхронизатора, перемещая пальцы *5* фиксаторов, прижимает конусное

кольцо *2* к конусу зубчатого колеса *7*. Муфта, соединенная с ведомым валом, и зубчатое колесо, связанное с промежуточным валом, имеют разные частоты вращения. Вследствие наличия трения между коническими поверхностями кольцо *2* повертывается относительно диска муфты до соприкосновения блокирующих конусных фасок диска с блокирующими пальцами, после чего происходит блокировка колец и муфты (рис. 133, *в*). При выравнивании частот вращения зубчатого колеса и ведомого вала муфта перемещается дальше, а ее зубья бесшумно входят в зацепление с зубчатым венцом зубчатого колеса *7* (рис. 133, *г*).

Синхронизатор коробки передач автомобиля МАЗ-5335. Синхронизатор состоит из кольцевого корпуса *11* (рис. 133, *д*), на внутренней поверхности которого с обеих сторон запрессованы конические бронзовые кольца, имеющие зубчатую насечку. Внутри корпуса установлена муфта *1* синхронизатора с зубчатыми венцами *6*. В фасонные прорези *10* корпуса *11* входят выступы *13* муфты. Штифты *12* муфты входят во внутренний кольцевой паз обоймы *9*, имеющей на наружной поверхности выточку для вилки переключения передач. Фиксаторы *14*, состоящие из шариков и пружин, удерживают обойму вилки переключения на корпусе *11* синхронизатора, предохраняя ее от самопроизвольного перемещения. Шарики фиксаторов прижимаются изнутри к корпусу *11* синхронизатора. Для фиксации центрального положения шариков на внутренней поверхности корпуса в его средней части для них есть выемки. Зубчатые колеса всех передач, которые включаются синхронизаторами, имеют наружные конусные поверхности и внутренние зубья, соответствующие зубьям венца *6*.

При включении передач вилкой переключения по направлению к включаемому зубчатому колесу из нейтрального положения (рис. 133, *е*) перемещаются обойма *9* и муфта *1*, а вместе с последней и весь корпус *11* (рис. 133, *ж*). Внутренним конусом кольцо *2* прижимается к конусной поверхности зубчатого колеса. От возникающего трения между поверхностями корпус *11* повернется на некоторый угол, и выступы *13* муфты синхронизатора упрутся в края фасонных прорезей *10*; продольное движение муфты *1* относительно корпуса синхронизатора при таком положении невозможно.

Когда частоты вращения муфты и зубчатого колеса станут равными, муфта может быть передвинута дальше. При этом шарики фиксаторов отожмутся внутрь выступов *13*, а зубчатый венец *6* муфты войдет в зацепление с внутренними зубьями зубчатого колеса включаемой передачи (рис. 133, *з*).

§ 63. Механизм управления коробкой передач

Механизм управления, переключающий передачи, обычно расположен в крышке коробки передач и приводится в действие качающимся рычагом. Например, в механизме управления коробкой передач автомобиля ЗИЛ-130 рычаг *51* (см. рис. 129), установленный непосредственно на коробке передач, свободно качается в сферическом гнезде крышки коробки передач, опираясь на него шаровым утолщением. Рычаг удерживают пружина и фиксатор *50*. Нижний конец рычага *51* входит в паз одной из вилок, установленных на ползунах *54* и *55*. Движение рычага вперед или назад вызывает перемещение в противоположную сторону ползуна, вследствие чего его вилка передвигает зубчатое колесо или муфту, включая одну из передач. Для уменьшения хода рычага переключения передач при включении первой передачи или передачи заднего хода служит промежуточный рычаг *52*, установленный на оси *49*. Таким образом, ход рычага одинаков для включения всех передач: и при перемещении ползунов, связанных вилками с синхронизаторами, и при движении ползуна, передвигающего при помощи вилки зубчатое

колесо *16* первой передачи и передачи заднего хода.

Точную установку зубчатых колес во включенном и выключенном положениях обеспечивают фиксаторы, состоящие из шариков *9* и пружин *10*, размещенных вертикально в приливах крышки картера коробки передач. Шарики входят в углубления ползунов. На каждом ползуне есть три углубления: одно (среднее) для нейтрального положения и два для соответствующих передач. Расстояние между углублениями обеспечивает зацепление зубчатых колес по всей длине зубьев.

Случайное включение одновременно двух передач предотвращает замок, состоящий из штифта *11* и двух пар шариков *12*. В случае перемещения одного из ползунов два других оказываются запертыми шариками. Для шариков замка на ползунах имеются соответствующие углубления. При перемещении среднего ползуна шарики выходят из его углублений, входят в углубления крайних ползунов и запирают их. Если перемещается один из крайних ползунов, то шарики выходят из его углублений и входят в углубление среднего ползуна, а другой крайний ползун запирается вследствие того, что штифт *11* смещается в его сторону и давит на шарики с другой стороны среднего ползуна. Чтобы привести в движение один из ползунов, два других должны быть поставлены в нейтральное положение.

Для включения первой передачи или передачи заднего хода необходимо приложить дополнительное усилие, чтобы рычагом *51* сжать до упора пружину предохранителя *48*. Только после этого можно перевести рычаг переключения передач в положение, соответствующее включению первой передачи или передачи заднего хода.

§ 64. Раздаточная и дополнительная коробки передач

Раздаточную коробку применяют для распределения крутящего момента от коробки передач между ведущими мостами автомобиля. В раздаточной коробке помещают также устройство для включения и выключения переднего ведущего моста.

На автомобилях, предназначенных для работы в тяжелых дорожных условиях, устанавливают дополнительную коробку передач с двумя понижающими или одной прямой и одной понижающей передачами, которые позволяют еще больше увеличить силу тяги на ведущих колесах при любой передаче в основной коробке передач. Дополнительную коробку передач, как правило, конструктивно объединяют с раздаточной коробкой.

Обычно понижающую передачу раздаточной коробки включают при использовании автомобиля в качестве тягача, буксирующего тяжелые прицепы, при движении на крутых подъемах и в трудных дорожных условиях. Например, раздаточная коробка грузового автомобиля ГАЗ-66 повышенной проходимости с двумя ведущими мостами представляет собой один агрегат с дополнительной двухступенчатой коробкой передач (рис. 134, *а*).

Ведущий вал *4* раздаточной коробки соединен карданной передачей с ведомым валом коробки передач. Передний шарикоподшипник вала *4* расположен в стенке картера раздаточной коробки, а задний роликоподшипник – в выточке зубчатого колеса *6*, изготовленного как одно целое с ведомым валом привода заднего моста. Вал *11* привода переднего моста, вал привода заднего моста и промежуточный вал *9* вращаются на шарикоподшипниках.

Перемещаясь по шлицам, зубчатое колесо *10* промежуточного вала может входить в зацепление с зубчатыми колесами *6* и *12*, а зубчатое колесо *5* ведущего вала с колесом *13*. У зубчатого колеса *6* кроме наружного зубчатого венца есть внутренний венец для зацепления с зубчатым колесом *5*. Зубчатые колеса *13* и *12* неподвижно закреплены на шлицах валов.

На выходящих из картера раздаточной коробки концах валов привода переднего и заднего мостов на шлицах

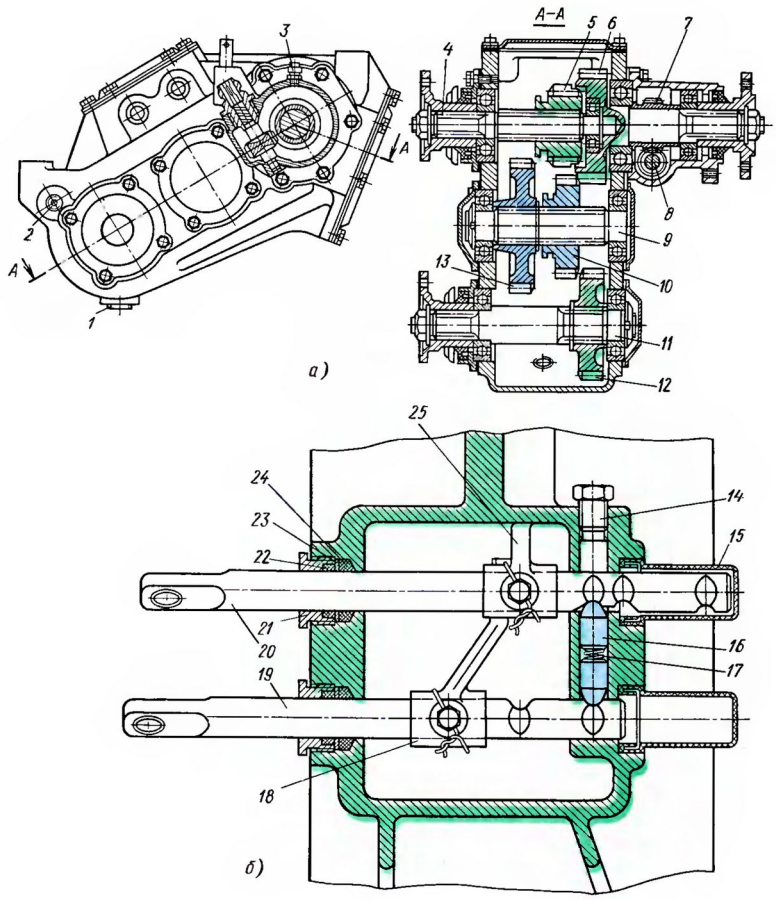


Рис. 134.
Раздаточная коробка:
а – конструкция; *б* – блокировочное устройство; *1, 2* и *14* – пробки; *3* – сапун; *4* – ведущий вал; *5* – зубчатое колесо ведущего вала; *6* – зубчатое колесо ведомого вала; *7* – червячное колесо привода спидометра; *8* – червяк привода спидометра; *9* – промежуточный вал; *10* и *13* – зубчатые колеса промежуточного вала; *11* – вал привода переднего моста; *12* – зубчатое колесо привода переднего моста; *15* – колпак; *16* – сухарь; *17* – пружина; *18* и *25* – вилки; *19* и *20* – ползуны; *21* – гайка; *22* – кольцо; *23* – шайба; *24* – сальник

установлены фланцы карданных шарниров, закрепленные гайками с шайбами.

Крутящий момент от ведущего вала *4* раздаточной коробки передается к переднему мосту зубчатыми колесами *5, 6, 10* и *12*. При введении зубчатого колеса *5* в зацепление с внутренним зубчатым венцом колеса *6* ведомого вала включается высшая (прямая) передача заднего моста. Если также ввести зубчатое колесо *10* в зацепление с зубчатыми колесами *6* и *12*, то будет включена пря-

мая передача переднего моста. При перемещении зубчатого колеса *5* влево до зацепления с колесом *13* (зубчатое колесо *10* остается включенным) включается понижающая передача. В этом случае крутящий момент к заднему мосту передается через зубчатые колеса *5*, *13*, *10* и *6*, а к переднему мосту через зубчатые колеса *5*, *13*, *10* и *12*. Передаточное число понижающей передачи равно 1,96. Для удобства включения переднего моста зубчатые колеса *10* и *6* входят в зацепление постоянно на неполную длину зуба.

Масло в картер заливают через закрываемое пробкой *2* отверстие, которое используют также для контроля уровня масла. Масло сливается через отверстие, закрытое пробкой *1*. Сапун *3* служит для вентиляции картера раздаточной коробки. Механизм управления раздаточной коробкой автомобиля ГАЗ-66 состоит из рычага переключения прямой и понижающей передач и рычага переднего моста. Оба рычага тягами связаны с ползунами раздаточной коробки. При переднем положении левого рычага передний мост автомобиля включен, а при заднем положении этого рычага – выключен. В случае перемещения правого рычага из нейтрального положения вперед включается прямая передача, а из нейтрального положения назад – понижающая передача.

При движении автомобиля в тяжелых дорожных условиях (грязь, песок, снег) включают передний мост. Однако этого не следует делать без необходимости, так как повышается расход топлива и ускоряется изнашивание шин и деталей трансмиссии. Во время движения автомобиля с включенной прямой передачей в раздаточной коробке передний мост включают без выключения сцепления.

Понижающую передачу в раздаточной коробке включают при движении автомобиля на подъеме или в тяжелых дорожных условиях. Эту передачу можно включить только после остановки автомобиля и включения переднего моста. Передний мост можно выключить только после переключения понижающей передачи в раздаточной коробке на прямую. Все это предохраняет детали карданной передачи и заднего моста от перегрузки. Блокировочное устройство (рис. 134, *б*), имеющееся в системе управления раздаточной коробкой, не позволяет включить понижающую передачу при выключенном переднем мосте и выключать передний мост при включенной понижающей передаче.

В картере раздаточной коробки могут перемещаться ползуны *19* и *20*, на которых винтами, зашплинтованными проволокой, укреплены вилки *18* и *25*. Между ползунами в стенке картера помещены два сухаря *16* с пружиной *17* между ними. Выходное отверстие для сухарей закрыто ввернутой на резьбе пробкой *14*. Отверстия со стороны наружных концов ползунов закрыты колпаками *15*. С противоположной стороны в стенке картера установлены уплотнения, состоящие из сальников *24*, шайб *23*, колец *22* и гаек *21*.

На ползуне *19*, используемом для включения и выключения переднего моста, имеются две выемки разной глубины под сухари блокировочного устройства. На ползуне *20*, который выключает прямую или понижающую передачу, сделаны три выемки под сухари: левая соответствует включению прямой передачи, средняя – нейтральному положению и правая – включению понижающей передачи. Между левой и средней выемками есть лыска. Положение сухарей на рис. 134, *б* соответствует выключенному переднему мосту. При этом ползун *20* может перемещаться из нейтрального положения в положение, соответствующее включенной прямой передаче. Благодаря наличию на ползуне лыски между выемками сухари не препятствуют этому перемещению. Дальнейшее же перемещение ползуна *20* невозможно, так как сухари, сжав пружину, упрутся один в другой и будут препятствовать движению.

При включении переднего моста напротив сухарей установится глубокая выемка ползуна *19*. Сухари при перемещении ползуна *20* не будут упираться друг в друга, и включение понижающей

передачи станет возможным. При этом выключить передний мост будет невозможно, не выключив предварительно понижающую передачу.

§ 65. Спидометр и его привод

Автомобильные спидометры различаются передаточными числами механизма, приводящего в движение счетный узел, размерами и внешним оформлением. Обычно спидометры имеют механический привод, но при длине троса более 3,5 м применяют электропривод (спидометры автобусов ЛАЗ). Диапазон измерения скорости равен 0—200 км/ч.

Спидометр (рис. 135) состоит из двух приборов: указателя скорости и суммарного счетчика пройденного пути, преобразующего частоту вращения входного вала в показания пробега. Для контроля за частотой вращения вала на некоторых автомобилях вместе со спидометром применяют также тахометр с приводом от распределительного вала двигателя.

Работа скоростных узлов спидоме-

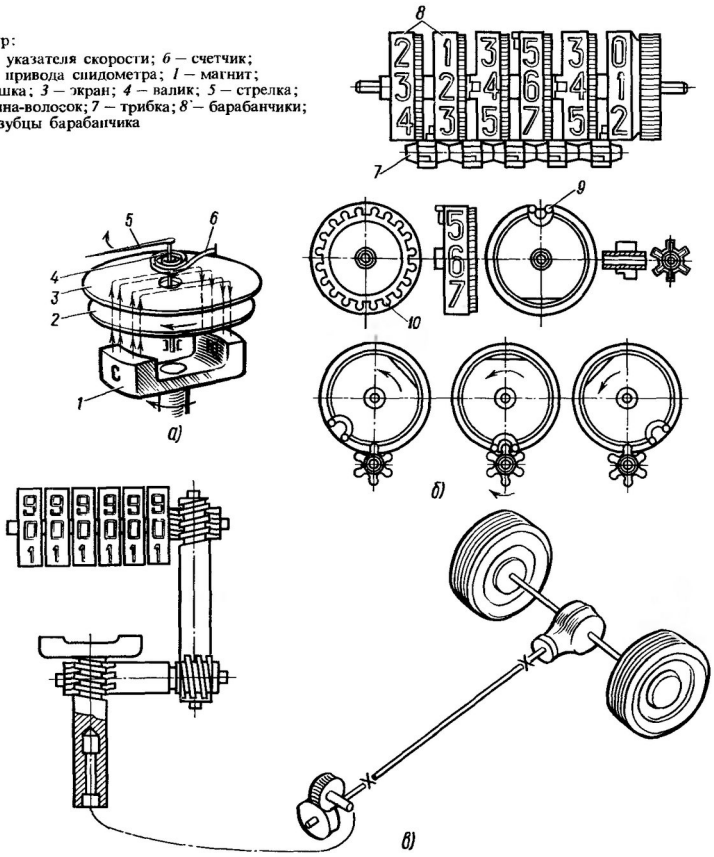


Рис. 135.
Спидометр:
а — схема указателя скорости; *б* — счетчик;
в — схема привода спидометра; *1* — магнит;
2 — картушка; *3* — экран; *4* — валик; *5* — стрелка;
6 — пружина-волосок; *7* — трибка; *8*'— барабанчики;
9 и *10* — зубцы барабанчика

тров основана на магнитоиндукционном принципе. Силовые линии поля магнита *1* (рис. 135, *а*) пронизывают немагнитный материал (алюминий) картушки *2*, укрепленной на валике *4* и свободно вращающейся на двух подшипниках. Магнитное поле концентрируется экраном *3* из магнитомягкого материала (сталь 10). Магнитное поле создается вихревыми токами, наведенными в теле картушки при вращении магнита *1*. В результате взаимодействия полей картушки и магнита возникает крутящий момент, поворачивающий картушку в направлении вращения магнита. Спиральная пружина-волосок *6* препятствует повороту картушки. В случае постоянной частоты вращения магнита момент пружины-волоска и момент взаимодействия магнитных полей уравновешиваются при повороте картушки на некоторый предельный угол, пропорциональный частоте вращения полюсов относительно картушки. Следовательно, смещение стрелки *5* прибора пропорционально частоте вращения магнита.

Счетный узел спидометра имеет трибку *7* (рис. 135, *б*) с шестью зубцами, зацепляющимися с барабанчиками *8*. Каждый счетный барабанчик имеет со стороны привода двадцать зубцов *10*, а с другой стороны – два зубца *9*. На той стороне трибки, которая соединена с двумя зубцами барабанчика, три из шести зубцов укорочены через один по ширине.

Вращающийся начальный (крайний правый) барабанчик поворачивает двумя зубцами трибку на треть оборота, а трибка повертывает следующий барабанчик на два зубца, т. е. на 1/10 часть его оборота. Трибка остается неподвижной, пока сторона первого барабанчика с двумя зубцами не совершит полный оборот (длинные зубцы трибки скользят при этом по цилиндрической поверхности барабанчика, не имеющей впадин). Таким образом, каждый последующий барабанчик поворачивается на 1/10 часть оборота, в то время как предыдущий барабанчик совершает один полный оборот. Спидометр обычно имеет шесть барабанчиков, и, следовательно, отсчет идет до 100 000 оборотов первого барабанчика, после чего все начинается сначала. Цифры от 0 до 9, перемещаемые на наружной поверхности барабанчиков, показывают в прорези шкалы прибора пробег автомобиля в десятых долях километра, в километрах, десятках километров и т. д. в пределах от 000 000,0 до 99 999,9 км. Точность показаний зависит от состояния шин автомобиля.

Основная часть привода спидометра, как правило, представляет собой гибкий вал, присоединяемый одним концом к прибору, установленному в кабине на щитке, а другим – к месту привода в коробке передач. Гибкий вал сделан в виде гибкой брони из профилированной проволоки с ниппелями и гайками на концах. Сверху имеется уплотнительная пластмассовая оболочка. Гибкий вал свободно вращается в защитной оболочке и имеет также некоторый осевой зазор. Гибкий вал навивают из шести-семи слоев проволоки с противоположным направлением навивки соседних слоев.

Глава 13

Карданные передачи

§ 66. Типы карданных передач и их расположение на автомобилях

Задний ведущий мост подвешен к раме автомобиля на рессорах и во время движения меняет свое положение относительно рамы; коробка передач закреплена на раме неподвижно. Поэтому для передачи крутящего момента от ведомого вала коробки передач на ведущий вал главной передачи, оси которых пересекаются и расположены под углом, изменяющимся при увеличении или уменьшении нагрузки, а также вследствие толчков при движении автомобиля по неровной дороге, применяют карданные передачи.

Карданная передача состоит из валов, их опор и карданных шарниров. Карданные передачи устанавливают между

сцеплением и коробкой передач, расположенной отдельно от двигателя; между коробкой передач и раздаточной или дополнительной коробкой; между главными передачами двух ведущих задних мостов трехосного автомобиля; между главной передачей и полуосями ведущих колес с независимой подвеской; между полуосями и передними управляемыми колесами; в приводе к лебедке и другим вспомогательным механизмам.

Карданные передачи по числу карданных сочленений делят на одинарные и двойные. Если передача имеет только один карданный шарнир, расположенный у коробки передач, то такую передачу называют одинарной. Подобные передачи применяют только в случае расположения валов под небольшим углом и в настоящее время на автомобилях устанавливают редко. В двойной карданной передаче карданные шарниры расположены на обоих концах карданного вала.

Независимо от скорости движения автомобиля карданный вал не должен испытывать сколько-нибудь значительных крутильных колебаний и биений. Для уменьшения биений выполняют динамическую балансировку карданного вала в сборе с карданными шарнирами. Дисбаланс устраняют приваркой на концах карданных труб балансировочных пластин, а в случае необходимости и установкой балансировочных пластин под крышки карданных шарниров. Правильное взаимное положение деталей шлицевого соединения после балансировки фиксируют специальными метками.

При наличии удлинителя коробки передач (рис. 136, *а*) карданную передачу легковых автомобилей (ГАЗ-24 «Волга», «Москвич-2140») выполняют в виде карданного вала *2* с двумя карданными шарнирами. Карданная передача непосредственно соединяет коробку передач с задним мостом *3*. Внутри удлинителя помещают шлицевое соединение переднего карданного шарнира с ведомым валом коробки передач. Такой же тип карданной передачи применяют на короткобазном грузовом автомобиле МАЗ-5335 и его модификациях.

Автомобили ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130, семейства ВАЗ «Жигули» и др. имеют карданную передачу (рис. 136), состоящую из промежуточного *4*, главного *2* валов и трех шарниров. Это устраняет возможность возникновения сильной вибрации вала. В автомобиле ГАЗ-66 крутящий момент от коробки передач (рис. 136, *в*) через вал *4* передается к раздаточной коробке *6*, а от нее через валы *2* и *7* соответственно к заднему *3* и переднему *8* ведущим мостам. На концах валов помещены карданные шарниры, из которых один закреплен жестко, а другой имеет скользящее соединение с валом.

Карданная передача трехосных автомобилей (ЗИЛ-131, КрАЗ-260), имеющих колесную формулу 6 × 6, с последовательным сквозным приводом задних мостов показана на рис. 136, *г*. Первый задний ведущий мост имеет сквозной вал главной передачи, который через карданный вал *9* передает крутящий момент второму заднему ведущему мосту *10*. На рис. 136, *д* показана карданная передача трехосных автомобилей («Урал-4320») с колесной формулой 6 × 6 с параллельным приводом задних мостов. В этом случае на картере первого заднего моста устанавливают промежуточную опору и привод второго заднего моста осуществляют от раздаточной коробки через валы *11* и *9*.

У трехосных автомобилей с колесной формулой 6 × 4 отсутствует карданная передача к переднему мосту. Угловое перемещение карданных валов обеспечено конструкцией карданных шарниров, а изменение расстояний между шарнирами – наличием шлицевых соединений вилок карданных шарниров с карданным валом. Обычно у неподвижно стоящего автомобиля углы между валами, соединяемыми карданными шарнирами, не превышают 5–9°, но при движении они могут быть равны 20–30°. В приводе между главной передачей переднего ведущего моста и ведущими управляемыми колесами при повороте эти углы могут достигать 30–40°.

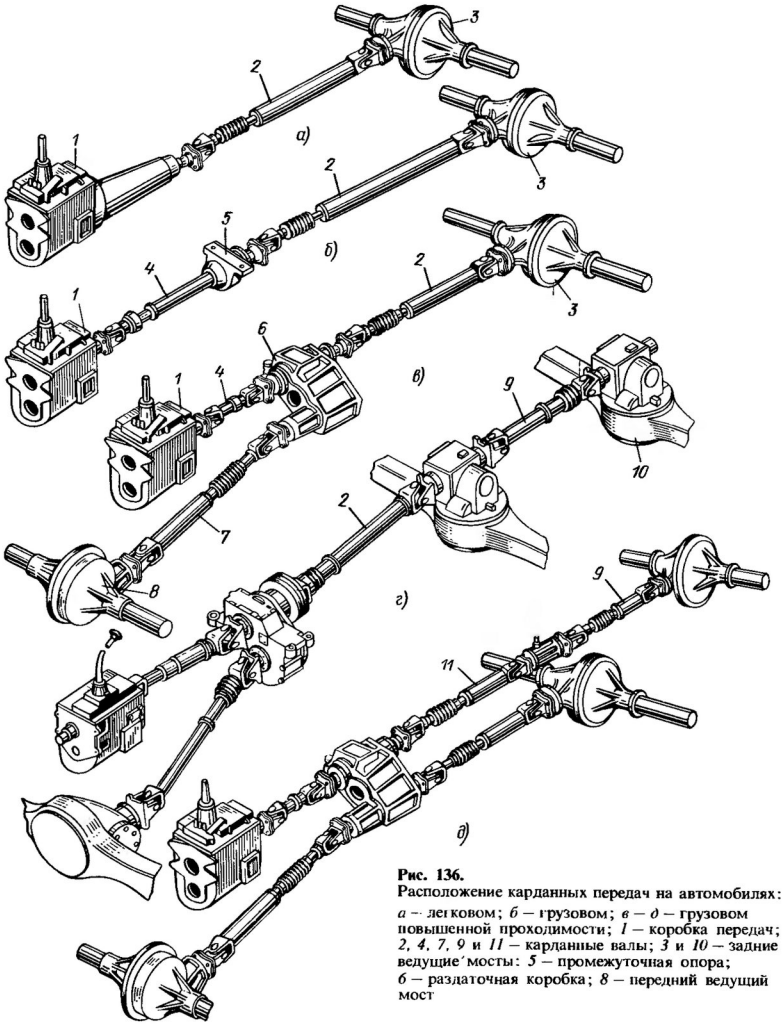


Рис. 136.
Расположение карданных передач на автомобилях: *а* – легковом; *б* – грузовом; *в* – *д* – грузовом повышенной проходимости; *1* – коробка передач; *2, 4, 7, 9* и *11* – карданные валы; *3* и *10* – задние ведущие мосты; *5* – промежуточная опора; *6* – раздаточная коробка; *8* – передний ведущий мост

§ 67. Устройство и работа карданных шарниров и валов

В зависимости от величины углов между осями соединяемых валов можно применять мягкие и жесткие карданные шарниры. В первых угловое смещение валов происходит вследствие деформации упругих (обычно резиновых) элементов, а во вторых – благодаря шарнирным соединениям металлических деталей. В автомобилях применяют преимущественно жесткие карданные шарниры.

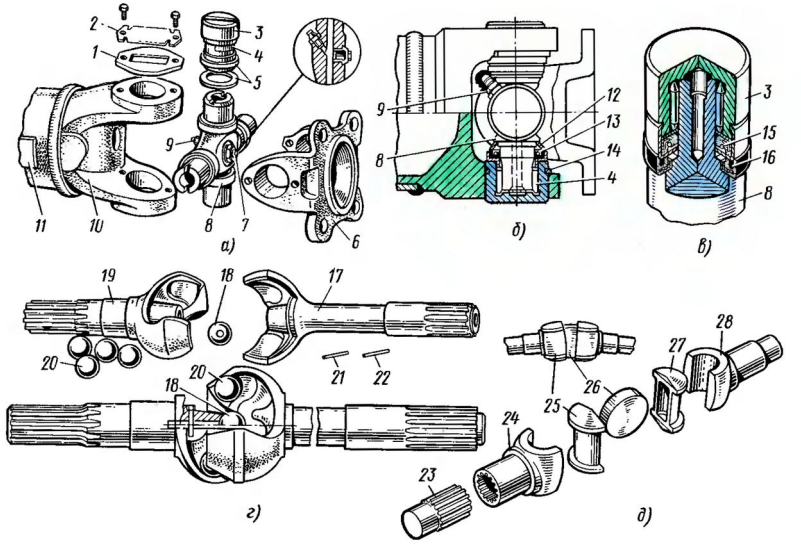


Рис. 137.
Карданные шарниры:
а — в — неравных угловых скоростей; *г* и *д* — равных угловых скоростей; *1* — крышка; *2* — стопорная пластина; *3* — стакан подшипника; *4* — иголки; *5* - войлочные сальники; *6, 10, 24* и *28* — вилки; *7* — предохранительный клапан; *8* — крестовина; *9* — масленка; *11* — карданный вал; *12* - отражатель; *13* — самоподжимной сальник; *14* — стопорное кольцо; *15* и *16* — сальники радиального и торцового уплотнений; *17* — внутренний кулак; *18* — центральный шарик; *19* — наружный кулак; *20* — ведущие шарики; *21* — штифт; *22* — шпилька; *23* — полуось; *25* и *27* — полуцилиндрические кулаки; *26* — центральный диск

По кинематике карданные шарниры делят на шарниры неравных и равных угловых скоростей. Обычно во всех автомобильных приводах, кроме привода к ведущим управляемым колесам, применяют шарниры неравных угловых скоростей.

Рассмотрим, например, карданную передачу автомобиля ГАЗ-53А с жесткими карданными шарнирами неравных угловых скоростей (рис. 137, *а*). Карданные передачи этого типа получили наибольшее распространение. Такие карданные шарниры состоят из закрепленных на валах двух стальных вилок *6* и *10* и шарнирно соединяющей их крестовины *8*, установленной в ушках вилок на игольчатых подшипниках. Подшипники, состоящие из стаканов *3* и иголок *4*, надеты на шлифованные шипы крестовины *8*, изготовленной из хромистой стали, и закреплены в проушинах вилок *6* и *10* стопорными пластинами *2* с подложенными под них крышками *1*. Сальники *5* препятствуют вытеканию из подшипников смазочного материала, который поступает через масленку *9* и каналы в крестовине. Для удаления избыточного количества смазочного материала служит предохранительный клапан *7*.

Другой карданный шарнир с игольчатым подшипником, в котором использованы резиновые самоподжимные сальники *13*, а стаканы подшипников закреплены в вилках стопорными кольцами *14*, показан на рис. 137, *б*. Такие карданные шарниры применяют на автомобиле ГАЗ-3102 «Волга». Для более надежной защиты игольчатых подшипников от вытекания масла иногда ставят два сальника — радиальный и торцовый, как, например, на автомобилях

семейства КамАЗ (рис. 137, *в*). Конструкция одного из входящих в карданную передачу шарниров должна допускать осевое перемещение карданного вала. Обычно для этой цели используют шлицевое соединение одной из вилок карданного шарнира с валом.

Простой жесткий карданный шарнир при больших углах между осями соединяемых им валов не может обеспечить равномерное вращение ведомого вала. При равномерном вращении ведущей вилки ведомая вращается неравномерно. За один оборот карданного вала ведомая вилка при вращении дважды обгоняет ведущую и дважды отстает от нее. Вследствие этого возникают дополнительные нагрузки на детали главной передачи, дифференциала, полуосей и колес, увеличивается их износ. Чтобы устранить неравномерное вращение ведомого вала, применяют двойную карданную передачу с жесткими карданными шарнирами или одинарную карданную передачу с карданным шарниром равных угловых скоростей.

Если в двойной карданной передаче угол между осями ведомого вала коробки передач и карданного вала будет равен углу между осями карданного вала и ведущего вала главной передачи, то при равномерном вращении ведомого вала коробки передач ведущий вал главной передачи будет вращаться также равномерно. При этом обе вилки, установленные на карданном валу, необходимо располагать в одной плоскости.

Обеспечивающие равномерное вращение ведомого вала карданные шарниры равных угловых скоростей чаще всего бывают шариковые и кулачковые. В передних ведущих мостах автомобилей семейств ЗИЛ, ГАЗ и УАЗ применяют шариковые карданные шарниры равных угловых скоростей с делительными канавками (рис. 137, *г*). Наружный кулак *19*, на шлицах которого установлена ступица колеса, изготовлен как одно целое с ведомой вилкой, а внутренний кулак *17* со шлицами, входящими в отверстие полуосевого зубчатого колеса дифференциала, откован как одно целое с ведущей вилкой. Вилки соединены между собой при помощи четырех ведущих шариков *20*, расположенных в канавках вилок. Для центрирования вилок служат сферические углубления на их торцах, в которые помещают центральный шарик *18*. Ведущие шарики *20* передают крутящий момент от ведущей вилки к ведомой. Центральный шарик *18* не позволяет ведущим шарикам выкатываться из канавок. Центральный шарик имеет лыску, которую при сборке карданного шарнира поворачивают к вставленному ведущему шарику. Шпилька *22*, расположенная в осевом канале ведомой вилки, одним концом входит в отверстие центрального шарика *18*, запирая собранный карданный шарнир.

Делительные канавки имеют такую форму, при которой ведущие шарики независимо от угловых перемещений вилок всегда располагаются в плоскости, делящей пополам угол между осями ведущей и ведомой вилок. Благодаря этому обе вилки имеют одинаковые частоты вращения.

Кулачковый карданный шарнир (рис. 137, *д*) состоит из вилок *24* и *28*, полуцилиндрических кулаков *25* и *27* и центрального диска *26*, вставленного во внутренние пазы этих кулаков, цилиндрические поверхности которых охватывают вилки *24* и *28*. Такой шарнир работает подобно двум сочлененным шарнирам неравных угловых скоростей. В одной плоскости вилки поворачиваются относительно кулаков, а в другой плоскости – вместе с ними относительно центрального диска. Такие шарниры устанавливают на автомобиле «Урал-4320».

Для достижения достаточной прочности при небольшой массе карданные валы обычно изготовляют в виде стальных труб. Вилки карданных шарниров приваривают к валам или надевают на шлицы приваренного к трубе наконечника. Это скользящее соединение закрывают резиновым чехлом.

В легковых автомобилях с удлинителем в коробке передач применяют карданную передачу с одним карданным валом (рис. 138, *а*). В этом случае один

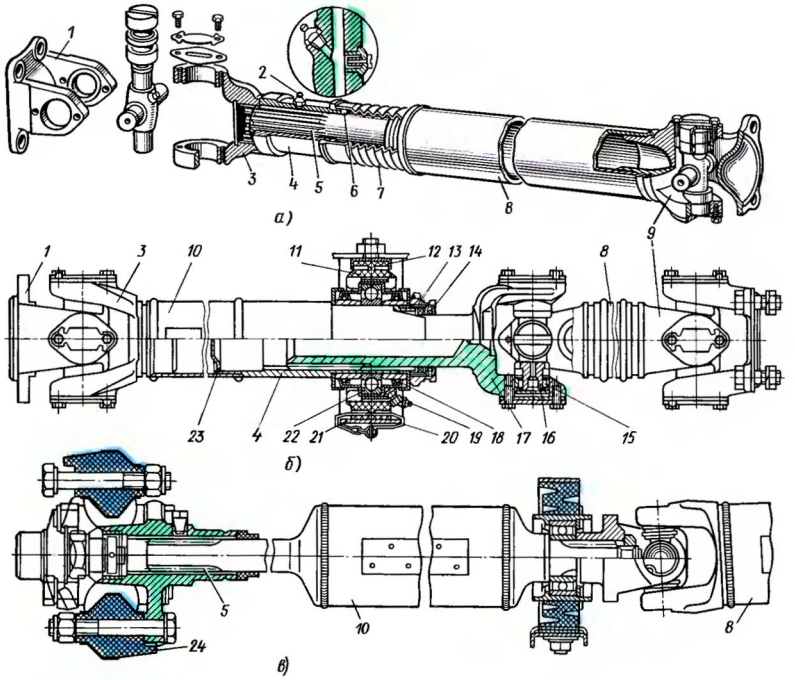


Рис. 138.
Карданные передачи:
а – с одним валом; *б* – с двумя валами (автомобиль ЗИЛ-130); *в* – с двумя валами и упругим сочленением (автомобиль ВАЗ-2101 «Жигули»); *1* и *3* – вилки; *2* и *19* – масленки; *4* – шлицевая втулка; *5* – наконечник со шлицами; *6*, *14* и *18* – сальники; *7* – защитный чехол; *8* – карданный вал; *9* – карданный шарнир; *10* – промежуточный карданный вал; *11* – подушка опоры; *12* – скоба крепления подушки; *13* – гайка крепления подшипника промежуточной опоры; *15* – игольчатый подшипник крестовины; *16* – крестовина; *17* – скользящая вилка; *20* – хомут; *21* – кронштейн опоры; *22* – шарикоподшипник; *23* – заглушка; *24* – упругая резиновая муфта

из карданных шарниров, состоящий из вилок *1* и *3*, может перемещаться по шлицам наконечника *5*, приваренного к валу *8*. К другому концу вала приварен наконечник карданного шарнира *9*. Резиновый гофрированный чехол *7* защищает шлицевое соединение от грязи. Смазочный материал поступает через масленку *2* и удерживается сальником *6*.

В грузовых двухосных автомобилях с приводом на задний мост наибольшее распространение получила карданная передача, состоящая из промежуточного вала и вала заднего моста (рис. 138, *б*). В этом случае один карданный шарнир соединяет ведомый вал коробки передач с передним концом промежуточного вала *10*. Другой – средний карданный шарнир соединяет промежуточный вал *10* и карданный вал *8* заднего моста.

Передача с упругим сочленением, состоящим из шарнира с упругой резиновой муфтой *24*, автомобиля ВАЗ-2101 «Жигули» показана на рис. 138, *в*. На опоре промежуточного карданного вала автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 138, *б*) внутри подушки *11* со скобой *12*, закрепленной хомутом *20*, помещается шарикоподшипник *22* с сальниками *18*.

Глава 14

Мосты автомобилей

§ 68. Типы мостов

Передний и задний мосты автомобиля воспринимают действующие между опорной поверхностью и рамой или кузовом автомобиля вертикальные, продольные и поперечные усилия. Задний мост выполняют обычно ведущим, а передний мост – управляемым. Вертикальные усилия передаются упругими элементами подвески, а продольные и поперечные – как подвеской, так и специальными штангами. При передаче крутящего момента на ведущем мосту возникает реактивный момент, стремящийся повернуть мост в направлении, противоположном направлению вращения ведущих колес. При торможении на мосты автомобиля действуют тормозные моменты, имеющие обратное направление. Обычно эти моменты передаются от мостов на раму через рессоры, но при балансирной, пневматической и независимой подвесках для их передачи используют рычаги или штанги.

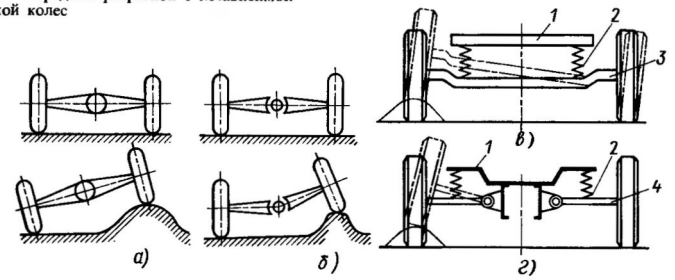
Задний ведущий мост, как правило, изготовляют в виде пустотелой балки, внутри которой помещают главную передачу, дифференциал и полуоси, а снаружи крепят ступицы колес. Неразрезные мосты – жесткие балки, связывающие правые и левые колеса (рис. 139, *а*). В автомобилях с независимой подвеской ведущий мост делают разрезным (рис. 139, *б*).

Передний мост также можно выполнять неразрезным (рис. 139, *в*) при зависимой подвеске колес или разрезным, если подвеска независимая (рис. 139, *г*).

У автомобилей повышенной проходимости передний мост выполняют комбинированным, т. е. одновременно ведущим и управляемым. У многоосных автомобилей иногда применяют поддерживающие мосты, которые служат только для передачи вертикальных нагрузок от рамы к колесам.

Рис. 139.
Мосты:

а – задний ведущий неразрезной; *б* – ведущий разрезной с независимой подвеской колес; *в* – передний неразрезной с зависимой подвеской колес; *г* – передний разрезной с независимой подвеской колес



§ 69. Балка ведущего моста

Балка ведущего моста может быть разъемной и состоять из двух соединенных болтами частей (легковые автомобили и грузовые автомобили малой и средней грузоподъемности) или неразъемной, выполненной в виде цельной балки с центральной частью кольцевой формы (легковые автомобили и грузовые автомобили средней и большой грузоподъемности).

На рис. 140 представлена балка заднего моста автомобиля ГАЗ-53А. К картеру *7* приварены цапфы *5*, имеющие обработанные шейки *1* и *2* под подшипники ступиц колес. Сзади к картеру приварена крышка *13*. Выемки *11* обеспечивают монтажные зазоры при установке редуктора. На цапфы *5* напрессованы и приварены стальные фланцы *4*, к ко-

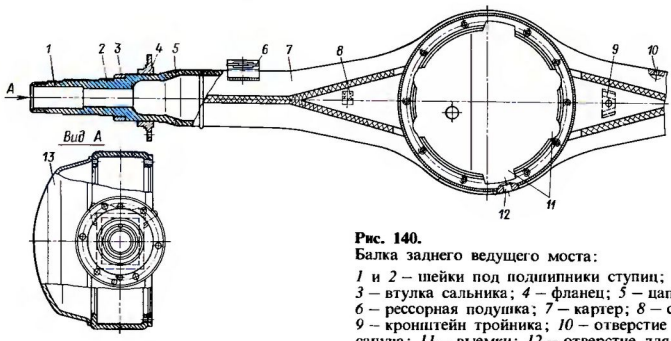


Рис. 140.
Балка заднего ведущего моста:
1 и *2* – шейки под подшипники ступиц; *3* – втулка сальника; *4* – фланец; *5* – цапфа; *6* – рессорная подушка; *7* – картер; *8* – скоба; *9* – кронштейн тройника; *10* – отверстие для сапуна; *11* – выемки; *12* – отверстие для слива масла; *13* – крышка картера

торым прикреплены тормозные щиты. Напрессованная втулка *3* сальника служит упором для внутреннего кольца подшипника ступицы колеса. Подшипники ступиц устанавливают на шлифованные шейки *1* и *2* цапфы и крепят гайками и контргайками, навертываемыми на концы цапф. Скоба *8* и кронштейн *9*, приваренные к задней стенке корпуса, служат для крепления тормозных трубок. Заливное отверстие для масла находится на картере главной передачи.

§ 70. Главная передача

Типы главных передач. Назначение главной передачи – увеличение крутящего момента и передача его на полуоси, расположенные под углом 90° к продольной оси автомобиля. Ее конструкция должна быть компактной, а работа плавной и бесшумной. Детали главной передачи испытывают большие нагрузки, поэтому необходима высокая точность при регулировке ее подшипников и зацепления зубчатых колес. Главные передачи могут быть зубчатые и червячные. Главная передача, в которой одна пара зубчатых колес, называется одинарной, две пары – двойной.

Одинарную главную передачу (рис. 141, *а* и *б*), состоящую из пары находящихся в постоянном зацеплении конических зубчатых колес, применяют *преимущественно на легковых автомобилях* и грузовых автомобилях малой и средней грузоподъемности. Ведущая шестерня в ней соединена с карданной передачей, а ведомое колесо – с коробкой дифференциала и через дифференциал – с полуосями. Одинарная главная передача может быть с обычными коническими (рис. 141, *а*) и гипоидными (рис. 141, *б*) зубчатыми колесами. Гипоидная передача работает более надежно, плавно и бесшумно, чем передача с обычными коническими зубчатыми колесами со спиральными зубьями. Одинарные передачи с коническими зубчатыми колесами со спиральными зубьями применяют на автомобилях семейств ЗАЗ и УАЗ, а гипоидные одинарные передачи – на автомобилях ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ГАЗ-3102 «Волга», семейства ВАЗ «Жигули». Гипоидная передача позволяет ниже опустить пол кузова легкового автомобиля, так как ось ее ведущего зубчатого колеса можно расположить ниже оси ведомого зубчатого колеса (оси заднего моста). Вследствие этого опускается центр тяжести автомобиля и улучшается его устойчивость.

Двойные передачи устанавливают на автомобилях большой грузоподъемности и на некоторых автомобилях средней грузоподъемности, когда общее передаточное число трансмиссии должно быть значительным, так как *передаются большие крутящие моменты*. В двойной главной передаче (рис. 141, *в*)

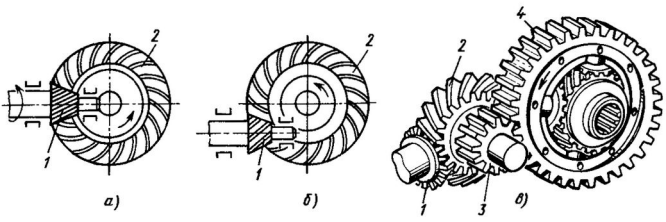


Рис. 141.
Главные передачи:
а – коническая; *б* – гипоидная; *в* – двойная; *1* и *2* – соответственно ведущее и ведомое конические зубчатые колеса; *3* и *4* – соответственно ведущее и ведомое цилиндрические зубчатые колеса

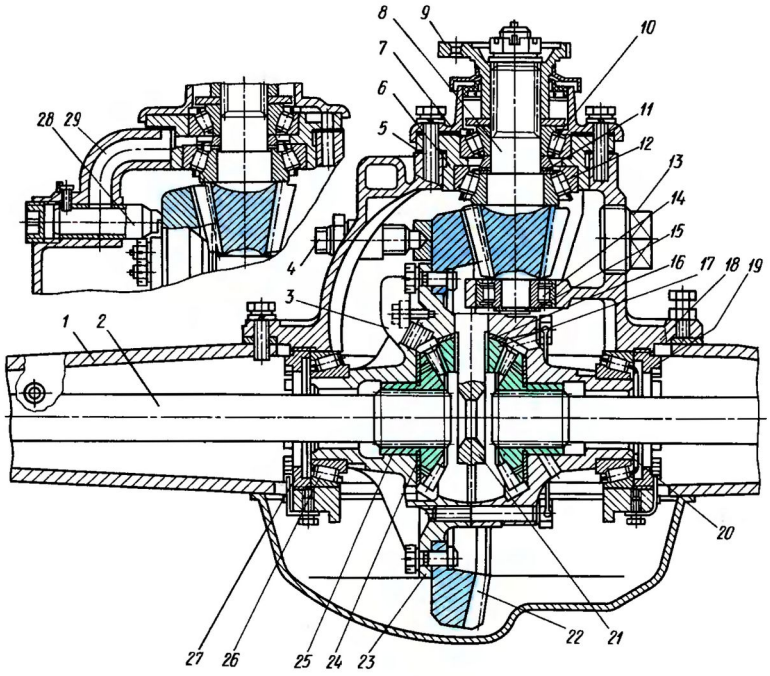


Рис. 142.
Ведущий мост автомобиля ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12:
1 – картер заднего моста; *2* – полуось; *3* – маслоуловитель; *4* – регулировочный винт; *5* и *11* – регулировочные прокладки; *6* – стакан; *7* – крышка; *8* – ведущая шестерня; *9* – фланец; *10*, *12* и *26* – конические роликоподшипники; *13* – пробка заливного отверстия; *14* – цилиндрический роликоподшипник; *15* – стопорное кольцо; *16* и *24* – опорные шайбы; *17* – сателлит; *18* – картер главной передачи; *19* и *27* – регулировочные гайки; *20* – правая коробка сателлитов; *21* – крестовина; *22* – ведомое колесо; *23* – левая коробка сателлитов; *25* – полуосевое зубчатое колесо; *28* – маслоприемная трубка; *29* – канал

крутящий момент увеличивается последовательно двумя парами зубчатых колес, из которых одно – коническое, а другое – цилиндрическое. Общее передаточное число двойной передачи равно произведению передаточных чисел составляющих пар.

Гипоидная главная передача. На рис. 142 показан ведущий мост с одинарной гипоидной передачей автомобилей ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12. Крутящий момент от карданной передачи через закрепленный корончатой гайкой фланец *9* и внутренние шлицы передается ведущей шестерне *8*, а от нее ведомому колесу *22*. Ось ведущей шестерни *8* смещена относительно оси ведомого колеса вниз на 32 мм. Зубчатые колеса подбирают по пятну контакта в зацеплении, поэтому они работают бесшумно. Изношенные или поврежденные зубчатые колеса главной передачи заменяют только парами.

Передача размещена в картере *18*, отлитом из ковкого чугуна и прикрепленном болтами к картеру *1* заднего моста. Для большей прочности этот неразъемный картер имеет ребра жесткости. Ведущая шестерня *8* изготовлена как одно целое с валом, который опирается на цилиндрический *14* и на конические *10* и *12* роликоподшипники, установленные для устранения зазора между кольцами и роликами с предварительным натягом и закрытые крышкой *7*. Роликоподшипник *14* запрессован до упора в торец зубчатого венца и застопорен кольцом *15*. Наружные кольца роликоподшипников *10* и *12* установлены в стакане *6*, закрепленном болтами в картере главной передачи. Роликоподшипники *10* и *12* воспринимают возникающие при работе главной передачи осевые силы. Конструкция опор вала ведущей шестерни обеспечивает малые деформации, поэтому главная передача отличается высокой долговечностью.

Ведомое колесо *22* закреплено на картере дифференциала. Зацепление зубчатых колес регулируют прокладками *5*. Регулировка не нарушается благодаря достаточной жесткости картера *18* и наличию предварительного натяга подшипников *10* и *12*. Радиальные и осевые силы, действующие на ведомое колесо главной передачи, воспринимаются роликоподшипниками *26* картера дифференциала. Гайки *19* и *27* служат для регулировки подшипников и зацепления гипоидной передачи.

Регулировочный винт *4* упора, ввернутый в картер напротив зоны зацепления зубчатых колес, ограничивает деформацию ведомого колеса при передаче больших крутящих моментов. Эта деформация определяется величиной зазора между колесом и упором; зазор можно регулировать ввертывая или вывертывая винт *4*.

Залитое в картер до определенного уровня масло захватывается ведомым колесом и по маслоприемной трубке *28* и каналу *29* подается к подшипникам ведущей шестерни. От подшипников масло отводится по нижнему каналу в маслоуловитель *3*. Остальные детали главной передачи смазываются разбрызгивающимся маслом. Нормальное давление в полости картера поддерживается при помощи сапуна.

Центральная двойная главная передача. На рис. 143 показан ведущий мост автомобиля ЗИЛ-130 с центральной двойной передачей, состоящей из пары конических зубчатых колес со спиральными зубьями и пары цилиндрических зубчатых колес с косыми зубьями. Ведущая коническая шестерня *11*, изготовленная как одно целое с валом, приводится во вращение от карданной передачи через фланец *1*. Ведомое коническое колесо *12* прикреплено заклепками к фланцу промежуточного вала. Ведущая цилиндрическая шестерня *16* изготовлена вместе с промежуточным валом, а находящееся с ней в зацеплении ведомое цилиндрическое колесо *21* прикреплено болтами к коробке дифференциала, состоящей из левой *23* и правой *20* чашек. В коробке размещены сателлиты *28*, крестовина *30*, полуосевые зубчатые колеса *22* и опорные шайбы *19* и *29* полуосевых зубчатых колес и сателлитов.

Опорами вала конической шестерни

11 служат роликоподшипники *6* и *9*, расположенные в стакане *7*, прикрепленном болтами к картеру *17* главной передачи. К стакану болтами крепится крышка *3* с сальником *2*. Между крышкой и стаканом помещена уплотнительная прокладка *5*, а между втулкой фланца *1* и роликоподшипником *6* — шайба *4*. Между внутренними кольцами роликоподшипников находится распорная втулка *33*, а между этой втулкой и роликоподшипником *6* помещены шайбы *8* для регулировки затяжки роликоподшипников *6* и *9*. Положение ведущей конической шестерни регулируют прокладками *10*, устанавливаемыми между

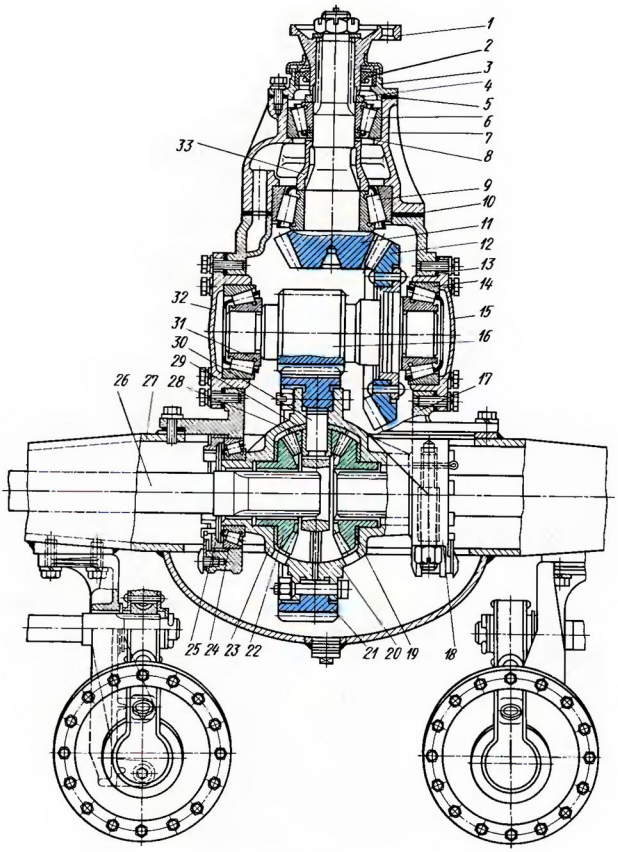


Рис. 143.
Ведущий мост автомобиля ЗИЛ-130:
1 — фланец; *2* — сальник; *3, 15, 18* и *32* — крышки; *4* — шайба; *5* — уплотнительная прокладка; *6, 9, 14, 24* и *31* — роликоподшипники; *7* — стакан; *8* — регулировочные шайбы; *10* и *13* — регулировочные прокладки; *11* — ведущая коническая шестерня; *12* — ведомое коническое колесо; *16* — ведущая цилиндрическая шестерня; *17* — картер главной передачи; *19* и *29* — опорные шайбы; *20* — правая чашка дифференциала; *21* - ведомое цилиндрическое колесо; *22* — полуосевое зубчатое колесо; *23* — левая чашка дифференциала; *25* — регулировочная гайка; *26* — полуось; *27* — картер моста; *28* — сателлит; *30* — крестовина; *33* — распорная втулка

картером *17* главной передачи и стаканом *7*. В боковых крышках *32* размещены конические роликоподшипники *14* и *31*, на которые опирается вал ведущей цилиндрической шестерни *16*. Под фланцы крышек *15* и *32* подложены прокладки *13* для регулировки положения роликоподшипников *14* и *31*, а также ведомого конического колеса *12*. Для повышения жесткости на стакане *7* имеются внешние ребра.

Коробка дифференциала вращается на двух конических роликоподшипниках *24*, закрытых крышками *18*. Эти роликоподшипники регулируют гайками *25*. Внутри картера *27* проходят полуоси *26*. Отверстие для заливки масла находится на задней крышке балки моста, а для его слива – в нижней части балки. Масло к подшипникам ведущей конической шестерни поступает по каналам в картере.

Разнесенная двойная главная передача. Примером разнесенной двойной главной передачи может служить конструкция заднего моста автомобиля МАЗ-5335 (рис. 144, *б*), которая состоит из конической главной передачи (рис. 144, *д*) и двух колесных редукторов (рис. 144, *в*).

Особенностью конической главной передачи автомобиля МАЗ-5335 по сравнению с рассмотренными конструкциями главных передач является то, что ведущая коническая шестерня *35* (рис. 144, *д*), изготовленная за одно целое с валом, крепится не консольно, а имеет дополнительную опору, представляющую собой цилиндрический роликоподшипник *30*. При трех подшипниках конструкция получается более компактной, значительно уменьшается длина хвостовика шестерни, что при небольшой базе автомобиля позволяет лучше расположить карданный вал, и, кроме того, значительно снижается нагрузка на подшипники по сравнению с консольным креплением. Устанавливаемый в расточке прилива картера роликоподшипник *30* воспринимает радиальные усилия, уменьшая деформацию шестерни *35*.

Конический дифференциал заднего моста имеет четыре сателлита и два полуосевых зубчатых колеса.

Центральный редуктор в сборе, состоящий из конической главной передачи и дифференциала, установлен в картере заднего моста и закреплен шпильками и гайками к его обработанной плоскости, а с задней стороны отверстие закрыто штампованной крышкой, приваренной к картеру моста. В расточки перегородок картера запрессованы кожухи *10* полуосей (рис. 144, *б*), которые от проворачивания удерживаются стопорными штифтами *9*.

На наружные концы кожухов полуосей с помощью эвольвентных шлицев закреплены внутренние чашки *26* (рис. 144, *в*), которые жестко соединены с наружными чашками *3*, образуя неподвижное водило, на трех осях *17* которого вращаются сателлиты *2*. От полуосей момент передается к центральной солнечной шестерне *1*, от нее через три сателлита *2* и коронное колесо *4* к ступице колеса.

Передаточное число колесного редуктора определяется отношением числа зубьев коронного колеса и солнечной шестерни, поэтому изменением указанных чисел зубьев может быть получен ряд передаточных чисел при сохранении межосевого расстояния. Сателлиты не влияют на величину передаточного числа.

Преимущества и недостатки гипоидной и разнесенной двойной главных передач. В гипоидной передаче ось ее ведущей шестерни расположена ниже оси ведомого колеса (оси заднего моста). Вследствие этого центр тяжести автомобиля ниже и лучше его устойчивость.

По сравнению с обычной конической парой, при одинаковом передаточном числе и передаваемом моменте гипоидное зацепление, создавая меньший шум при работе, позволяет увеличить диаметр ведущей шестерни. Полученная вследствие этого более жесткая и прочная конструкция повышает долговечность передачи. Но наличие повышенного скольжения между зубьями гипоидных передач требует применения специального гипоидного смазочного

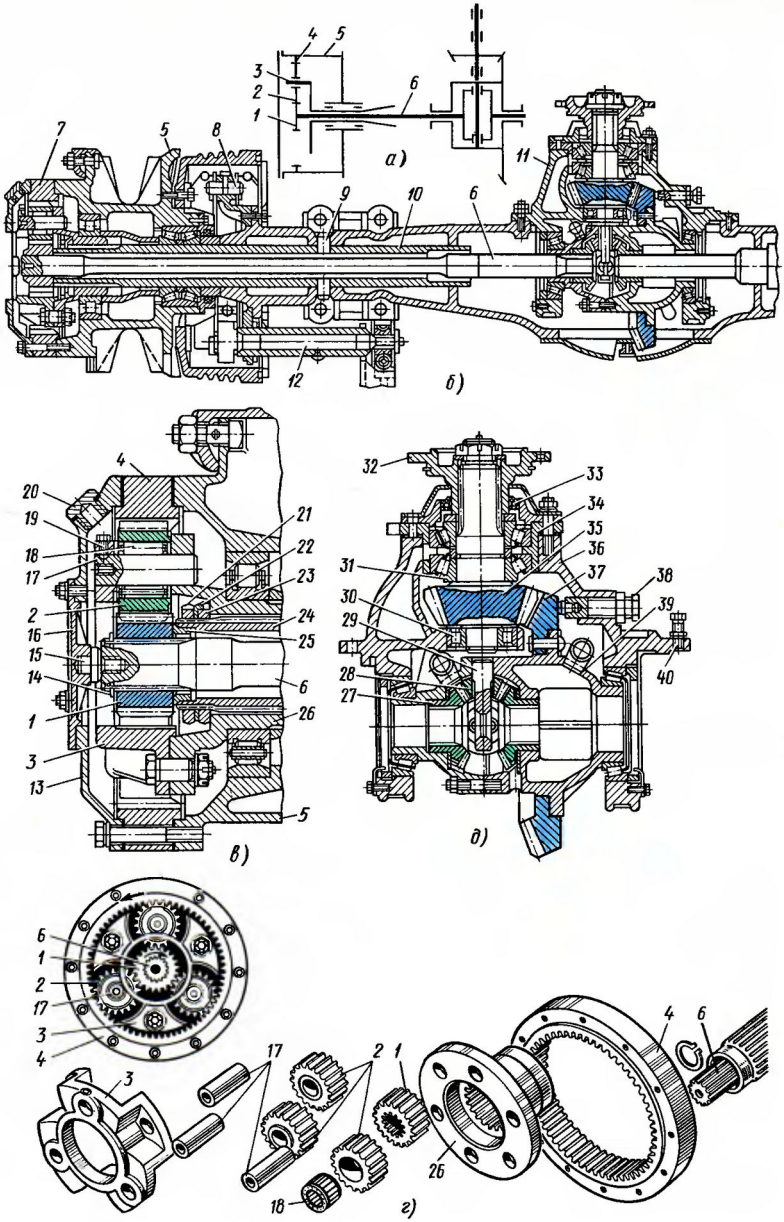

а)
б)
в)
д)
г)

Рис. 144.
Задний мост автомобиля МАЗ-5335 и его элементы:
а – схема; *б* – конструкция; *в* – колесный редуктор; *г* – детали колесного редуктора; *д* – главная передача и дифференциал; *1* – солнечная (ведущая) шестерня; *2* – сателлит; *3* – наружная чашка водила; *4* – коронное (ведомое) колесо; *5* – ступица заднего колеса; *6* – полуось; *7* – колесный редуктор; *8* – тормозной механизм задних колес; *9* – стопорный штифт кожуха полуоси; *10* – кожух полуоси; *11* – центральный редуктор; *12* – тормозной разжимной кулак; *13* и *16* – крышки; *14* и *22* – стопорные кольца; *15* – упорный сухарь; *17* – ось сателлита; *18* – подшипник сателлита; *19* – стопорный болт оси сателлита; *20* – пробка заливного отверстия; *21* – контргайка подшипника ступицы; *23* – гайка подшипника ступицы; *24* – кожух полуоси; *25* – упор ведущей шестерни; *26* – внутренняя чашка водила; *27* – полуосевое зубчатое колесо; *28* – сателлит дифференциала; *29* – крестовина дифференциала; *30* – цилиндрический роликоподшипник; *31* – конический подшипник ведущей шестерни; *32* – фланец; *33* – сальник; *34* – регулировочные прокладки; *35* – ведущая шестерня; *36* – картер редуктора; *37* – ведомое колесо; *38* – ограничитель ведомого колеса; *39* – правая чашка дифференциала; *40* – демонтажный болт картера редуктора

материала с сернистыми, свинцовыми, фосфорными и другими присадками, образующими на поверхностях зубьев прочную пленку.

Разнесенная двойная главная передача позволяет разделить крутящий момент и тем самым разгрузить дифференциал и полуоси от повышенного момента. Недостатком разнесенной передачи является то, что такая конструкция вызывает повышение относительных скоростей вращения зубчатых колес при повороте или буксовании автомобиля, что требует дополнительных мер для защиты трущихся поверхностей деталей дифференциала (введение шайб, втулок, улучшенной смазочной системы).

§ 71. Дифференциал

Назначение дифференциала. При повороте автомобиля его внешние и внутренние колеса за один и тот же отрезок времени проходят разные пути. Колесо, катящееся по внутренней кривой, проходит меньший путь, чем колесо, катящееся по внешней кривой. Следовательно, внешнее колесо автомобиля должно вращаться несколько быстрее внутреннего. Аналогичное явление происходит и при прямолинейном движении, если задние колеса автомобиля имеют неодинаковые диаметры, что вполне возможно при неравномерном распределении нагрузки в кузове, неодинаковом износе шин, различном внутреннем давлении в шинах или при движении по неровной дороге.

Чтобы ведущие колеса автомобиля могли вращаться с различной частотой вращения, их крепят не на одном общем валу, а на двух, называемых полуосями и соединенных одна с другой специальным механизмом – дифференциалом, подводящим к этим полуосям крутящий момент от главной передачи.

Типы дифференциалов. В основном применяют дифференциалы трех типов – шестеренные, кулачковые и червячные. Дифференциал может быть простой или самоблокирующийся (дифференциал повышенного трения или с механизмом свободного хода). Шестеренные дифференциалы относятся к простым, а кулачковые и червячные к дифференциалам повышенного трения.

Дифференциал, распределяющий крутящий момент между полуосями, называют симметричным или несимметричным в зависимости от того, распределяет он крутящий момент между полуосями поровну или не поровну.

Конический симметричный дифференциал. На рис. 145 показаны детали наиболее широко применяемого на автомобилях шестеренного конического дифференциала, устанавливаемого между полуосями ведущих колес. Две чашки *1* и *5* дифференциала стянуты болтами *6*. На коробке дифференциала закреплено ведомое колесо главной передачи, приводящее коробку во вращение. Между чашками дифференциала зажата крестовина *8*, на шипах которой свободно посажены и могут вращаться прямозубые конические зубчатые колеса, так

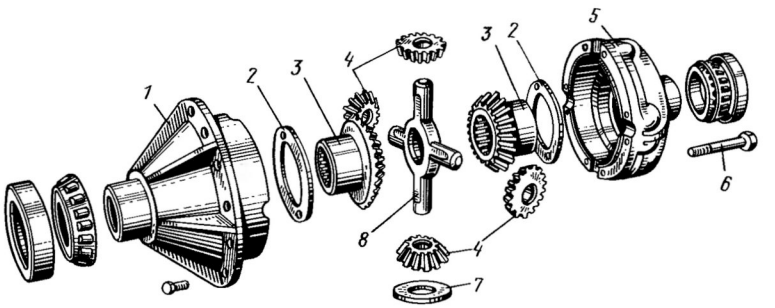


Рис. 145.
Детали симметричного дифференциала:
1 и *5* — чашки дифференциала; *2* и *7* — шайбы; *3* — полуосевые зубчатые колеса; *4* — сателлиты; *6* — болт крепления чашек дифференциала; *8* — крестовина

называемые сателлиты *4*, находящиеся в зацеплении с двумя коническими полуосевыми зубчатыми колесами *3*. Последние внутренними шлицами соединены со шлицевыми концами полуосей, свободно проходящих через отверстия в коробке дифференциала. На наружных концах полуосей установлены колеса. Для уменьшения трения под торцовые поверхности сателлитов и полуосевых зубчатых колес подложены шайбы *2* и *7*.

При вращении коробки *7* (рис. 146) дифференциала она через сателлиты *5* и *9*, полуосевые зубчатые колеса *2* и *6* вращает полуоси *1* и *8*. Передача крутящего момента происходит в следующем порядке: через ведомое колесо *3* главной передачи, коробку *7* дифференциала, ось *4* сателлитов, сателлиты *5* и *9*, полуосевые зубчатые колеса *2* и *6*, полуоси *1* и *8*. Сателлиты, кроме того, могут вращаться на своих осях, поэтому они могут изменять частоту вращения полуосевых зубчатых колес относительно коробки дифференциала.

Если сателлиты не вращаются на оси, то обе полуоси вращаются с одинаковой частотой вращения. Это происходит при движении автомобиля по прямой и ровной дороге, когда задние колеса при одинаковом сопротивлении качению проходят одинаковый путь и имеют, следовательно, одинаковую частоту вращения (рис. 146, *а*). При повороте автомобиля, например, вправо сателлиты, вращаясь на своих осях, обкатываются по полуосевым зубчатым колесам и увеличивают частоту вращения полуосевого зубчатого колеса *2* и связанных с ним полуоси *1* и колеса. Одновременно частота вращения полуосевого зубчатого колеса *6* уменьшается. При этом понижается частота вращения полуоси *8* и колеса (рис. 146, *б*), связанных с зубчатым колесом *6*. Частота вращения коробки дифференциала всегда остается равной полусумме частот вращения левой и правой полуосей.

В заднем ведущем мосту автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12 установлен симметричный конический дифференциал, коробка которого состоит из двух чашек. Как уже указывалось, ведомое колесо *22* (см. рис. 142) главной передачи прикреплено к фланцу коробки дифференциала, вращающейся на двух роликоподшипниках. Чтобы конструкция была прочной и имела малые габаритные размеры, число сателлитов доведено до четырех. Полуосевые зубчатые колеса надеты на шлицы полуосей, которые центрированы в гнездах, расточенных в коробке дифференциала.

Детали дифференциала необходимо смазывать, так как они нагружаются значительными силами. Для улучшения подвода смазочного материала к этим деталям и повышения износостойкости

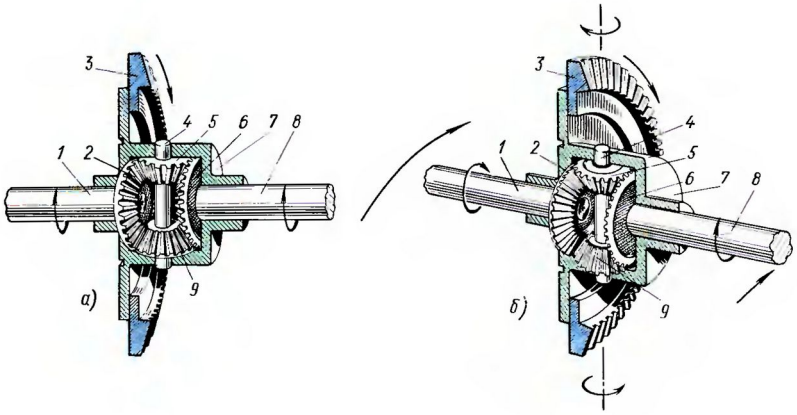


Рис. 146.
Схемы работы дифференциала:
а – при движении автомобиля по прямой;
б – при движении автомобиля на повороте; *1* и *8* – полуоси; *2* и *6* – полуосевые зубчатые колеса; *3* – ведомое колесо главной передачи; *4* – ось сателлитов; *5* и *9* – сателлиты; *7* – коробка дифференциала

опорных шайб сателлитов на коробке дифференциала установлен маслоуловитель *3* (см. рис. 142). Дифференциалы легковых автомобилей имеют обычно два сателлита, а грузовых и автобусов – четыре.

Межосевой дифференциал автомобилей семейства КамАЗ. В автомобилях с двумя ведущими задними мостами применяют межосевой дифференциал. В качестве примера рассмотрим межосевой дифференциал автомобиля КамАЗ-5320. Картер *12* (рис. 147, *а*) межосевого дифференциала прикреплен к картеру главной передачи промежуточного моста. Передняя чашка *13* межосевого дифференциала болтами соединена с задней чашкой. Внутри помещен дифференциальный механизм, в который входят сателлиты с крестовиной, коническое зубчатое колесо *23* привода промежуточного моста и колесо *24* привода заднего моста.

Зубчатое колесо *23* шлицами постоянно находится в зацеплении с ведущей конической шестерней *17* главной передачи промежуточного моста, а колесо *24* – с валом *18*, передающим вращение главной передаче заднего моста. Зубчатое колесо *23* имеет наружные зубья, с которыми в постоянном зацеплении находятся внутренняя зубчатая муфта *22* и муфта *21* блокировки дифференциала. При передвижении вилкой *15* муфты *22* вперед она скользит по наружным зубьям внутренней муфты и входит в зацепление с наружными зубьями правой чашки дифференциала, соединяя зубчатое колесо *23* с корпусом дифференциала, осуществляя блокировку межосевого дифференциала.

Для предотвращения выключения механизма блокировки внутренняя зубчатая муфта *22* имеет снаружи два зубчатых венца, причем толщина зубьев наружного венца на 0,4 мм больше толщины зубьев внутреннего венца. Для включения механизма блокировки водитель, открывая кран, направляет сжатый воздух между крышкой и мембраной *30* механизма блокировки (рис. 147, *б*). Мембрана, прогибаясь и преодолевая сопротивление пружины *28*, воздействует на стакан *29* через пружину *27* и передвигает шток *25*, а вместе с ним и вилку *15*. При этом замыкаются контакты микровыключателя *14*, включающие контрольную лампу на щитке приборов. Принудительную блокировку дифференциала выполняют при

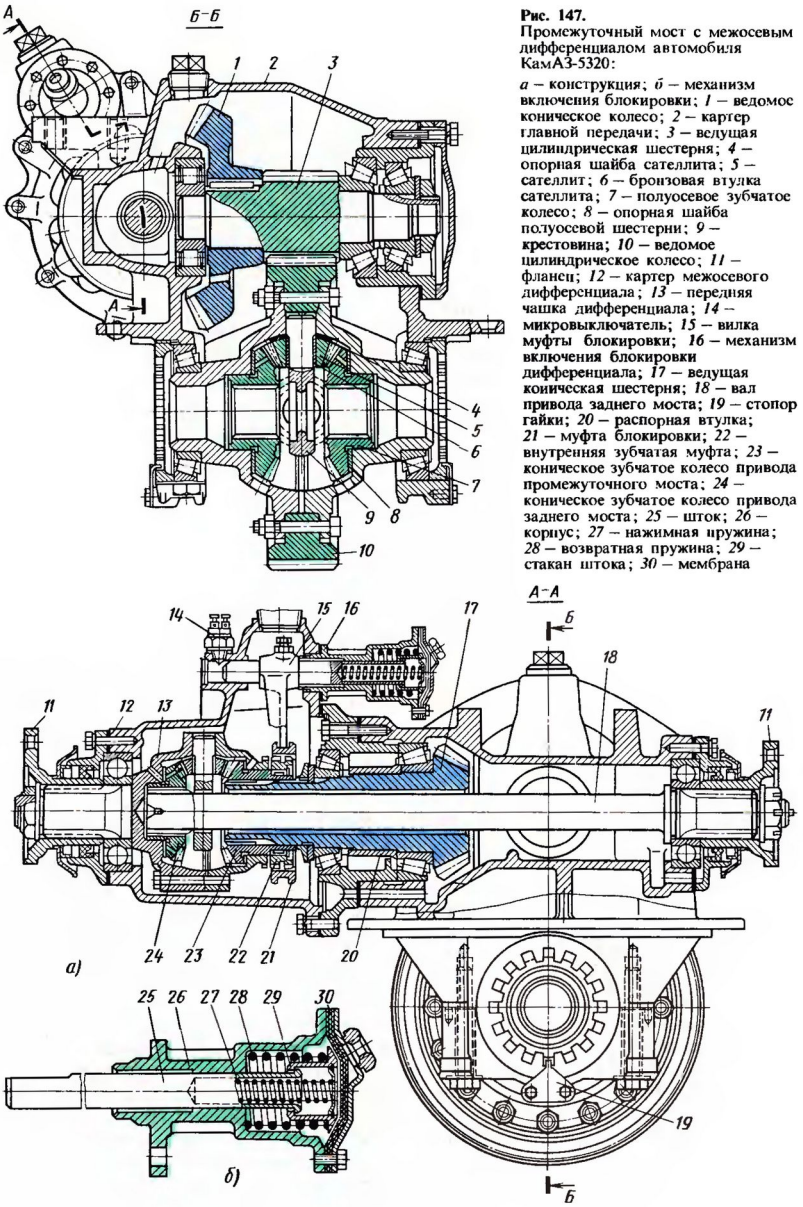


Рис. 147.
Промежуточный мост с межосевым дифференциалом автомобиля КамАЗ-5320:

а – конструкция; *б* – механизм включения блокировки; *1* – ведомое коническое колесо; *2* – картер главной передачи; *3* – ведущая цилиндрическая шестерня; *4* – опорная шайба сателлита; *5* – сателлит; *6* – бронзовая втулка сателлита; *7* – полуосевое зубчатое колесо; *8* – опорная шайба полуосевой шестерни; *9* – крестовина; *10* – ведомое цилиндрическое колесо; *11* – фланец; *12* – картер межосевого дифференциала; *13* – передняя чашка дифференциала; *14* – микровыключатель; *15* – вилка муфты блокировки; *16* – механизм включения блокировки дифференциала; *17* – ведущая коническая шестерня; *18* – вал привода заднего моста; *19* – стопор гайки; *20* – распорная втулка; *21* – муфта блокировки; *22* – внутренняя зубчатая муфта; *23* – коническое зубчатое колесо привода промежуточного моста; *24* – коническое зубчатое колесо привода заднего моста; *25* – шток; *26* – корпус; *27* – нажимная пружина; *28* – возвратная пружина; *29* – стакан штока; *30* – мембрана

движении по скользким и размокшим грунтовым дорогам.

Наличие дифференциала в приводе к ведущим колесам автомобиля иногда отрицательно влияет на его проходимость. Если одно из ведущих колес автомобиля попадает на скользкий участок дороги; а другое катится по сухому участку, то вследствие наличия дифференциала колесу, движущемуся по сухому участку, нельзя передать значительный крутящий момент. Колесо, находящееся на скользком участке, будет буксовать, а другое – стоять неподвижно. Это происходит в результате того, что каждый сателлит представляет собой как бы равноплечую балку, распределяющую действующую на него силу между полуосевыми зубчатыми колесами поровну. Если одно колесо попадает на скользкий участок дороги, то соединенное с ним полуосевое зубчатое колесо оказывает сателлиту меньшее сопротивление и воспринимает весь передаваемый момент, а другое колесо остается неподвижным. Ликвидировать этот недостаток можно блокировкой дифференциала, т. е. принудительно заставляя оба полуосевых зубчатых колеса вращаться с одинаковой скоростью, соединив их между собой или одно из них с корпусом дифференциала, как это сделано в межосевом дифференциале автомобиля КамАЗ-5320 (рис. 147).

Дифференциал повышенного трения. На автомобиле ГАЗ-66 устанавливается кулачковый дифференциал повышенного трения. Сепаратор *1* (рис. 148) имеет два ряда отверстий, в которые в шахматном порядке свободно вставлены 24 сухаря. На наружной и внутренней поверхностях сепаратора между рядами отверстий под сухари поставлены стопорные кольца, предотвращающие провертывание сухарей и удерживающие их от выпадания из сепаратора при сборке. Внутренние вершины сухарей упираются во внутреннюю звездочку *4*, посаженную на шлицы левой полуоси, а наружные концы сухарей – в наружную звездочку *3*, сидящую на шлицах правой полуоси. Наружная звездочка *3* имеет

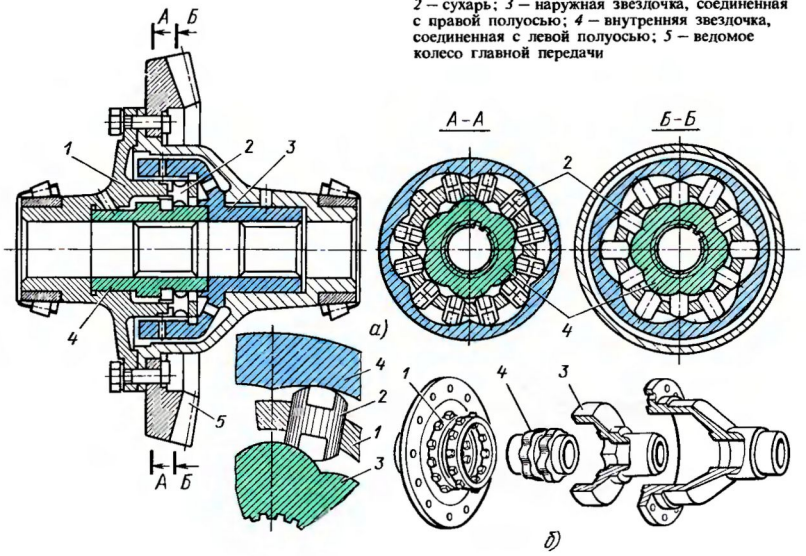


Рис. 148.
Кулачковый дифференциал повышенного трения автомобиля ГАЗ-66:
а – конструкция; *б* – детали; *1* – сепаратор; *2* – сухарь; *3* – наружная звездочка, соединенная с правой полуосью; *4* – внутренняя звездочка, соединенная с левой полуосью; *5* – ведомое колесо главной передачи

шесть равномерно расположенных по внутренней окружности кулачков, а внутренняя звездочка *4* – два ряда кулачков по шесть в каждом ряду, размещенных в шахматном порядке.

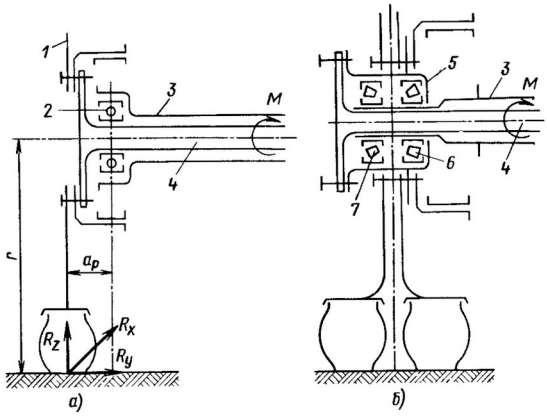
Сепаратор, являясь ведущим элементом, связан через сухари со звездочками и при прямолинейном движении вращается вместе с ними. Полуоси могут иметь и разные частоты вращения вследствие радиального перемещения сухарей *2* под действием кулачков одной из звездочек и соответствующего воздействия на кулачки другой звездочки. Однако при этом вследствие повышенного трения между сухарями и звездочками для проворачивания полуосей необходимо наличие значительной разницы в сопротивлении колес. Следовательно, в случае буксования одного из колес полная остановка другого колеса происходит реже. Звездочки и сухари изготовляют из легированных сталей. Их трущиеся поверхности имеют высокую твердость.

§ 72. Полуоси

Полуоси передают крутящий момент M (рис. 149) от дифференциала к ведущим колесам. Кроме того, к полуоси могут быть приложены изгибающие моменты от вертикальной реакции R_z на действие силы тяжести, приходящейся на колесо, от касательной реакции R_x и от боковой силы R_y, возникающей при заносе, движении на повороте или по дороге с поперечным уклоном, а также под действием бокового ветра. Полуоси, применяемые на современных автомобилях, в зависимости от конструкции внешней опоры, определяющей степень их нагруженности изгибающими моментами, бывают двух типов – полуразгруженные и разгруженные.

На грузовых автомобилях малой грузоподъемности и на легковых автомобилях применяют обычно полуразгруженные полуоси (рис. 149, *а*), у которых подшипник *2* установлен между полуосью *4* и ее кожухом *3* на расстоянии a_p от средней плоскости колеса. Благодаря этому реакции R_z и R_x создают на плече a_p изгибающие моменты, действующие на полуось соответственно в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а боковая реакция – изгибающий момент, действующий в вертикальной плоскости на плече, равном радиусу r колеса. На автобусах и грузовых автомобилях средней и большой грузоподъемности применяют полностью

Рис. 149.
Схемы полуосей:
а – полуразгруженной; *б* – полностью разгруженной; *1* – колесо; *2, 6* и *7* – подшипники; *3* – кожух полуоси; *4* – полуось; *5* – ступица



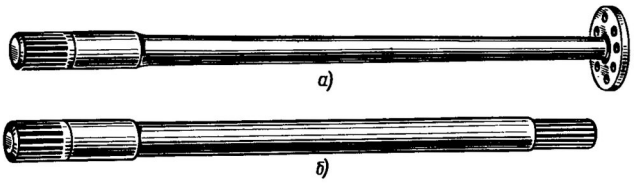


Рис. 150.
Полуоси:
а – с фланцем и шлицевой нарезкой; *б* – со шлицами на обоих концах

разгруженные полуоси (рис. 149, *б*). В этом случае все изгибающие моменты воспринимаются подшипниками *6* и *7*, установленными между ступицей *5* колеса и кожухом *3* полуоси, а полуось передает только крутящий момент.

Типичные конструкции полуосей показаны на рис. 150. Ступицу или диск колеса можно крепить к полуоси при помощи фланца (рис. 150, *а*). Этот способ крепления является наиболее распространенным. Внутренний конец полуоси имеет шлицы, которые вставляют в полуосевое зубчатое колесо. Если полуось имеет шлицы не только на внутреннем, но и на наружном конце (рис. 150, *б*), то последние используют для установки фланца крепления полуоси со ступицей колеса.

Крепление колес легковых автомобилей на наружном конце полуоси показано на рис. 151, *а*, крепление ступиц колес грузовых автомобилей – на рис. 151, *б*. Диск *2* (рис. 151, *а*) колеса к фланцу *4* полуоси крепят гайками *9*. На конец полуоси надевают шарикоподшипник *6*. Вытеканию смазочного материала из подшипника препятствуют сальники *5* и *30*. Полуось *15* установлена на шарикоподшипнике *6* в выточке стального наконечника, приваренного к кожуху *16* полуоси. Подшипник на полуоси укреплен зажимным кольцом *17*, напрессованным на полуось. Между кольцом *17* и подшипником установлено пружинное кольцо *14*, повышающее надежность крепления подшипника. В выточке наконечника подшипник удерживается пластиной *12*, прикрепленной болтами к фланцу наконечника вместе с маслоотражателем и тормозным щитом *11*. Между подшипником и буртом фланца полуоси установлена втулка *7*. Для уменьшения стука под наружное кольцо в наконечнике устанавливают пружинную прокладку *13*.

Крепление ступицы колеса грузового автомобиля с использованием фланца, изготовленного вместе с полуосью, показано на рис. 151, *б*. Два конических роликоподшипника *21* надеты на кожух *16* полуоси *15*. Крепят подшипники на кожухе и регулируют их при помощи гайки *23*, стопорной шайбы *25* с установочным пальцем *22* и контргайки *24*. Вытеканию смазочного материала из ступицы препятствует сальник. Ступицу соединяют с фланцем полуоси шпильками *26* с гайками и пружинными шайбами. Во фланец ступицы *29* вставлены шпильки, на которые надевают диск внутреннего колеса, и закрепляют его колпачковыми гайками *27*, имеющими внутреннюю и наружную резьбу. Эти гайки имеют центрирующие фаски. Тормозной барабан крепят к фланцу ступицы *29* винтами *19*. Для снятия полуоси используют болты-съемники *20*.

Полуоси в процессе эксплуатации автомобилей подвергаются значительным знакопеременным нагрузкам, особенно при движении по плохим грунтовым дорогам и по шоссе с твердым покрытием в плохом состоянии. Поэтому к долговечности полуосей предъявляют особые требования. Для повышения долговечности полуосей их изготовляют из легированной стали. Снижения концентрации напряжений достигают увеличением радиусов перехода между полуосью и фланцем. Долговечность полуосей значительно повышается при их закалке с нагревом токами высокой частоты

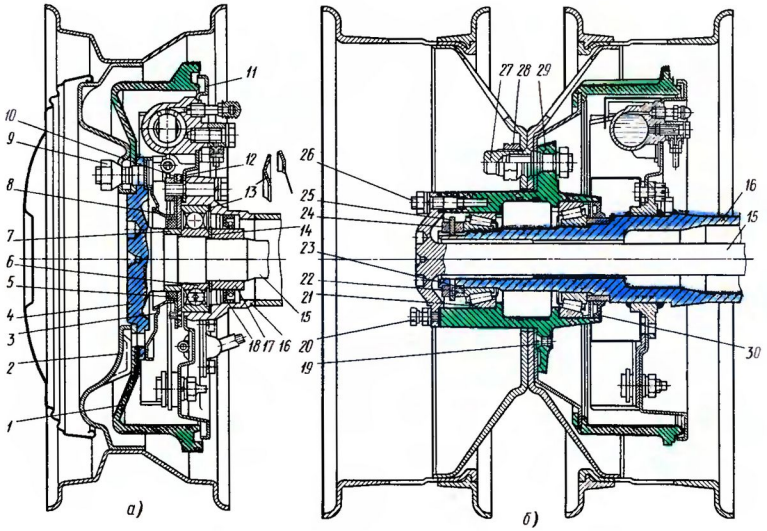


Рис. 151.
Флаицевое крепление ступицы колеса автомобилей:
а – легкового; *б* – грузового; *1* – тормозной барабан; *2* – диск колеса; *3* – маслоуловитель; *4* – фланец полуоси; *5, 18* и *30* – сальники; *6* – шарикоподшипник полуоси; *7* – втулка; *8* – маслоотражатель; *9* – гайка; *10* – корпус сальника; *11* – тормозной щит; *12* – пластина крепления подшипника; *13* – пружинная прокладка; *14* – пружинное кольцо; *15* – полуось; *16* – кожух полуоси; *17* – зажимное кольцо; *19* – винт крепления тормозного барабана; *20* – болт-съемник; *21* – наружный подшипник ступицы; *22* – установочный палец; *23* – гайка крепления подшипников; *24* – контргайка; *25* – стопорная шайба; *26* – шпилька крепления полуоси; *27* – колпачковая гайка крепления внутреннего колеса; *28* – гайка крепления наружного колеса; *29* – ступица колеса

и при дробеструйной обработке. Долговечность подшипников колес обеспечивается надежной защитой от попадания в них грязи.

§ 73. Особенности конструкции и работы мостов

Проходной ведущий мост. На рис. 152 показан промежуточный проходной, а также задний ведущий мосты автомобиля ЗИЛ-131. Проходной вал *3*, к которому через фланец *1* подводится вращающий момент от карданной передачи через шестерню *6* главной передачи моста, передает момент колесу *5* и одновременно через фланец *8* и карданную передачу фланцу *9* вала шестерни главной передачи заднего моста.

Передний ведущий мост. Передний ведущий мост, оставаясь управляемым, в то же время передает крутящий момент передним ведущим колесам. Так же как и задний ведущий мост, передний мост состоит из главной передачи, дифференциала и полуосей.

В автомобиле ГАЗ-66 полуось переднего ведущего моста изготовлена как одно целое с кулаком (рис. 153) и называется внутренним кулаком. Внутренний кулак *18* соединен с наружным кулаком *9* колеса *11* карданным шарниром шарикового типа равных угловых скоростей. Кожух полуоси заканчивается сферической чашкой, являющейся опорой поворотной цапфы *19*, внутри которой проходит наружный кулак *9*. Шкворень *13* сделан разрезным и изготовлен в виде двух шипов, приваренных к сфериче-

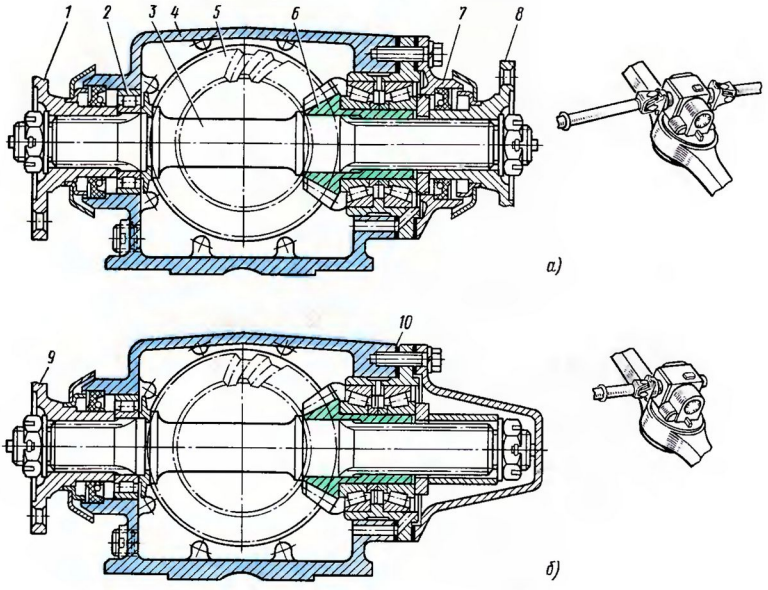


Рис. 152.
Мосты автомобиля ЗИЛ-131:
а – промежуточный проходной; *б* – задний; *1, 8* и *9* – фланцы крепления карданных передач; *2* – подшипник; *3* – проходной вал; *4* – картер; *5* – ведомое коническое колесо; *6* – ведущая коническая шестерня; *7* – крышка подшипника; *10* – регулировочные прокладки

ской чашке. На эти шипы надевают корпус поворотной цапфы *19*. Между шипами и корпусом установлены конические роликоподшипники, закрываемые крышками. Верхняя крышка одновременно является поворотным рычагом *14* цапфы. Колесо *11* приводится во вращение от наружного кулака *9* через ступицу *8* и ведущий фланец *1*. Опорами ступицы служат два конических роликоподшипника, которые закрепляют и регулируют гайками *4* и *5* со стопорной шайбой *6*.

Управляемый мост. Передний мост автомобиля ГАЗ-53А (рис. 154, *а*) представляет собой балку, в которой на неподвижно закрепленных в ней стопорами *15* шкворнях *11* установлены поворотные кулаки *10*. Балка – штампованная двутаврового сечения, с двумя площадками для крепления рессор, соединяющих ее с рамой. Средняя часть балки выгнута для обеспечения более низкого расположения центра тяжести автомобиля.

К фланцам поворотных кулаков *10* прикреплены тормозные диски *9*. Ступицы колес устанавливают на двух конических роликоподшипниках *4* и *5*. Для крепления ступиц колес на поворотных кулаках имеются шайба и корончатая гайка, которую шплинтуют и закрывают колпаком.

Поворотные кулаки могут свободно повертываться на шкворнях благодаря подшипникам в виде двух бронзовых втулок, запрессованных в проушины поворотных кулаков, и упорному подшипнику *16*, установленному между поворотным кулаком и проушиной балки переднего моста. Осевой зазор между поворотным кулаком и проушиной бал-

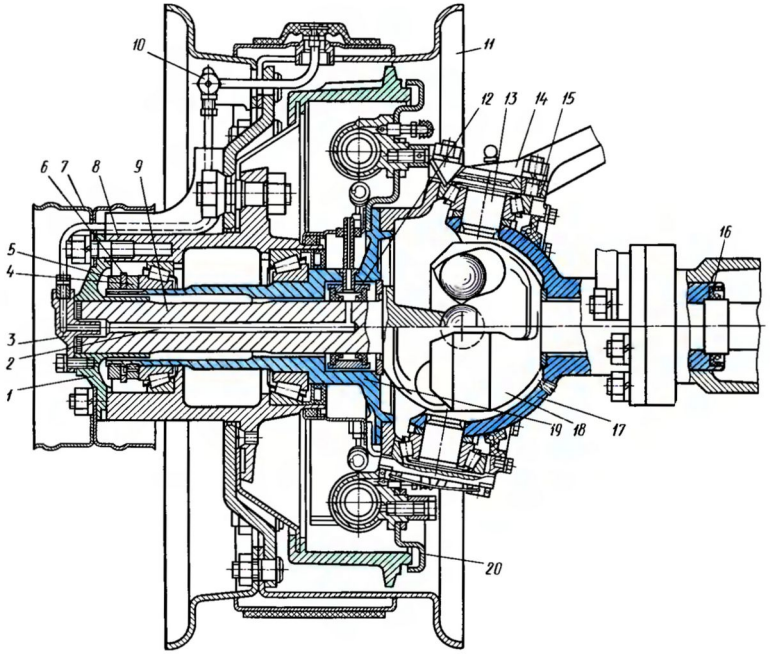


Рис. 153.
Элементы привода к передним ведущим колесам автомобиля ГАЗ-66:
1 – ведущий фланец; *2* – канал подвода воздуха; *3* – крышка фланца; *4* и *5* – гайки подшипников; *6* – стопорная шайба; *7* – подножка; *8* – ступица; *9* – наружный кулак; *10* – запорный воздушный краи; *11* – колесо; *12* – блок сальников; *13* – шкворень; *14* – рычаг; *15* – втулка; *16* – сальник; *17* – шаровая опора; *18* – внутренний кулак; *19* – цапфа; *20* – тормозной диск

ки регулируют установкой шайб *12*. В подшипниках ступицы колеса закладывают пластичный смазочный материал, вытеканию которого препятствует сальник.

В конических отверстиях ушков левого поворотного кулака закреплены гайками рычаги *13* и *21* рулевого привода. Болты *20* на рычагах *21* ограничивают предельные углы поворота колес, упираясь в балку переднего моста. Масленки *22* служат для смазывания упорного подшипника *16* и бронзовых втулок поворотной цапфы.

Крепление подшипников ступицы переднего моста автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 154, *б*) отличается тем, что вплотную к наружному подшипнику ставят регулировочную гайку *23*, закрепляющую подшипник. Ее стопорят замочным кольцом *24* и закрепляют гайкой *25*. Во время эксплуатации автомобиля гайкой *23* регулируют затяжку подшипников цапфы.

Разрезной передний мост. На легковых автомобилях устанавливают разрезные передние мосты (рис. 155). Стойка *6* верхним *7* и нижним *15* рычагами шарнирно соединена с балкой переднего моста. Со стойкой шкворнем *4* соединяется поворотный кулак, на котором стопорной шайбой *1* и гайкой закреплены два конических роликоподшипника ступицы *2* колеса.

expert22 для http://rutracker.org

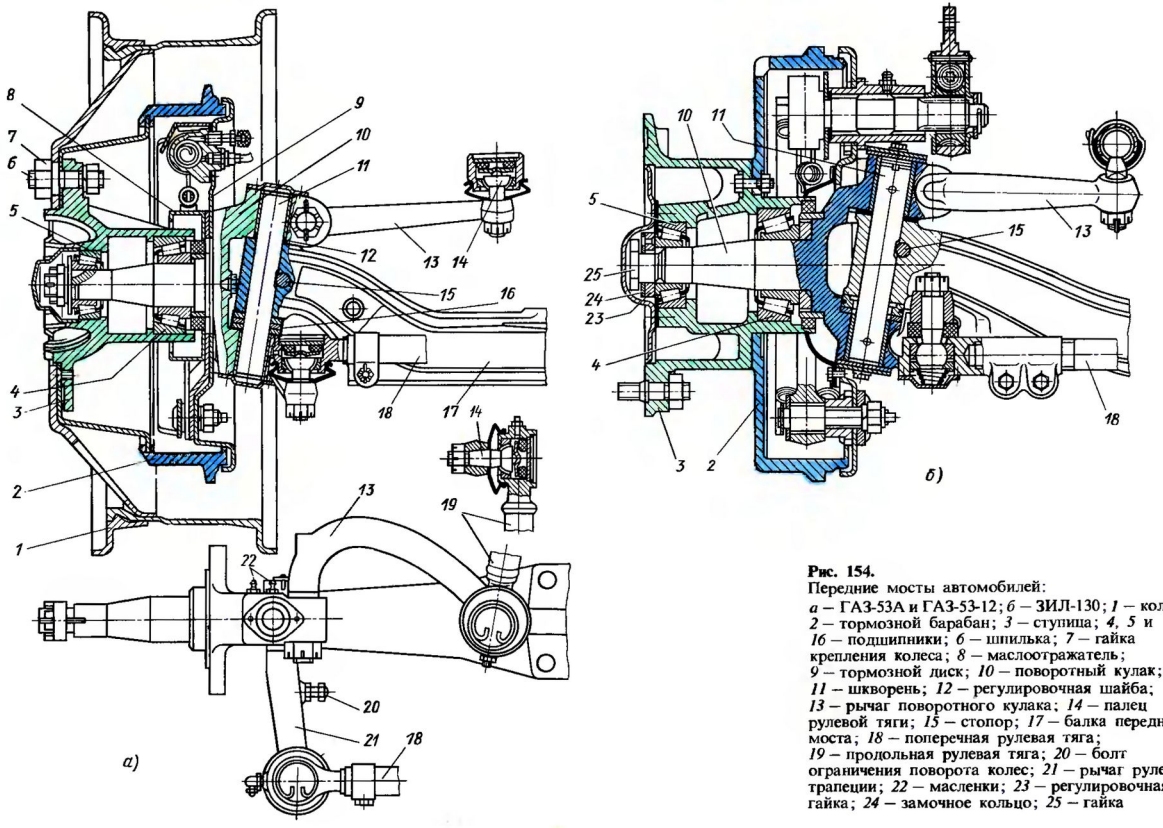


Рис. 154.
Передние мосты автомобилей:
а – ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12; *б* – ЗИЛ-130; *1* – колесо; *2* – тормозной барабан; *3* – ступица; *4*, *5* и *16* – подшипники; *6* – шпилька; *7* – гайка крепления колеса; *8* – маслоотражатель; *9* – тормозной диск; *10* – поворотный кулак; *11* – шкворень; *12* – регулировочная шайба; *13* – рычаг поворотного кулака; *14* – палец рулевой тяги; *15* – стопор; *17* – балка переднего моста; *18* – поперечная рулевая тяга; *19* – продольная рулевая тяга; *20* – болт ограничения поворота колес; *21* – рычаг рулевой трапеции; *22* – масленки; *23* – регулировочная гайка; *24* – замочное кольцо; *25* – гайка

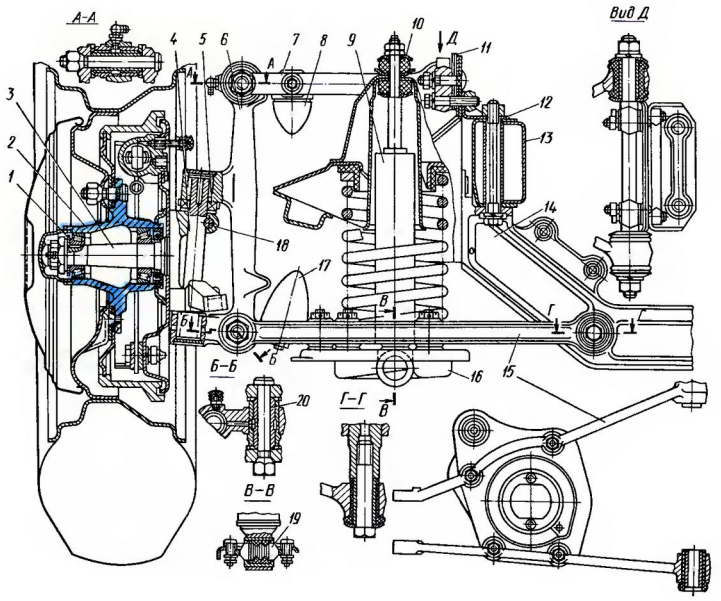


Рис. 155.
Передний разрезной мост автомобиля ГАЗ-24 «Волга»:

1 – стопорная шайба; *2* – ступица; *3* – поворотный кулак; *4* – шкворень; *5* – упорный шарикоподшипник; *6* – стойка; *7* – верхний рычаг; *8* и *17* – буфера соответственно хода отдачи и хода сжатия; *9* – амортизатор; *10* – подушка верхнего крепления амортизатора; *11* – регулировочные прокладки; *12* – кронштейн; *13* – продольная балка рамы; *14* – балка переднего моста; *15* – нижний рычаг; *16* – опорная чашка пружины; *18* – стопорный штифт; *19* – палец нижнего крепления амортизатора; *20* – нижний шарнир стойки

§ 74. Установка управляемых колес

Для автомобиля очень важна хорошая стабилизация управляемых колес, т. е. их способность устойчиво сохранять прямолинейное движение и возвращаться к нему после поворота. Для улучшения стабилизации управляемых колес их шкворни наклоняют в поперечной и продольной плоскостях.

Угол β (рис. 156, *а*) поперечного наклона шкворня обусловливает автоматический самовозврат колес к прямолинейному движению после поворота. При повороте колеса относительно шкворня, имеющего наклон в поперечной плоскости, оно стремится опуститься ниже плоскости дороги на величину *h*. Однако это невозможно, поэтому любой поворот колеса вызывает подъем передней части автомобиля, и сила тяжести стремится вернуть колесо в нейтральное положение, соответствующее его прямолинейному движению. Стабилизирующий момент на управляемых колесах, возникающий вследствие поперечных наклонов шкворней, зависит от угла наклона и массы, приходящейся на управляемые колеса автомобиля, и не зависит от скорости его движения. Эти углы относительно велики и составляют 6–10°.

Наклон шкворней в продольной плоскости (угол γ) выполняют таким образом, чтобы нижние концы шкворней смещались вперед относительно верти-

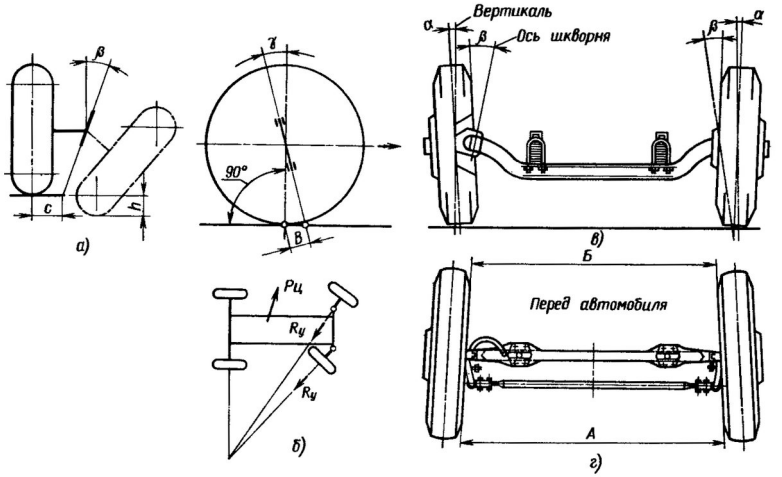


Рис. 156.
Углы установки передних колес и шкворней поворотных кулаков:

а и *б* – углы наклона шкворня в плоскостях соответственно поперечной и продольной; *в* – угол развала колес; *г* – схождение колес

кали. Назначение угла γ обеспечить сохранение прямолинейности движения колес при значительных скоростях. В случае криволинейного движения автомобиля возникающая центробежная сила $P_ц$ (рис. 156, *б*) вызывает действие боковых реакций R_y со стороны дороги на колеса. Наличие продольного наклона шкворней приводит к тому, что реакции R_y создают на плечах B, представляющих собой расстояния от точек касания колеса с дорогой до точек пересечения осей шкворней с дорогой, стабилизирующие моменты, стремящиеся вернуть управляемые колеса в положение прямолинейного движения.

Угол γ обычно составляет $1-3{,}5^{\circ}$ и зависит от боковой эластичности шин. У шин, обладающих значительной боковой эластичностью, уже в пределах самой контактной площадки появляется смещение боковой реакции назад относительно центра этой площадки, что может привести к возникновению достаточного стабилизирующего момента, и тогда продольный наклон шкворней окажется ненужным и даже вредным.

Если управляемые колеса катятся в вертикальных плоскостях, параллельных продольной оси автомобиля, то они испытывают наименьшее сопротивление качению, а следовательно, и обусловливают минимальный расход топлива на преодоление этого сопротивления. Одновременно снижается и износ шин. Однако у некоторых автомобилей такого качения можно достигнуть лишь при наличии развала управляемых колес в вертикальной плоскости и их схождения в горизонтальной плоскости.

Угол α развала колес (рис. 156, *в*) представляет собой угол между вертикальной плоскостью и плоскостью колеса. Этот угол создают установкой поворотных кулаков с наклоном цапф вниз. При наклоне верхней части колеса наружу от автомобиля угол α считают положительным. Назначение развала колес – обеспечение вертикального положения колес при движении, несмотря на возможные деформации деталей переднего моста и наличие зазоров в подшипниках цапф и втулках шкворней.

У современных автомобилей угол $\alpha = 0 \div 2°$. Чрезмерное увеличение угла α приводит к боковому проскальзыванию шин. Наличие угла развала управляемых колес облегчает их поворот и уменьшает нагрузку на внешний подшипник колеса.

В результате установки колес с развалом появляются силы, вызывающие движение колес с развертыванием по расходящимся дугам. Для устранения этого явления применяют схождения колес в горизонтальной плоскости. Схождение колес в горизонтальной плоскости обычно оценивают как разность расстояний *А* и *Б* (рис. 156, *г*) между колесами, измеряемых на высоте их осей между краями ободьев. Эта разность может составлять 0—12 мм, что соответствует углам, не превышающим 1°. Схождение колес обычно регулируют изменением длины поперечной рулевой тяги.

Углы установки колес у легковых автомобилей можно регулировать элементами подвески. У грузовых автомобилей схождение колес регулируют при помощи резьбовых наконечников поперечной рулевой тяги.

Соблюдение заданных углов установки шкворней и колес оказывает большое влияние на безопасность движения и износ шин. Недостаточные углы наклона шкворней вызывают неустойчивое «держание автомобилем дороги» и обусловливают необходимость дополнительных усилий от водителя. Слишком большие углы наклона шкворней затрудняют ввод автомобиля в поворот. Несоблюдение заданных углов развала и схождения колес приводит к повышенному износу шин.

На эксплуатационные свойства и надежность автомобиля в значительной степени влияет техническое состояние трансмиссии.

РАЗДЕЛ 3

Ходовая часть, кузов и кабина

Глава 15

Рама и тягово-сцепное устройство

Глава 16

Подвеска

Глава 17

Колеса и шины

Глава 18

Кузов и кабина

Глава 15

Рама и тягово-сцепное устройство

§ 75. Рама

Рама автомобиля служит остовом, на котором укреплены все механизмы автомобиля. Она должна обладать высокой прочностью и жесткостью, но в то же время быть легкой и иметь форму, при которой возможно более низкое расположение центра тяжести автомобиля для увеличения его устойчивости.

Рамы могут быть лонжеронные, состоящие из двух продольных балок (лонжеронов), соединенных поперечинами, и хребтовые, состоящие из одной продольной балки с поперечинами.

На грузовых автомобилях наибольшее распространение получили лонжеронные рамы. В зонах, подвергающихся наибольшим нагрузкам, лонжероны имеют более высокий профиль, а иногда усиливаются местными вставками. Материалом для лонжеронов служат стальные профили (швеллеры). Лонжероны иногда делают выгнутыми в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

На рис. 157 показана лонжеронная рама автомобиля КамАЗ-5320, состоящая из двух *3* и *20* лонжеронов и нескольких поперечин, предназначенных для крепления отдельных узлов автомобиля. К лонжеронам крепят кронштейны для рессор, подножек и запасного колеса, а также буфера и тягово-сцепное устройство. Буфера предохраняют кузов от повреждения, а тягово-сцепное устройство используют для буксирования прицепов.

§ 76. Тягово-сцепное устройство

Тягово-сцепное устройство служит для буксирования прицепов. В грузовых автомобилях для этой цели устанавливают специальные сцепные устройства двустороннего действия, позволяющие смягчать осевые толчки, возникающие

во время движения автопоезда в обоих направлениях.

Тягово-сцепное устройство (рис. 158) представляет собой стальной крюк *12*, проходящий внутри резинового упругого элемента *4*, зажатого между двух опорных шайб *3* и *14*. Опорные шайбы вместе с упругим элементом помещаются в массивном цилиндрическом корпусе *5*, с одной стороны закрытом колпаком *1*, а с другой – крышкой *13*, которая болтом крепится к поперечине рамы. Резиновый упругий элемент смягчает ударные нагрузки при трогании автомобиля с прицепом с места и при движении по неровной дороге.

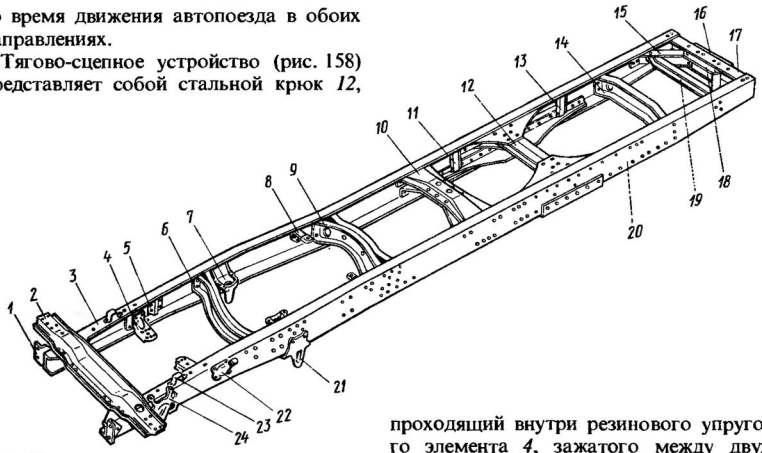


Рис. 157.
Рама автомобиля КамАЗ-5320:
1 – кронштейн крепления переднего буфера; *2* – первая поперечина; *3* – правый лонжерон; *4* – кронштейн передней опоры двигателя; *5* – удлинительная вставка лонжерона переднего моста; *6* – две половины второй поперечины; *7* – кронштейн задней опоры двигателя; *8* – кронштейн крепления поддерживающей опоры силового агрегата; *9* – две половины третьей поперечины; *10* – четвертая поперечина; *11* – удлинительная вставка лонжерона промежуточного моста; *12* – две половины пятой поперечины с усиливающими косынками; *13* – удлинительная вставка лонжерона заднего моста; *14* – шестая поперечина; *15* – раскос задней поперечины; *16* – усилительная накладка задней поперечины; *17* – задняя поперечина; *18* – косынка раскоса; *19* – стяжка раскоса задней поперечины; *20* – левый лонжерон; *21* – задний кронштейн передней подвески; *22* – кронштейн крепления верхнего ушка амортизатора; *23* – кронштейн крепления водяного радиатора; *24* – передний кронштейн подвески

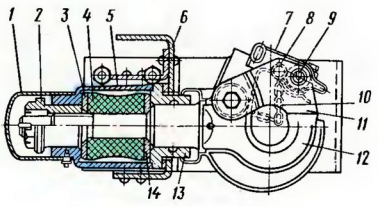


Рис. 158.
Тягово-сцепное устройство:
1 – колпак гайки; *2* – гайка; *3* и *14* – опорные шайбы; *4* – упругий элемент; *5* – корпус; *6* – задняя поперечина рамы; *7* – собачка; *8* – отверстие для шплинта; *9* – ось собачки; *10* – цепочка шплинта; *11* – защелка; *12* – крюк; *13* – крышка корпуса

Защелка *11* крюка застопорена собачкой *7* и шплинтом с цепочкой *10*, предотвращающими самопроизвольный выход дышла прицепа из зацепления с крюком. На автомобилях, не имеющих тягово-сцепного устройства, устанавливают петли, предназначенные только для кратковременного буксирования автомобиля, но исключающие работу с прицепом.

Глава 16
Подвеска

§ 77. Назначение подвесок и их основные типы

Подвеска служит для обеспечения плавного хода автомобиля, так как смягчает воспринимаемые колесами

удары и толчки при наезде на неровности дороги. Подвеска может быть зависимой и независимой.

При зависимой подвеске перемещение одного колеса моста зависит от перемещения другого колеса. При независимой подвеске такая связь отсутствует.

Наиболее распространенным упругим элементом подвески является рессора. Ее широкое применение на автомобилях объясняется тем, что она не только смягчает толчки, воспринимаемые колесами автомобиля от неровной дороги, но и, выполняя роль направляющего устройства, передает силу тяги и тормозную силу от колес раме автомобиля. Кроме рессорной, подвеска может быть пружинной, торсионной, пневматической и гидропневматической. В качестве упругого элемента в указанных подвесках используют соответственно пружины, торсионы-стержни, работающие на скручивание, пневматические или гидропневматические элементы, использующие упругие свойства жидкости и воздуха. Для передачи сил тяги и тормозной силы при установке этих подвесок необходимы дополнительные устройства.

Зависимая подвеска. На грузовых автомобилях и в качестве задней подвески на легковых автомобилях применяют зависимую подвеску (рис. 159, *а*). В этом случае передний мост подвешен к лонжеронам рамы на двух рессорах *2* при помощи кронштейнов *1* и серег *5*. Упругими элементами в такой подвеске служат продольные полуэллиптические рессоры, собранные из выгнутых стальных листов разной длины (чем выше расположен лист, тем он длиннее). В загнутые ушки самого длинного (коренного) листа запрессовывают втулки, через которые проходят рессорные пальцы, шарнирно соединяющие рессору с кронштейном *1* и серьгой *5*. Листы стянуты между собой и связаны с мостом стремянками 6. Через стремянки, рессоры и шарниры в кронштейнах *1* силы от колес при движении автомобиля передаются раме. Хомуты *3* препятствуют сдвигу отдельных листов в боковом направлении. Перемещения моста при зависимой подвеске определяются перемещениями колес в поперечной плоскости.

Независимая подвеска. Колебание одного из колес моста при независимой подвеске не вызывает колебаний другого колеса. Обычно такую подвеску используют для передних колес легковых автомобилей. При этом каждое колесо отдельно от другого соединяется с кузовом или рамой.

Различают шкворневую и бесшкворневую независимые подвески. В подвеске первого типа (рис. 159, *б*) к поперечине *13* подрамника шарнирно прикреплены рычаги *7* и *12*, концы которых также шарнирно соединены со стойкой *11*. На стойке при помощи шкворня *9* укреплен поворотный кулак *10* колеса. Рычаги *7* и *12* и стойка *11* подвески образуют направляющее устройство подвески, служащее для передачи сил от колеса раме. Упругим элементом является пружина *8*, установленная между нижними рычагами *7* и поперечиной *13* подрамника.

Бесшкворневая подвеска (рис. 159, *в*) также состоит из верхнего *12* и нижнего *7* рычагов и пружины *8*. В отличие от шкворневой подвески у нее поворотная стойка *11* непосредственно прикреплена к поворотному кулаку *10* и шарнирно соединена шаровыми пальцами с верхним и нижним рычагами подвески. При такой конструкции меньше масса неподрессоренных частей и меньше силы, действующие в шарнирах стойки.

Рессоры. У автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130, МАЗ-5335 и автомобилей семейства КамАЗ, снабженных зависимой подвеской колес, в качестве упругого элемента в передней подвеске использованы одинарные рессоры.

В задней подвеске у автомобилей ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130 и МАЗ-5335 использованы рессоры с подрессорником, а у автомобилей КамАЗ-5320 применена подвеска балансирного типа из двух полуэллиптических рессор.

Легковые автомобили «Москвич-2140», ГАЗ-24 и ГАЗ-3102 «Волга» имеют заднюю зависимую подвеску

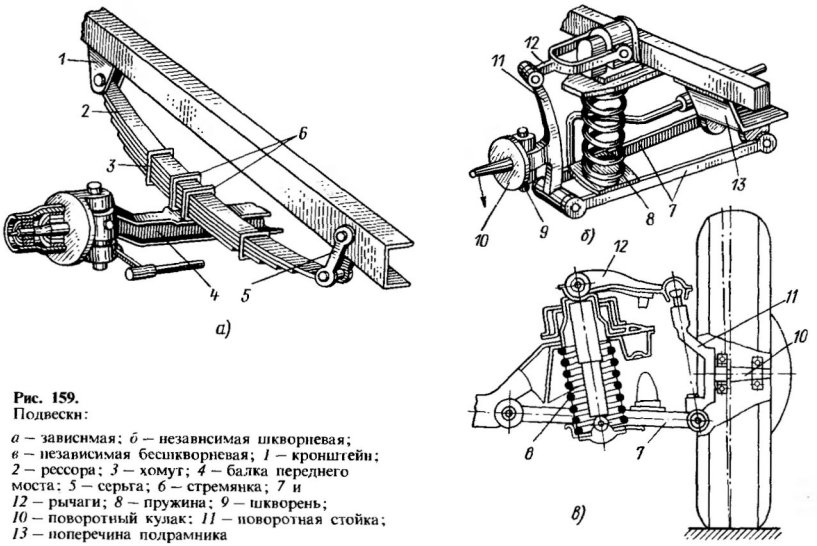


Рис. 159.
Подвески:

а – зависимая; *б* – независимая шкворневая; *в* – независимая бесшкворневая; *1* – кронштейн; *2* – рессора; *3* – хомут; *4* – балка переднего моста; *5* – серьга; *6* – стремянка; *7* и *12* – рычаги; *8* – пружина; *9* – шкворень; *10* – поворотный кулак; *11* – поворотная стойка; *13* – поперечина подрамника

с рессорами и переднюю независимую пружинную подвеску. У автомобилей ВАЗ-2101 и ВАЗ-2103 «Жигули» независимая передняя и зависимая задняя подвески пружинные. У автомобилей семейства ЗАЗ «Запорожец» задняя подвеска пружинная, а передняя – торсионная.

§ 78. Рессорная подвеска двухосных автомобилей

Грузовые автомобили. У автомобиля ГАЗ-53А зависимая передняя подвеска (рис. 160) состоит из двух продольных полуэллиптических рессор, расположенных под лонжеронами рамы вдоль автомобиля. Концы сдвоенного коренного листа *11* рессоры закреплены при помощи резиновых опор в прикрепленных к лонжерону кронштейнах *1* и *6*. Концы одного коренного листа отогнуты вверх, а другого вниз, вследствие чего образуется торцовая упорная поверхность. Концы листов охвачены обоймами *7* и *12*, увеличивающими площадь давления рессоры на резиновые опоры, что уменьшает их износ. Для смены резиновых опор и демонтажа рессор кронштейны *1* и *6* имеют установленные на болтах съемные крышки.

Рессора собрана из стальных листов разной длины, которые стянуты вместе хомутами и прикреплены к переднему мосту двумя стремянками *10*. С помощью этих же стремянок к верхней части рессоры крепят резиновый буфер *9*, смягчающий удары при максимальных прогибах рессоры. Рессора при прогибе перемещается в продольном направлении в сторону ее заднего конца. В переднюю подвеску входит также гидравлический телескопический амортизатор *5*, который при помощи резинометаллических шарниров *4* соединяет передний мост и кронштейн *3* лонжерона *2*.

Заднюю подвеску автомобиля ГАЗ-53А (рис. 160, *б*) составляют две основные рессоры *28* с дополнительными рессорами *21* (подрессорниками), расположенными сбоку вдоль лонжеронов рамы в задней части автомобиля. Основная задняя рессора состоит из 14 ли-

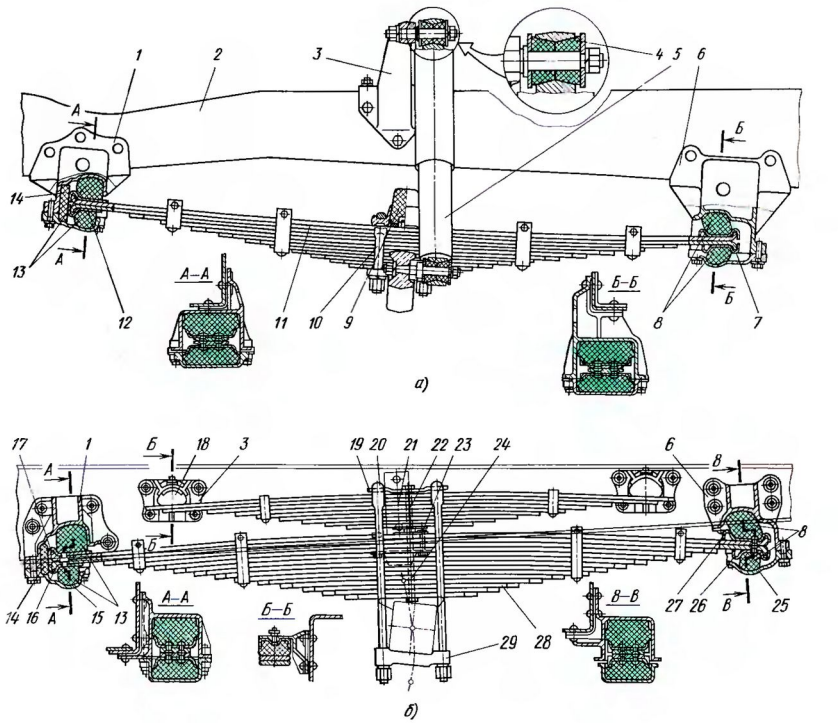


Рис. 160.
Подвески автомобиля ГАЗ-53А:
а – передняя; *б* – задняя; *1, 3* и *6* – кронштейны; *2* – лонжерон; *4* – шарнир; *5* – амортизатор; *7* и *12* – обоймы концов коренных рессорных листов; *8* и *13* – верхние и нижние опоры; *9* – буфер; *10* – стремянка; *11* – двойной коренной лист; *14* – торцовый упор; *15* и *25* – крышки соответственно переднего и заднего кронштейнов; *16* и *17* – нижняя и верхняя обоймы переднего конца рессоры; *18* – опора дополнительной рессоры; *19* – накладка; *20* – стремянка задней рессоры; *21* – дополнительная рессора; *22* и *24* – центровые болты; *23* – подкладка; *26* и *27* – верхняя и нижняя обоймы заднего конца рессоры; *28* – основная рессора; *29* – подкладка стремянок

стов и прикреплена к раме, так же как и передняя рессора, при помощи нижней и верхней резиновых опор *13*. Передний конец рессоры упирается в дополнительный резиновый торцовый упор *14*.

Нагрузка на дополнительную рессору передается через кронштейны *3* с резиновыми опорами *18*. У ненагруженного или нагруженного не полностью автомобиля при небольшом прогибе задних рессор нагрузка передается только основными рессорами, а между кронштейнами дополнительной рессоры и ее концами остается зазор, уменьшающийся по мере увеличения нагрузки. При полной нагрузке в работу вступает дополнительная рессора, упругость которой может меняться в зависимости от изменения расстояния между опорами, имеющими выпуклую форму.

Дополнительная рессора состоит из девяти листов. Боковое смещение листов основной рессоры предотвращают четыре хомута, а дополнительной – два хомута. Основная и дополнительная рессоры соединены с задним мостом

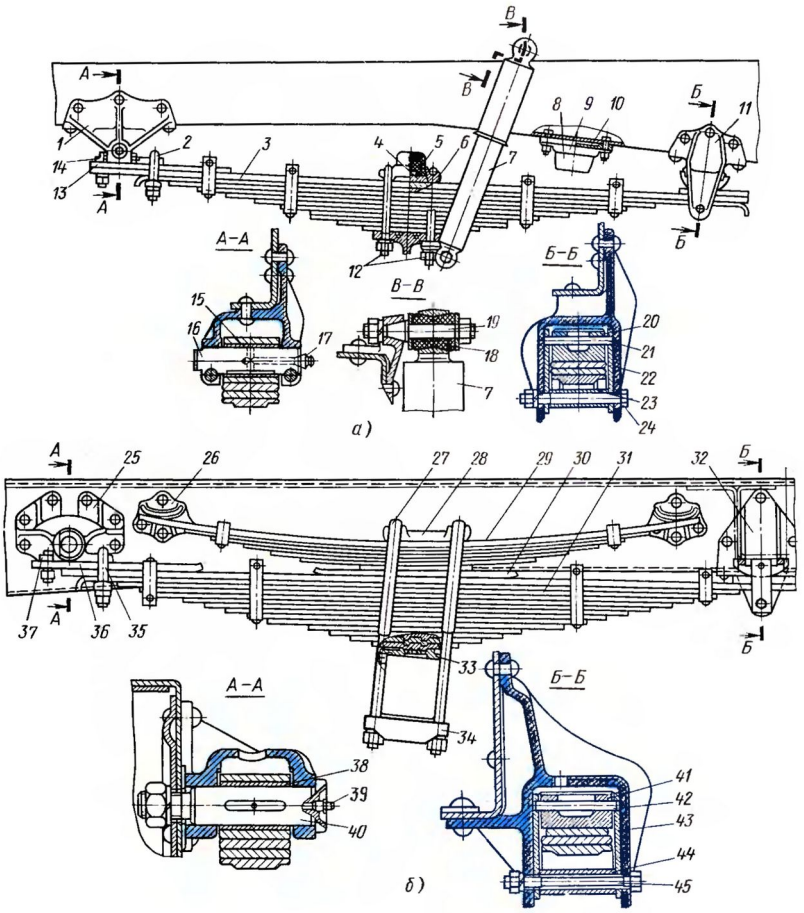


Рис. 161.
Подвески автомобиля ЗИЛ-130:
а – передняя, *б* – задняя; *1* и *25* – передние кронштейны; *2, 12, 27* и *35* – стремянки; *3* – передняя рессора; *4* – фиксатор накладки; *5* и *8* – буфера рессоры; *6* и *28* – накладки; *7* – амортизатор; *9* – обойма; *10* и *33* – проставки; *11* и *32* – задние кронштейны; *13* и *36* – подкладки ушков рессор; *14* и *37* – ушки рессор; *15* и *38* – втулки ушков; *16* и *40* – пальцы рессор; *17* и *39* – масленки; *18* – резиновая втулка; *19* – палец амортизатора; *20* и *41* – сухари; *21* и *42* – пальцы сухарей; *22* и *43* – вкладыши; *23* и *44* – втулки стяжных болтов; *24* и *45* – стяжные болты; *26* – кронштейн дополнительной рессоры; *29* – дополнительная рессора; *30* – промежуточный лист; *31* – задняя рессора; *34* – подкладка стремянок

при помощи накладки *19* и стремянок *20*.

Для повышения долговечности листы дополнительной рессоры подвергают дробеструйной обработке. Большое трение между рессорными листами делает подвеску излишне жесткой, поэтому все листы передних и задних рессор смазывают графитовым смазочным материалом, уменьшающим трение и предохраняющим их от коррозии.

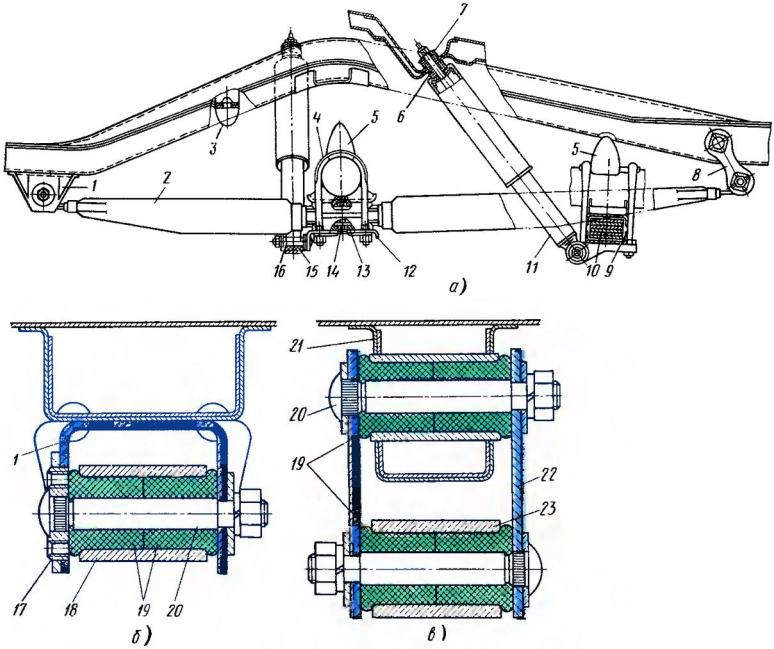
Задняя подвеска автомобиля ГАЗ-53-12 отличается тем, что для уве-

личения жесткости в основную рессору и подрессорник добавлено по одному листу.

На автомобиле ЗИЛ-130 (рис. 161) передние и задние рессоры выполнены из Т-образного профиля, что повышает их долговечность. На передних концах рессор при помощи болтов и стремянок крепят съемные ушки *14* и *37*, которыми рессоры закреплены в кронштейнах пальцами *16* и *40*. Задние концы рессор могут свободно перемещаться между опорными сухарями *20* и *41* и втулками *23* и *44* в кронштейнах *11* и *32*. В листах имеются выступы и углубления, препятствующие перемещению листов во время работы. В передней подвеске на раме укреплены резиновые буфера *8*, ограничивающие при нагрузках рабочую часть рессоры и тем самым увеличивающие ее жесткость. Телескопические амортизаторы *7* резиновой втулкой *18* и пальцем *19* соединены верхним концом с кронштейном рамы, а нижним — с кронштейном переднего моста.

Легковые автомобили. В зависимой задней подвеске автомобиля ГАЗ-24 «Волга» (рис. 162) упругим элементом являются полуэллиптические рессоры, работающие совместно с телескопическими амортизаторами двойного действия. Листовые рессоры защищены от попадания пыли и грязи чехлами. Передний конец задней рессоры шарнирно соединен с кронштейном *1* при помощи

Рис. 162.
Задняя подвеска автомобиля ГАЗ-24 «Волга»:
а — общий вид; *б* и *в* — крепления соответственно переднего и заднего концов рессоры; *1* — передний кронштейн; *2* — рессора; *3* — дополнительный буфер; *4* — стремянка; *5* — буфер; *6* — подушка амортизатора; *7* — тарелка; *8* — серьга; *9* — обойма; *10* — прокладки рессоры; *11* — амортизатор; *12* — прокладка; *13* — подушка рессоры; *14* — центровой болт; *15* — втулка; *16* — палец; *17* — шайба пальца; *18* — переднее ушко рессоры; *19* — резиновые втулки; *20* — палец; *21* — продольная балка кузова; *22* — планка; *23* — заднее ушко рессоры



резиновых втулок *19* и пальца *20*. Задний конец рессоры прикреплен к балке кузова серьгой *8*, состоящей из двух планок *22* (рис. 162, *в*), двух пальцев *20* и резиновых втулок *19*. Стремянки *4* соединяют среднюю часть рессоры с задним мостом, резиновым буфером *5* и прокладкой *12*, к которой прикреплен нижний конец телескопического амортизатора *11*.

§ 79. Задняя балансирная подвеска трехосного автомобиля

В трехосных автомобилях применяют балансирные подвески для промежуточного и заднего ведущих мостов. При таких подвесках мосты качаются на шарнирно соединенных с ними и с рессорами балансирных рычагах. В этом случае рессоры воспринимают только силу тяжести автомобиля; сила тяги и тормозная сила, а также реактивный и тормозной моменты передаются толкающими и реактивными штангами.

Балансирная подвеска промежуточного и заднего мостов трехосного автомобиля с толкающими и реактивными штангами показана на рис. 163. Штанги *1* и *5*, шарнирно соединяющие мосты с рамой, образуют рычажную подвеску в виде параллелограмма.

На приклепанном к лонжерону рамы кронштейне *6* шпильками и гайками укреплены два кронштейна *8*, в которые

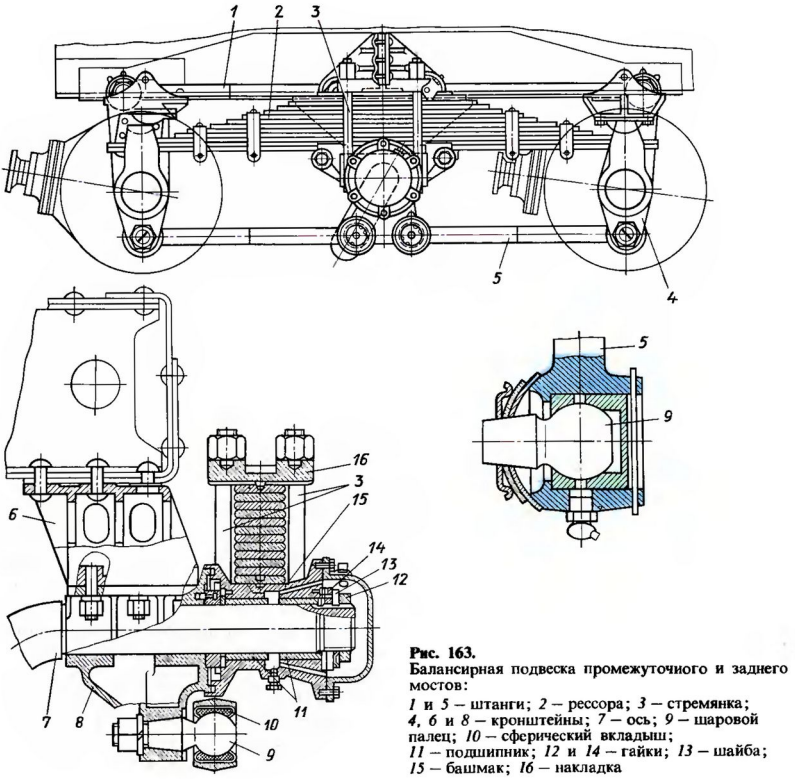


Рис. 163.
Балансирная подвеска промежуточного и заднего мостов:
1 и *5* – штанги; *2* – рессора; *3* – стремянка; *4*, *6* и *8* – кронштейны; *7* – ось; *9* – шаровой палец; *10* – сферический вкладыш; *11* – подшипник; *12* и *14* – гайки; *13* – шайба; *15* – башмак; *16* – накладка

запрессована ось *7*. На оси в двух подшипниках *11* может повертываться башмак *15*, удерживаемый от осевого смещения шайбой *13* и гайками *12* и *14*. К башмаку *15* стремянками *3* с накладкой *16* прикреплена середина перевернутой полуэллиптической рессоры *2*. Скользящими опорами для концов рессоры служат кронштейны *4*, приваренные к кожухам промежуточного и заднего мостов. Шаровые пальцы *9* шарниров размещены между сферическими вкладышами *10* наконечников верхних *1* и нижних *5* штанг.

При такой конструкции подвески нагрузка равномерно распределяется между промежуточным и задним мостами, и они могут независимо один от другого перемещаться вверх и вниз в результате поворота башмака *15*. Возможность относительных угловых поперечных перекосов мостов при движении автомобиля по неровной дороге обусловлена скольжением концов рессор в опорных кронштейнах.

§ 80. Независимая подвеска

В независимой пружинной подвеске рычажного типа автомобиля ГАЗ-24 «Волга» (см. рис. 155) ступица переднего колеса установлена на двух радиально-упорных конических роликоподшипниках и на поворотном кулаке *3*. Шкворнем *4* поворотный кулак соединен со стойкой *6*. Шкворень закреплен в стойке от проворачивания стопорным штифтом *18*.

Между стойкой и поворотным кулаком установлен упорный шарикоподшипник *5*. Стойка резьбовыми втулками шарнирно соединена с рычагами *7* и *15*, которые, в свою очередь, связаны с осями, закрепленными на поперечинах рамы с помощью резиновых втулок. Установкой прокладок *11* регулируют угол развала колес и наклон шкворня.

Упругим элементом подвески служит пружина, упирающаяся верхним концом через виброизолирующую прокладку в штампованную головку поперечины, а нижним – в опорную чашку *16*, прикрепленную болтами к нижним рычагам. Вертикальные перемещения колес ограничены упором резиновых буферов *8* и *17* в балку *14*. Телескопический гидравлический амортизатор *9* двустороннего действия установлен внутри пружины и соединен верхним концом с поперечиной рамы через резиновые подушки *10*, а нижним концом – с нижними рычагами *15* с помощью резьбового пальца *19*.

§ 81. Амортизаторы

Наибольшие удобства при движении автомобиля достигаются при наличии мягкой подвески. Удары и толчки, которые испытывают колеса автомобиля при движении по неровной дороге, передаются на раму тем меньше, чем мягче рессоры. Чем длиннее рессора и чем больше листов меньшей толщины в нее входит, тем она мягче. Но мягкие рессоры обладают существенным недостатком – их колебания, имеющие большую амплитуду, затухают очень медленно. Колебания рессор гасятся благодаря трению между их листами. Для более быстрого гашения собственных колебаний рессор и повышения их долговечности на автомобиле устанавливают специальные устройства, называемые амортизаторами. Амортизаторы гидравлического типа ставят на всех легковых автомобилях и на большинстве грузовых.

Сопротивление колебательным движениям рамы в гидравлическом амортизаторе создается при перекачивании жидкости через небольшие отверстия в его корпусе. При увеличении скорости относительных перемещений оси и рамы резко возрастает сопротивление амортизатора. Амортизаторы заполняют специальной жидкостью, вязкость которой мало изменяется в зависимости от температуры окружающей среды.

Колебания рамы можно представить состоящими из двух следующих движений: хода сжатия рессоры, когда рама и мост сближаются; хода отдачи, когда рама и мост расходятся.

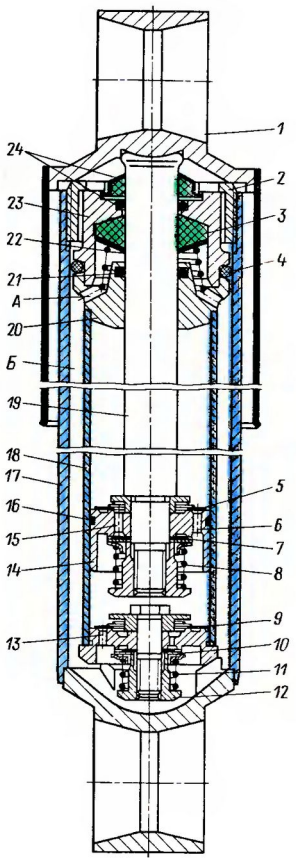


Рис. 164.
Телескопический амортизатор:

1 – проушина; *2* – гайка резервуара; *3* – сальник штока; *4* – сальник обоймы; *5* – перепускной клапан отдачи; *6* – отверстие наружного ряда; *7* – клапан отдачи; *8*, *11* и *22* – пружины; *9* – перепускной клапан сжатия; *10* – клапан сжатия; *12* – гайка; *13* – отверстие перепускного клапана; *14* – поршень; *15* – отверстие внутреннего ряда; *16* – поршневое кольцо; *17* – корпус резервуара; *18* – рабочий цилиндр; *19* – шток поршня; *20* – направляющая штока; *21* – сальник; *23* – обойма сальников; *24* – войлочные сальники штока; *А* – отверстие для слива жидкости в резервуар; *Б* – полость резервуара

Амортизатор одностороннего действия гасит колебания лишь во время хода отдачи. Амортизатор двустороннего действия способствует более плавной работе подвески, так как поглощает энергию колебаний как при отдаче, так и при сжатии. Вследствие этого амортизаторы двустороннего действия почти полностью вытеснили амортизаторы одностороннего действия.

Сопротивление, создаваемое амортизатором двустороннего действия, неодинаково при сжатии и отдаче. Сопротивление при сжатии составляет 20–25% сопротивления при отдаче, так как необходимо, чтобы амортизатор гасил в основном свободное колебание подвески при отдаче и не увеличивал жесткость рессор при сжатии. В подвесках легковых автомобилей и автобусов ставят четыре амортизатора, а в подвесках грузовых автомобилей – два (только в передней подвеске).

Рабочий цилиндр *18* (рис. 164) амортизатора и часть окружающего его наружного корпуса *17* заполнены жидкостью. Внутри цилиндра помещен поршень *14* со штоком *19*, к концу которого приварена проушина *1*. Этой проушиной шток амортизатора соединен с рамой или кузовом, а проушиной корпуса – с балкой моста или рычагом колеса. Сверху цилиндр *18* закрыт направляющей *20* штока *19*, а снизу – днищем, являющимся одновременно корпусом клапана сжатия. В поршне *14* по окружностям разного диаметра равномерно расположены два ряда отверстий. Отверстия *6* на большом диаметре закрыты сверху тарельчатым перепускным клапаном *5* отдачи. Отверстия на малом диаметре закрыты снизу дисками клапана *7* отдачи, поджатого пружиной *8*.

В нижней части цилиндра *18* запрессован корпус клапана сжатия, состоящий из тарельчатого перепускного клапана *9* сжатия, дисков клапана *10* сжатия и пружины *11*. В корпусе клапана сжатия, аналогично клапану отдачи, имеются два ряда отверстий, расположенных по окружностям большого и малого диаметра. Отверстия *13* на большом диаметре закрыты сверху перепускным клапаном *9*, а отверстия на малом диаметре закрыты снизу ди-

сками клапана *10* сжатия. Для работы амортизатора большое значение имеет герметичность его полостей. Поэтому верхний конец штока уплотнен резиновыми сальниками.

Во время плавного хода сжатия рессоры в случае наезда колеса на небольшое препятствие шток и поршень, опускаясь вниз, вытесняют основную часть жидкости из пространства под поршнем в пространство над поршнем через перепускной клапан *5* отдачи, имеющий слабую пружину и незначительное сопротивление. При этом часть жидкости, равная объему штока, вводимого в рабочий цилиндр, через калиброванные отверстия клапана *10* сжатия перетекает в полость резервуара. Сопротивление хода сжатия в основном пропорционально квадрату скорости перетекания жидкости.

При резком ходе сжатия и большой скорости движения поршня под действием возросшего давления жидкости клапан сжатия открывается на большую величину, преодолевая сопротивление пружины *11*, вследствие чего уменьшается сопротивление перетеканию жидкости.

Во время хода отдачи поршень движется вверх и сжимает жидкость, находящуюся над поршнем. Перепускной клапан *5* закрывается, и жидкость через внутренний ряд отверстий *15* и клапан *7* отдачи перетекает в пространство под поршнем. Необходимое сопротивление амортизатора создается жесткостью дискового клапана отдачи и его пружиной *8*. При этом часть жидкости, равная объему штока, выводимого из цилиндра, через отверстия *13* и перепускной клапан *9* сжатия из полости *Б* резервуара перетекает в рабочий цилиндр *18*. При резком ходе отдачи жидкость открывает клапан *7* отдачи на более значительную величину, преодолевая сопротивление пружины *8*.

Сопротивление амортизатора определяется размерами отверстий в корпусах клапанов отдачи и сжатия и усилиями их пружин.

Излишняя мягкость подвески легкового автомобиля может привести к раскачиванию кузова при прямолинейном движении и к поперечным наклонам на поворотах. Для уменьшения этих отрицательных явлений на большинстве легковых автомобилей применены стабилизаторы поперечной устойчивости (рис. 165).

Штанга *1* стабилизатора, выполненная из пружинной стали в виде буквы П, в средней части прикреплена кронштейнами к лонжерону рамы при помощи резиновых втулок *2*. Концы штанги через резиновые подушки *4* и *5* и стойки *3* соединены с опорными чашками *16* (см. рис. 155) пружины.

При одновременном подъеме колес штанга свободно провертывается во

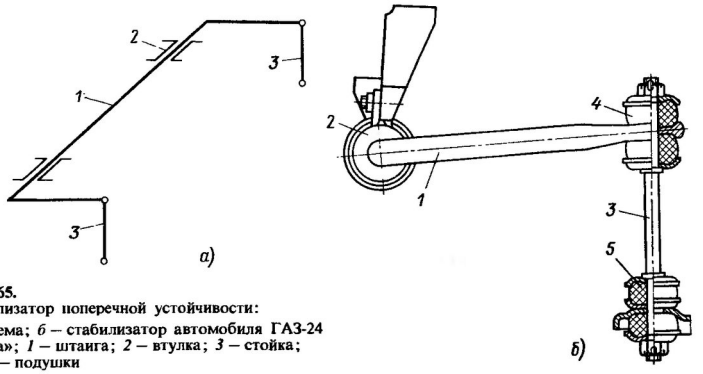


Рис. 165.
Стабилизатор поперечной устойчивости:
а – схема; *б* – стабилизатор автомобиля ГАЗ-24 «Волга»; *1* – штанга; *2* – втулка; *3* – стойка; *4* и *5* – подушки

втулках, и стабилизатор не работает. При боковом крене кузова стойки сдвигаются одна относительно другой в вертикальной плоскости, и штанга, закручиваясь, препятствует наклону кузова. Перекос верхних концов стоек более значительный, поэтому верхние втулки имеют бóльшую высоту, чем нижние.

§ 82. Передача подвеской усилий и моментов

Крутящий момент, передаваемый от двигателя на ведущие колеса, создает между колесом и дорогой тяговое усилие $P_к$ (рис. 166), а на ведущем мосту обратный реактивный момент $M_р$. В результате наличия тягового усилия $P_к$ возникающая на заднем мосту толкающая сила $P_в$ через подвеску передается на раму автомобиля и приводит его в движение. При торможении автомобиля на заднем мосту возникает тормозной момент $M_т$, а на колесах тормозное усилие T.

Восприятие тормозного или реактивного момента, а также передача соответствующих усилий на раму автомобиля осуществляются через подвеску ведущего моста. Крепление рессорной подвески двухосных автомобилей конструктивно решено с учетом выполнения указанных функций. При балансирной подвеске у трехосных автомобилей эту функцию выполняют специальные штанги, а при пружинной подвеске – толкающие и реактивные штанги.

Подвеска оказывает большое влияние на безопасность дорожного движения, поэтому на ее состояние следует обращать самое серьезное внимание.

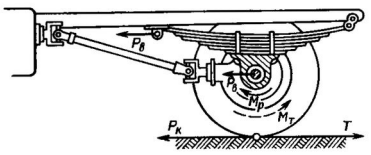


Рис. 166.
Схема передачи толкающего усилия от ведущего моста на раму автомобиля через подвеску

Глава 17

Колеса и шины

§ 83. Назначение колес

Колеса передают усилия и моменты, действующие между автомобилем и дорогой, обеспечивая его движение. Колеса по назначению делят на ведущие, ведомые и управляемые. Обычно у двухосного автомобиля передние колеса управляемые, а задние ведущие.

Автомобильное колесо состоит из диска и обода, на который надета пневматическая шина. Колеса автомобилей выполняют с глубоким или плоским ободом. На легковых автомобилях обычно применяют дисковые колеса с глубокими неразборными ободьями *1* (рис. 167, *а*), имеющими уступы для бортов покрышки шины. Обод привáривают или приклепывают к штампованному диску *2*, который, в свою очередь, крепят к фланцу ступицы *5* шпильками *4* и гайками *3*. Плотная установка диска на ступице и правильное его центрирование обеспечены конической формой внутренней стороны гаек.

Стальное штампованное дисковое колесо грузового автомобиля имеет разрезное замочное *7* (рис. 167, *б*) и неразрезное бортовое *8* кольца. Профиль обода *1* выполнен с конической посадочной полкой. Одна закраина обода сделана с ним как одно целое, а другая представляет собой съемное бортовое кольцо *8*, удерживаемое на ободе замочным кольцом *7*. Шину свободно надевают на плоский обод, затем устанавливают бортовое *8* и замочное *7* кольца, причем последнее закладывают в канавку обода. От выпадания это кольцо удерживает давление сжатого воздуха в шине. Конические посадочные полки обода *1* и бортового кольца *8* обеспечивают плотную посадку шины на обод и исключают возможность их относительного провертывания.

В конструкции колеса другого типа с разрезным бортовым кольцом *9* (рис. 167, *в*) последнее одновременно выпол-

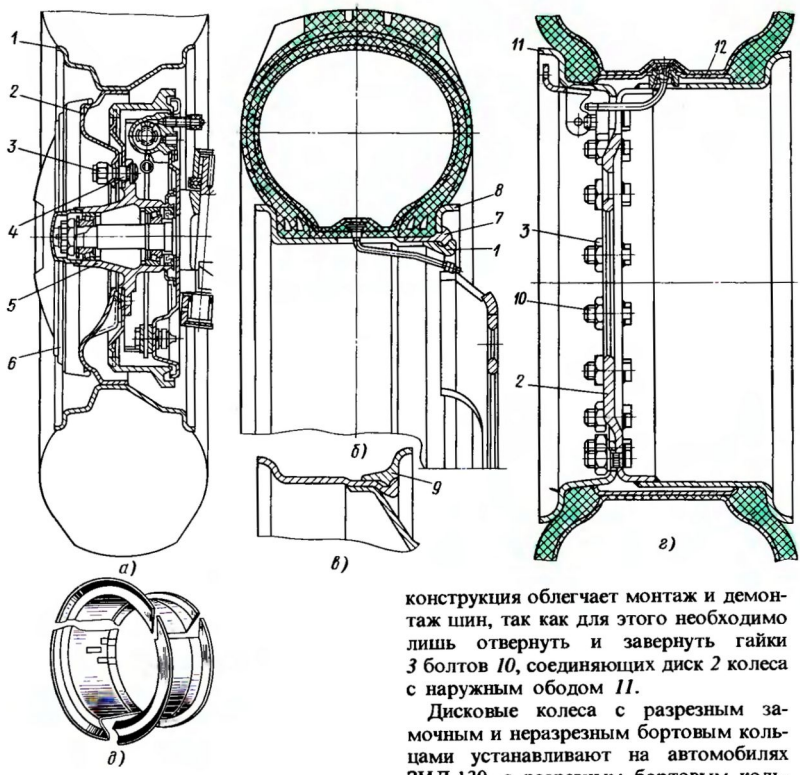


Рис. 167.
Ободья колес автомобилей:

а – легкового; *б* – грузового (обод имеет разрезное замочное кольцо); *в* – грузового (обод имеет разрезное бортовое кольцо); *г* – высокой проходимости; *д* – с бездисковым колесом со съемным плоским ободом, состоящим из трех частей; *1* – обод; *2* – диск; *3* – гайка; *4* – шпилька; *5* – ступица; *6* – колпак; *7* – разрезное замочное кольцо; *8* – неразрезное бортовое кольцо; *9* – разрезное бортовое кольцо; *10* – болт; *11* – наружный обод; *12* – распорное кольцо

няет и функции замочного кольца. Колеса с плоским ободом из двух соединенных болтами частей (рис. 167, *г*) применяют на автомобилях высокой проходимости. Наружный обод *11* колеса делают съемным, а в середине ставят распорное кольцо *12*, прижимающее борта шины к закраинам обода. Такая конструкция облегчает монтаж и демонтаж шин, так как для этого необходимо лишь отвернуть и завернуть гайки *3* болтов *10*, соединяющих диск *2* колеса с наружным ободом *11*.

Дисковые колеса с разрезным замочным и неразрезным бортовым кольцами устанавливают на автомобилях ЗИЛ-130, с разрезным бортовым кольцом – на автомобилях ГАЗ-53А, с разъемным ободом – на автомобилях ГАЗ-66 и ЗИЛ-131.

Вследствие большой нагрузки на задний мост у грузового автомобиля ставят по два колеса с каждой стороны. Задние сдвоенные колеса крепят на шпильках ступицы *29* (см. рис. 151, *б*). Внутренние колеса крепят колпачковыми гайками *27* (футорками), а наружные – обычными гайками *28*, навертываемыми на колпачковые гайки. Гайки *27* и *28* имеют сферические опорные поверхности для центрирования. Чтобы избежать самоотвертывания гаек при движении автомобиля, гайки крепления левых колес имеют левую резьбу, а правых – правую.

§ 84. Шины.

Назначение пневматической шины – поглощать и смягчать толчки и удары, воспринимаемые колесом от дороги, обеспечивать с ней достаточное сцепление, уменьшать шум при движении автомобиля и снижать разрушающее действие автомобиля на дорогу.

Автомобильные шины классифицируют по назначению, форме профиля, габаритам, способу герметизации и конструкции. По назначению шины разделяют на шины легковых и грузовых автомобилей. Первые, кроме легковых автомобилей, применяются на грузовых автомобилях малой грузоподъемности и микроавтобусах, вторые, кроме грузовых автомобилей, – на автобусах и троллейбусах.

При классификации шин по форме профиля во внимание принимают два соотношения: отношение высоты профиля шины к его ширине и отношение ширины профиля обода колеса к ширине профиля шины. Согласно этой классификации шины имеют следующие наименования:

шины обычного профиля – первое отношение свыше 0,89, второе равно 0,65–0,76;

широкопрофильные – первое отношение составляет 0,6–0,9, второе 0,76–0,86;

низкопрофильные – соответственно 0,70–0,88 и 0,69–0,76;

сверхнизкопрофильные – первое отношение не более 0,70, второе 0,69–0,76;

арочные шины – первое отношение 0,39–0,50, второе 0,9–1,0;

пневмокатки – первое отношение 0,25–0,39, второе 0,9–1,0.

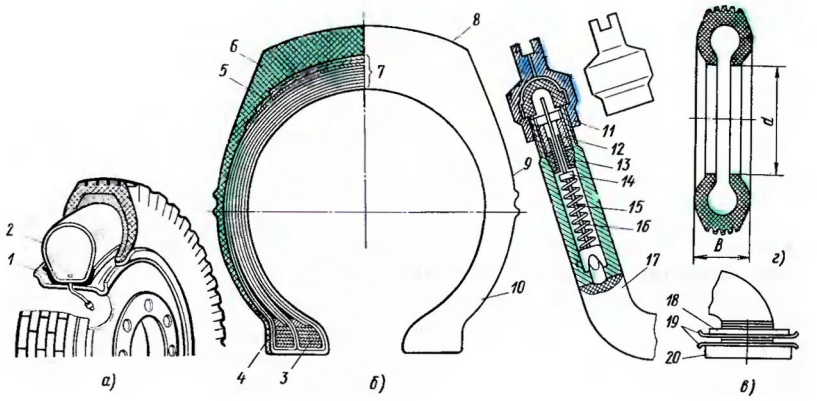
По габаритам шины делят на крупногабаритные с шириной профиля 350 мм (14 дюймов) и более (независимо от величины посадочного диаметра); среднегабаритные с шириной профиля 200–350 мм (7–14 дюймов) и посадочным диаметром не менее 457 мм; малогабаритные с шириной профиля не более 260 мм (до 10 дюймов) и посадочным диаметром не более 457 мм (18 дюймов).

По способу герметизации шины подразделяют на камерные и бескамерные.

Камерные шины. Основные элементы камерной шины – покрышка и камера

Рис. 168.
Основные элементы покрышки автомобильной шины:

а – камерная шина в сборе; *б* – устройство покрышки; *в* – вентиль камеры; *г* – размеры покрышки; *1* – ободная лента; *2* – камера; *3* – сердечник; *4* – боковиица; *5* – подушечный слой (брекер); *6* – протектор; *7* – каркас; *8* – беговая дорожка; *9* – боковая стенка; *10* – борт шины; *11* – колпачок-ключ; *12* – золотник; *13* – втулка; *14* – клапан; *15* – стержень; *16* – пружина; *17* – корпус; *18* – гайка; *19* – шайбы; *20* – фланец



(рис. 168, *а*). Шина грузового автомобиля имеет, кроме того, ободную ленту *1*. Покрышка состоит из протектора *6* (рис. 168, *б*), брекера *5*, боковины *4*, каркаса *7*, бортов *10* с сердечниками *3*. Назначение покрышки и прежде всего протектора создать хорошее сцепление шины с дорогой и защитить камеру от повреждений. Основным материалом для производства шин всех типов служит резина, получаемая из синтетического или натурального каучука.

Каркас покрышки и брекер состоят из нескольких наложенных один на другой слоев прорезиненного корда и резиновых прослоек. Корд представляет собой ткань из определенно расположенных нитей, изготовленных из синтетических волокон (капрон, перлон, нейлон).

По конструкции каркаса и брекера шины разделяют на диагональные и радиальные. У диагональных шин нити корда каркаса и брекера перекрещиваются в смежных слоях. При этом угол наклона нитей посередине беговой дорожки в каркасе и брекере составляет 45–60°.

У радиальных шин угол наклона нитей корда каркаса равен 0°, т. е. они направлены по кратчайшему пути от одного борта к другому, а угол наклона нитей корда брекера – не менее 65°. По сравнению с обычными шинами число слоев корда в радиальной шине уменьшено, а в брекере увеличено. Следовательно, радиальные шины имеют более тонкий каркас и более толстый брекер, что повышает износостойкость шины. У радиальных шин меньше теплообразование и сопротивление качению, вследствие чего возрастает срок их службы и больше допускаемая максимальная скорость.

Все элементы покрышки прочно соединяют вулканизацией. Покрышки закрепляют на плоском ободе колеса (грузовой автомобиль) бортами, которые под давлением воздуха зажимаются между ободом и бортовым кольцом, или на глубоком ободе (легковой автомобиль).

Камера для заполнения ее воздухом снабжена вентилем, представляющим собой автоматический клапан, пропускающий воздух внутрь камеры, но не выпускающий его наружу. Вентили бывают металлические или резинометаллические. Металлический вентиль с пружинным клапаном, устанавливаемый на шинах грузовых автомобилей и получивший наибольшее распространение, состоит из следующих деталей: корпуса *17* (рис. 168, *в*), изготовленного из латунной трубки и закрепляемого в камере при помощи фланца *20*, гайки *18* и шайб *19*; золотника *12* с клапаном *14* и пружиной *16*; колпачка-ключа *11*. При установке шины на колесо вентиль закрепляют в отверстии обода колеса. Золотник *12* снабжен втулкой *13*, на которую установлен резиновый сальник, прижимаемый золотником к конусному гнезду корпуса *17*. Шпилька, на которую надеты золотник *12* и втулка *13*, с обоих концов расклепана. Навернутый снаружи на корпус колпачок-ключ *11* с резиновой уплотнительной втулкой защищает вентиль от попадания в него пыли и грязи.

Под втулкой *13* на стержне *15* помещен плоский резиновый клапан *14*, который плотно прижимается к седлу пружиной *16*. При накачивании шины к корпусу *17* вентиля присоединяют наконечник шланга воздушного насоса. Место установки вентиля обозначают на борту покрышки меткой. Размеры шины обозначают в дюймах или миллиметрах и указывают в виде двух чисел на боковой поверхности покрышки и камеры. Первое число означает ширину *B* (рис. 168, *г*) профиля шины, а второе – внутренний диаметр *d* по ободу. Шины грузовых автомобилей согласно ГОСТ 5513–75* имеют двойное обозначение: в миллиметрах (основное) и в дюймах (в скобках). Например, обычные шины автомобиля ГАЗ-53-12 имеют обозначение 240–508 (8,25–20), а радиальные 240–508Р (8,25R 20).

Шины легковых автомобилей по ГОСТ 4754–80* имеют различное обозначение в зависимости от их конструкции. Диагональные шины с отношением высоты профиля шины к его ширине,

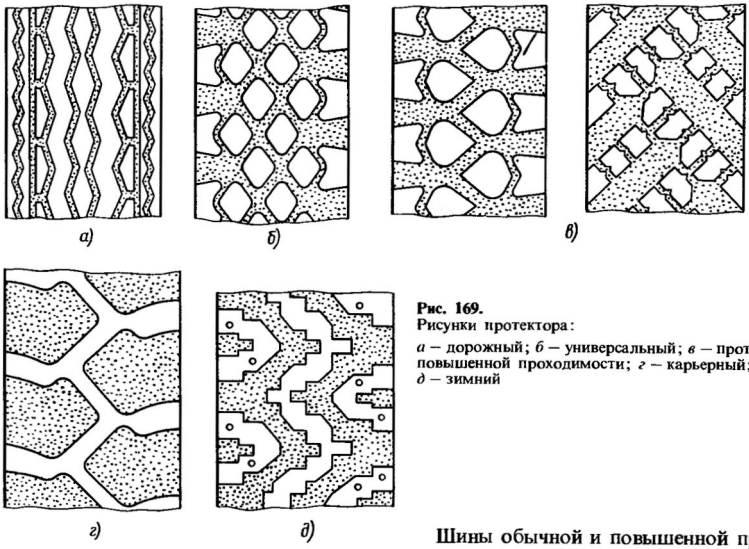


Рис. 169.
Рисунки протектора:
а – дорожный; *б* – универсальный; *в* – протектора повышенной проходимости; *г* – карьерный; *д* – зимний

равным 0,88 и более, имеют обозначение в дюймах. Диагональные шины с отношением указанных размеров, равным 0,82, имеют смешанное обозначение.

Радиальные шины имеют смешанное обозначение и буквенный индекс R. Например, шины автомобиля ГАЗ-3102 «Волга» имеют обозначение 205/70R14 (где 205 – обозначение ширины профиля; 70 – индекс серии; R – радиальная; 14 – условное обозначение посадочного диаметра).

В обозначение шины входят также марка завода-изготовителя, номер ГОСТа, дата изготовления, модель шины, обозначение бескамерности, знак направления вращения в случае направленного рисунка протектора, знак протектора с зимним рисунком, индекс грузоподъемности. Для шин легковых автомобилей, предназначенных для движения со скоростью выше 120 км/ч, указывается категория скорости; для шин грузовых автомобилей – норма слойности (НС), условно обозначающая допустимую нагрузку на шину.

Шины обычной и повышенной проходимости различаются рисунком протектора. Обычные шины, предназначенные для работы на дорогах с твердым покрытием, имеют мелкий рисунок в виде продольных зигзагообразных ребер и канавок (рис. 169, *а*), который обеспечивает бесшумность при движении автомобиля.

Для эксплуатации на дорогах с твердым покрытием и на грунтовых на автомобиле устанавливают шины с универсальным рисунком протектора (рис. 169, *б*). Более крупная насечка по боковинам значительно улучшает проходимость таких шин на грунтовых дорогах. Для шин повышенной проходимости характерно использование высоких грунтозацепов (рис. 169, *в*) обеспечивающих хорошее сцепление с грунтом и самоочищение колес. При движении по хорошим дорогам такой рисунок протектора создает дополнительный шум и увеличивает износ шин. Применяют также карьерный рисунок протектора (рис. 169, *г*) и зимний (169, *д*), обеспечивающий наилучшее сцепление шин с дорогой при работе автомобилей соответственно в карьерах и на скользких дорогах.

Бескамерные шины. Отдельная камера для сжатого воздуха в бескамерных шинах (рис. 170, *а*) отсутствует. Вместо нее имеется воздухонепроницаемый каучуковый слой толщиной 2—3 мм, привулканизированный к внутренней поверхности покрышки. Этот слой находится в сжатом состоянии, обладает хорошей герметичностью и в случае прокола шины как бы заклеивает образовавшееся отверстие или затягивается вокруг вонзившегося в камеру предмета, что затрудняет выход воздуха из шины, обеспечивая безопасность движения. Ободья колес, на которые монтируют бескамерные шины, должны быть герметичны и иметь непогнутые закраины.

По сравнению с обычными бескамерные шины обладают следующими преимуществами: в них отсутствуют неисправности, связанные с защемлением или перетиранием камеры; они не выходят из строя сразу же после прокола; герметичность их лучше, а нагрев меньше. К недостаткам бескамерных шин следует отнести большую сложность ремонта в пути.

Для задних ведущих колес автомобилей, работающих в тяжелых дорожных условиях, применяют бескамерные

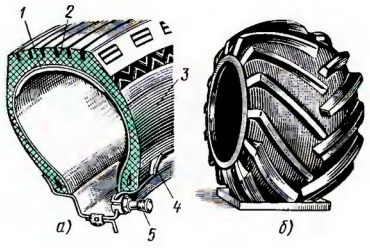


Рис. 170.
Шины:
а — бескамерная; *б* — арочная;
1 — самозаклеивающийся слой; *2* — протектор;
3 — воздухонепроницаемый слой;
4 — уплотнительное кольцо; *5* — вентиль

шины, ширина профиля которых в 2—2,5 раза больше, чем обычных. В поперечном сечении эти шины напоминают арку с закрепленными концами, отсюда и их название — арочные. Арочные шины (рис. 170, *б*) благодаря большой ширине профиля, низкому внутреннему давлению воздуха и специальным грунтозацепам значительно улучшают проходимость автомобиля. Однако необходимость применения специальных широких ободьев и значительное утяжеление колес ограничивают применение арочных шин.

7. Нормы давления воздуха в шинах

Автомобиль	Размер шины	Давление воздуха в шинах			
		передних		задних	
		кПа	кгс/см²	кПа	кгс/см²
ВАЗ-2101 «Жигули»	155—13/6,15—13	170	1,7	180	1,8
«Москвич-2140»	165-13/6,45—13	170	1,7	170	1,7
ГАЗ-24 «Волга»	185—14/7,35—14	170	1,7	180	1,8
ГАЗ-53А	240—508 (8,25—20)	280	2,8	430	4,3
ГАЗ-53А	240—508Р (8,25R 20)	450	4,5	600	6,0
ГАЗ-53-12	240—508 (8,25—20)	280	2,8	500	5,0
ГАЗ-53-12	240—508Р (8,25R 20)	450	4,5	630	6,3
ЗИЛ-130	260—508 (9,00—20)	300	3,0	580	5,8
ЗИЛ-130	260—508Р (9,00R 20)	400	4,0	630	6,3
МАЗ-5335	300—508Р (11,00R 20)	650	6,5	730	7,3
КамАЗ-5320	260—508 (9,00—20)	716	7,3	422	4,3

Состояние колес и шин оказывает большое влияние на безопасность движения. Очень важно, чтобы колесо было надежно закреплено на ступице. Нельзя допускать эксплуатацию шин с изношенным протектором (с глубиной рисунка менее 1 — 2 мм). Шины по размеру и допустимой нагрузке должны строго соответствовать модели автомобиля, на который они установлены. Не допускается комплектование автомобиля шинами различных конструкций и назначения, а также шинами с разными типами рисунка протектора. У сдвоенных шин разница в глубине рисунка протектора не должна превышать 3 мм. Следует строго соблюдать нормы давления воздуха в шинах (табл. 7).

§ 85. Крепление запасного колеса

Запасные колеса грузовых автомобилей крепят на откидных кронштейнах к лонжеронам рамы под платформой с правой стороны (автомобили ГАЗ-53А, ЗИЛ-130, МАЗ-5335), на жестких кронштейнах (автомобиль КамАЗ-5320) или в специальных держателях за кабиной (автомобили ГАЗ-66, ЗИЛ-131, КамАЗ-5410). На легковых автомобилях запасные колеса крепят, как правило, в багажниках.

Запасное колесо в автомобиле ГАЗ-53А (рис. 171, *а*) крепят двумя гайками *11* на откидном кронштейне *1*, прикрепленном к лонжерону *6* рамы гайкой *2*, а для временного удержания — защелкой *3*. Для снятия колеса вначале отвертывают гайку *2*, затем рукояткой *10* повертывают валик *9* и приподнимают защелку *3*. После того как защелка *3* выйдет из зацепления с кронштейном, он опускается вместе с колесом. При установке колеса на место кронштейн поднимают до момента зацепления его защелкой, а затем закрепляют гайкой *2*.

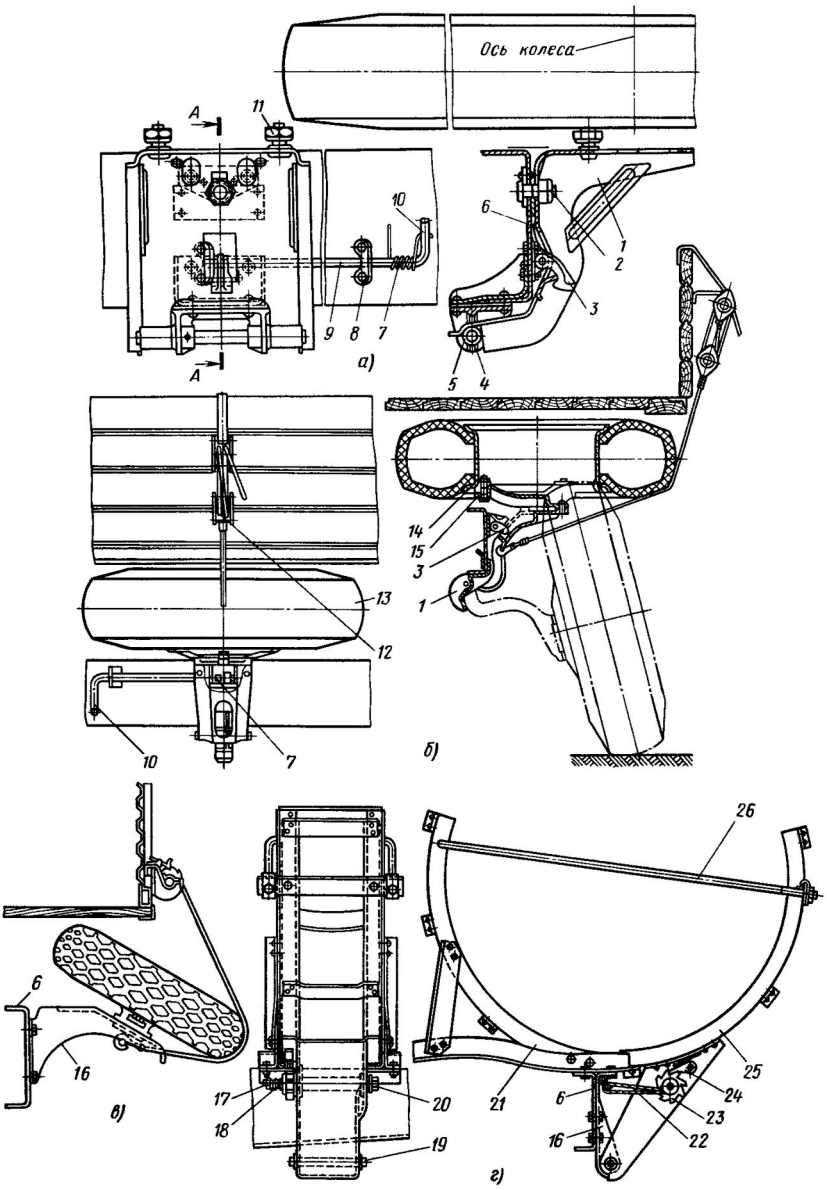
У автомобиля МАЗ-5335 запасное колесо болтами и специальными прижимами крепят к промежуточному седлу, установленному на откидном кронштейне (рис. 171, *б*). Для временного закрепления кронштейна служит защелка *3*, управляемая рукояткой *10*; постоянно кронштейн закрепляют двумя гайками.

Для снятия колеса после отвертывания двух крепежных гаек колесо слегка приподнимают, рукояткой *10* отводят защелку *3*, колесо опускают на грунт и снимают с кронштейна. Для поднятия колеса, так как масса его значительна, в наборе принадлежностей водителя есть таль *12*.

Запасное колесо в автомобиле КамАЗ-5320 крепят на жестком кронштейне (рис. 171, *в*), установленном на лонжероне *6* рамы. У автомобиля ГАЗ-66 (рис. 171, *г*) запасное колесо размещено за кабиной в держателе, состоящем из неподвижной *21* и подвижной (откидной) *25* частей; колесо зажимают между ними двумя стяжками *26*. На конусе воротка *20* с помощью тарельчатой пружины *18* и гайки *17* зажат храповик *23*, удерживаемый от вращения в одну сторону собачкой *24*.

Для снятия колеса после разъема стяжек откидную часть вместе с колесом опускают, вращая вороток. При этом собачка, упираясь в храповик, предотвращает его вращение. Храповик провертывается на конусном стержне воротка, что создает определенное сопротивление опусканию откидной части; в это время происходит разматывание тросика, два конца которого закреплены на воротке. Затяжку храповика регулируют гайкой *17* тарельчатых пружин. Для поднятия колеса его вкатывают в откидную половину и подни-

Рис. 171.
Способы крепления запасного колеса автомобилей:
а — ГАЗ-53А; *б* — МАЗ-5335; *в* — КамАЗ-5320; *г* — ГАЗ-66; *1* — откидной кронштейн; *2* — гайка крепления откидного кронштейна; *3* — защелка; *4* — кронштейн; *5* — ось кронштейна; *6* — лонжерон рамы; *7* — пружина валика защелки; *8* — кронштейн валика защелки; *9* — валик защелки; *10* — рукоятка; *11* — гайка крепления запасного колеса; *12* — таль; *13* — запасное колесо; *14* — прижим; *15* — седло кронштейна; *16* — кронштейн; *17* — гайка; *18* — тарельчатые пружины; *19* — ось; *20* — вороток; *21* — неподвижная часть держателя; *22* — трос; *23* — храповик; *24* — собачка храповика; *25* — подвижная (откидная) часть держателя; *26* — стяжка


Ось колеса
А
11
10
9
8
7
6
1
2
3
5
4
а)
14
15
3
1
13
12
10
7
б)
6
16
в)
17
18
20
19
г)
26
21
6
25
24
23
22
16

мают при помощи храпового механизма, вращая за вороток. При этом трос двумя концами наматывается на вороток, а защелка не дает храповику вращаться в обратном направлении.

Глава 18

Кузов и кабина

§ 86. Назначение кузова и кабины, типы кузовов

Кузов служит помещением для перевозимого автомобилем груза (грузовые автомобили) или салоном для размещения пассажиров (автобусы и легковые автомобили). Автомобильные кузова различают по назначению и конструкции.

По назначению кузова могут быть грузовые, пассажирские, грузопассажирские, и специальные. По конструкции кузова делят на каркасные, полукаркасные и бескаркасные. Кроме того, кузова автомобилей могут быть несущие и с несущим основанием. У несущего кузова все нагрузки воспринимаются непосредственно кузовом, у кузова с несущим основанием нагрузка распределяется между кузовом и рамой.

Кузова легковых автомобилей. При движении легкового автомобиля с большой скоростью значительная часть мощности его двигателя расходуется на преодоление сопротивления воздуха. Чтобы уменьшить сопротивление, кузову необходимо придать обтекаемую форму. Поэтому формы кузовов современных легковых автомобилей отвечают не только эстетическим требованиям, но и требованиям аэродинамики.

Кузова легковых автомобилей по назначению разделяют на кузова такси, автомобилей индивидуального пользования, спортивных автомобилей и т. д. В настоящее время наибольшее распространение имеют кузова легковых автомобилей следующих типов:

закрытый четырехдверный кузов с двумя или тремя рядами сидений, не имеющий внутренних перегородок, – седан (автомобили ГАЗ-24 «Волга», ВАЗ-2101 «Жигули»);

такой же кузов, как описанный выше, но с перегородкой сзади переднего сиденья, отделяющей водителя от пассажиров, – лимузин (автомобиль ЗИЛ-114);

двухдверный кузов с одним или двумя рядами сидений – купе (автомобиль ЗАЗ-968 «Запорожец»);

кузов открытого типа с мягким складным верхом и со съемными боковинами – фаэтон (автомобиль повышенной проходимости УАЗ-469);

кузов с откидывающимися задней стенкой и частью крыши – кабриолет (автомобиль ЗИЛ-111В);

кузов грузопассажирского фургона с двумя или четырьмя дверями и люком сзади – универсал (автомобиль ГАЗ-24-02 «Волга»);

кузов грузопассажирского автомобиля с открытой платформой, убирающимися боковыми сиденьями на четыре–шесть человек и с двухместной закрытой кабиной – пикап.

Каркасные несущие кузова легковых автомобилей имеют специальный каркас, к которому прикреплены детали основания и тонкостенных профилей, образующих сварную жесткую пространственную ферму, усиленную облицовочными панелями.

В бескаркасных кузовах, обычно применяемых на современных легковых автомобилях массового производства, достаточную жесткость достигают соответствующим соединением панелей облицовки, в которые заформовывают стальную арматуру из тонкостенных профилей. Комфортабельные легковые автомобили с двигателями большой мощности обычно имеют рамную конструкцию.

Для водителя автомобиля большое значение имеет хороший обзор дороги. Чтобы его улучшить, применяют гнутые панорамные передние и задние стекла. Хорошему обзору дороги в непосредственной близости от автомобиля способствует низко опущенный капот двигателя.

Для защиты пассажиров и водителя от действия пыли, влаги, ветра, низких и высоких температур кузов должен быть герметичным. С этой целью применяют специальную изоляцию. На днище кузова наносят антикоррозионное покрытие.

У автомобиля ГАЗ-24 «Волга» кузов четырехдверный несущий, сварен из стальных панелей толщиной 1 мм. Впереди кузова есть короткая рама, к которой снизу прикреплена поперечина передней подвески. Багажник расположен сзади.

Кузова автобусов. Автобусные кузова могут быть одно- и двухэтажными, открытыми и закрытыми. Современные автобусы большей частью имеют цельнометаллические каркасные кузова вагонного типа, которые позволяют наиболее рационально использовать площадь салона для размещения пассажиров. Автобусный кузов представляет собой сложную конструкцию, состоящую примерно из 3000 деталей. Масса и стоимость кузова составляют более половины массы и стоимости автобуса. Материалами для изготовления каркасов несущих кузовов автобусов служат стальные или дюралюминиевые стержни, а материалами облицовки — листовая сталь или алюминий.

Городские автобусы имеют два ряда сидений, центральный проход значительной ширины и широкие двери, обеспечивающие быстрый удобный вход и выход пассажиров. Пригородные автобусы отличаются от городских бо́льшим числом мест для сидения. В междугородных и туристских автобусах, предназначенных для круглогодовых пассажирских перевозок на дальние расстояния, для увеличения удобств пассажиров сиденья регулируемые, улучшены вентиляция и отопление, пассажирское помещение радиофицировано, имеются багажные помещения. Для маршрутных и служебных перевозок, для перевозки школьников, курортников и пассажиров между небольшими населенными пунктами используют автобусы районного сообщения.

Для современных автобусов типичным является закрытый кузов вагонного типа, каркас которого показан на рис. 172. У кузова вагонного типа рама отсутствует, вся нагрузка воспринимается кузовом. Все агрегаты автобуса прикреплены к основанию кузова, состоящего из поперечных и продольных балок, образующих жесткую конструкцию.

Кузова грузовых автомобилей. Кузова имеют помещения для водителя — каби-

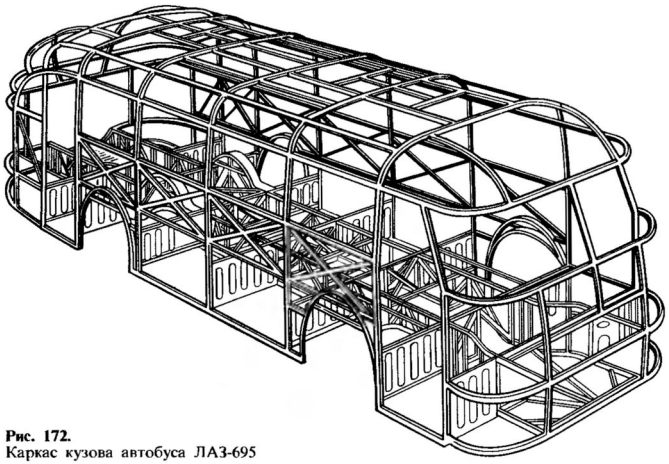


Рис. 172.
Каркас кузова автобуса ЛАЗ-695

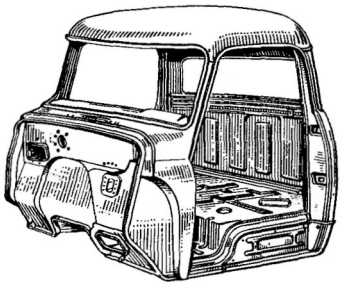


Рис. 173.
Двухместная кабина грузового автомобиля

ну и для груза, которое может быть универсальным или специализированным.

Универсальный кузов предназначен для перевозок разнообразных грузов и представляет собой деревянную или металлическую платформу, которая для облегчения погрузки и выгрузки груза обычно снабжена откидными бортами.

Специализированный кузов служит для перевозки груза только определенного типа. Установка высоких постоянных или съемных бортов облегчает перевозку грузов малой плотности, т. е. имеющих большой объем. Наиболее распространенными типами специализированных кузовов грузовых автомобилей являются фургон, цистерна и саморазгружающийся кузов. Кузов последнего типа применяют на автомобилях-самосвалах, а также используют для перевозки сыпучих и вязких грузов, разгружаемых наклоном кузова.

Для грузовых автомобилей малой грузоподъемности часто используют шасси легковых автомобилей и открытые кузова типа пикап с бортовой платформой или закрытые типа фургон и универсал.

Капот, крылья, подножка и облицовка радиатора составляют оперение автомобиля.

Кабины грузовых автомобилей бывают двухместные (рис. 173) и трехместные. Кабины могут быть с отдельным капотом, в котором размещен двигатель (автомобили ГАЗ-53А и ЗИЛ-130), и бескапотные (автомобили МАЗ-5335, КамАЗ-5320 и ГАЗ-66). В бескапотных кабинах двигатель расположен непосредственно под кабиной. Преимуществами таких кабин являются хороший обзор дороги для водителя, возможность увеличения размеров грузовой платформы и улучшения доступа к двигателю, так как кабина откидывается вперед. В откиутом положении

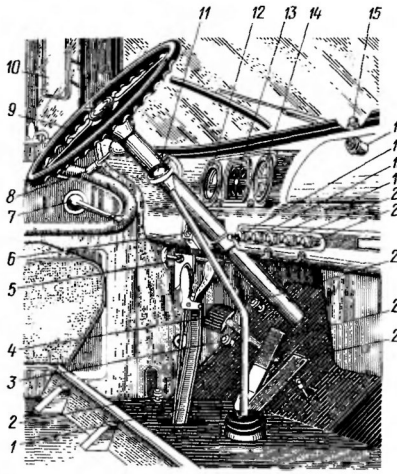


Рис. 174.
Внутреннее оборудование кабины грузового автомобиля ЗИЛ-130:

1 – рычаг стояночного тормозного механизма; *2* – кнопка выключателя воздушного звукового сигнала; *3* – ножной переключатель света фар; *4* – педаль сцепления; *5* – рукоятка привода жалюзи радиатора; *6* – выключатель зажигания и стартера; *7* – ручка стеклоподъемника; *8* – переключатель указателей поворота; *9* – рулевое колесо; *10* – зеркало; *11* – рычаг переключения передач; *12* – спидометр; *13* – комбинированный прибор; *14* – манометр пневматического тормозного привода; *15* – форсунка омывателя ветрового стекла; *16* – ящик для мелких вещей; *17* – ручка центрального переключателя света; *18* и *19* – ручки управления соответственно воздушной и дроссельной заслонками; *20* – ручка крана управления стеклоочистителем; *21* – ручка управления заслонкой отопителя; *22* – педаль омывателя ветрового стекла; *23* – педаль управления дроссельной заслонкой; *24* – педаль тормоза

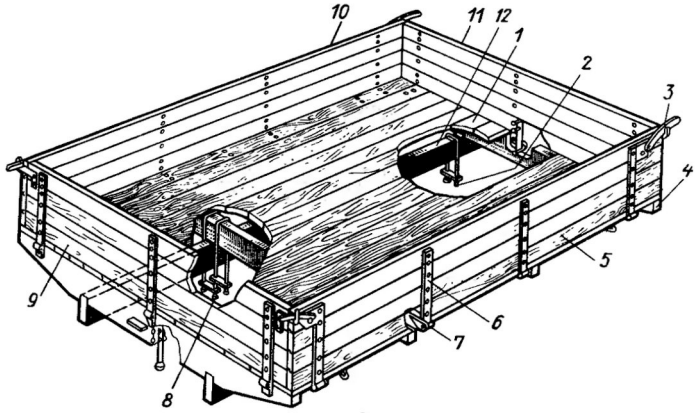


Рис. 175.
Грузовая платформа:
1 – пол кузова; *2* и *8* – стремянки; *3* – затвор; *4* – поперечина; *5* и *10* – боковые борта; *6* – планка; *7* – петля; *9* – задний борт; *11* – передний борт; *12* – продольный брус

кабина фиксируется специальным упором.

Внутри кабины расположены все органы управления автомобилем, сиденья водителя и пассажиров. Например, у автомобиля ЗИЛ-130 слева снаружи кабины укреплено зеркало *10* (рис. 174). На левой дверце расположена ручка *7* стеклоподъемника. У левой стенки под щитком приборов находится рукоятка *5* привода жалюзи радиатора.

На щитке приборов расположены выключатель *6* зажигания и стартера, спидометр, комбинированный прибор *13*, включающий указатели давления масла, температуры охлаждающей жидкости, уровня топлива, и амперметр; манометр *14* пневматического привода тормозных механизмов, ручки *17* центрального переключателя света, *18* и *19* управления соответственно воздушной и дроссельной заслонками карбюратора, *20* крана управления стеклоочистителем и *21* управления заслонкой отопителя кабины.

Слева от рулевой колонки расположены: рычаг *1* стояночного тормозного механизма; кнопка *2* выключателя воздушного звукового сигнала; ножной переключатель *3* света фар; педаль *4* сцепления. Справа от рулевой колонки размещены рычаг *11* переключения передач, педаль *23* управления дроссельной заслонкой, педаль *24* тормоза. Справа от щитка приборов находятся ящик *16* для мелких вещей и пепельница.

Универсальный кузов грузового автомобиля (рис. 175) состоит из пола, неподвижного переднего борта, вертикальными стойками соединенного с основанием кузова, и трех откидных бортов, связанных с днищем кузова петлями. Планки *6*, скрепляющие доски бортов, могут поворачиваться на петлях *7*. В верхней части борта скрепляются между собой затворами *3*, конструкция которых не допускает самопроизвольного открытия бортов. Доски пола соединены поперечинами *4*, которые стремянками *8* стянуты с продольными брусьями *12* и балками рамы. Продольные брусья дополнительно скреплены с рамой стремянками *2*.

§ 87. Устройство сидений

Обычно сиденья в четырехдверном кузове легкового автомобиля бывают расположены в два ряда. В легковом автомобиле ГАЗ-24 «Волга» раздельные

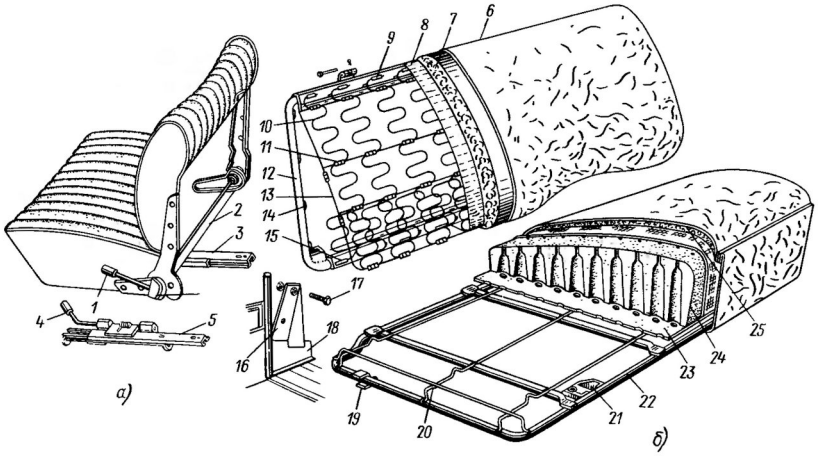


Рис. 176.
Сиденья автомобилей:

а – ГАЗ-24 «Волга» (переднее сиденье); *б* – ГАЗ-53А; *1* – рукоятка наклона спинки; *2* – синхронизирующий валик; *3* и *5* – салазки продольной регулировки; *4* – рычаг продольной регулировки; *6* – верхняя обивка; *7* – ватная прокладка спинки; *8* – армированная парусина; *9* и *15* – профили заделки пружин; *10* – пружина спинки; *11* – скоба крепления пружин; *12* – рама спинки; *13* – проволочная рамка; *14* – пруток крепления обивки; *16* и *18* – кронштейны упора спинки; *17* – регулировочный болт; *19* – накладка упора подушки сиденья; *20* – тяга; *21* – установочный кронштейн подушки; *22* – рама подушки сиденья; *23* – картонная прокладка; *24* – блок из губчатой резины; *25* – прокладка из ватина

сиденья переднего ряда (рис. 176, *а*) имеют отдельную регулировку подушки и спинки. Подушку сиденья можно перемещать в продольном направлении, а у спинки можно изменять ее наклон.

Сплошное заднее сиденье рассчитано на трех человек: при посадке двух пассажиров можно выдвинуть мягкий подлокотник. В случае необходимости сиденья могут быть переоборудованы в спальные места. Для этого, повертывая рукоятку *1*, наклоняют спинки передних сидений. При посадке на переднем сиденье двух человек между ними устанавливают средний подлокотник, прикрепленный на шарнире к спинке правого сиденья. В случае посадки на переднее сиденье третьего человека подлокотник служит продолжением спинки, а между сиденьями устанавливают мягкий вкладыш.

В сиденьях и спинках автомобилей устанавливают пружины или заполняют их губчатой резиной для амортизации толчков и ударов, получаемых водителем и пассажирами при движении по неровной дороге. Сиденья и спинки покрывают обивкой из мягкой ткани.

В кабине грузового автомобиля ГАЗ-53А установлено общее сиденье для водителя и пассажира (рис. 176, *б*). Оно состоит из блока *24*, изготовленного из губчатой резины и с помощью прокладки *23* установленного на раму *22*, и спинки.

§ 88. Оборудование кузова

Находящееся в кузове специальное оборудование и механизмы делят на три группы:

механизмы, обеспечивающие работу узлов кузова, – замки и петли дверей, капота и багажника, стеклоподъемники, а также механизмы, регулирующие положение сидений, и т. п.;

оборудование, повышающее удобство пользования автомобилем, – радио-

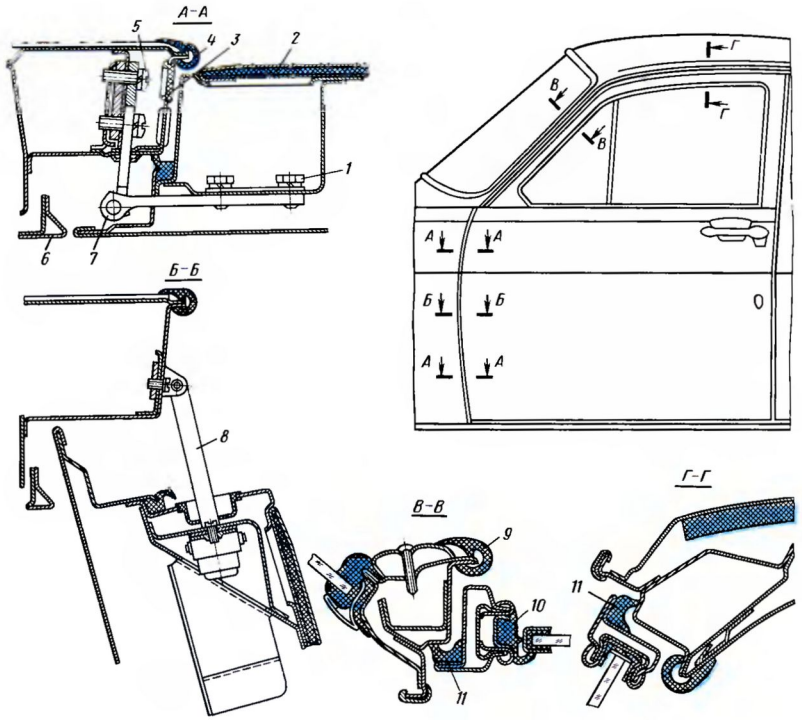


Рис. 177.
Крепление двери автомобиля ГАЗ-24 «Волга»:
1 – болт крепления петли к двери; *2* – обивка двери; *3* – заглушка; *4* – отделочный кант; *5* – болт крепления петли к кузову; *6* – переднее крыло; *7* – петля двери; *8* – ограничитель; *9* – внутренний уплотнитель; *10* – уплотнитель рамки поворотного окна; *11* – наружный уплотнитель

приемник, отопитель, вентиляционные устройства и т. п.;

устройства, облегчающие управление автомобилем и повышающие безопасность его движения, – зеркало, противосолнечные козырьки, стеклоочистители ветрового стекла и др.

Двери кузова легкового автомобиля ГАЗ-24 «Волга», состоящие из двух цельноштампованных панелей, подвешены на двух внутренних петлях *7* (рис. 177), позволяющих регулировать положение двери в проеме кузова. Для фиксации двери в открытом положении имеется специальный ограничитель *8* с резиновым буфером, предохраняющим дверь от соприкосновения с наружной поверхностью кузова. Чтобы внутрь кузова не попадали пыль, влага и холодный воздух, проем кузова имеет специальное уплотнение, состоящее из наружного *11* (губчатая резина, приклеенная по всему периметру двери) и внутреннего *9* (упругий резиновый профиль, прикрепленный к отбортовке в дверном проеме) уплотнителей. Окно уплотнено резиновым уплотнителем *10*.

В закрытом положении дверь фиксируется замком кулачкового типа и фиксатором *5* (рис. 178, *а*). Замок вмонтиро-

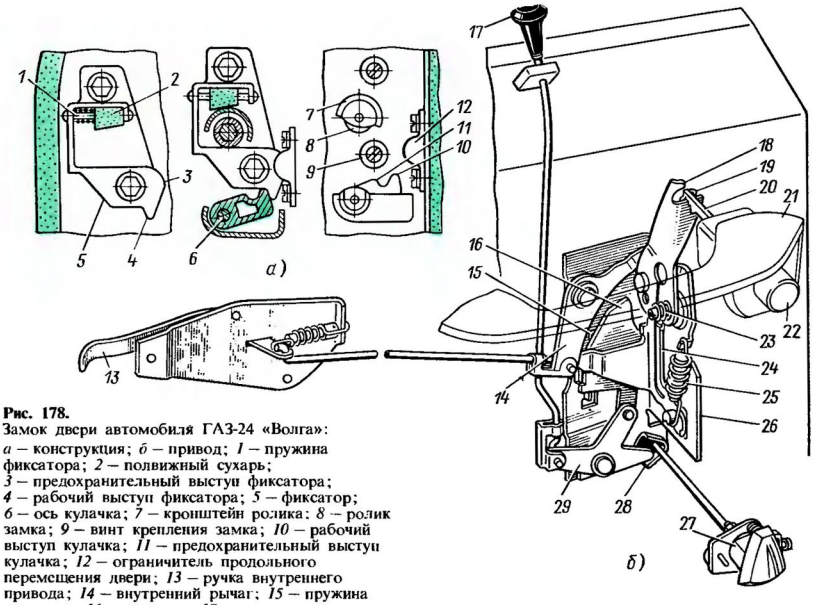
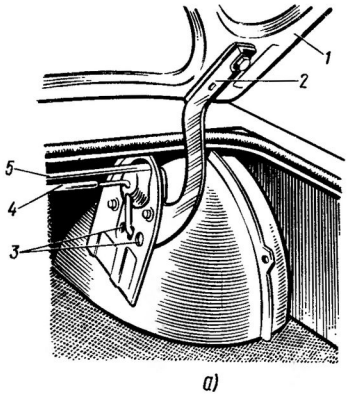


Рис. 178.
Замок двери автомобиля ГАЗ-24 «Волга»:
а – конструкция; *б* – привод; *1* – пружина фиксатора; *2* – подвижный сухарь; *3* – предохранительный выступ фиксатора; *4* – рабочий выступ фиксатора; *5* – фиксатор; *6* – ось кулачка; *7* – кронштейн ролика; *8* – ролик замка; *9* – винт крепления замка; *10* – рабочий выступ кулачка; *11* – предохранительный выступ кулачка; *12* – ограничитель продольного перемещения двери; *13* – ручка внутреннего привода; *14* – внутренний рычаг; *15* – пружина щеколды; *16* – щеколда; *17* – кнопка выключателя замка; *18* – наружный рычаг; *19* – фиксатор толкателя; *20* – толкатель; *21* – наружная ручка двери; *22* – кнопка ручки; *23* – пружина рычага; *24* – поводок кулачка; *25* – пружина кулачка; *26* – корпус замка; *27* – выключатель замка; *28* – кулачок щеколды; *29* – поводок щеколды



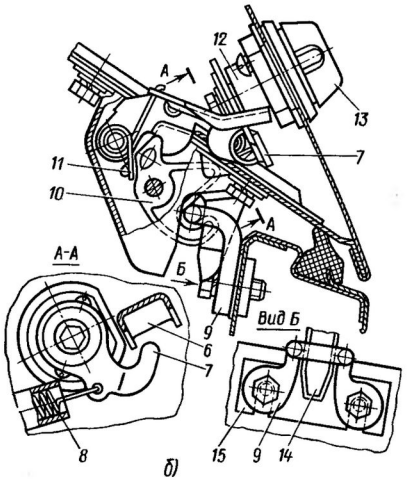


Рис. 179.
Багажник:
а – крепление крышки; *б* – замок; *1* – крышка; *2* – петля; *3* – регулировочные отверстия; *4* – защитная трубка; *5* – торсион; *6* – собачка; *7* – кулачок привода; *8* – пружина привода; *9* – защелка; *10* – кулачок замка; *11* – пружина; *12* – корпус; *13* – крышка привода; *14* – штырь; *15* – регулировочная прокладка

expert22 для http://rutracker.org

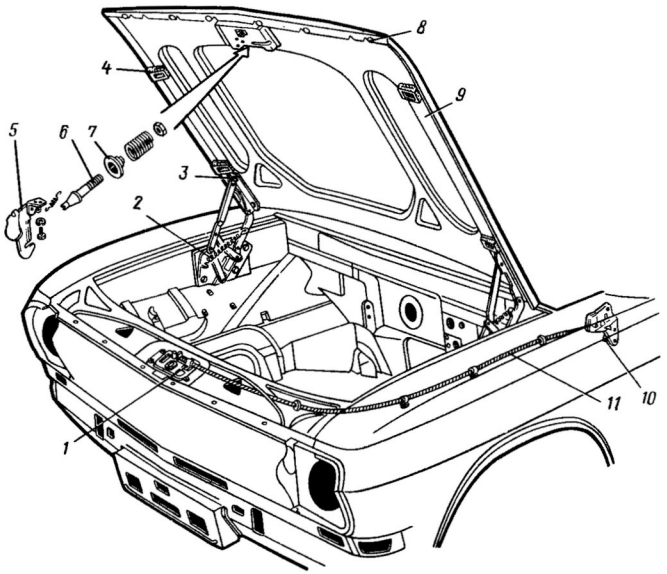
ван в дверь, а фиксатор закреплен на стенке кузова. Кулачок имеет два выступа – предохранительный *11* и рабочий *10*. При защелкивании на выступ *11* дверь закрывается неплотно, а при защелкивании на второй рабочий выступ *10* кулачка – плотно. При защелкивании на предохранительный выступ дверь при движении стучит, что служит предупреждением водителю о неплотном ее закрытии.

Ограничитель *12* продольного перемещения двери исключает выход кулачка замка из зацепления с рабочим выступом *4* фиксатора *5* и предотвращает самопроизвольное открытие двери. Кулачок замка имеет поводок *24* (рис. 178, *б*), приводимый в действие системой рычагов и тяг, позволяющий отпирать замок из салона при помощи ручки *21*, а снаружи – кнопкой *22*. Дверь можно запирать из салона выключателем с кнопкой *17*, для чего необходимо нажать на нее. При опущенном выключателе дверь нельзя открыть ни снаружи, ни из салона. Для закрытия задних дверей снаружи необходимо нажать кнопку *17* и захлопнуть дверь. Передние двери можно запереть снаружи при помощи выключателя *27* замка.

Багажник с запирающейся крышкой, расположенный в задней части кузова, служит для хранения инструмента, запасного колеса и багажа. Крышка *1* багажника (рис. 179, *а*) соединена с кузовом петлями *2*. Она открывается при помощи торсиона *5*, упругость которого можно изменять, переставляя его изогнутый конец в регулировочные отверстия *3*.

На внутренней панели крышки багажника укреплен замок (рис. 179, *б*). В паз кулачка *10* замка входит своим зубом собачка *6*, не позволяющая пружине *11*

Рис. 180.
Капот автомобиля ГАЗ-24 «Волга»:
1 – замок капота; *2* – пружина петли; *3* – петля капота; *4* – боковой буфер; *5* – предохранительный крючок; *6* – запорный штырь; *7* – опорная чашка; *8* – передний буфер капота; *9* – капот; *10* – рукоятка привода замка; *11* – трос привода



повернуть кулачок и отпереть багажник. На оси корпуса *12* привода замка укреплен кулачок *7* привода, удерживающий собачку *6* от поворота. Кулачок *10* верхним зубом упирается в защелку *9*, а нижний зуб захватывает защелку и запирает багажник.

Для того чтобы открыть багажник, наружную часть крышки повертывают по часовой стрелке, при этом собачка *6* перестает удерживать кулачок *10*, который выходит из зацепления с защелкой *9*, и крышка открывается. В открытом положении крышка удерживается торсионами.

Капот *9* (рис. 180) прикреплен к кузову петлями *3*. В открытом положении капот удерживают пружины *2*, в закрытом — штырь *6*, входящий в замок *1* ка-

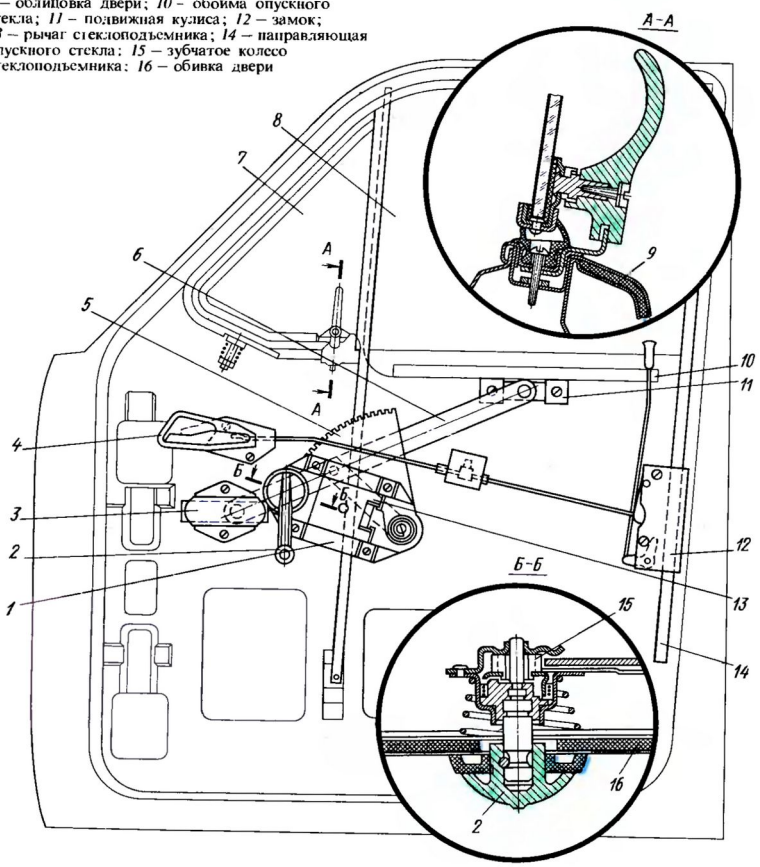


Рис. 181.
Привод стеклоподъемника двери автомобиля ГАЗ-24 «Волга»:

1 – стеклоподъемник; *2* – ручка; *3* – неподвижная кулиса; *4* – ручка внутреннего привода замка; *5* – зубчатый сектор; *6* – вспомогательный рычаг; *7* – поворотное стекло; *8* – опускное стекло; *9* – облицовка двери; *10* – обойма опускного стекла; *11* – подвижная кулиса; *12* – замок; *13* – рычаг стеклоподъемника; *14* – направляющая опускного стекла; *15* – зубчатое колесо стеклоподъемника; *16* – обивка двери

пота и фиксируемый в нем защелкой. Управляют защелкой из кузова при помощи рукоятки *10* и троса *11*. Вместе с замком капот удерживает в закрытом положении также и предохранительный крючок *5*.

В передней двери есть большое опускное стекло *8* (рис. 181) и малое поворотное *7*; у задних дверей малое стекло неподвижно. Обойма *10* опускного стекла рычагами *6* и *13* соединена с зубчатым механизмом стеклоподъемника *1*, который приводится в движение внутренней ручкой *2*. Рычаги *6* и *13* соединены шарнирно; один конец рычага скользит по неподвижной кулисе *3*, а другой соединен с подвижной кулисой *11*. При вращении ручки *2* стеклоподъемника зубчатое колесо *15* повертывает зубчатый сектор *5* и при помощи рычажно-кулисного механизма опускает или поднимает большое стекло.

Для очистки ветрового стекла автомобиля от воды и снега служит стеклоочиститель. На грузовом автомобиле ГАЗ-53А и легковых автомобилях применяют электрические стеклоочистители с двумя щетками. Например, на автомобиле ГАЗ-24 «Волга» установлен стеклоочиститель СЛ-109 с электродвигателем МЭ222. Стеклоочиститель состоит из щеток *3* (рис. 182, *а*), системы рычагов *12* (рис. 182, *б*), электродвигателя *15*, червячного колеса *13* и якоря *14* с червяком, концевых выключателей *17* и переключателя *11* (рис. 182, *а*). Вращательное движение нарезанного на валу якоря червяка системой рычагов превращается в возвратно-поступательное движение щеток. Переключатель *11* имеет три положения, соответствующие малой и большой скоростям движения щеток и выключенному состоянию стеклоочистителя. При выключении переключателя щетки продолжают двигаться по стеклу до тех пор, пока не дойдут до нижнего положения; в этот момент концевые выключатели *17* (рис. 182, *б*) при помощи фасонного контактного диска *16* отключают цепь, и щетки останавливаются.

На автомобилях с пневмосистемой привода тормозных механизмов установлены пневматические стеклоочистители, которые приводятся в действие сжатым воздухом. Рейка *12* пневматического стеклоочистителя (рис. 183, *б*) имеет по концам два поршня *11* и находится в зацеплении с сектором *13*, установленным на одном валике с рычагом щетки. Из баллона сжатый воздух через штуцер *5* (рис. 183, *а*) подводится к распределительному устройству в крышке *20* (рис. 183, *б*) корпуса *17* цилиндра, в котором помещены рейка и поршни. Полость *А*, расположенная на рисунке слева от поршня *11*, соединена с каналом *38* (рис. 183, *в*) распределительного устройства, по которому в нее поступает сжатый воздух, вызывающий перемещение поршней и рейки вправо (по рисунку). В крайнем правом положении регулировочная втулка *14* (рис. 183, *б*) через тягу *18* толкает скобу *21*. В результате этого пружина *23* резко переводит клапаны распределительного устройства из положения, показанного на рис. 183, *в*, в положение представленное на рис. 183, *г*. Под действием сжатого воздуха, поступающего теперь в полость *Б*, рейка и поршни перемещаются влево, и в крайнем левом положении тяга *18* перемещает скобу *21* влево, возвращая клапаны распределительного устройства в прежнее положение (рис. 183, *в*). Сжатый воздух вновь начинает поступать в полость *А*.

Перемещения поршней и рейки вызывают повороты сектора валика и щетки, скользящей по стеклу. При движении рейки вправо (рис. 183, *в*) клапан *39* открывается и соединяет каналы *38* и *35* для прохода сжатого воздуха в полость *А*, а клапан *29*, соединяя полость *Б*, канал *33* и фетровый фильтр *31*, выпускает воздух из полости *Б* наружу. Клапан *32* при этом закрыт. При движении рейки влево (рис. 183, *г*) клапаны *39*, *29* и *32* смещены вправо. Клапан *39* соединяет штуцер подвода сжатого воздуха с полостью *Б*, клапан *29* закрыт, а клапан *32* открыт и соединяет полость *А* через каналы *30*, *33* и фильтр *31* с атмосферой.

Кроме стеклоочистителя для ускорения очистки стекла от грязи применяют

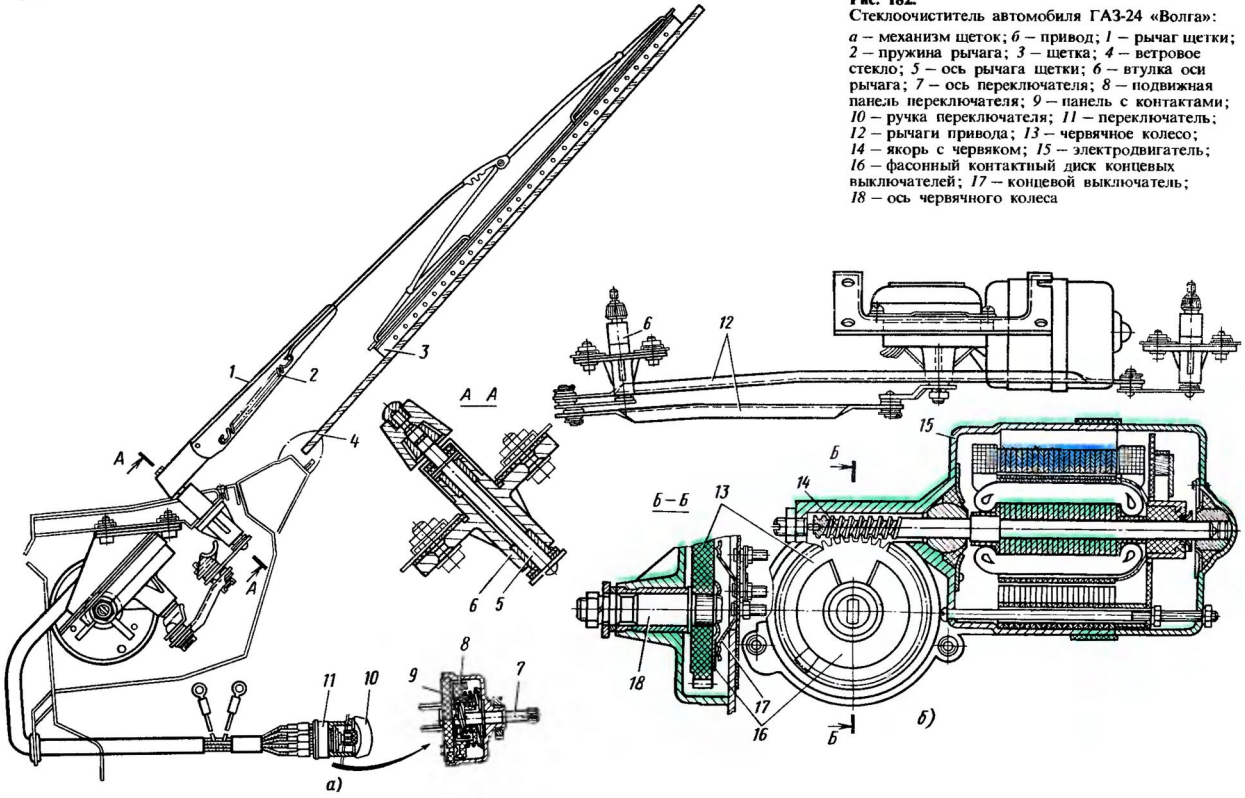


Рис. 182.
Стеклоочиститель автомобиля ГАЗ-24 «Волга»:
а – механизм щеток; *б* – привод; *1* – рычаг щетки; *2* – пружина рычага; *3* – щетка; *4* – ветровое стекло; *5* – ось рычага щетки; *6* – втулка оси рычага; *7* – ось переключателя; *8* – подвижная панель переключателя; *9* – панель с контактами; *10* – ручка переключателя; *11* – переключатель; *12* – рычаги привода; *13* – червячное колесо; *14* – якорь с червяком; *15* – электродвигатель; *16* – фасонный контактный диск концевых выключателей; *17* – концевой выключатель; *18* – ось червячного колеса

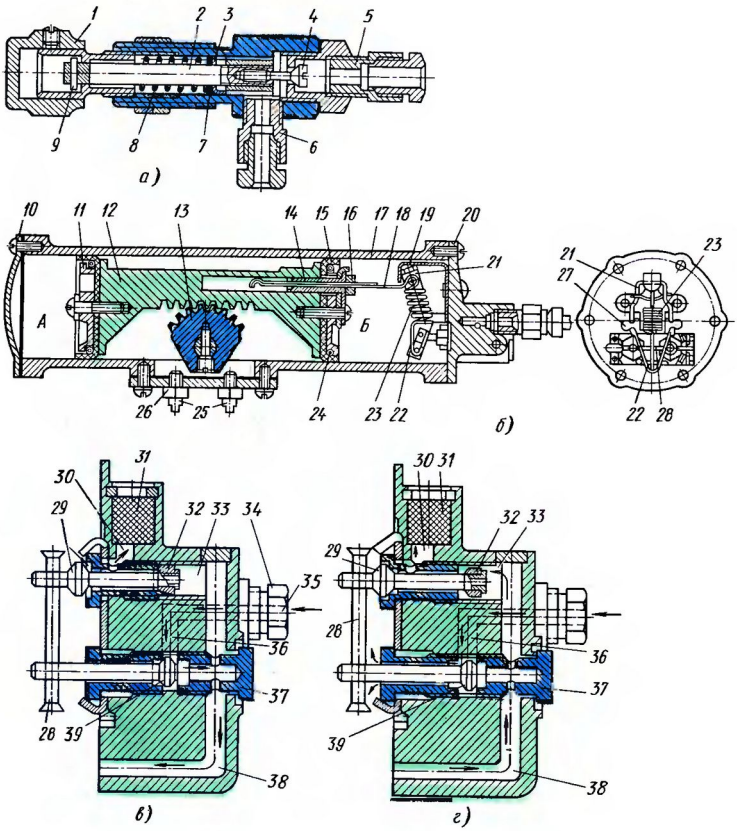


Рис. 183.
Пневматический стеклоочиститель СЛ-22 с пусковым вентилем и распределительным механизмом:

а – пусковой вентиль-редуктор КР-11; *б* – стеклоочиститель; *в* и *г* – схемы работы распределительного механизма при движении поршня соответственно слева направо и справа налево; *1* – винт с головкой; *2* – шток; *3* – манжета; *4* – клапан вентиля; *5* и *6* – штуцера подачи воздуха; *7* – шайба; *8* – пружина штока; *9* – штифт; *10* и *20* – крышки; *11* – поршень; *12* – рейка; *13* – сектор; *14* – регулировочная втулка; *15* – кожаная манжета; *16* – регулировочная муфта; *17* – корпус; *18* – тяга; *19* – упор; *21* и *22* – скобы; *23* – пружина скобы; *24* – распорное кольцо манжеты; *25* – ограничительные винты; *26* – контргайка; *27* – ось скобы; *28* – перемычка клапанов; *29, 32* и *39* – клапаны; *30, 33, 35, 36* и *38* – каналы; *31* – фильтр; *34* – штуцер; *37* – седло; *А* и *Б* – полости

также стеклоомыватели (опрыскиватели). Установленный на автомобиле ГАЗ-24 «Волга» стеклоомыватель (рис. 184) работает следующим образом. При нажатии на резиновый насос *1* пружина сжимается, и жидкость из бачка *4* через всасывающий клапан *3* и насос *1* поступает к нагнетательному клапану *6*, а затем в жиклер *5*, который разбрызгивает ее на ветровое стекло. Чтобы ветровое стекло не запотевало, его обдувает струя воздуха, направляемая вентилятором, расположенным под щитком приборов.

Для наблюдения за дорогой сзади автомобиля в салоне над ветровым стек-

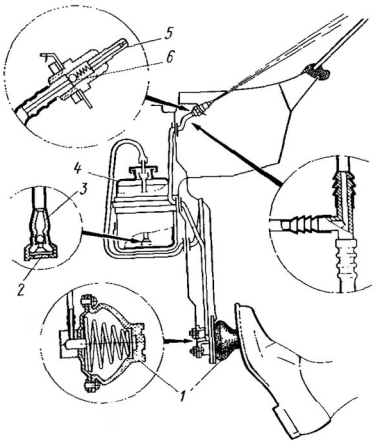


Рис. 184.
Стеклоомыватель ветрового стекла:
1 – насос; *2* – фильтр; *3* – всасывающий клапан; *4* – съемный бачок; *5* – жиклер; *6* – нагнетательный клапан

лом или на кронштейнах, выходящих за габаритные размеры автомобиля по ширине, устанавливают одно или два зеркала заднего вида. Исправное техническое состояние стеклоочистителей и стеклоомывателей и чистота зеркал заднего вида обеспечивают водителю хороший обзор дороги, существенно повышая безопасность движения.

В автомобиле ГАЗ-24 «Волга» для вентиляции кузова опускают стекла дверей и открывают для впуска воздуха рукояткой *14* (рис. 185) заслонки воздушного люка *15*, расположенного с левой

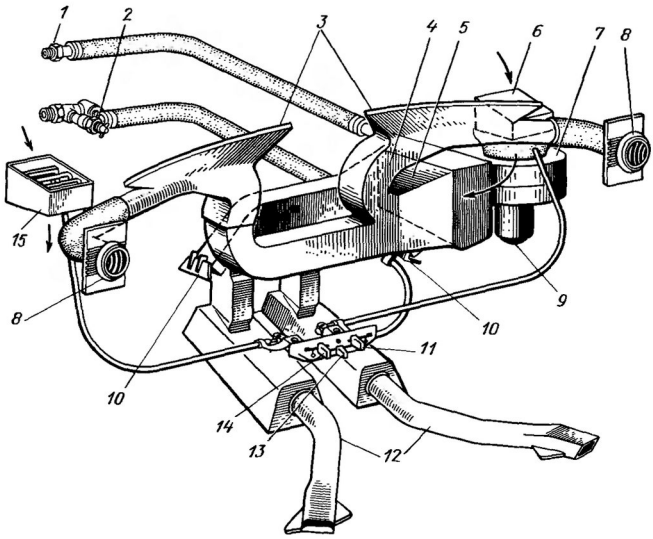
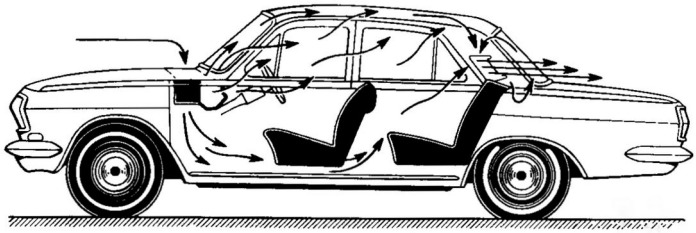
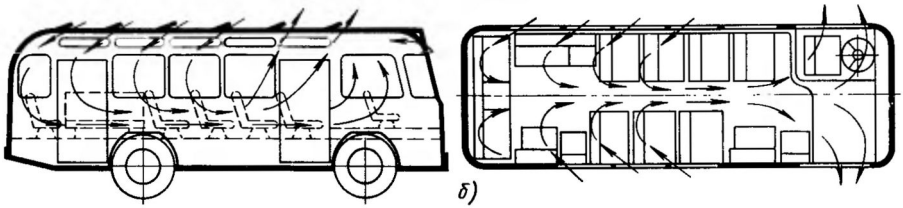


Рис. 185.
Схема отопления и вентиляции кузова автомобиля ГАЗ-24 «Волга» (стрелками показано направление движения воздуха):
1 – штуцер выхода воды; *2* – кран отопителя; *3* – патрубки обогрева ветрового стекла; *4* – радиатор отопителя; *5* – заслонка регулирования подачи теплого воздуха для отопления кузова и обогрева стекол; *6* – люк для поступления воздуха в отопитель; *7* – вентилятор; *8* – патрубки обогрева стекол передних дверей; *9* – электродвигатель; *10* – заслонки регулирования подачи теплого воздуха к ногам водителя и пассажира, сидящего с ним; *11* – рукоятка заслонок регулирования подачи теплого воздуха к ногам пассажиров заднего ряда сидений; *12* – патрубки; *13* – рукоятка заслонки регулирования отопления кузова и обогрева стекол; *14* – рукоятка заслонки люка вентиляции кузова; *15* – воздушный люк



а)



б)

Рис. 186.
Направление воздушных потоков:
а – в автомобиле ГАЗ-24 «Волга»; *б* – в автобусе ПАЗ-672

стороны верхней панели. При движении по пыльной дороге окна дверей закрывают и вентилируют кузов воздушным потоком через люки *15* и дополнительно через систему отопления. Для этого включают вентилятор *7*, а кран *2* закрывают, чтобы горячая вода не попала в радиатор.

Кузов отапливается горячей водой, поступающей из системы охлаждения через радиатор *4* отопителя. Вентилятором *7* воздух, забираемый через люк *6*, направляется в щели радиатора и далее к патрубкам *3* и *8* обогрева ветрового стекла и стекол передних дверей. Через заслонки *10* и патрубки *12* воздух поступает к ногам пассажиров, сидящих на переднем и заднем сиденьях. Заслонкой *5* управляют, используя рукоятку *13*, а люком – рукоятку *11*. Электродвигатель включают кнопкой.

Поступающий внутрь кузова воздух через перфорированную обивку потолка и отверстия, расположенные на задних боковинах кузова (рис. 186, *а*), выходит наружу. Таким образом создается приточно-вытяжная вентиляция внутреннего помещения кузова.

В автобусах для доступа свежего воздуха в крыше сделаны поднимающиеся люки. На рис. 186, *б* показано направление воздушных потоков внутри салона автобуса ПАЗ-672 при естественной вентиляции.

От своевременного технического обслуживания и качества ремонта ходовой части зависят устойчивость, управляемость и плавность хода автомобиля.

РАЗДЕЛ

4

Механизмы управления

Глава 19

Рулевое управление

Глава 20

Тормозные системы автомобиля

Глава 19

Рулевое управление

§ 89. Назначение рулевого управления

Рулевое управление – совокупность механизмов автомобиля, обеспечивающих его движение в заданном направлении.

Рулевое управление (рис. 187) состоит из рулевого колеса, соединенного валом с рулевым механизмом, и рулевого привода. Иногда в рулевое управление включен усилитель.

Рулевым механизмом называют замедляющую передачу, преобразующую вращение вала рулевого колеса во вращение вала сошки. Этот механизм увеличивает прикладываемое к рулевому колесу усилие водителя и облегчает его работу.

Рулевым приводом называют систему тяг и рычагов, осуществляющую в совокупности с рулевым механизмом поворот автомобиля. В результате работы рулевого механизма продольная тяга перемещается сошкой вперед или назад, вызывая этим поворот одного колеса влево или вправо, а рулевая трапеция передает поворачивающий момент на другое колесо. Рулевая трапеция представляет собой шарнирный четырехзвенник, образуемый балкой переднего моста (или картером переднего ведущего моста), поперечной рулевой тягой *1*, левым *2* и правым *10* рычагами рулевой трапеции. Последние соединены с поворотными кулаками, на которых насажены управляемые колеса.

Благодаря наличию рулевой трапеции управляемые колеса поворачиваются на разные углы: внутреннее (ближайшее к центру поворота) колесо на больший угол, чем внешнее, что обеспечивает качение колес при повороте без существенного скольжения. Разница в углах поворота определяется величиной угла наклона левого и правого рычагов рулевой трапеции.

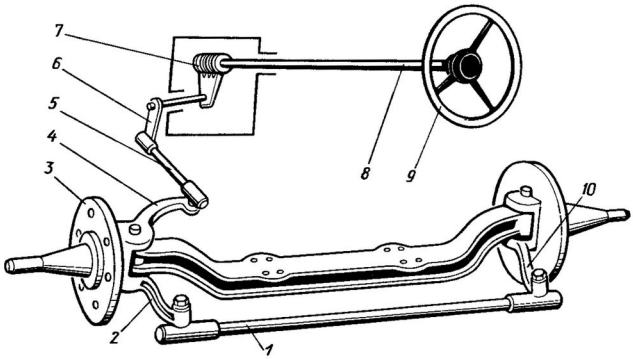


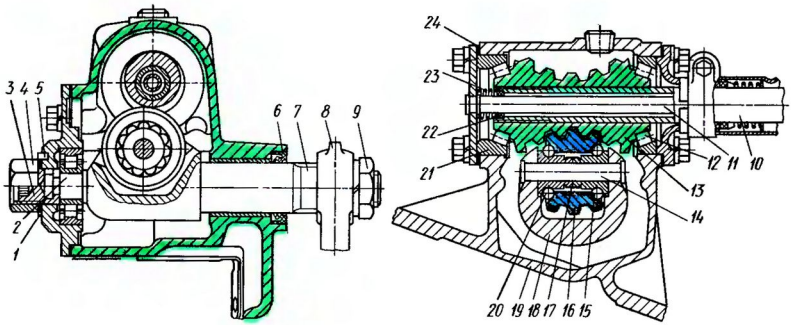
Рис. 187.
Рулевое управление автомобиля:
1 – поперечная тяга; *2* – левый рычаг рулевой трапеции; *3* – поворотный кулак; *4* – поворотный рычаг; *5* – продольная тяга; *6* – сошка; *7* – рулевой механизм; *8* – вал рулевого колеса; *9* – рулевое колесо; *10* – правый рычаг рулевой трапеции

§ 90. Рулевой механизм

Рулевой механизм представляет собой или червячную, или винтовую, или кривошипную, или зубчатую передачи, или комбинацию таких передач. Большее распространение получил рулевой механизм в виде червячной передачи с червяком глобоидальной формы. К этому типу относят рулевые механизмы легковых и многих грузовых автомобилей семейства ГАЗ.

Рулевые механизмы с двухгребневым роликом на шарикоподшипниках имеют автомобили УАЗ-469. Рулевым механизмом с трехгребневым роликом снабжены грузовые автомобили ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12 и ГАЗ-66. В рулевом механизме автомобиля ГАЗ-53А (рис. 188) рулевое колесо закреплено на верхнем конце вала *10*. На противоположном конце вала на шлицы напрессован глобоидальный червяк *13*, опирающийся на конические роликоподшипники *12* и *21*. В зацеплении с червяком находится

Рис. 188.
Рулевой механизм автомобиля ГАЗ-53А:
1 – стопорная шайба; *2* – хвостовик вала сошки; *3* – винт; *4* и *9* – гайки; *5* – штифт; *6* и *22* – сальники; *7* – вал сошки; *8* – сошка; *10* – вал; *11* – трубка; *12, 15, 20* и *21* – подшипники; *13* – глобоидальный червяк; *14* – ось ролика; *16* – ролик; *17* – распорная втулка; *18* – кривошип; *19* – картер; *23* – пружина; *24* – прокладка



трехгребневой ролик *16*, посаженный на двух шарикоподшипниках *15* и *20*, между которыми помещена распорная втулка *17*. Ось *14* ролика закреплена в вильчатом кривошипе *18* вала *7* сошки *8*. Картер *19* рулевого механизма прикреплен болтами к левому лонжерону рамы. На верхнем конце рулевого вала расположена кнопка сигнала, провод от которой проходит внутри рулевого вала в трубке *11*. Между трубкой и валом установлен сальник *22*, поджимаемый пружиной *23*. Вал *7* сошки уплотнен сальником *6*. Сошка на конических шлицах вала укреплена гайкой *9*. Вал имеет сдвоенные шлицы, обеспечивающие правильность установки сошки под необходимым углом. На картере рулевого механизма сделаны выступы, служащие упорами для ролика при поворотах сошки из среднего положения в крайние на угол 45°.

Осевой зазор подшипников *12* и *21* регулируют изменением числа прокладок *24* под крышкой картера. Зацепление червяка и ролика регулируют, не разбирая рулевой механизм, винтом *3*, в паз которого входит хвостовик *2* вала сошки. Оси ролика и червяка лежат в разных плоскостях, поэтому для уменьшения зазора в зацеплении достаточно переместить вал сошки в сторону червяка, ввертывая винт *3*. Для фиксирования регулировочного винта служат стопорная шайба *1*, штифт *5* и навернутая на винт гайка *4*. Аналогичное устройство имеет рулевой механизм автомобиля ГАЗ-24 «Волга».

Другим распространенным типом рулевого механизма является винтовая передача с циркулирующими шариками и зубчатым зацеплением.

Комбинированный рулевой механизм автомобиля МАЗ-5335 (рис. 189) представляет собой винт *12*, который проходит внутри гайки-рейки *6*, находящейся в зацеплении с зубчатым сектором *7*. В винтовые канавки между гайкой-рейкой *6* и винтом *12* при сборке заложено два ряда шариков. Движение шариков

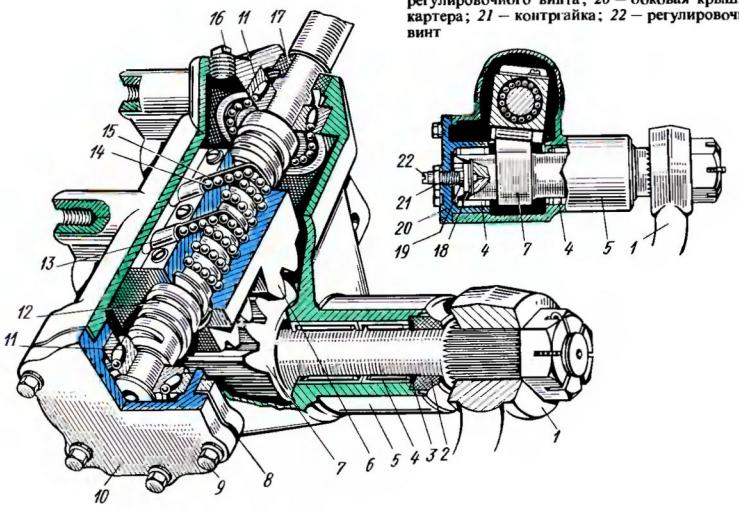


Рис. 189.
Рулевой механизм автомобиля МАЗ-5335:
1 – сошка; *2* и *17* – сальники; *3* – упорное кольцо; *4* – подшипник вала сектора; *5* – картер; *6* – гайка-рейка; *7* – зубчатый сектор; *8* – регулировочные прокладки; *9* – болт крепления крышки; *10* – нижняя крышка; *11* – подшипник винта; *12* – винт; *13* и *15* – направляющие шариков; *14* – шарики; *16* – пробка отверстия для заливки масла; *18* – опорная пластина; *19* – гайка регулировочного винта; *20* – боковая крышка картера; *21* – контргайка; *22* – регулировочный винт

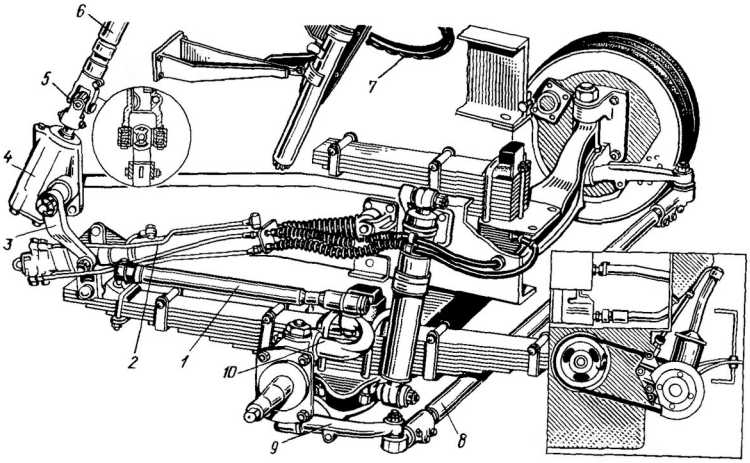


Рис. 190.
Рулевое управление автомобиля МАЗ-5335:

1 – продольная рулевая тяга; *2* – гидроусилитель рулевого привода; *3* – сошка; *4* – рулевой механизм; *5* – карданный шарнир привода рулевого управления; *6* – рулевой вал; *7* – рулевое колесо; *8* – поперечная рулевая тяга; *9* – левый рычаг поперечной рулевой тяги; *10* – поворотный рычаг

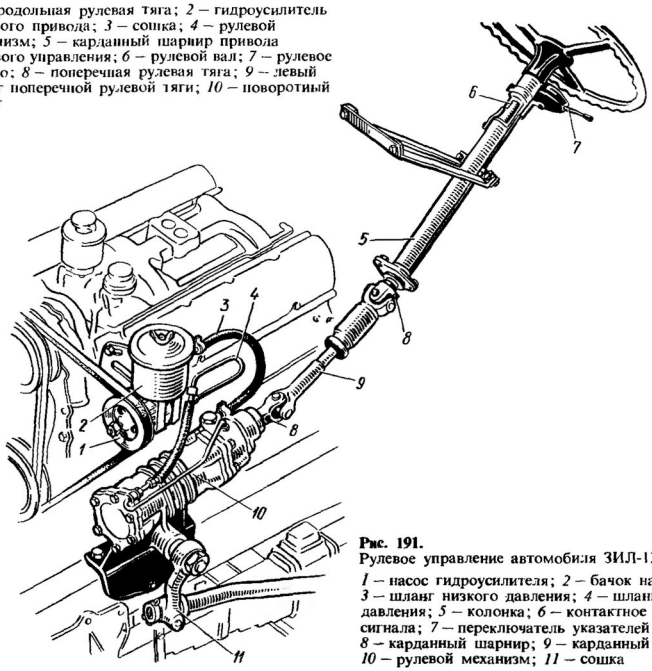


Рис. 191.
Рулевое управление автомобиля ЗИЛ-130:

1 – насос гидроусилителя; *2* – бачок насоса; *3* – шланг низкого давления; *4* – шланг высокого давления; *5* – колонка; *6* – контактное устройство сигнала; *7* – переключатель указателей поворота; *8* – карданный шарнир; *9* – карданный вал; *10* – рулевой механизм; *11* – сошка

в винтовых канавках ограничено направляющими *13* и *15*. Высокая точность деталей механизма обеспечивает легкое и плавное вращение винта в гайке-рейке.

Сектор *7* рулевого механизма, изготовленный как одно целое с валом сошки, установлен на игольчатых подшипниках *4*. Зубья сектора выполнены с переменной по длине толщиной, что позволяет регулировать зазор в зацеплении с рейкой, перемещая в осевом направлении сектор регулировочным винтом *22*. Винт в сборе с валом сектора ввертывают в боковую крышку *20* картера и крепят контргайкой *21*. Регулировочный винт упирается в опорную пластину *18* и удерживается гайкой *19*. Контргайка *21* фиксирует положение винта после регулировки.

Для правильной установки сошки на торце вала сектора нанесена метка, которую при сборке совмещают с меткой на сошке. Винт *12* вращается в двух роликоподшипниках *11* и соединяется с рулевым валом карданным шарниром. Привод рулевого управления снабжен гидроусилителем *2* (рис. 190). Картер рулевого механизма закрыт крышками *10* и *20* (см. рис. 189) и уплотнен резиновыми сальниками *2* и *17*. Отверстие для заливки масла закрыто пробкой *16*.

Рулевое управление автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 191) включает рулевой механизм *10* с гидроусилителем рулевого привода, масло к которому подается насосом *1*. Движение от рулевого колеса к рулевому механизму передается через два карданных шарнира *8*, карданный вал *9* и вал рулевого колеса, проходящего внутри рулевой колонки *5*.

У рулевого механизма автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 192) поршень-рейка *5* одновременно является поршнем гидроусилителя и рейкой рулевого механизма, которая находится в зацеплении с зубчатым сектором *29* вала *37* рулевой сошки. Водитель с помощью рулевого колеса через вал и карданную передачу вращает винт *7*, по которому на циркулирующих шариках *10* перемещается шариковая гайка *8*. Вместе с гайкой вдоль винта перемещается поршень-рейка *5*, поворачивающая зубчатый сектор *29* вала сошки. Зазор в зацеплении зубьев рейки и сектора можно регулировать, смещая в осевом направлении вал сошки, так как зубья имеют переменную по длине толщину. В картер *4* рулевого механизма и в отверстие его боковой крышки *30* запрессованы бронзовые втулки *39*, в которых вращается вал сошки.

При сборке рулевого механизма вначале в винтовые канавки шариковой гайки *8* и винта *7*, в желоба *9* закладывают шарики *10*, а затем гайку закрепляют установочными винтами *28*, которые раскернивают. Шарики, выкатывающиеся при повороте винта с одного конца гайки, возвращаются к другому ее концу по двум штампованным желобам *9*, вставленным в отверстия паза винтовой канавки шариковой гайки *8*.

Картер рулевого механизма снизу закрыт крышкой *1*. Неподвижные соединения рулевого механизма уплотнены резиновыми кольцами *2*, *14*, *27* и *31*. Резиновый сальник *40*, защищенный упорным кольцом *41*, уплотняет вал сошки. Винт *7* уплотнен в промежуточной крышке *12* и в поршне-рейке *5*, а последний в картере *4* чугунными разрезными кольцами *11*. Для уплотнения винта в верхней крышке установлен резиновый сальник *24* с упорным *22* и замочным *23* кольцами. Металлические частицы, попадающие в масло, залитое в картер рулевого механизма, улавливаются магнитом пробки *38*.

Общий вид рулевого управления автомобиля КамАЗ-5320 представлен на рис. 193. Рулевой механизм автомобиля КамАЗ-5320 (рис. 194) включает угловой редуктор, ведущее *3* и ведомое *4* конические зубчатые колеса которого передают вращение на винт *15*, перемещающий гайку *16* и скрепленную с ней поршень-рейку *13*, зубья которой входят в зацепление с зубчатым сектором *19* вала рулевой сошки.

К корпусу *23* углового редуктора прикреплен корпус *2* клапана управления. Картер рулевого механизма одновременно является корпусом гидроусилителя.

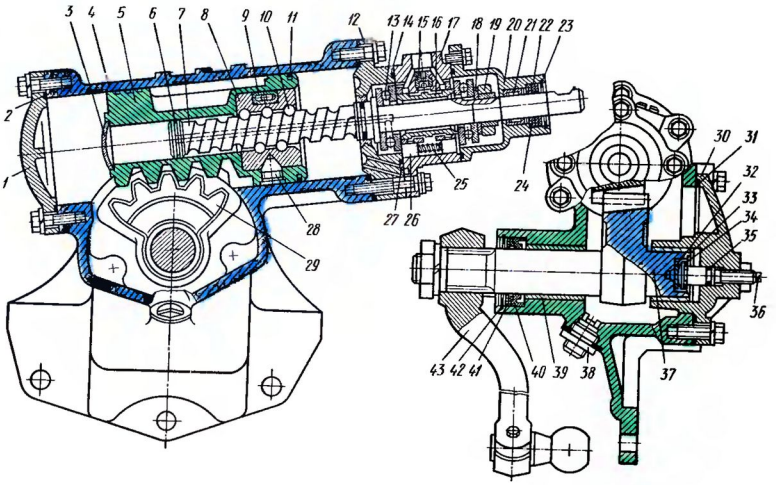


Рис.192.
Рулевой механизм автомобиля ЗИЛ-130:
1 – нижняя крышка; *2, 14, 27, 31* и *35* – уплотнительные резиновые кольца; *3* – заглушка; *4* – картер рулевого механизма; *5* – поршень-рейка; *6* – разрезное кольцо; *7* – винт рулевого механизма; *8* – шариковая гайка; *9* – желоб; *10* – шарик; *11* – уплотнительное чугунное разрезное кольцо поршня; *12* – промежуточная крышка; *13* – упорный шарикоподшипник; *15* – шариковый клапан; *16* – золотник; *17* – корпус клапана управления; *18* – пружинная шайба; *19* – регулировочная гайка; *20* – верхняя крышка; *21* – игольчатый подшипник; *22* и *41* – упорные кольца сальника; *23* и *42* – замочные кольца; *24* и *40* – сальники; *25* – реактивная пружина; *26* – реактивный плунжер; *28* – установочный винт; *29* – сектор; *30* – боковая крышка; *32* – упорная шайба; *33* – регулировочная шайба; *34* – стопорное кольцо; *36* – регулировочный винт; *37* – вал сошки; *38* – сливная пробка с магнитом; *39* – втулка вала сошки; *43* – сошка

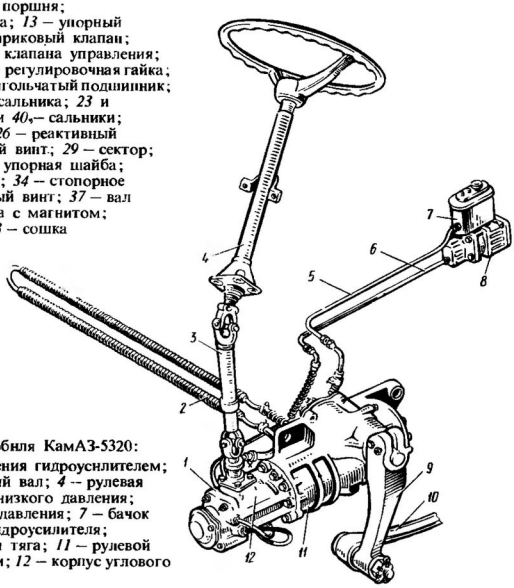


Рис. 193.
Рулевое управление автомобиля КамАЗ-5320:
1 – корпус клапана управления гидроусилителем; *2* – радиатор; *3* – карданный вал; *4* – рулевая колонка; *5* – трубопровод низкого давления; *6* – трубопровод высокого давления; *7* – бачок гидросистемы; *8* – насос гидроусилителя; *9* – сошка; *10* – продольная тяга; *11* – рулевой механизм с гидроусилителем; *12* – корпус углового редуктора

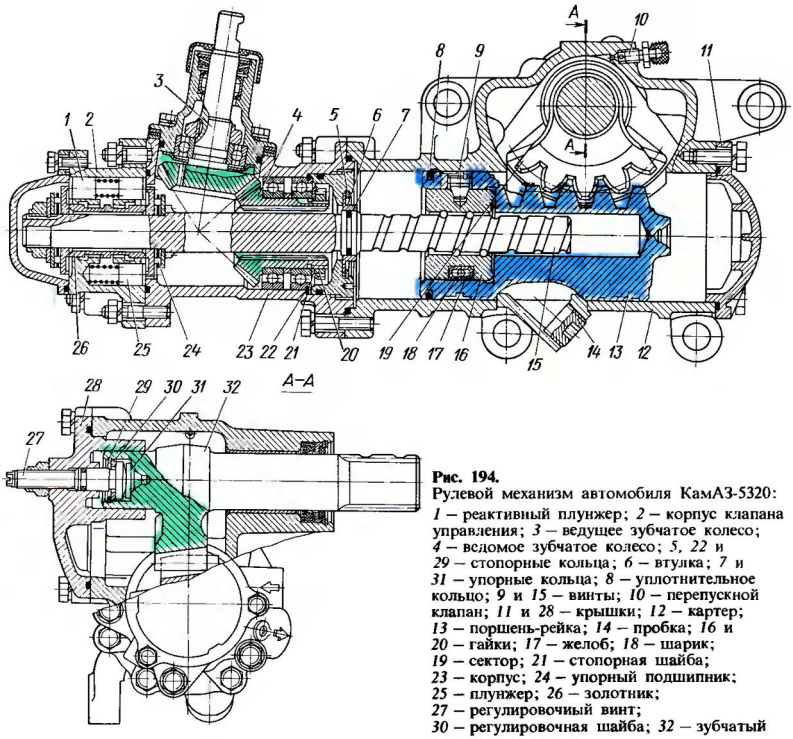


Рис. 194.
Рулевой механизм автомобиля КамАЗ-5320:
1 – реактивный плунжер; *2* – корпус клапана управления; *3* – ведущее зубчатое колесо; *4* – ведомое зубчатое колесо; *5*, *22* и *29* – стопорные кольца; *6* – втулка; *7* и *31* – упорные кольца; *8* – уплотнительное кольцо; *9* и *15* – винты; *10* – перепускной клапан; *11* и *28* – крышки; *12* – картер; *13* – поршень-рейка; *14* – пробка; *16* и *20* – гайки; *17* – желоб; *18* – шарик; *19* – сектор; *21* – стопорная шайба; *23* – корпус; *24* – упорный подшипник; *25* – плунжер; *26* – золотник; *27* – регулировочный винт; *30* – регулировочная шайба; *32* – зубчатый сектор вала сошки

§ 91. Рулевой привод

Рулевой привод (рис. 195) включает сошку *2*, продольную тягу *3*, поворотный рычаг *7*, левый и правый поворотные кулаки *6* и детали рулевой трапеции. Рулевая трапеция может быть задней или передней, т. е. с поперечной рулевой тягой, расположенной сзади переднего моста или перед ним. Различают цельную (единую, рис. 195, *а*) трапецию, применяемую при зависимой подвеске колес, и расчлененную (рис. 195, *б*), используемую при независимой подвеске. Сошка может качаться по дуге окружности, расположенной в плоскости, параллельной продольной оси автомобиля, или в плоскости, параллельной переднему мосту. В последнем случае продольная тяга отсутствует, а сила от сошки передается через поперечные рулевые тяги поворотным кулакам. Типичным во всех случаях является крепление сошки на валу при помощи конуса, треугольных шлицев и гайки.

При движении автомобиля по неровной дороге на детали рулевого привода (сошку, продольную и поперечную рулевые тяги, рулевые рычаги) действуют большие нагрузки. В связи с этим в рулевой привод вводят пружины для смягчения толчков и устройства для автоматического устранения зазоров, возникающих при изнашивании деталей. Поперечная рулевая тяга представляет собой трубку с левой резьбой на одном конце и правой на другом для навинчивания наконечников крепления шаровых шарниров. Вследствие этого можно из-

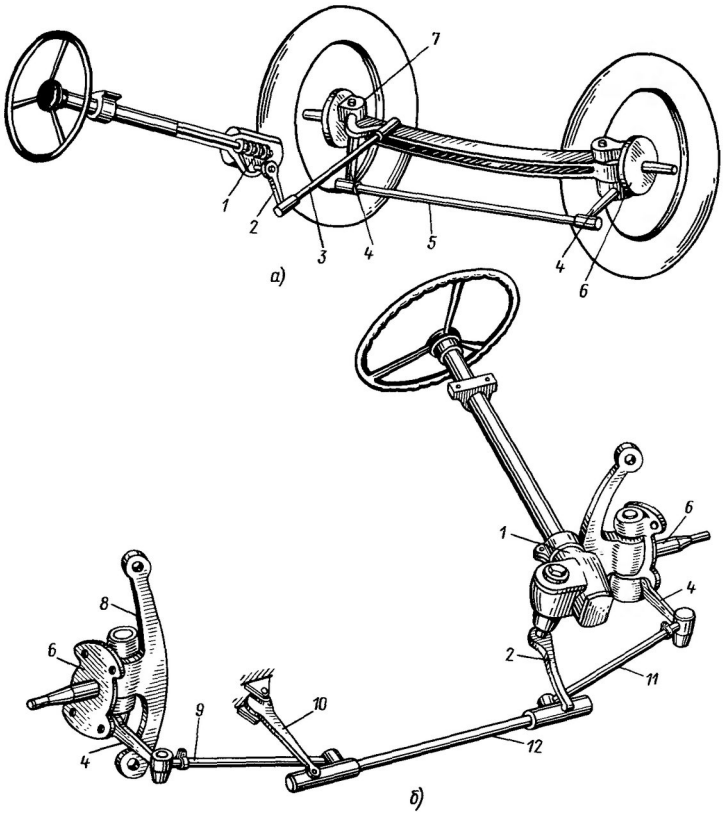


Рис. 195.
Рулевой привод:

а – задняя цельная трапеция; *б* – передняя расчлененная трапеция; *1* – рулевой механизм; *2* – сошка; *3* – продольная тяга; *4* – рычаг рулевой трапеции; *5* – поперечная тяга; *6* – поворотный кулак; *7* – поворотный рычаг; *8* – стойка; *9* и *11* – боковые тяги; *10* – маятниковый рычаг; *12* – средняя тяга

менять расстояние между шарнирами при регулировании схождения управляемых колес.

На автомобиле ГАЗ-53А применены унифицированные шарнирные устройства в наконечниках продольных и поперечных рулевых тяг (рис. 196, *а*). В продольной тяге в наконечники *6*, приваренные к трубе *7*, установлены сменные вкладыши *14*, сухарь *13* и полусферический палец *12*, опирающийся на пяту *2*. Пяту поджимает коническая пружина *3*, опорой которой служит крышка *4*, закрепляемая стопорным кольцом *5*. С другой стороны наконечника на палец шарнира с небольшим натягом надет резиновый колпак *10*, закрепленный обоймой *9* на наконечнике. Стальное кольцо *11*, завулканизированное в колпак, обеспечивает его уплотнение при старении резины. Через масленку *1* смазывают шарнир.

У поперечной тяги наконечники *15* ле-

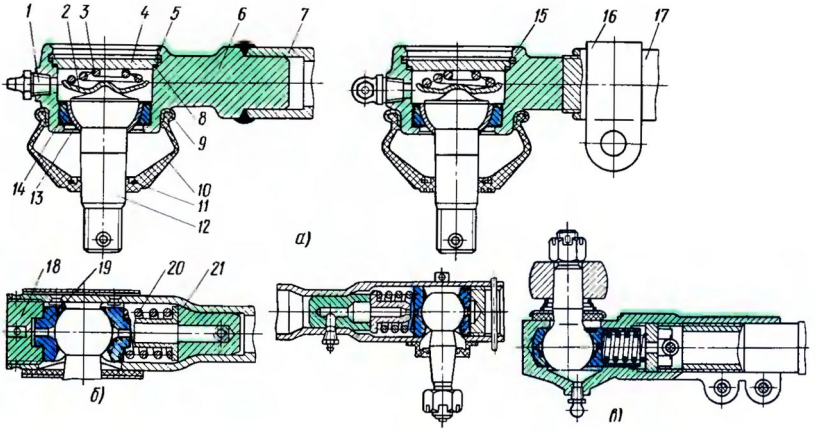


Рис. 196.
Шарнирное соединение деталей рулевого привода автомобилей:
а – ГАЗ-53А; *б* – ЗИЛ-130; *в* – МАЗ-5335;
1 – масленка; *2* – пята; *3* – коническая пружина; *4* – крышка; *5* – стопорное кольцо; *6* и *15* – наконечники; *7* и *17* – трубы; *8* – резиновое кольцо; *9* – обойма; *10* – резиновый колпак; *11* – кольцо; *12* – полусферический палец; *13* и *19* – сухари; *14* – сменный вкладыш; *16* – хомут; *18* – пробка; *20* – пружина; *21* – ограничитель

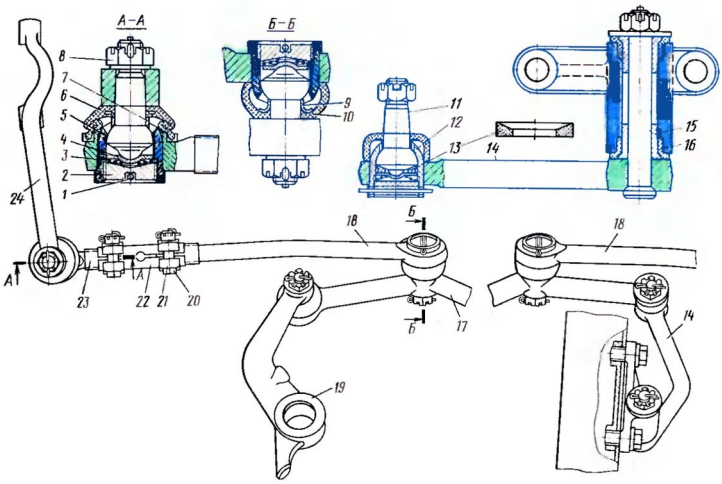


Рис. 197.
Рулевые тяги автомобиля ГАЗ-24 «Волга»:
1 – шплинт; *2* – резьбовая пробка; *3* – пружина; *4* – опорная пята; *5* – корпус шарнира; *6* и *10* – резиновые уплотнители; *7* – распорная втулка наконечника; *8* – гайка; *9* – распорная втулка тяги; *11* – шаровой палец; *12* – корпус шарнира; *13* – полиэтиленовый сухарь; *14* – маятниковый рычаг; *15* – втулка из порошкового материала; *16* – резиновая втулка рычага; *17* – поперечная тяга; *18* – боковая тяга; *19* – сошка; *20* – болт; *21* – стяжной хомут; *22* – регулировочная трубка; *23* – наконечник тяги; *24* – рычаг поворотного кулака

вой и правой резьбой соединены с трубой *17*, имеющей на концах соответствующую резьбу и продольные разрезы. После соединения с наконечниками концы трубчатой тяги, имеющие продольные разрезы, стягивают хомутами *16*, причем болты крепления хомутов располагают со стороны прорезей.

Один из сухарей *19* (рис. 196, *б*) шарнирного соединения шарового пальца с продольной рулевой тягой автомобиля ЗИЛ-130 представляет собой жесткую опору, а другой опирается на пружину *20* с ограничителем *21*. Внешний сухарь прижат к шаровому шарниру резьбовой пробкой *18*. Пружины в наконечниках продольной рулевой тяги поставлены так, чтобы смягчались удары, передающиеся через тягу в обе стороны. Шарнирное соединение продольной и поперечной тяг автомобиля МАЗ-5335 показано на рис. 196, *в*.

При независимой подвеске управляемых колес соединение их поворотных кулаков жесткой поперечной тягой нарушило бы возможность независимого перемещения колес; поэтому поперечная рулевая тяга выполнена из двух или трех шарнирно связанных частей, позволяющих колесам перемещаться независимо одно от другого.

У автомобиля ГАЗ-24 «Волга» задняя рулевая трапеция расчленена (рис. 197) и состоит из боковых тяг *18*, поперечной тяги *17*, сошки *19*, маятникового рычага *14* и рычагов *24* поворотных кулаков. Размеры боковых тяг регулируют при помощи регулировочных трубок *22*. Трубка *22* имеет продольный разрез, и после регулировки ее зажимают с двух сторон хомутами *21* при помощи болтов *20*. Шарниры тяг с полусферическими пальцами саморегулирующиеся, разборные. Смазочный материал закладывают при сборке на заводе, и регулярного пополнения его не требуется.

Ввиду большой нагрузки на детали рулевого механизма и рулевого привода они подвергаются значительному изнашиванию, что может повлечь за собой появление зазоров в шарнирных соединениях и увеличение свободного хода рулевого колеса, который не должен превышать 25°.

§ 92. Усилители рулевого привода

Если на управляемые колеса приходится большая нагрузка (грузовые автомобили большой и средней грузоподъемности и автобусы), то управление затрудняется необходимостью приложения к рулевому колесу значительного усилия, достигающего 400 Н. В тех случаях, когда работа водителя не может быть облегчена увеличением передаточного числа рулевого механизма, конструкция привода предусматривает применение усилителей. Они повышают безопасность движения, так как позволяют сохранять управляемость автомобилем даже в случае разрыва шины на одном из передних колес, уменьшают усилия, затрачиваемые водителем при повороте управляемых колес, и смягчают толчки, передающиеся на рулевое управление при движении автомобиля по неровной дороге.

Усилители могут быть двух типов — гидравлические и пневматические. По месту расположения гидроусилитель может быть встроенным или отдельным. Автомобили ЗИЛ-130 и КамАЗ-5320 имеют встроенные гидроусилители, а автомобиль МАЗ-5335 — отдельный.

Встроенный гидроусилитель автомобиля ЗИЛ-130. На промежуточной крышке *12* (см. рис. 192) картера рулевого механизма укреплен корпус *17* клапана управления гидроусилителя. Золотник *16* клапана управления помещен между упорными шарикоподшипниками *13* винта *7*, большие кольца которых обращены в сторону золотника. Упорные шарикоподшипники стянуты гайкой *19* с подложенной под нее конической пружинной шайбой *18*, обращенной вогнутой стороной к шарикоподшипнику. Длина золотника больше длины отверстия для него в корпусе клапана управления, вследствие чего золотник и винт могут перемещаться в осевом направлении на 1 мм в каждую сторону от сред-

него положения. Шесть реактивных пружин *25* реактивными плунжерами *26* с каждой стороны пружины стремятся удержать золотник *16* в среднем положении. В верхней крышке *20* картера рулевого механизма установлен игольчатый подшипник *21*, служащий опорой для винта *7*.

Если возникающая при вращении винта осевая сила больше силы предварительного сжатия пружин *25*, то винт и золотник *16* смещаются вверх или вниз в зависимости от направления вращения винта, сообщая одну из полостей картера рулевого механизма с линией высокого давления, а другую – со сливным каналом (рис. 198). Давление масла на торцы поршня-рейки неодинаково, поэтому создается дополнительная сила, способствующая повороту управляемых колес.

Положение деталей гидроусилителя на рис. 198, *а* соответствует прямолинейному движению автомобиля, когда масло свободно перекачивается насосом *6* в бачок, поскольку нагнетательный и сливной каналы соединены между собой (нейтральное положение золотника *14*).

При повороте колес автомобиля вправо золотник перемещается также вправо (рис. 198, *б*), поскольку сила, действующая на поршень-рейку со стороны сектора и пропорциональная усилию, прикладываемому водителем к рулевому колесу, больше силы пружин реактивных плунжеров *13*. При этом линия высокого давления соединяется с полостью справа от поршня, а полость слева от поршня соединяется со сливным каналом. Поворот колес автомобиля облегчается благодаря дополнительной силе, создаваемой давлением масла на поршень.

В случае поворота колес автомобиля влево золотник перемещается также влево (рис. 198, *в*) вследствие соединения полости слева от поршня с линией высокого давления, а полости справа от поршня со сливным каналом.

Увеличение сопротивления повороту колес, оказываемое дорогой, вызывает

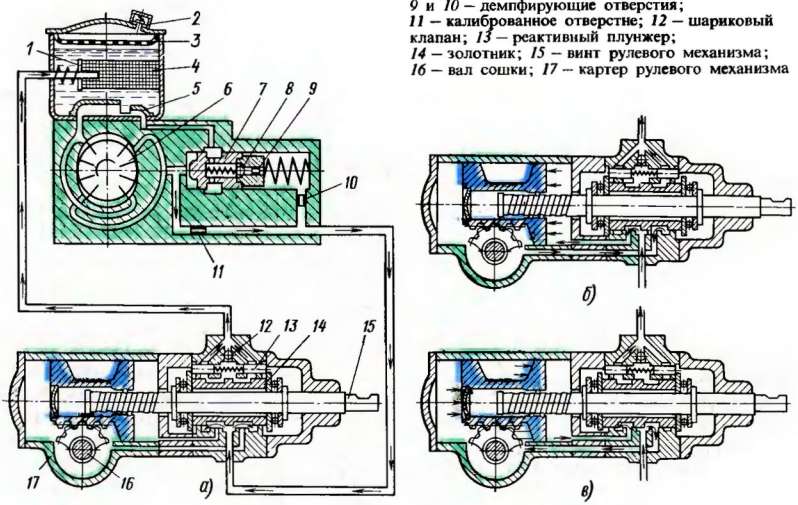


Рис. 198.
Схемы работы гидроусилителя рулевого привода автомобиля ЗИЛ-130:
а – нейтральное положение; *б* – перемещение золотника вправо; *в* – перемещение золотника влево; *1* и *7* – перепускные клапаны; *2* – сапун; *3* и *4* – сетчатые фильтры; *5* – коллектор; *6* – насос; *8* – предохранительный клапан; *9* и *10* – демпфирующие отверстия; *11* – калиброванное отверстие; *12* – шариковый клапан; *13* – реактивный плунжер; *14* – золотник; *15* – винт рулевого механизма; *16* – вал сошки; *17* – картер рулевого механизма

повышение давления в рабочей полости картера и под реактивными плунжерами. Чем больше сопротивление повороту колес, тем с большей силой золотник стремится вернуться в среднее положение. Одновременно с этим возрастает и усилие на рулевом колесе, благодаря чему водитель «чувствует» дорогу.

Максимальное усилие на рулевом колесе не превышает 100 Н; гидроусилитель вступает в работу при усилии 20 Н.

Если водитель перестает поворачивать рулевое колесо, то прекращается и поворот управляемых колес, так как поступающее в картер рулевого механизма масло перемещает поршень-рейку

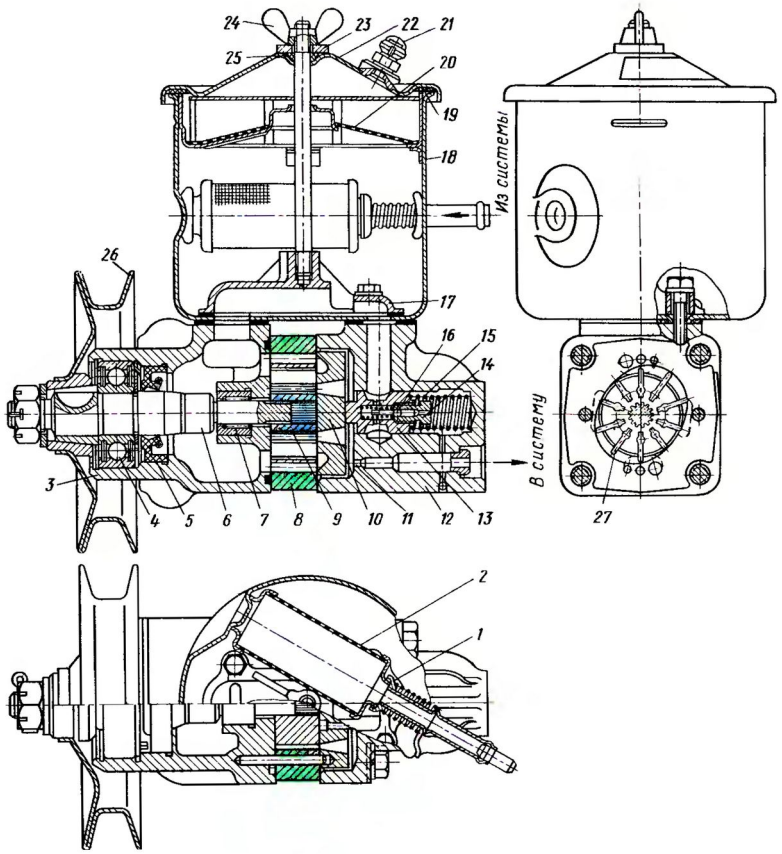


Рис. 199.
Насос гидроусилителя рулевого привода автомобиля ЗИЛ-130:
1 и *13* – перепускные клапаны; *2* и *20* – сетчатые фильтры; *3* – корпус насоса; *4* – шарикоподшипник; *5* – сальник; *6* – вал насоса; *7* – игольчатый подшипник; *8* – статор; *9* – ротор; *10* – распределительный диск; *11* – калиброванное отверстие; *12* – крышка насоса; *14* – седло предохранительного клапана; *15* – пружина; *16* – предохранительный клапан; *17* – коллектор; *18* – бачок; *19* – резиновая прокладка; *21* – сапун; *22* – крышка бачка; *23* – шайба; *24* – гайка-барашек; *25* – резиновое кольцо; *26* – шкив; *27* – лопасть

с винтом и устанавливает золотник в среднее положение, при котором прекращается перемещение поршня-рейки. Если насос не включен, то рулевой механизм работает без гидроусилителя, так как шариковый клапан *15* (см. рис. 192) соединяет линию высокого давления и сливной канал.

Давление масла в системе гидроусилителя создается насосом лопастного типа двухстороннего действия (рис. 199), который устанавливают на двигателе с левой стороны с приводом через клиноременную передачу от шкива на переднем конце коленчатого вала. Шкив *26* насоса закреплен на наружном конце вала *6*, вращающегося на игольчатом и шариковом подшипниках.

На валу насоса на шлицах посажен ротор *9*, в пазы которого свободно вставлены лопасти *27*. К корпусу насоса шпильками и болтами вместе с распределительным диском *10* и крышкой прикреплен статор *8*.

При вращении ротора *9* лопасти *27*, перемещаясь в его пазах постоянно, плотно прижимаются к криволинейной поверхности статора под действием центробежных сил и давления масла. Масло из корпуса *3* попадает в пространство между лопастями и вытесняется ими в полость нагнетания. За один оборот ротора дважды происходит забор и нагнетание масла. Из полости нагнетания через отверстия распределительного диска *10*, калиброванное отверстие *11* и канал в крышке *12* масло поступает в нагнетательный шланг гидроусилителя.

На верхней части корпуса *3* насоса укреплен бачок *18* для масла, закрытый крышкой *22*, в которой установлен сапун *21*, поддерживающий внутри бачка атмосферное давление. Внутренняя полость бачка уплотнена резиновой прокладкой *19* и резиновым кольцом *25* с шайбой *23*. Масло, заливаемое в бачок, проходит через сетчатый фильтр *20*. На линии для слива масла стоит сетчатый фильтр *2* и перепускной клапан *1*, который срабатывает в случае засорения фильтра.

В крышке *12* насоса установлен перепускной клапан *13*, имеющий отверстия для соединения с полостью нагнетания насоса. При повышении частоты вращения коленчатого вала двигателя разность давлений на торцах перепускного клапана возрастает, так как с увеличением подачи масла в систему гидроусилителя повышается разность давлений в полости нагнетания насоса и линии нагнетания системы гидроусилителя. При чрезмерном увеличении подачи масла в систему гидроусилителя перепускной клапан перемещается вправо, сжимает пружину *15* и сообщает полость нагнетания с бачком *18*.

Для уменьшения уровня шума при работе насоса и снижения износа его деталей при большой частоте вращения коленчатого вала двигателя масло, перепускаемое клапаном *13*, принудительно направляется обратно в полость корпуса насоса и в канал всасывания. Для этой цели служит коллектор *17*, внутренний канал которого соединен с полостью бачка *18* сравнительно небольшим отверстием.

Внутри перепускного клапана есть седло *14* с установленным в нем предохранительным клапаном *16*, который открывается при достижении давления масла 650—700 кПа и перепускает его из нагнетательного канала в бачок.

Отдельный гидроусилитель рулевого привода. Гидроусилитель автомобиля МАЗ-5335 (рис. 200) состоит из распределителя, корпуса шаровых шарниров и гидроцилиндра. Внутри корпуса *13* распределителя имеются три кольцевые канавки; две крайние соединены между собой каналом и с нагнетательной линией; средняя сообщает сливную линию с бачком насоса. Две кольцевые канавки золотника *30* каналами *3* (рис. 201) соединяются одна с левой, а другая с правой реактивными камерами *1*, представляющими собой замкнутую полость.

Шаровые пальцы *10* (см. рис. 200) сошки и *9* продольной рулевой тяги закреплены в корпусе *6* шаровых шарниров. Этот корпус фланцем скреплен с корпусом золотника. Шаровые пальцы зажаты пружинами между сферическими сухарями пробкой *29* и регулировоч-

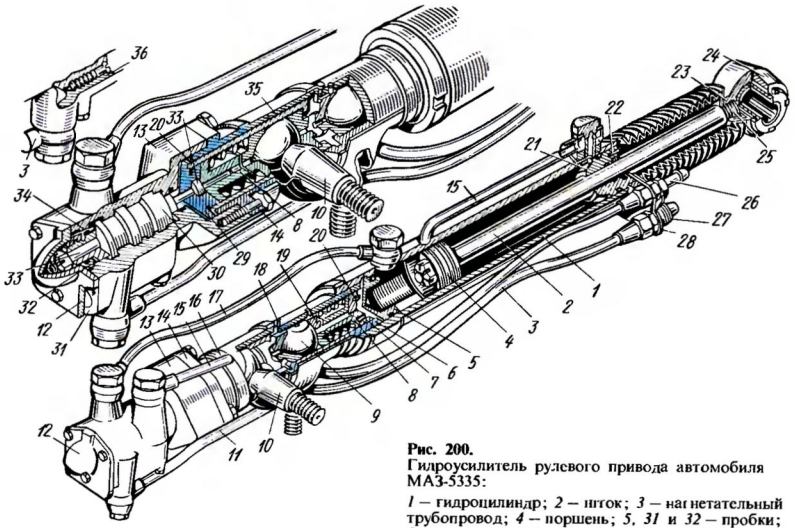


Рис. 200.
Гидроусилитель рулевого привода автомобиля МАЗ-5335:

1 — гидроцилиндр; *2* — шток; *3* — нагнетательный трубопровод; *4* — поршень; *5, 31* и *32* — пробки; *6* — корпус шаровых шарниров; *7* — регулировочная гайка зазора шарового шарнира продольной тяги; *8* — толкатель; *9* — шаровой палец продольной рулевой тяги; *10* — шаровой палец сошки; *11* — сливной трубопровод; *12* — крышка; *13* — корпус распределителя; *14* — фланец; *15* и *17* — трубопроводы; *16* — хомут крепления уплотнителя; *18* — масленка; *19* — сухарь; *20* — стопорный винт; *21* — крышка гидроцилиндра; *22* — винт; *23* — внутренняя шайба крепления чехла; *24* — головка штока; *25* — шплинт; *26* — штуцер сливного трубопровода; *27* — штуцер нагнетательного трубопровода; *28* — держатель шлангов; *29* — регулировочная пробка зазора шарового шарнира сошки; *30* — золотник; *33* — стяжной болт; *34* — соединительный канал; *35* — стакан; *36* — обратный клапан

ной гайкой *7*. Затяжка сухарей *19* ограничена толкателем *8*. Сухари удерживаются от вращения штифтами, а шаровые пальцы в сухарях могут проворачиваться в некоторых пределах. Внутри корпуса *6* в осевом направлении может перемещаться стакан *35* с закрепленным в нем шаровым пальцем *10* сошки. Со стаканом *35* перемещается и золотник *30*, жестко соединенный с ним болтами.

На корпус *6* навернут гидроцилиндр *1*, в котором помещен поршень *4* со штоком *2*. С одной стороны полость цилиндра закрыта пробкой *5*, а с другой — крышкой *21*. Крышки уплотнены резиновыми кольцами. На конце штока имеется головка для его крепления в кронштейне рамы. Полости цилиндра, разделенные поршнем, соединены трубопроводами *15* и *17* с каналами в корпусе распределителя, выходящими в полость между кольцевыми проточками.

Масло, подаваемое насосом по нагнетательной линии *15* (см. рис. 201) в распределитель, заполняет две крайние кольцевые полости и при прямолинейном движении автомобиля (рис. 201, *а*), проходя между кромками золотника *2* в центральную кольцевую полость *14*, через линию *13* возвращается в бак *19*.

При повороте рулевого колеса шаровой палец сошки перемещает золотник *2* в сторону от нейтрального положения. Вследствие этого крайние и центральная кольцевые полости разъединяются буртиком золотника (рис. 201, *б* и *в*), и масло насосом подается в одну из полостей цилиндра, а из другой сливается в бак. Под действием масла гидроцилиндр *8* перемещает шаровой палец *11* продольной рулевой тяги и весь золотниковый механизм. Через каналы

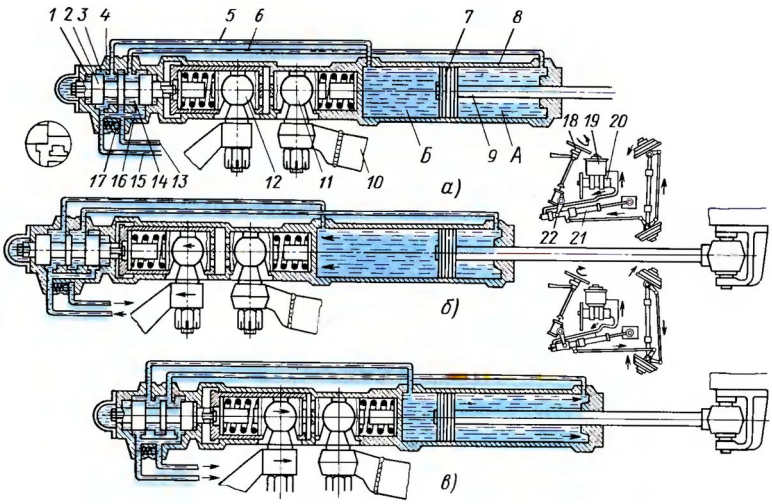


Рис. 201.
Схемы работы гидроусилителя автомобиля МАЗ-5335:

а – нейтральное положение; *б* – поворот колес в левую сторону; *в* – поворот колес в правую сторону; *1* – реактивная камера; *2* – золотник; *3* – соединительный канал; *4* – корпус распределителя; *5* – маслопровод к поршневой полости гидроцилиндра; *6* – маслопровод к надпоршневой полости гидроцилиндра; *7* – поршень; *8* – гидроцилиндр; *9* – шток поршня; *10* – продольная рулевая тяга; *11* – шаровой палец продольной тяги; *12* – шаровой палец сошки; *13* – линия для слива масла; *14* – центральная кольцевая полость; *15* – нагнетательная линия; *16* – нагнетательная полость; *17* – обратный клапан; *18* – рулевое колесо; *19* – бак; *20* – насос; *21* – гидроусилитель; *22* – сошка; *А* и *Б* – полости

3 в золотнике давление масла всегда передается в реактивные камеры *1*, поэтому золотник стремится вернуться в нейтральное положение.

Как только прекратится поворот рулевого колеса, золотник *2* остановится, а корпус *4* распределителя, продолжая двигаться под действием гидроцилиндра, установит золотник в нейтральное положение. Поворот управляемых колес автомобиля прекратится, так как масло начнет сливаться в бак *19*.

При увеличении сопротивления повороту колес автомобиля возрастает давление масла как в рабочей полости цилиндров, так и в реактивных камерах *1*. При повышении давления золотник стремится вернуться в нейтральное положение. Поэтому водитель должен приложить к рулевому колесу большее усилие, что помогает ему «чувствовать» дорогу, так же как и при управлении автомобилем без гидроусилителя с непосредственной передачей силы от сошки к управляемым колесам. Усилие на рулевом колесе в начале поворота колес не превышает 50 Н, а наибольшее его значение достигает 200 Н.

В корпусе распределителя установлен обратный клапан *17* (рис. 201, *а*), перепускающий масло из одной полости гидроцилиндра *8* в другую при неработающем гидроусилителе, что позволяет управлять автомобилем при неработающем двигателе (например, буксирование автомобиля). Следует отметить, что допускается лишь кратковременное управление автомобилем при неработающем усилителе, так как при этом на рулевом колесе, а следовательно, и во всех деталях рулевого механизма нагрузки могут достигать значительной величины.

Техническое состояние рулевого управления оказывает существенное влияние

на безопасность движения автомобиля, поэтому правильной эксплуатации рулевого управления и своевременной регулировке необходимо уделять самое серьезное внимание. Не допускается, к примеру, эксплуатация автомобиля с зазором рулевого колеса, превышающим 25°. Эксплуатация автомобиля с бо́льшим зазором затрудняет процесс управления и приводит к значительному износу деталей рулевого управления.

Для повышения надежности, долговечности и упрощения обслуживания рулевого управления конструкция привода предусматривает частичное (автомобиль ЗИЛ-130) или даже полное (автомобиль ГАЗ-53А) отсутствие регулировки шарнирных узлов рулевого привода. Детали рулевого механизма изготовляют с большой точностью и подвергают специальной термообработке.

Глава 20

Тормозные системы автомобиля

§ 93. Типы тормозных систем и механизмов

Тормозные системы служат для снижения скорости движения и полной остановки автомобиля, а также для удержания на месте неподвижно стоящего автомобиля. Тормозная система должна быть максимально эффективной при торможении автомобиля с различной нагрузкой и на разных передачах.

На автомобилях должны быть установлены:

рабочая тормозная система, используемая при движении автомобиля для снижения скорости и полной остановки;

стояночная тормозная система, служащая для удержания остановленного автомобиля на месте;

запасная тормозная система, предназначенная для остановки автомобиля при выходе из строя рабочей тормозной системы.

Кроме этих систем на автомобилях устанавливают:

вспомогательную тормозную систему в виде тормоза-замедлителя (на грузовых автомобилях большой грузоподъемности семейств МАЗ, КамАЗ, КрАЗ), используемую при длительном торможении автомобиля, например, на пологом длинном горном спуске;

тормозную систему прицепа, работающего в составе автопоезда, служащую как для снижения скорости движения прицепа, так и для автоматического его торможения в случае обрыва сцепки с тягачом.

Тормозная система состоит из привода и тормозных механизмов, непосредственно осуществляющих торможение вращающихся колес автомобиля или одного из валов трансмиссии.

Об эффективности действия тормозных систем судят по тормозному пути автомобиля от начала нажатия на педаль тормоза до его полной остановки при движении по горизонтальному участку сухой дороги с асфальтовым покрытием. Наилучший результат достигается при одновременном торможении передних и задних колес.

В зависимости от конструкции вращающихся рабочих деталей тормозных механизмов различают барабанные и дисковые тормоза. В первых силы

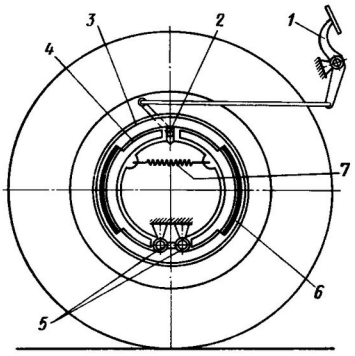


Рис. 202.
Схема колесного тормозного механизма:
1 – педаль тормоза; *2* – разжимной кулак; *3* – тормозной барабан; *4* – тормозная колодка; *5* – пальцы колодок; *6* – накладка колодки; *7* – стяжная пружина

трения создаются на внутренней поверхности вращающегося цилиндра, во вторых – на боковых поверхностях вращающегося диска. Большинство отечественных автомобилей имеют рабочие тормозные системы с колодочными тормозами.

Колесный тормозной механизм представляет собой пару тормозных колодок *4* (рис. 202), смонтированных внутри тормозного барабана *3*, вращающегося вместе со ступицей колеса. Колодки установлены на неподвижном тормозном диске, опираются на пальцы *5* и стянуты пружиной *7*. К поверхности колодок, обращенной к тормозному барабану, прикреплены фрикционные накладки *6*. При нажатии на педаль *1* колодки раздвигаются кулаками *2* или поршнями гидроцилиндра до соприкосновения с тормозным барабаном *3*. Трение колодок о барабан вызывает торможение колеса. После прекращения давления на педаль колодки пружиной *7* возвращаются в исходное положение.

§ 94. Барабанный тормоз

Колодочные тормоза барабанного типа используют в качестве как колесных, так и стояночных тормозных механизмов. Простота и легкость регулирования тормозов, величина создаваемого ими тормозного момента и характер изнашивания тормозных накладок в значительной мере зависят от способа крепления колодок к опорному тормозному диску (рис. 203). Первую по направлению вращения от разжимного устройства колодку называют первичной, а следующую – вторичной. В колодочном тормозе с шарнирным креплением двух симметричных колодок на одной общей неподвижной опоре A (рис. 203, *а*) действуют следующие силы: сила P, прижимающая колодки к барабану; реакции Y_1 и Y_2 колодок; силы трения X_1 и X_2 между колодками и барабаном.

Момент силы X_1 относительно опоры колодок действует в ту же сторону, что и момент силы P, и увеличивает прижатие первичной колодки. Момент силы X_2 направлен в обратную сторону по отношению к моменту силы P и, следовательно, ослабляет прижатие к барабану вторичной колодки. Автомобиль тормозят почти всегда при его движении вперед. Следовательно, первичная колодка будет постоянно находиться под действием большей силы трения и быстрее износится, чем вторичная. Поэтому для равномерного изнашивания фрикционную накладку на первичной колодке делают бóльших размеров, чем на вторичной. В таких тормозах невозможно индивидуальное регулирование положения нижних концов колодок.

В тормозах с креплением колодок на отдельных опорах (рис. 203, *б*) возможна более точная регулировка. У тормозов с плавающими колодками (рис. 203, *в*) последние при помощи шарнирных звеньев *1* и *2* связаны нижними

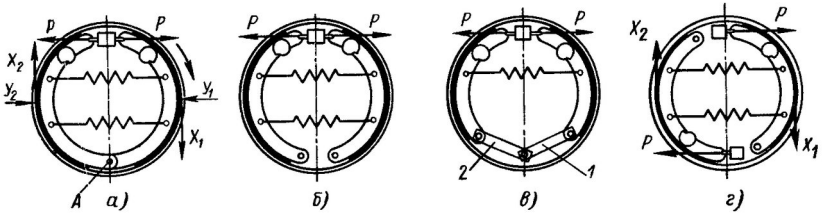


Рис. 203.
Крепление колодок барабанного тормоза:
а – шарнирное на общей неподвижной опоре;
б – на отдельных опорах; *в* – плавающие колодки;
г – размещение опор колодок на противоположных сторонах тормозного диска; *1* и *2* – шарнирные звенья; *А* – опора

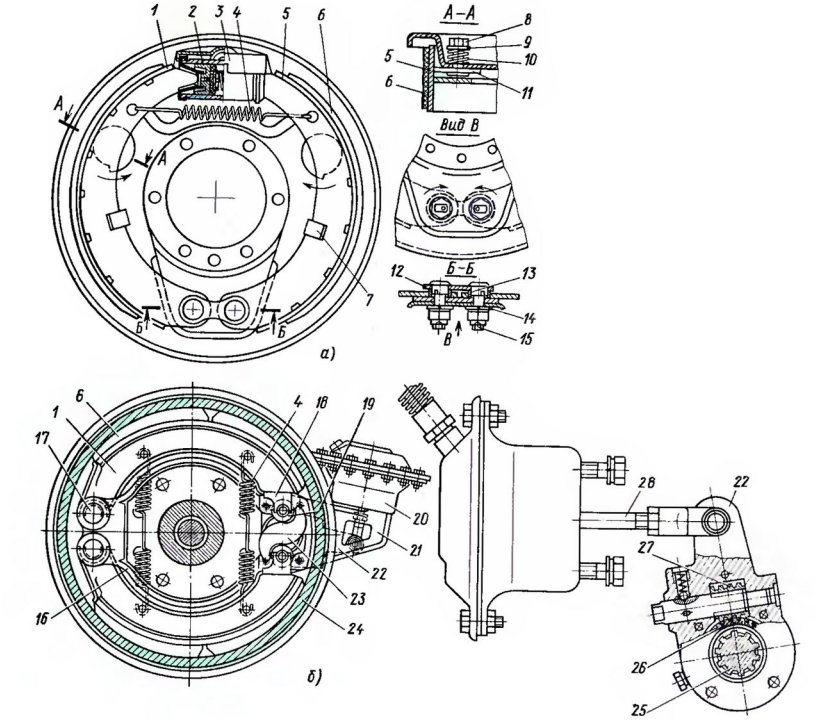


Рис. 204.
Тормозные механизмы автомобилей:
а – ГАЗ-53А; *б* – ЗИЛ-130; *1* и *5* – тормозные колодки; *2* – колесный цилиндр; *3* – экран колесного цилиндра; *4* – стяжная пружина; *6* – фрикционная накладка колодки; *7* – направляющая скоба колодки; *8* – болт регулировочного эксцентрика; *9* – шайба; *10* – пружина эксцентрика; *11* – регулировочный эксцентрик; *12* – пластина опорных пальцев; *13* – эксцентрик опорных пальцев; *14* – пружинная шайба; *15* – опорный палец тормозной колодки; *16* – суппорт; *17* – ось; *18* – опора ролика; *19* – ролик; *20* – тормозная камера; *21* – кронштейн тормозной камеры; *22* – регулировочный рычаг; *23* – разжимной кулак; *24* – тормозной барабан; *25* – вал разжимного кулака; *26* – червячное колесо; *27* – червяк; *28* – шток

концами с общей опорой и автоматически устанавливаются в необходимое положение. В этих тормозах регулируют только верхние концы колодок. Такой способ крепления колодок обеспечивает более равномерное их изнашивание по сравнению с колодками тормозов, описанных выше.

При размещении опор колодок на противоположных сторонах тормозного диска (рис. 203, *г*) на обе колодки действуют одинаковые силы P. Тогда моменты сил трения X_1 и X_2 будут направлены в ту же сторону, что и моменты сил P, и, следовательно, обе колодки работают как первичные. Этот тормоз не создает дополнительных нагрузок на подшипники колес, так как силы, действующие на тормозной барабан, равны по величине и уравновешены в одинаковой степени. При прочих равных условиях тормоз этого типа дает больший

тормозной момент по сравнению с моментом тормозов, выполненных по первым трем схемам. В процессе торможения при движении автомобиля задним ходом обе колодки работают как вторичные и тормозной момент заметно уменьшается.

Автомобили ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЗИЛ-130 и КамАЗ-5320 имеют барабанно-колодочные тормоза, конструкция которых соответствует схеме, показанной на рис. 204, *б*. Тормозные механизмы передних и задних колес в этом случае имеют одинаковую конструкцию и отличаются только размерами деталей. У автомобиля ГАЗ-24 «Волга» по такой схеме выполнены лишь задние тормозные механизмы.

Тормозной диск заднего тормозного механизма прикреплен к фланцу кожуха полуоси ведущего моста, а тормозной диск переднего тормозного механизма – к фланцу поворотного кулака переднего моста. Пружина *4* (рис. 204, *а*) стягивает стальные тормозные колодки *1* и *5*, свободно посаженные на опорных пальцах *15*, которые закреплены в тормозном диске гайками. На наружных концах пальцев поставлены метки для регулирования и сделаны головки под ключ. В верхней части колодки опираются на эксцентрики *11*, под которые поставлены фиксирующие пружины *10*. Зазор между колодками и барабаном регулируют при помощи эксцентриков *11*. К трущимся поверхностям колодок прикреплены имеющие различный угол охвата накладки из прессованного асбестового материала.

Верхние концы колодок упираются в поршни гидравлического разжимного устройства. Экран защищает это устройство от нагревания теплотой тормозного барабана. От бокового смещения колодки удерживаются скобами *7* с пластинчатыми пружинами. Тормозной барабан прикреплен к ступице колеса так, что его можно снимать для доступа к тормозу, не снимая ступицу.

В колесном тормозе автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 204, *б*) на эксцентриковых осях *17* укреплены две литые чугунные колодки *1*. Колодки могут разжиматься кулаком *23*, который приводится в движение червячным колесом *26*, посаженным на шлицевую часть валика кулака. Червячное колесо поворачивается невращающимся в этот момент червяком, который движется вместе с рычагом *22*, получающим движение через шток *28* от тормозной камеры *20*. Червячная передача служит для регулировки тормоза.

В тормозном механизме автомобиля КамАЗ-5320 (рис. 205, *а*) тормозные колодки *7* опираются на эксцентрики осей *1*, закрепленные в суппорте. На тормозные колодки установлены фрикционные накладки *9*. При торможении колодки раздвигаются кулаком *12* и прижимаются к внутренней поверхности барабана. Ролики *13*, установленные между разжимным кулаком и колодками, улучшают эффективность торможения. Пружины *8* возвращают при растормаживании колодки в первоначальное положение.

На конце вала разжимного кулака с помощью шлицев червячного колеса *18* (рис. 205, *б*) установлен регулировочный рычаг *14* червячного типа, соединенный со штоком тормозной камеры и предназначенный для поворота разжимного кулака и уменьшения зазора между колодками и тормозным барабаном.

В корпусе регулировочного рычага установлен червяк *17* (рис. 205, *б*) с запрессованной в него осью *15*, имеющей квадратный хвостовик для осуществления поворота при регулировке и лунки для фиксирующего шарика *16* с пружиной *8*. При вращении оси *15* червяк поворачивает червячное колесо и через шлицевое соединение ось поворотного кулака. В процессе торможения регулировочный рычаг поворачивается штоком тормозной камеры.

У тормозного механизма автомобиля МАЗ-5335 (рис. 205, *в*) регулировку зазора между накладками колодок и внутренней поверхностью барабана производят также с помощью червячной пары регулировочного рычага.

Тормозной механизм переднего колеса автомобиля ГАЗ-24 «Волга» выпол-

нен по схеме, показанной на рис. 203, *г*. Обе тормозные колодки *3* (рис. 206) прижимаются к барабану при помощи отдельных колесных тормозных цилиндров *4* и имеют неподвижные опоры в виде пальцев *9*. При движении автомобиля вперед обе колодки во время торможения работают как первичные. Осями качания колодок служат эксцентриковые шайбы *8*. Пружины *7* отводят колодки от тормозных барабанов при прекращении торможения.

В тормозных механизмах автомобилей ГАЗ-24 «Волга» и ЗАЗ-966 «Запорожец» применены устройства для автоматического регулирования зазора между колодками и тормозными барабанами. Внутрь колесных цилиндров с натягом вставлено разрезное упорное кольцо *5*. Поршень *6* имеет замок в виде

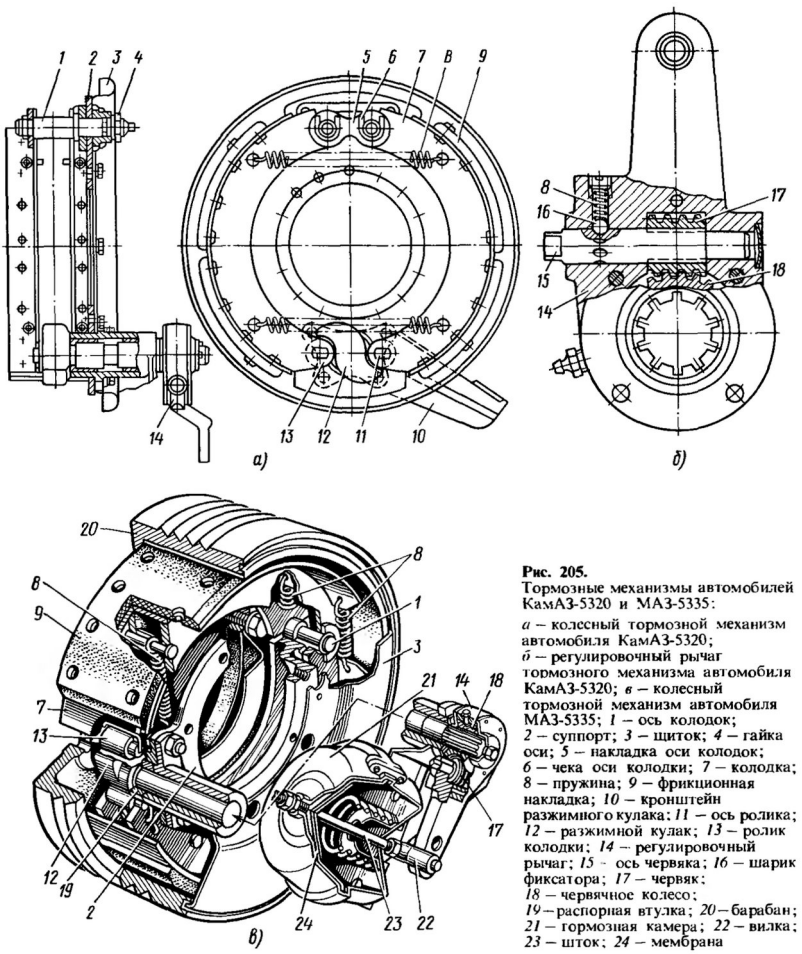


Рис. 205.
Тормозные механизмы автомобилей КамАЗ-5320 и МАЗ-5335:
а – колесный тормозной механизм автомобиля КамАЗ-5320; *б* – регулировочный рычаг тормозного механизма автомобиля КамАЗ-5320; *в* – колесный тормозной механизм автомобиля МАЗ-5335; *1* – ось колодок; *2* – суппорт; *3* – щиток; *4* – гайка оси; *5* – накладка оси колодок; *6* – чека оси колодки; *7* – колодка; *8* – пружина; *9* – фрикционная накладка; *10* – кронштейн разжимного кулака; *11* – ось ролика; *12* – разжимной кулак; *13* – ролик колодки; *14* – регулировочный рычаг; *15* – ось червяка; *16* – шарик фиксатора; *17* – червяк; *18* – червячное колесо; *19* – распорная втулка; *20* – барабан; *21* – тормозная камера; *22* – вилка; *23* – шток; *24* – мембрана

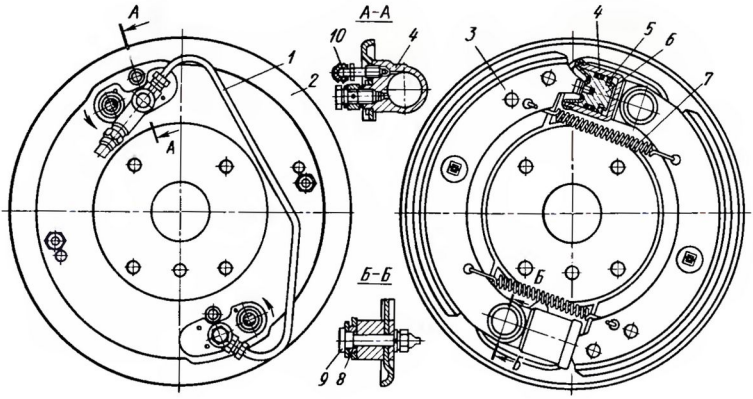


Рис. 206.

Тормозной механизм переднего колеса автомобиля ГАЗ-24 «Волга»:

1 – соединительная трубка; *2* – тормозной щит; *3* – колодка; *4* – колесный тормозной цилиндр; *5* – упорное кольцо; *6* – поршень; *7* – стяжная пружина; *8* – эксцентриковая шайба опорного пальца; *9* – опорный палец; *10* – перепускной клапан

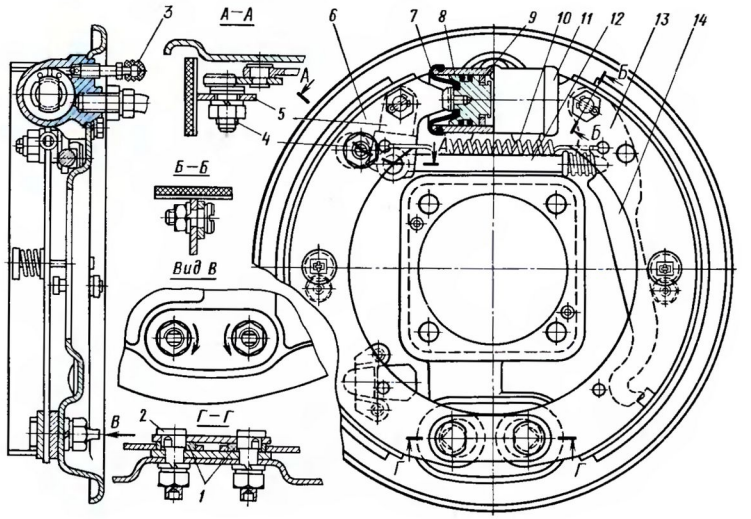


Рис. 207.

Тормозной механизм заднего колеса автомобиля ГАЗ-24 «Волга»:

1 – эксцентрики опорных пальцев; *2* – опорный палец; *3* – перепускной клапан; *4* – регулировочный эксцентрик привода рабочего тормозного механизма; *5* – маятниковый рычаг; *6* – передняя колодка; *7* – защитный колпак; *8* – поршень; *9* – упорное кольцо; *10* – стяжная пружина; *11* – колесный тормозной цилиндр; *12* – разжимной стержень; *13* – задняя колодка; *14* – рычаг тормозного механизма заднего колеса

буртика, позволяющий поршню перемещаться относительно кольца *5* на 1,9–2,06 мм. Этого перемещения достаточно для нормальной работы тормозов.

При увеличении в случае изнашивания зазора между тормозными накладками и барабаном поршень во время торможения увлекает за собой упорное кольцо *5* и перемещает его на величину этого зазора. При растормаживании поршень под действием стяжной пружины *7* возвращается в исходное положение, а для перемещения упорного кольца *5* силы этой пружины, равной 250 Н, недостаточно, так как для этого необходима сила в 500–600 Н.

Тормозной механизм заднего колеса автомобиля ГАЗ-24 «Волга» (рис. 207) выполнен по схеме, показанной на рис. 203, *б*, и имеет такое же автоматическое регулирование зазора между колодками и барабанами, как и тормозной механизм переднего колеса.

§ 95. Дисковый тормоз

На передних колесах автомобилей ГАЗ-3102 «Волга», ВАЗ-2101 «Жигули» и «Москвич-2140» установлены дисковые тормоза. По сравнению с барабанными дисковые тормоза обладают более высокой эффективностью. Поскольку на передние колеса автомобиля при торможении приходится более значительная часть тормозных сил, оснащение передних колес дисковыми тормозами улучшает эксплуатационные качества автомобиля.

На ступице *15* (рис. 208) переднего колеса укреплен чугунный тормозной диск *14*. С двух сторон этого диска поме-

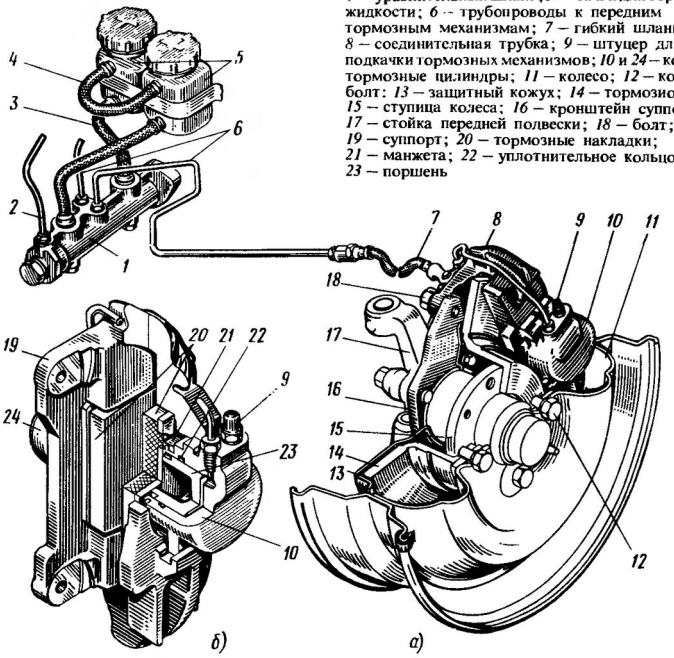


Рис. 208.
Дисковый тормоз переднего колеса автомобиля ВАЗ-2101 «Жигули»:
а – общий вид; *б* – суппорт с рабочими цилиндрами; *1* – главный тормозной цилиндр; *2* – трубопровод к задним тормозным механизмам; *3* – шланг подвода жидкости из бачков; *4* – уравнительный шланг; *5* – бачки для тормозной жидкости; *6* – трубопроводы к передним тормозным механизмам; *7* – гибкий шланг; *8* – соединительная трубка; *9* – штуцер для подкачки тормозных механизмов; *10* и *24* – колесные тормозные цилиндры; *11* – колесо; *12* – колесный болт: *13* – защитный кожух; *14* – тормозной диск; *15* – ступица колеса; *16* – кронштейн суппорта; *17* – стойка передней подвески; *18* – болт; *19* – суппорт; *20* – тормозные накладки; *21* – манжета; *22* – уплотнительное кольцо; *23* – поршень

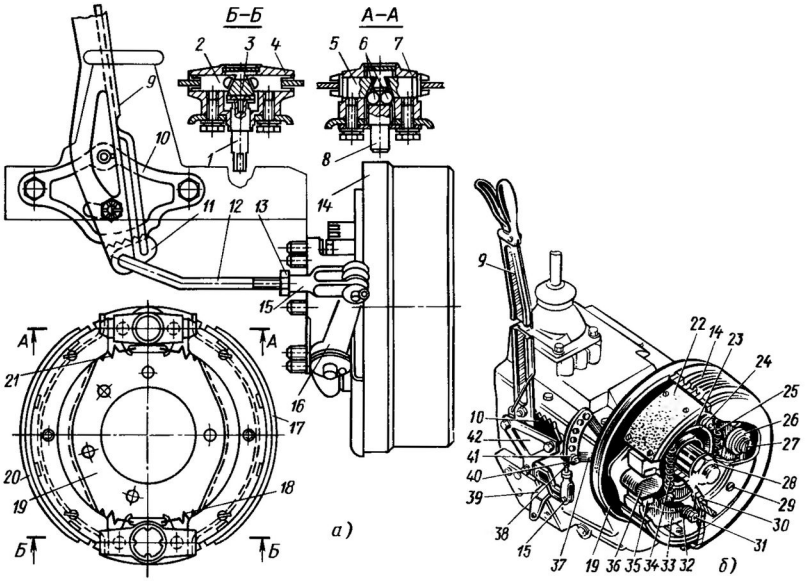
щены тормозные накладки *20*, управляемые поршнями *23*, перемещающимися в алюминиевых колесных тормозных цилиндрах *10* и *24*, которые установлены в суппорте *19*. Суппорт двумя болтами *18* прикреплен к кронштейну *16*, смонтированному на стойке *17* передней подвески.

При торможении поршни под действием давления жидкости движутся навстречу друг другу и накладками *20* тормозят диск *14*, а следовательно, и переднее колесо *11*. При растормаживании вследствие упругости уплотнительных колец *22* поршни возвращаются в исходное положение, а накладки отжимаются диском; между диском и накладками поддерживается необходимый минимальный зазор независимо от износа последних.

§ 96. Стояночная тормозная система

В барабанном тормозе стояночной тормозной системы автомобиля ГАЗ-53А (рис. 209, *а*) к задней стенке картера коробки передач прикреплен тормозной щит *19*. На нем установлены корпус *4* регулировочного механизма и корпус *7* разжимного механизма. С регулировочным механизмом соединен сухарь *3*, на который опираются нижние опоры *2* тормозных колодок *17*

Рис. 209.
Стояночные тормозные системы автомобилей:
а – ГАЗ-53А; *б* – ЗИЛ-130; *1* – вал регулировочного механизма; *2* – опора колодок; *3* – сухарь; *4* – корпус регулировочного механизма; *5* – толкатель; *6* – шарики; *7* – корпус разжимного механизма; *8* – разжимной стержень; *9* – рычаг управления; *10* – зубчатый сектор; *11* – защелка; *12* – тяга; *13* – контргайка; *14* – барабан; *15* – вилка; *16* – рычаг; *17* и *20* – тормозные колодки; *18* и *21* – стяжные пружины; *19* – тормозной щит; *22* – фрикционная накладка; *23* – кронштейн; *24* – сальник кронштейна; *25* – малая стяжная пружина; *26* – чека оси колодок; *27* – ось колодок; *28* – гайка крепления фланца; *29* – винт; *30* – фланец ведомого вала коробки передач; *31* – болт; *32* – шайба; *33* – колодка; *34* – большая стяжная пружина; *35* – сухарь колодки; *36* – разжимной кулак; *37* – регулировочный рычаг; *38* – тяга привода; *39* – ушко тяги ручного комбинированного тормозного крана; *40* – палец тяги; *41* – гайка; *42* – пластина рычага



expert22 для http://rutracker.org

и *20*. Верхние толкатели *5* колодок опираются на два шарика, помещенных в канале разжимного стержня *8*. Тормозной барабан прикреплен к фланцу вилки карданного шарнира.

Рычаг *9* управления стояночным тормозным механизмом нижним концом соединен тягой *12* с рычагом *16*. Если водитель перемещает к себе верхний конец рычага, то тяга *12*, поворачивая рычаг *16* относительно оси, заставляет его нажать на стержень *8*, который, раздвигая толкатели *5*, прижимает колодки *17* и *20* к барабану. Сначала прижимается к барабану колодка *20*. Действующие на первичную колодку *20* силы трения передаются через сухарь *3* вторичной колодке *17*, способствуя ее прижатию к тормозному барабану. Пружины *18* и *21* прижимают колодки к опорному и разжимному пальцам. Первичная колодка прижимается относительно слабыми пружинами, а вторичная колодка – более сильными пружинами.

Защелка *11* позволяет удерживать тормоз в заторможенном состоянии. Для этого на верхнем конце рычага имеется кнопка, соединенная тягой с защелкой. В запертом состоянии защелка прижата к зубьям сектора *10* пружинами. При нажатии на кнопку пружина сжимается и защелка *11* освобождается, после чего можно выключить стояночный тормозной механизм.

В колодочном тормозе барабанного типа стояночной тормозной системы автомобиля ЗИЛ-130 с колодками, расположенными внутри тормозного барабана, крышка подшипника ведомого вала коробки передач одновременно является корпусом привода спидометра и кронштейном *23* (рис. 209, *б*), на опорной оси *27* которого при помощи чеки *26* свободно посажены две симметричные колодки *33* с фрикционными накладками *22* и сухарями *35*. Колодки оттягиваются от тормозного барабана *14* пружинами *25* и *34*. От боковых смещений колодки удерживаются шайбами *32*, установленными на втулках, зажатых болтами *31*. С регулировочным рычагом *37*, который соединен с разжимным кулаком *36*, связана тяга *38* привода при помощи пальца *40* и гайки *41*. На этой тяге закреплена вилка *15*, шарнирно соединенная с рычагом *9* стояночного тормозного механизма.

В расторможенном положении колодки *33* оттяжными пружинами *25* и *34* прижимаются к оси *27* и к разжимному кулаку *36*. При торможении водитель рычагом *9*, установленным на пластине *42* с зубчатым сектором *10*, через тягу *38* поворачивает рычаг *37*. Вследствие этого разжимной кулак *36* прижимает колодки *33* к тормозному барабану *14*. Зазор между колодками и барабаном регулируют тягой *38* и регулировочным рычагом *37*. Взаимное положение барабана *14* и фланца *30* ведомого вала коробки передач, к которому прикреплен барабан, фиксируется двумя винтами *29*. От попадания масла тормоз защищает сальник *24* и маслоотражатель на фланце *30*, сбрасывающий попадающее на него масло через отверстие в кронштейне наружу. От грязи тормоз закрыт щитом *19*.

На автомобиле МАЗ-5335 стояночный тормозной механизм (рис. 210) с самоусилением установлен на заднем мосту автомобиля, что обеспечивает возможность торможения даже при поломках карданного вала.

Тормозной барабан *1* установлен между фланцами карданного вала и хвостовика ведущего зубчатого колеса, центрируется на их буртиках и затянут с ними общими болтами. Верхними концами колодки *9* и *13* опираются на ось *7*, а нижними на плавающую опору, представляющую собой регулировочное устройство.

При торможении приводной рычаг *3* через промежуточный рычаг *4* и серьгу *5* действует на фигурный рычаг *6* колодок. Если барабан вращается по часовой стрелке, то усилие от рычага *6* через штангу *8* передается к правой колодке *9*, и она прижимается к тормозному барабану. Колодка, захватываемая барабаном, перемещается в направлении вращения и через регулировочное устройство давит на левую колодку *13*, прижимая ее к барабану.

При вращении барабана против часо-

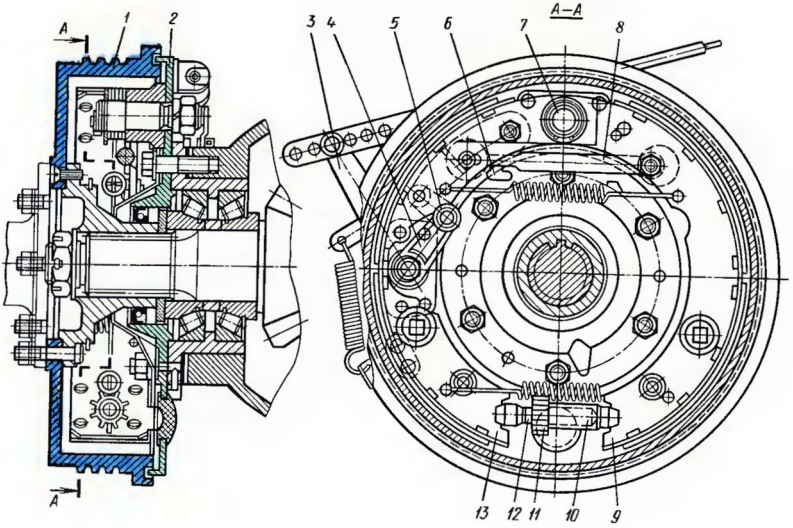


Рис. 210.
Стояночный тормозной механизм автомобиля МАЗ-5335:
1 – барабан; *2* – суппорт; *3* – приводной рычаг; *4* – промежуточный рычаг; *5* – серьга; *6* – рычаг колодок; *7* – ось опоры колодок; *8* – штанга; *9* и *13* – колодки; *10* – корпус регулировочного устройства; *11* – гайка-звездочка; *12* – регулировочный винт

вой стрелки усилие воспринимается левой колодкой и через регулировочное устройство передается на правую колодку.

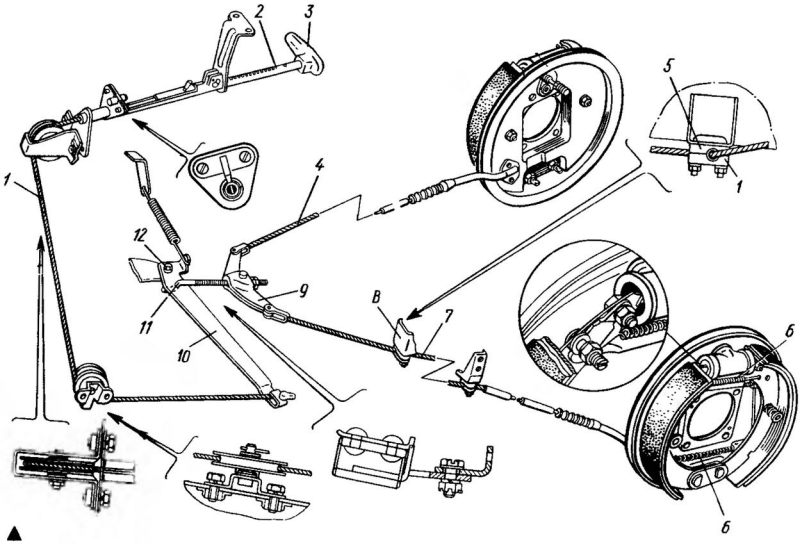
§ 97. Тормозной привод

Тормозной привод – совокупность устройств для передачи усилия от источника к тормозным механизмам и управления ими в процессе торможения. Привод может быть механическим, гидравлическим и пневматическим.

Механический привод тормозных механизмов представляет собой систему тяг и рычагов, соединяющих ножную педаль или ручной рычаг с тормозными механизмами. В современных автомобилях этот вид привода применяют только для стояночных тормозных механизмов. Устройство такого привода для стояночного тормозного механизма было показано на рис. 209.

В механическом приводе стояночного тормозного механизма автомобиля ГАЗ-24 «Волга», действующего на задние колеса, усилие от рукоятки *3* (рис. 211), расположенной справа от рулевой колонки под щитком приборов, через рейку *2*, трос *1* и рычаг *10* передается на тягу *11*, которая перемещает уравнитель *9*, связанный тросами *4* и *7* с рычагом *14* (см. рис. 207) тормозных механизмов задних колес. Рычаг *14*, поворачиваясь вокруг оси крепления, через разжимной стержень *12*, маятниковый рычаг *5* и регулировочный эксцентрик *4* передает усилие на переднюю колодку заднего тормозного механизма. Растормаживание происходит благодаря стяжным пружинам *6* (рис. 211).

Гидравлический привод, в котором приводное усилие передается тормозной жидкостью, состоит из следующих деталей: главного тормозного цилиндра *4* (рис. 212), создающего давление жидкости в системе привода и имеющего

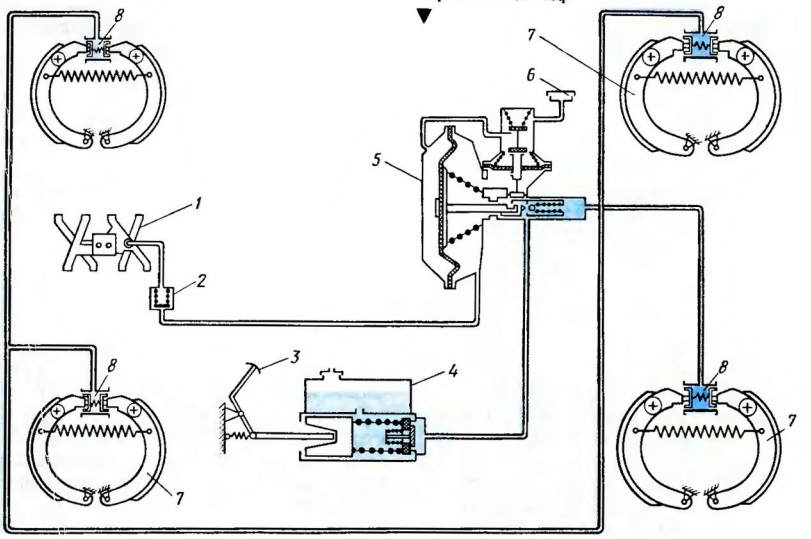


▲

Рис. 211.
Стояночная тормозная система автомобиля ГАЗ-24 «Волга»:
1, *4* и *7* – тросы; *2* – рейка; *3* – рукоятка; *5* – направляющая троса; *6* – стяжная пружина; *8* – кронштейн; *9* – уравнитель; *10* – рычаг; *11* – тяга; *12* – ось рычага

Рис. 212.
Схема тормозной системы с гидроприводом:
1 – впускной трубопровод двигателя; *2* – запорный клапан; *3* – педаль; *4* – главный тормозной цилиндр; *5* – гидровакуумный усилитель; *6* – фильтр; *7* – тормозная колодка; *8* – колесный тормозной цилиндр

▼



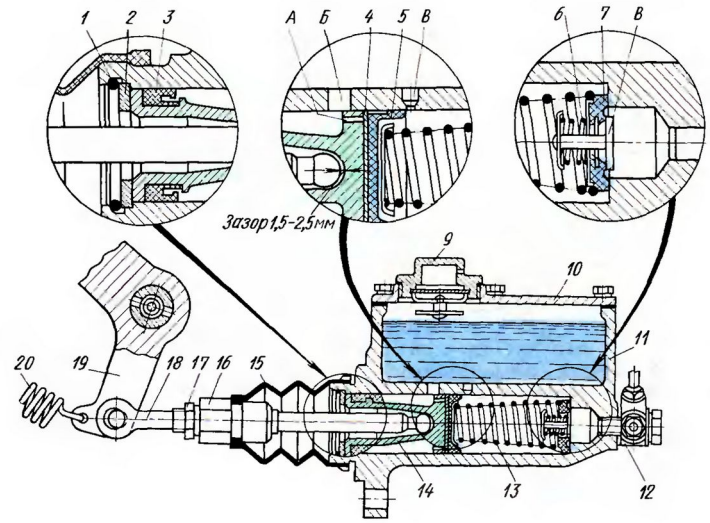


Рис. 213.
Главный цилиндр гидропривода тормозных механизмов автомобиля ГАЗ-53А:
1 – стопорное кольцо; *2* – упорная шайба; *3* и *5* – манжеты; *4* – пластинчатый клапан; *6* – пружина перепускного клапана; *7* – обратный клапан; *8* – перепускной клапан; *9* – резьбовая пробка; *10* – крышка корпуса; *11* – корпус; *12* – штуцер; *13* – пружина; *14* – поршень; *15* – чехол; *16* – толкатель; *17* – контргайка; *18* – тяга; *19* – педаль; *20* – оттяжная пружина; *А* и *Б* – перепускные отверстия; *В* – компенсационное отверстие

резервуар, заполненный тормозной жидкостью; колесных тормозных цилиндров *8*, передающих давление тормозной жидкости на тормозные колодки *7*; соединительных трубопроводов и шлангов; педали *3* и гидровакуумного усилителя *5* с фильтром *6*, соединенного через запорный клапан *2* с впускным трубопроводом *1* двигателя. Вся система постоянно заполнена тормозной жидкостью.

Водитель, нажимая на педаль *3*, перемещает через шток в главном цилиндре *4* поршень, который давит на тормозную жидкость. Жидкость вытесняется поршнем из главного цилиндра, и давление передается через усилитель *5* по трубкам, заполненным жидкостью, в колесные цилиндры *8*. Поршни цилиндров разводят тормозные колодки *7*, прижимая их к барабанам. После прекращения давления на педаль тормоза возвратные пружины колодок отводят их от барабанов, а поршни колесных тормозных цилиндров *8* сближаются. Тормозная жидкость при этом выдавливается по трубкам в главный цилиндр *4*, поршень которого также возвращается в исходное положение.

Главный цилиндр гидропривода тормозных механизмов автомобиля ГАЗ-53А показан на рис. 213. Сверху над цилиндром в общем с ним чугунном литом корпусе *11* имеется резервуар для тормозной жидкости, закрытый крышкой *10*. Тормозную жидкость наливают через отверстие, закрытое пробкой *9* с прокладкой. В цилиндре помещен алюминиевый поршень *14*, в головке которого расположен перепускной клапан, состоящий из наружной резиновой манжеты *5*, пружины *13* и пластинчатого клапана *4*, закрывающего перепускное отверстие *А*. Толкатель *16*, стержень которого входит в поршень,

тягой *18* соединен с педалью *19* тормоза. Толкатель навинчен на тягу и зафиксирован контргайкой *17*. Снаружи он защищен от пыли и грязи гофрированным чехлом *15*. Соотношение плеч педали подобрано таким образом, что приложенное к педали усилие увеличивается в несколько раз при передаче его толкателю.

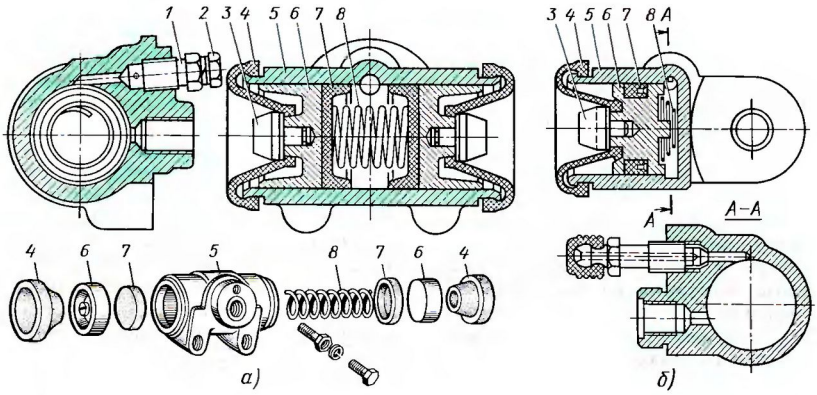
Поршень *14* уплотнен резиновой манжетой *3*. Пружина *13* прижимает поршень *14* к упорной шайбе *2*, закрепленной в цилиндре стопорным кольцом. В выпускном отверстии цилиндра установлен штуцер *12*, через который тормозная жидкость поступает из цилиндра в линию. В пробке *9* сделаны отверстия для сообщения резервуара с атмосферой.

При нажатии на педаль тормоза толкатель через тягу *18* перемещает поршень *14* вправо, сжимая пружину *13* и открывая перепускной клапан *8*. Давление жидкости передается в колесные тормозные цилиндры, и тормозные механизмы колес приводятся в действие. При отпущенной педали пружина *13* перемещает поршень влево, а стяжные пружины колодок, воздействуя на поршни колесных цилиндров, вызывают движение жидкости в обратном направлении — в главный цилиндр. Под давлением жидкости открывается обратный клапан *7*, пружина *13* сжимается, и жидкость поступает в правую полость цилиндра. Пружина *20* возвращает педаль в исходное положение.

В случае утечки жидкости из системы гидропровода тормозных механизмов в правой полости цилиндра создается разрежение, и жидкость из его левой полости, отжимая манжету *5*, через перепускные отверстия *А* поступает в правую полость. Левая полость цилиндра при этом заполняется жидкостью, поступающей из резервуара через перепускное отверстие *Б*. Избыток жидкости, образующийся при ее возврате в цилиндр, в процессе растормаживания проходит из правой полости цилиндра в резервуар через компенсационное отверстие *В*.

Двухпоршневой колесный тормозной цилиндр гидропровода тормозных механизмов автомобиля ГАЗ-53А служит для преобразования давления тормозной жидкости в силу, прижимающую колодки к тормозному барабану. Корпус *5* (рис. 214, *а*) цилиндра находится на опорном тормозном диске. Внутри

Рис. 214.
Колесные тормозные цилиндры гидропривода тормозных механизмов:
а — двухпоршневой; *б* — однопоршневой;
1 — перепускной клапан; *2* — пробка; *3* — толкатель;
4 — резиновый чехол; *5* — корпус цилиндра;
6 — поршень; *7* — резиновая манжета; *8* — пружина



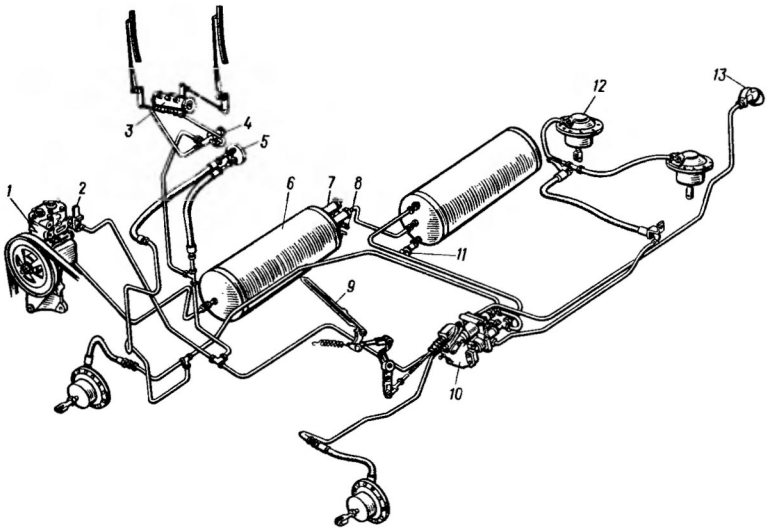


Рис. 215.
Пневматический тормозной привод автомобиля ЗИЛ-130:

1 – компрессор; *2* – регулятор давления; *3* – стеклоочиститель; *4* – ручка управления стеклоочистителем; *5* – двухстрелочный манометр для контроля давления воздуха в тормозной системе; *6* – воздушный баллон; *7* – предохранительный клапан; *8* – кран отбора воздуха; *9* – педаль тормоза; *10* – комбинированный тормозной кран; *11* – сливной кран; *12* – тормозная камера; *13* – соединительная головка

цилиндра помещены два поршня *6* с резиновыми манжетами *7*, между которыми установлена пружина *8*. В поршне запрессованы стальные толкатели *3*, имеющие прорези, в которые входят торцы тормозных колодок.

В однопоршневом тормозном цилиндре переднего колеса автомобиля ГАЗ-24 «Волга» поршень *6* (рис. 214, *б*) уплотнен резиновой манжетой *7*. Колодки прижимаются к тормозным барабанам в результате перемещения поршней под действием жидкости в колесных цилиндрах. Перепускной клапан *1* (рис. 214, *а*) служит для выпуска воздуха из системы.

Пневматический привод, в котором усилие передается сжатым воздухом, позволяет развивать большие тормозные силы при небольшом усилии водителя, необходимом лишь для открытия устройства, впускающего в систему сжатый воздух. Такой привод применен на автомобилях ЗИЛ-130, КамАЗ-5320, МАЗ-5335 и др. Он особенно удобен для грузовых автомобилей большой грузоподъемности, для автобусов, а также для одновременного торможения тягачей и прицепов или полуприцепов.

В систему пневматического тормозного привода автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 215) входят компрессор *1*, воздушные баллоны *6*, манометр *5*, тормозной кран *10*, колесные тормозные камеры *12*, педаль *9* тормоза, кран *11* для слива конденсата воды и масла и соединительная головка *13*.

Компрессор обеспечивает систему сжатым воздухом. Воздух, поступающий через воздушный фильтр в компрессор *1*, сжимается в нем, а затем поступает в баллоны *6*. Выход воздуха из баллона невозможен благодаря наличию в компрессоре обратного клапана. Давление воздуха в системе пневматического тормозного привода проверяют по манометру *5*. При нажатии на педаль *9* через тормозной кран *10* сжатый

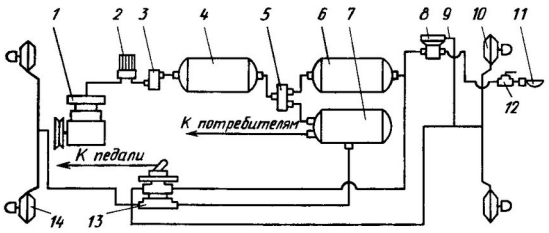


Рис. 216.
Схема пневматического тормозного привода автомобилей семейства МАЗ:
1 – компрессор; *2* – влагомаслоотделитель; *3* – регулятор давления; *4* – конденсационный баллон; *5* – двойной защитный клапан; *6* и *7* – воздушные баллоны; *8* – клапан управления тормозными механизмами прицепа (полуприцепа); *9* – трубопровод; *10* – задние тормозные камеры; *11* – соединительная головка; *12* – разобщительный кран; *13* – двухсекционный тормозной кран; *14* – передние тормозные камеры

воздух поступает из баллонов *6* в тормозные камеры передних и задних колес, что приводит в действие механизмы, раздвигающие тормозные колодки. Растормаживание происходит в результате действия стяжных пружин колодок.

От тормозной системы приводится в действие также механизм стеклоочистителя *3*.

В автомобилях семейства МАЗ (рис. 216) осуществлен раздельный пневмопривод передних и задних тормозных механизмов. Под действием компрессора *1* воздух через влагомаслоотделитель *2*, регулятор давления *3* и конденсационный баллон *4* поступает в двойной защитный клапан *5*, а от него отдельно в приводы передних и задних тормозных механизмов.

Из воздушного баллона *7* через нижнюю секцию двухсекционного крана *13* сжатый воздух попадает к тормозным камерам передних колес, а из баллона *6* через верхнюю секцию крана *13* – к тормозным камерам задних колес. Из баллона *6* через клапан *8* и разобщительный кран *12* сжатый воздух проходит к соединительной головке *11* тормозной системы прицепа.

§ 98. Устройство и работа узлов пневматического тормозного привода автомобиля ЗИЛ-130

Компрессор. Двухцилиндровый компрессор автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 217) устанавливают с правой стороны на головке блока двигателя. Основные детали компрессора, следующие: блок *6* цилиндров, головка *10* блока, картер *1*, передняя *2* и задняя *17* крышки. Коленчатый вал *19* компрессора, вращающийся в шарикоподшипниках *5* и *15*, шатунами *7* и поршневыми пальцами *9* соединен с поршнями *8*. На переднем конце коленчатого вала имеется сальник *4*, а на шпонке установлен шкив *3*, который закреплен гайкой. Шкив *3* компрессора приводится во вращение клиновидным ремнем от шкива, размещенного на валу вентилятора. На заднем конце коленчатого вала есть уплотнитель *18*, закрытый крышкой *17*. В стенке блока цилиндров сделано отверстие для воздуха, поступающего внутрь цилиндров через впускные пластинчатые клапаны *23*. В головку блока над каждым цилиндром ввернута пробка *11*, в которую помещена пружина *12* нагнетательного клапана *13*, установленного в седле *14*. Нижние головки шатунов – разъемные и имеют регулировочные прокладки.

Смазочная система компрессора комбинированная. Масло из смазочной системы двигателя (из главной магистрали) подводится по трубке внутрь коленчатого вала компрессора. Залитые антифрикционным сплавом шатунные подшипники смазываются принудительно, а остальные детали смазываются разбрызгиваемым маслом. Из картера

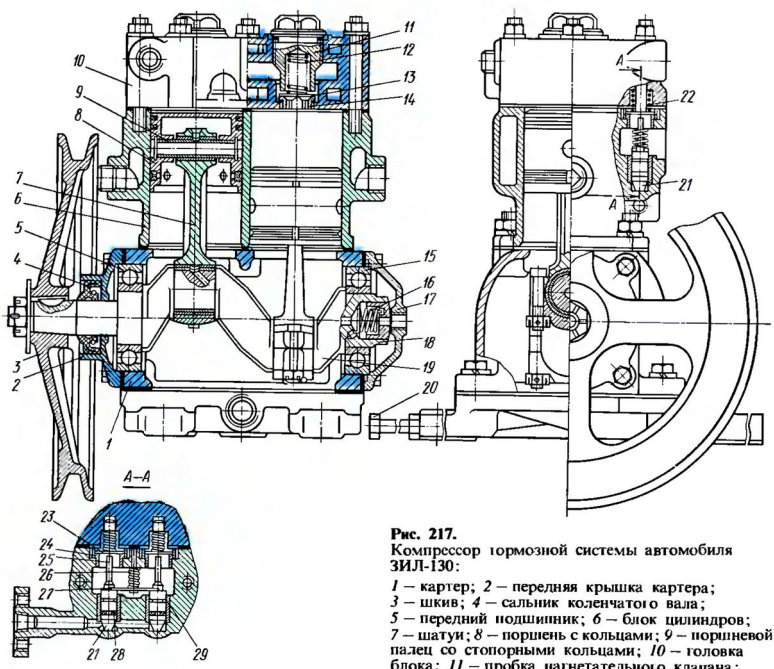


Рис. 217.
Компрессор тормозной системы автомобиля ЗИЛ-130:
1 — картер; *2* — передняя крышка картера; *3* — шкив; *4* — сальник коленчатого вала; *5* — передний подшипник; *6* — блок цилиндров; *7* — шатун; *8* — поршень с кольцами; *9* — поршневой палец со стопорными кольцами; *10* — головка блока; *11* — пробка нагнетательного клапана; *12* — пружина нагнетательного клапана; *13* — нагнетательный клапан; *14* — седло нагнетательного клапана; *15* — задний подшипник; *16* — пружина уплотнителя; *17* — задняя крышка картера; *18* — уплотнитель; *19* — коленчатый вал; *20* — регулировочный болт; *21* — плунжер; *22* — пружина впускного клапана; *23* — впускной клапан; *24* — направляющая впускного клапана; *25* — шток впускного клапана; *26* — пружина коромысла; *27* — коромысло; *28* — уплотнительное кольцо; *29* — гнездо плунжера

компрессора масло по специальной трубке отводится в картер двигателя.

Компрессор имеет жидкостную систему охлаждения, связанную с системой охлаждения двигателя. При опускании одного из поршней *8* вниз в цилиндре компрессора создается разрежение, и воздух засасывается в него через воздушный фильтр двигателя и пластинчатый впускной клапан *23*. При подъеме поршня воздух сжимается и через клапан *13* поступает в трубопровод, ведущий к воздушным баллонам, и далее в пневматическую систему. Затем этот процесс повторяется.

Давление сжатого воздуха в баллонах ограничено специальным разгрузочным устройством, снижающим затраты мощности двигателя на привод компрессора и повышающим долговечность последнего. Это устройство, работающее вместе с регулятором давления, состоит из помещенных под клапанами *23* двух плунжеров *21* с уплотнителями и толкателями. Соединяющее плунжеры коромысло *27* нагружено пружиной *26*. Полость под впускными клапанами соединена трубопроводом с воздушным фильтром двигателя, а канал под плунжерами *21* — с регулятором давления.

Подача воздуха в баллоны автоматически прекращается, когда давление воздуха в пневматической системе достигнет 700—740 кПа, так как при этом регулятор давления подает сжатый воздух по каналу в блок цилиндров под плунжеры *21*. Поднимаясь, плунжеры

открывают впускные клапаны *23* цилиндров, в результате чего прекращается подача воздуха в пневматическую систему, поскольку воздух может свободно переходить из цилиндра в цилиндр через полость под клапанами *23*. Таким образом, компрессор автоматически переводится в режим холостого хода. Работа компрессора на режиме холостого хода сопровождается некоторой непроизводительной затратой мощности двигателя.

Воздушные баллоны. Они служат для охлаждения и хранения запаса сжатого воздуха, поступающего из компрессора. В баллонах имеются краны для слива конденсата воды и масла и предохранительный клапан.

Регулятор давления. Он предназначен для автоматического поддержания необходимого давления сжатого воздуха в системе. В корпусе *10* (рис. 218) регулятора давления, закрытого кожухом *1*, установлен штуцер *6*, в котором помещен шток *5* клапанов. Сверху на шток *5* через шарик *3* давит пружина *2*. На штуцер навернут колпак *4* пружины клапанов, закрепленный контргайкой *16*. Этим колпаком регулируют натяжение пружины; при завинчивании колпака максимальное давление в тормозной системе повышается.

В центральном канале корпуса *10* помещены два шариковых клапана — впускной *13* и выпускной *14*. На клапаны сверху оказывает давление шток *5*. Центральный канал через фильтр *8* и впускное отверстие *А* соединен с баллонами, а через отверстие *В* и фильтр *7* — с разгрузочным устройством компрессора. Кожух *1* закрывает механизм регулятора сверху. Снизу в корпус ввернута пробка *11*.

При давлении в тормозной системе ниже 560—600 кПа воздух из-под плунжеров *21* (см. рис. 217) выходит в атмосферу. Плунжеры опускаются, освобождая впускные клапаны *23* (разгрузочное устройство выключается), и компрессор снова начинает нагнетать воздух в пневмосистему. При давлении воздуха в баллонах более 700 кПа происходит подъем клапанов *13* и *14* (см.

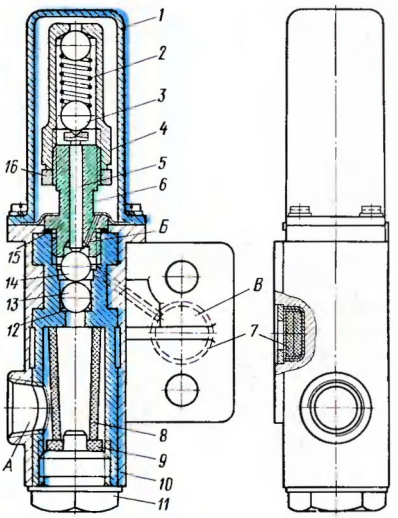


Рис. 218.
Регулятор давления автомобиля ЗИЛ-130:
1 — кожух; *2* — пружина регулятора; *3* — упорный шарик; *4* — регулировочный колпак; *5* — шток клапанов; *6* — штуцер; *7* — сетчатый фильтр; *8* - фильтр; *9* — уплотнительное кольцо; *10* — корпус регулятора давления; *11* — пробка фильтра; *12* — пружина клапана; *13* — впускной клапан; *14* — выпускной клапан; *15* - регулировочные прокладки; *16* — контргайка регулировочного колпака; *А* — впускное отверстие; *Б* — отверстие, соединяющее внутреннюю полость регулятора с атмосферой; *В* — отверстие, ведущее к фильтру

рис. 218) вверх и сжатие штоком *5* пружины *2*. При этом клапан *13* открывает вход сжатому воздуху, а клапан *14* закрывает отверстие *Б*. Сжатый воздух из баллонов через регулятор и фильтр *7* проходит из отверстия *А* в отверстие *В*, а затем поступает в канал в блоке цилиндров; при этом компрессор переключается на работу в режиме холостого хода. Прокладки *15* под штуцером *6* служат для регулирования давления, при котором компрессор переключается на работу в режиме холостого хода.

Тормозной кран. Управление тормозными механизмами автомобиля без прицепа при помощи регулирования подачи сжатого воздуха из баллонов

к тормозным камерам выполняют тормозным краном. Этот кран также обеспечивает постоянную тормозную силу при неизменном положении педали тормоза и быстрое растормаживание после прекращения нажатия на педаль.

Корпус *7* тормозного крана (рис. 219) прикреплен к поперечине рамы. Мембрана *9* из специальной прорезиненной ткани зажата краями между корпусом *7* и крышкой *13*. В центре мембраны расположено седло *8* выпускного клапана *11*; седло опирается на стакан *6* уравновешивающей пружины *5*. Полость крана сообщается через выпускное окно *В* и клапан *17* с атмосферой, а через отверстие *А* — непосредственно с тормозными камерами колес и через отверстие *Б* — с воздушным баллоном. Возвратная пружина *10* постоянно стремится отжать мембрану влево, открыть выпускной клапан *11* и через седло *8* клапана и выпускное окно *В* соединить тормозные камеры колес с атмосферой. Седло *15* впускного клапана *14* установлено в горловине крышки *13* и зажато в ней штуцером воздухопровода. Возвратная пружина *12* опирается на седло *15* и прижимает к нему впускной клапан *14*. Воздух из воздушных баллонов не будет проходить в отверстие *А*, а следовательно, и к тормозным камерам.

Двуплечий рычаг *4*, соединенный тягой *1* с педалью тормоза, опирается на стакан *6*. При нажатии на педаль тормоза тяга *1*, проходящая внутри резинового гофрированного защитного чехла *2* и крышки *3*, поворачивает рычаг *4* на оси. При этом стакан *6* с пружиной *5* перемещается вправо, мембрана *9* прогибается, клапан *11* закрывается и открывается впускной клапан *14*. Мембрана *9* вместе со стаканом *6*, клапанами *11* и *14*, пружинами *5*, *10* и *12* образует следящий механизм, имеющий следующие три положения.

Первое положение соответствует отпущенной педали тормоза, когда оба клапана под действием пружин *10* и *12* занимают крайнее левое положение.

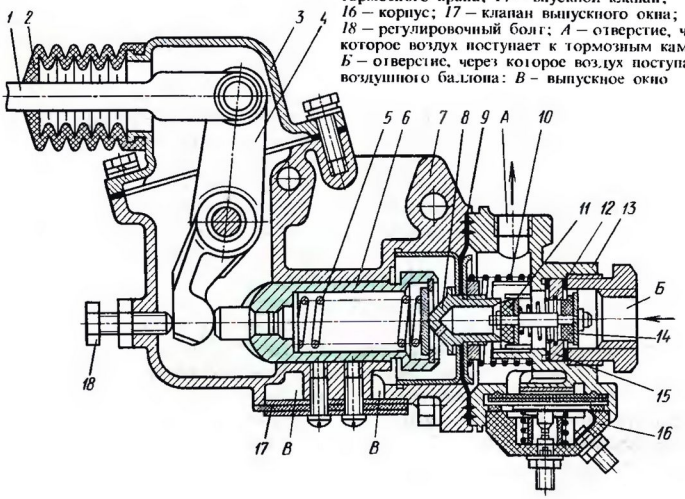


Рис. 219.
Тормозной кран пневматического тормозного привода автомобиля ЗИЛ-130:

1 – тяга привода тормозного крана; *2* – защитный чехол; *3* – крышка рычага; *4* – рычаг крана; *5* – уравновешивающая пружина; *6* – стакан уравновешивающей пружины; *7* – корпус крана; *8* и *15* – седла; *9* – мембрана; *10* и *12* – возвратные пружины; *11* – выпускной клапан; *13* – крышка тормозного крана; *14* – впускной клапан; *16* – корпус; *17* – клапан выпускного окна; *18* – регулировочный болт; *А* – отверстие, через которое воздух поступает к тормозным камерам; *Б* – отверстие, через которое воздух поступает из воздушного баллона; *В* – выпускное окно

При этом впускной клапан *14* закрыт, а тормозные камеры через отверстие *А* и открытый выпускной клапан *11* соединены с атмосферой.

Второе положение соответствует нажатию на педаль тормоза. Усилие водителя через рычаг *4*, стакан *6*, пружину *5* и седло *8* передается мембране *9*, которая прогибается. Седло *8* садится на клапан *11*, и отверстие *А* разобщается с атмосферой. Клапан *14* при этом остается закрытым, так как его открытию препятствует давление сжатого воздуха и пружины *12*.

Третье положение соответствует дальнейшему нажатию на педаль тормоза, когда открывается впускной клапан *14*. Сжатый воздух из баллонов поступает через отверстие *А* к тормозным камерам – происходит торможение автомобиля. Под действием сжатого воздуха мембрана *9* прогибается влево; при этом сжимается пружина *5*. Когда силы, действующие на мембрану, уравновесятся, она займет второе положение, при котором оба клапана закрыты, а тормозная сила будет сохраняться постоянной.

Увеличение усилия на педали тормоза приводит к впуску дополнительного количества воздуха через клапан *14* и к повышению давления в тормозных камерах, так как пружина *5* будет сжата с большей силой.

При растормаживании все процессы протекают в обратной последовательности: рычаг *4* перестает давить через стакан *6* на пружину *5* и седло *8*, выпускной клапан *11* открывается, а впускной клапан *14* закрывается. Сжатый воздух выходит из тормозных камер через клапан *17* выпускного окна в атмосферу. В крышке *13* тормозного крана установлен датчик стоп-сигнала. Болт *18* служит для регулировки режима холостого хода.

Комбинированный тормозной кран. Его устанавливают на автомобилях, предназначенных для работы с прицепами и полуприцепами. В комбинированном тормозном кране автомобиля ЗИЛ-130 (рис. 220) есть две секции, из которых верхняя управляет тормозными механизмами прицепа, а нижняя – тормозными механизмами тягача. Устройство нижней секции аналогично устройству обычного тормозного крана (см. рис. 219). Правые части обеих секций однотипны. В седло *11* (рис. 220) выпускного клапана *16* под действием пружины *7* упирается шток *3*, проходящий внутри направляющей втулки *8*. На оси *4* штока качается большой рычаг *6*, который осью *1* связан с вилкой малого рычага *2*.

Полости *А* и *Е* каналами и через окно *28* сообщаются с атмосферой. Полость *Б* связана с пневмолинией прицепа, полость *Д* – с тормозными камерами колес тягача. Отверстия *В* и *Г* соединяют кран с воздушными баллонами.

При отпущенной педали тормоза пружина *7* верхней секции крана перемещает шток вправо, прижимает седло *11* к клапану *16* и закрывает его. В этом случае клапан *14* передвигается вправо от своего седла, и воздух из баллонов тягача поступает в пневмолинию прицепа, создавая в ней давление. Под действием повышенного давления в пневмолинии воздухораспределитель (его работа будет описана ниже) соединяет тормозные камеры колес прицепа с атмосферой, и тормозные механизмы прицепа выключаются. Работа нижней секции аналогична работе обычного крана.

При нажатии на педаль тормоза верхний конец рычага *6* переместится влево и потянет за собой через ось *4* шток *3*, сжимая пружину *7*. Под действием пружины *12* мембрана *10* прогнется влево, увлекая за собой седло *11* клапана *16*. Под действием пружины *15* клапан *14* закроется, а между клапаном *16* и его седлом появится кольцевой зазор. При этом полость *Б* через седло *11* клапана, полость *А* и окно *28* будет сообщаться с атмосферой. Полость *Б* соединится с пневмолинией прицепа, поэтому давление в последней снизится, и распределитель направит сжатый воздух из баллона прицепа в тормозные камеры колес – произойдет торможение. Рычаг *6* повернется на оси *4* и нижним концом заставит переместиться вправо рычаг *2*. После этого стакан *25*

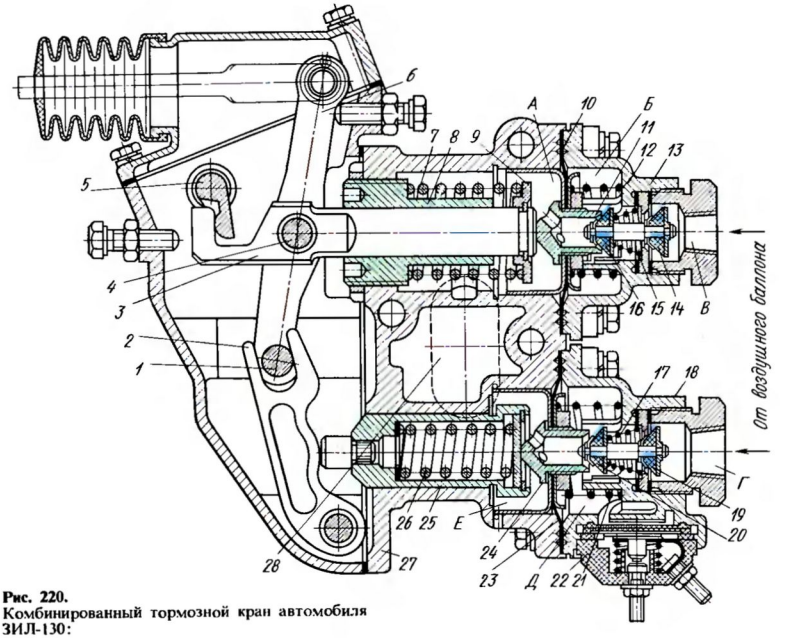


Рис. 220.
Комбинированный тормозной кран автомобиля ЗИЛ-130:

1 и *4* – оси; *2* – малый рычаг; *3* – шток; *5* – валик рычага ручного привода; *6* – большой рычаг; *7* – уравновешивающая пружина секции, управляющей тормозными механизмами прицепа; *8* – направляющая втулка штока; *9* – тарелка пружины; *10* и *23* – мембраны; *11* и *24* – седла клапанов; *12*, *15*, *17*, *21* и *26* – пружины; *13* и *18* – крышки; *14* и *19* – впускные клапаны; *16* и *20* – выпускные клапаны; *22* – корпус выключателя; *25* – стакан уравновешивающей пружины; *27* – корпус; *28* – окно; *А*, *Б*, *Д* и *Е* – полости; *В* и *Г* – отверстия

уравновешивающей пружины переместит седло *24* и, прижав его к клапану *20*, передвинет вместе с клапаном *19*. Выпускной клапан *20* будет закрыт, а впускной клапан *19* – открыт. Воздух из баллонов тягача через открытый впускной клапан и полость *Д* поступит в тормозные камеры колес тягача, и они будут заторможены.

Пружины *7*, *12*, *21*, *26* и мембраны *10* и *23* в этом кране действуют по тому же принципу, что и в обычном тормозном кране. Если затормозить тягач стояночным тормозным механизмом, то специальная система рычагов включит пневматический тормозной привод прицепа. Рычаг повернет валик *5*, кулачок которого надавит на вырез штока *3*, и включит в работу секцию тормозного крана, управляющую тормозными механизмами прицепа. Свободный ход рычага *6* равен 1–2 мм, а рабочий ход штока *3*, составляющий *5* мм, можно регулировать упорными болтами.

Устойчивость автопоезда при торможении и безопасность движения обеспечены тем, что колеса прицепа тормозятся на 0,2–0,3 с раньше, чем колеса автомобиля-тягача. Кроме верхней секции тормозного крана в тормозную систему прицепа входят баллон *1* (рис. 221, *а*), тормозные камеры *2*, тормозные механизмы колес и воздухораспределитель *3*. Воздухораспределитель (рис. 221, *б*) тормозной системы прицепа состоит из корпуса, внутри которого есть перегородка, разделяющая корпус на две части (полости *А* и *Б*).

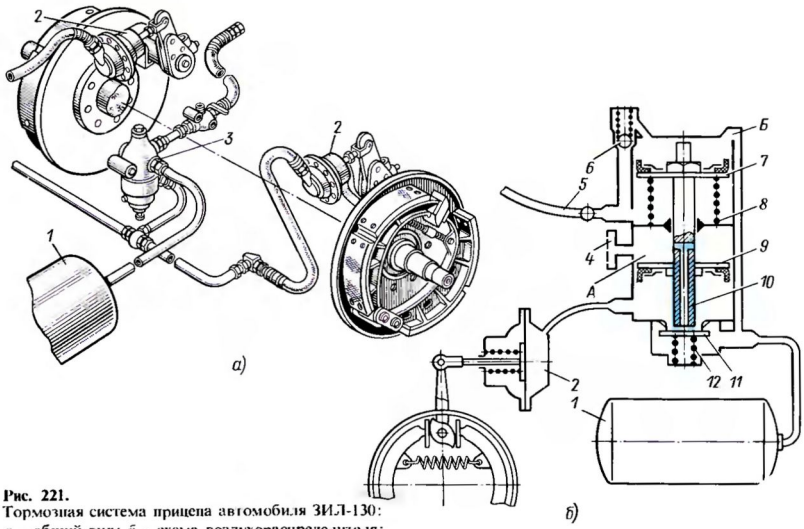


Рис. 221.
Тормозная система прицепа автомобиля ЗИЛ-130:
а – общий вид; *б* – схема воздухораспределителя;
1 – воздушный баллон; *2* – тормозная камера;
3 – воздухораспределитель; *4* – фильтр;
5 – воздухопровод; *6* – шариковый клапан;
7 и *9* – поршни; *8* и *12* – пружины; *10* – шток;
11 – пластинчатый клапан; *А* и *Б* – полости

В центре перегородки проходит шток, на котором укреплены два поршня *7* и *9*. Пружина *8*, опирающаяся на перегородку, стремится отжать поршень *7*, а вместе с ним и шток *10* в верхнее положение. В нижней части корпуса имеется гнездо с клапаном *11*, прижимаемым пружиной *12*.

Полость *Б* через шариковый клапан *6* соединена воздухопроводом *5* с пневмолинией, а полость *А* через фильтр *4* – с атмосферой и через пластинчатый клапан *11* – с воздушным баллоном. При нажатии на педаль тормоза через верхнюю секцию тормозного крана пневмолиния прицепа, как было описано ранее, сообщается с атмосферой, давление в ней снижается, воздух из баллона прицепа поступает в полость *Б*, и шариковый клапан *6* закрывается. Под действием давления воздуха поршень *7*, сжимая пружину *8*, опускается вниз и открывает штоком *10* пластинчатый клапан *11*. Воздух из баллона *1* поступает через открытый клапан *11* и полость *А* под поршнем в тормозные камеры прицепа – происходит торможение колес.

При отпускании педали тормоза давление в пневмолинии прицепа, как было описано ранее, возрастает, воздух из баллонов тягача поступает в полость *Б* распределителя под поршень и, открыв шариковый клапан *6*, поступает в пространство над поршнем. Вследствие равенства давлений с двух сторон поршня *7* пружина *8* поднимает его вверх, а вместе с ним и шток *10* с поршнем *9*. Клапан *11* закрывается, а тормозные камеры прицепа через полость под поршнем *9*, отверстия в штоке *10* и фильтр *4* соединяются с атмосферой. Тормозные механизмы прицепа будут выключены, а баллон прицепа пополнится воздухом из баллонов тягача.

Предохранительный клапан. Для предохранения пневматической системы от чрезмерного повышения давления в случае неисправности регулятора давления служит предохранительный клапан (рис. 222). Седло *1* клапана установлено на переднем правом баллоне со сжатым

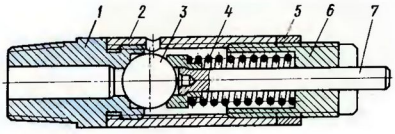


Рис. 222.
Предохранительный клапан пневматического тормозного привода автомобиля ЗИЛ-130:
1 – седло; *2* – корпус; *3* – шарик; *4* – пружина; *5* – контргайка; *6* – регулировочный винт; *7* – стержень

воздухом. Клапан регулируют винтом *6* на давление 900–950 кПа, а затем стопорят контргайкой *5*. Стержень *7* служит для проверки исправности клапана.

Тормозные камеры и тормозные цилиндры. Колесные тормозные механизмы приводятся в действие камерами или тормозными цилиндрами. На рис. 223 показана тормозная камера автомобиля ЗИЛ-130. Камера болтами *9* прикреплена к кронштейну. Мембрана *2* из прорезиненной ткани по краям зажата между корпусом *1* и крышкой *4*. Мембрана прогнута в сторону крышки *4* двумя возвратными пружинами *6* и *7*, упирающимися в диск, прикрепленный к штоку *3*. Вал *16* разжимного кулака тормозных колодок рычагом *11* соединен с вилкой *10* штока, навинченной на выступающий из корпуса *1* камеры конец штока *3*. Вилка зафиксирована на штоке контргайкой. В теле рычага *11* установлен червяк *12*, а на шлицах вала *16* закреплено червячное колесо *15*.

При торможении сжатый воздух проходит по гибкому шлангу *5* в тормозную камеру, вследствие чего мембрана распрямляется. При этом движение через шток *3* и вилку *10* передается рычагу *11*, который через червяк *12* поворачивает червячное колесо *15* и вал *16* разжимного кулака, прижимающего колодки к тормозному барабану. Фиксатор *13* удерживает вал *14* от самопроизвольного проворачивания. Конец вала имеет квадратное сечение для удобства регулирования тормозных механизмов.

Наличие у автомобиля пневматической тормозной системы позволяет использовать сжатый воздух для торможения прицепов, накачивания шин, привода стеклоочистителей, дверей (в автобусах) и т. п.

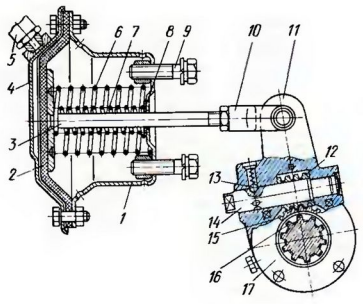


Рис. 223.
Тормозная камера автомобиля ЗИЛ-130:
1 – корпус камеры; *2* – мембрана; *3* – шток; *4* – крышка; *5* – гибкий шланг; *6* и *7* – пружины; *8* – уплотнительная шайба; *9* – болт крепления камеры; *10* – вилка штока; *11* – рычаг; *12* – червяк; *13* – фиксатор; *14* – вал; *15* – червячное колесо; *16* – вал разжимного кулака; *17* – крышка

§ 99. Контуры тормозного привода

Ранее рассмотренный одноконтурный гидравлический тормозной привод обладал существенным недостатком: в случае нарушения какого-либо соединения давление падало во всем приводе.

Для повышения надежности тормозных систем применяют двухконтурные независимые приводы тормозных механизмов передних и задних колес, устройства, автоматически отключающие поврежденные участки (разделители привода), а также многоконтурные независимые приводы, обеспечивающие работу рабочих тормозных механизмов отдельно передних и задних колес, стояночного и запасного тормозных механизмов, торможение двигателем и т. п.

Двухконтурный гидравлический тормозной привод. В автомобилях ВАЗ-2101 «Жигули» и «Москвич-2140» применен

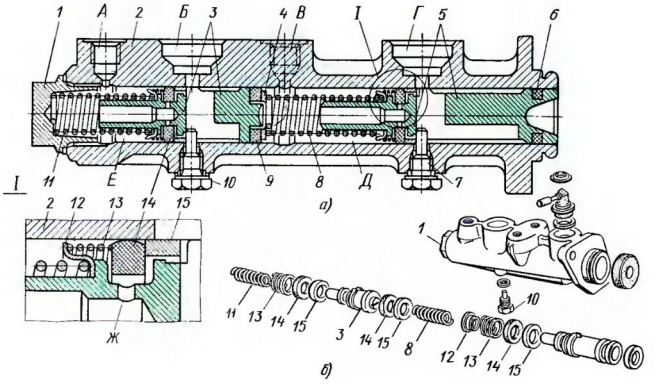


Рис. 224.
Сдвоенный главный тормозной цилиндр автомобиля ВАЗ-2101 «Жигули»:
а – конструкция; *б* – детали; *1* – пробка; *2* – корпус цилиндра; *3* – поршень привода задних тормозных механизмов; *4* – шайба; *5* – поршень привода передних тормозных механизмов; *6, 9* и *14* – уплотнительные манжеты; *7* и *10* – установочные болты; *8* и *11* – пружины; *12* – тарелка пружины; *13* – пружина уплотнительной манжеты; *15* – распорное кольцо; *А* – резьбовое отверстие для штуцера трубопровода к тормозным механизмам задних колес; *Б* и *Г* – отверстия для подвода жидкости из бачка; *В* – резьбовое отверстие для штуцера трубопровода к тормозным механизмам передних колес; *Д* – рабочая полость привода тормозных механизмов передних колес; *Е* – рабочая полость привода тормозных механизмов задних колес; *Ж* – впускное отверстие

двухконтурный гидравлический тормозной привод. У автомобиля ВАЗ-2101 «Жигули» передние и задние колеса имеют независимые гидравлические тормозные приводы от сдвоенного главного цилиндра. У автомобиля «Москвич-2140» один контур воздействует при помощи малых цилиндров на все колеса, а второй – на дисковые тормоза передних колес, которые для этой цели оснащены дополнительными большими колесными тормозными цилиндрами. При выходе из строя одного из контуров другой обеспечивает работу тормозных механизмов.

На этих автомобилях установлены также регуляторы изменения давления жидкости в задних колесных тормозных цилиндрах в зависимости от нагрузки, приходящейся на эти колеса. Необходимость применения таких регуляторов объясняется следующим. При торможении автомобиля, как известно, происходит перераспределение нагрузки: задняя часть кузова приподнимается, и нагрузка на задние колеса уменьшается. Это может вызвать при постоянном соотношении тормозных сил на передних и задних колесах блокировку колес заднего моста (движение юзом) и занос задней части автомобиля.

У автомобиля «Москвич-2140» тормозная система оснащена вакуумным усилителем, объединенным в блоке со сдвоенным главным цилиндром.

Сдвоенный (тандемный) цилиндр и регулятор давления автомобилей семейства ВАЗ «Жигули» работают следующим образом. Перемещающиеся внутри чугунного корпуса *2* цилиндра (рис. 224) поршни *3* и *5* подают жидкость соответственно к задним и передним колесным тормозным цилиндрам. В поршнях сделаны пазы для жидкости и для установочных болтов *7* и *10*, ограничивающих перемещение поршней.

Поршни *3* и *5* имеют возвратные пружины *8* и *11*, а также уплотнительные манжеты *6*, *9* и *14*. На задний торец главного цилиндра надет резиновый чехол, защищающий его от пыли и грязи.

При отпущенной педали тормоза поршни *3* и *5* пружинами *11* и *8* отводятся в заднее положение; при этом манжета *14* не соприкасается с поршнем *5*, так как упирается в распорное кольцо *15*, закрепленное установочным болтом *7*. Между поршнем, манжетой и распорным кольцом образуется лабиринт, по которому жидкость из отверстия *Г* через отверстие *Ж* заполняет полость между поршнем и уплотнительной манжетой *9*. Аналогично заполняется и левая секция цилиндра.

В процессе торможения под действием толкателя поршень *5* перемещается влево и соприкасается с манжетой *14*, которую прижимает к поршню пружина *13*, упирающаяся другим концом в тарелку *12*. Вследствие этого кольцевая щель закрывается, сообщение с питательным бачком через отверстие *Г* прекращается, свободный ход поршня заканчивается и давление жидкости перед поршнем возрастает. Имея высокое давление, жидкость через отверстие *В* приводит в действие тормозные механизмы передних колес. При движении уплотнительной манжеты *9* и поршня *3*, избыток жидкости выталкивается через

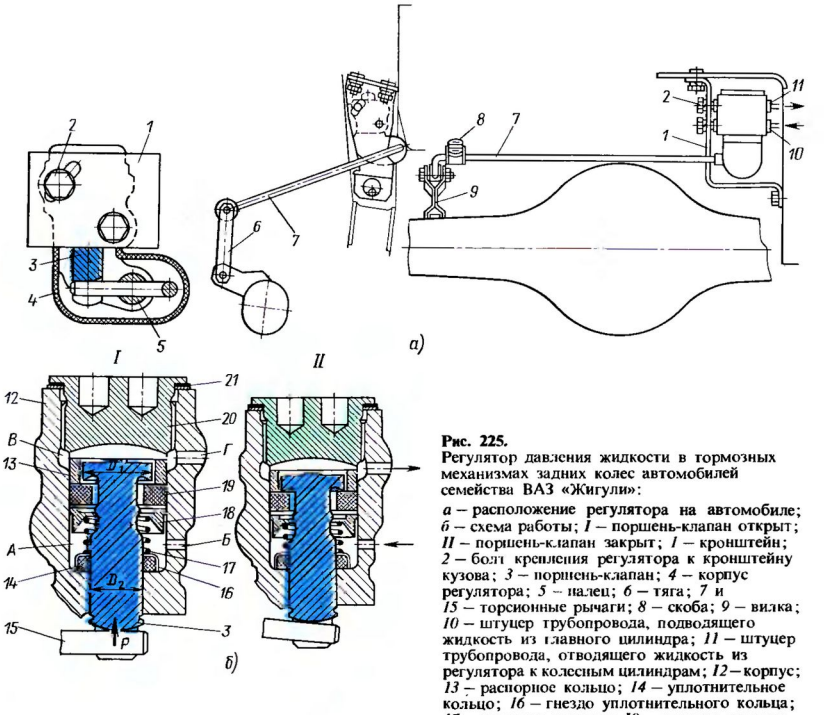


Рис. 225.
Регулятор давления жидкости в тормозных механизмах задних колес автомобилей семейства ВАЗ «Жигули»:
а – расположение регулятора на автомобиле; *б* – схема работы; *I* – поршень-клапан открыт; *II* – поршень-клапан закрыт; *1* – кронштейн; *2* – болт крепления регулятора к кронштейну кузова; *3* – поршень-клапан; *4* – корпус регулятора; *5* – палец; *6* – тяга; *7* и *15* – торсионные рычаги; *8* – скоба; *9* – вилка; *10* – штуцер трубопровода, подводящего жидкость из главного цилиндра; *11* – штуцер трубопровода, отводящего жидкость из регулятора к колесным цилиндрам; *12* – корпус; *13* – распорное кольцо; *14* – уплотнительное кольцо; *16* – гнездо уплотнительного кольца; *17* – пружина поршня; *18* – упорное кольцо; *19* – уплотнительное кольцо клапана; *20* – пробка; *21* – прокладка; *А* и *В* – полости; *Б* – отверстие для штуцера трубопровода от главного тормозного цилиндра; *Г* – отверстие для штуцера трубопровода к тормозным механизмам задних колес; *Р* – сила, действующая на поршень от торсионного рычага при уменьшении расстояния от кузова до заднего моста

отверстие *А* к задним тормозным механизмам. После прекращения торможения поршни под действием пружин *8* и *11* возвращаются назад до упора краями своих расточек в установочные болты *7* и *10*.

При неисправности привода тормозных механизмов задних колес и утечке жидкости из рабочей полости *Е* цилиндра поршень *3* «проваливается», сжимая пружину *11*. Дойдя до установочного болта *10*, поршень *3* останавливается, а поршень *5* подает жидкость только к тормозным механизмам передних колес. Эффективность действия передних тормозных механизмов не изменяется. В случае повреждения привода тормозных механизмов передних колес поршень *5* сжимает пружину *8* и, действуя как удлинитель толкателя, перемещает поршень *3*. При этом жидкость подается только к тормозным механизмам задних колес.

На кронштейне *1* (рис. 225, *а*) кузова установлен корпус *4* регулятора давления, связанный с балкой заднего моста тягой *6* и торсионным рычагом *7*. Положение регулятора можно изменять, перемещая болт *2* в пазу кронштейна. Из главного цилиндра жидкость вначале поступает в регулятор давления, а из него уже к колесным цилиндрам задних колес. Таким образом, регулятор давления работает как ограничительный клапан, дозирующий подачу тормозной жидкости к тормозным механизмам задних колес.

В зависимости от расстояния между кузовом и балкой заднего моста торсионный рычаг оказывает различное воздействие на поршень-клапан *3* (рис. 225, *б*) регулятора, увеличивая давление при сближении заднего моста с кузовом и уменьшая давление при их расхождении.

В верхней части ступенчатой расточки в корпусе *12* регулятора давления размещены детали клапана. Поршень-клапан *3* имеет грибовидную форму. Площадь его верхней головки диаметром D_1 больше площади хвостовика диаметром D_2, поэтому по мере возрастания давления возникающая гидростатическая сила стремится опустить поршень вниз, а подпирающий его конец торсионного рычага *15* и пружина *17* этому препятствуют. Чем меньше расстояние между задней частью кузова и балкой заднего моста, тем выше торсионный рычаг стремится поднять поршень. В этот момент жидкость из главного цилиндра подается в задние колесные тормозные цилиндры под более высоким давлением, что соответствует увеличенной нагрузке на задний мост. Жидкость через отверстие *Б* поступает из главного цилиндра в полость *А* регулятора давления. Заполнив кольцевые зазоры вокруг хвостовика и головки поршня, а также полость *В*, жидкость через отверстие *Г* поступает к тормозным цилиндрам задних колес.

При торможении, когда кузов поднимается над задним мостом и нагрузка на задние колеса снижается, поршень под давлением жидкости опускается вниз до соприкосновения с резиновым кольцом *19*, и подача жидкости к цилиндрам прекращается. Таким образом, давление жидкости в колесных тормозных цилиндрах регулируют в зависимости от нагрузки на колеса, причем параметры регулятора подбирают так, чтобы давление жидкости не создавало такой силы, при которой происходит блокировка колес.

Многоконтурный тормозной привод. Такой привод тормозных механизмов применяется на автомобилях семейства КамАЗ, которые оборудованы рабочей, стояночной, вспомогательной и запасной тормозными системами, а также системой для аварийного растормаживания стояночного тормозного механизма и выводами для питания сжатым воздухом прицепов и полуприцепов. Рабочие тормозные механизмы имеют раздельный привод.

Независимость действия каждого контура обеспечивается специальными двух- и трехсекционным клапанами. Обеспечена также пропорциональность между интенсивностью торможения и величиной усилия, прикладываемого к педали тормоза.

Пневматический тормозной привод

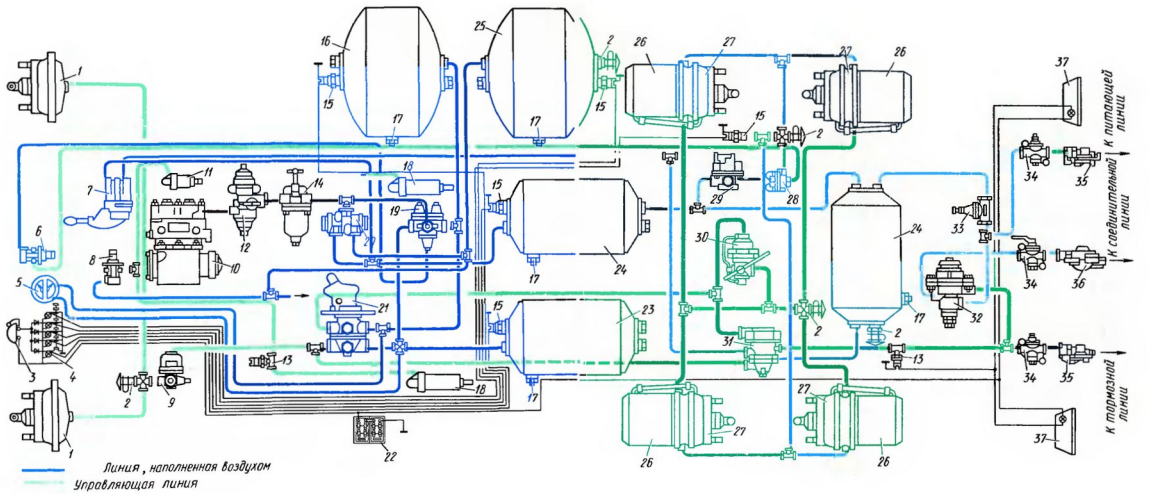


Рис. 226.
Схема пневматического тормозного привода автомобилей семейства КамАЗ:
1 – тормозная камера передних колес; *2* – клапан контрольного вывода; *3* – звуковой сигнал; *4* – контрольная лампа; *5* – двухстрелочный манометр; *6* – кран системы аварийного растормаживания стояночного тормозного механизма; *7* – кран управления стояночной и запасной тормозными системами; *8* – кран вспомогательного тормозного механизма; *9* – клапан ограничения давления; *10* – компрессор; *11* – цилиндр привода рычага остановки двигателя; *12* – регулятор давления; *13* – пневматический датчик включения электромагнита пневмоклапана прицепа; *14* – предохранитель от замерзания; *15* – пневмоэлектрический датчик падения давления в контуре; *16* – воздушный баллон контуров рабочего тормозного механизма колес задней тележки и системы аварийного растормаживания; *17* – кран слива конденсата; *18* – цилиндр привода вспомогательного тормозного механизма; *19* – тройной защитный клапан; *20* – двойной защитный клапан; *21* – двухсекционный тормозной кран; *22* – аккумуляторные батареи; *23* – воздушный баллон контуров рабочего тормозного механизма колес переднего моста и системы аварийного растормаживания; *24* – воздушный баллон контуров стояночного тормозного механизма и тормозных механизмов прицепов; *25* – воздушный баллон контура вспомогательного тормозного механизма; *26* – пружинный энергоаккумулятор; *27* – тормозная камера колес задней тележки; *28* – перепускной клапан; *29* – ускорительный клапан; *30* – автоматический регулятор тормозных сил; *31* и *32* – клапаны управления тормозными механизмами прицепа соответственно с двухпроводным и однопроводным приводами; *33* – одинарный защитный клапан; *34* – разобщительный кран; *35* и *36* – соединительные головки; *37* – задние фонари

автомобилей семейства КамАЗ (рис. 226) состоит из общего участка питания всех контуров сжатым воздухом и пяти независимых контуров. Общий участок состоит из компрессора *10*, регулятора давления *12* и предохранителя *14* от замерзания конденсата. Воздух по воздухопроводу подходит к двух- и трехсекционному защитным клапанам, а затем расходится по пяти независимым контурам.

Контур I привода рабочих тормозных механизмов колес переднего моста и прицепа включает часть тройного защитного клапана *19*, воздушный баллон *23* объемом 20 л, нижнюю секцию двухсекционного тормозного крана *21*, клапан *9* ограничения давления, клапан *2* контрольного вывода, тормозные камеры *1* передних колес, трубопроводы и шланги между перечисленными узлами, трубопроводы от нижней секции двухсекционного тормозного крана *21* к нижней секции клапана *31* управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом и от него к клапану *32* управления тормозными механизмами прицепа с однопроводным приводом, к разобщительным кранам *34* и соединительным головкам *35* и *36*.

Контур II привода рабочих тормозных механизмов колес задней тележки и прицепа включает часть тройного защитного клапана *19*, воздушный баллон *16* объемом 40 л, верхнюю секцию двухсекционного тормозного крана *21*, автоматический регулятор *30* тормозных сил, четыре тормозные камеры *27* колес задней тележки, клапан *2* контрольного вывода, верхнюю секцию клапана *31* управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом, далее те же узлы привода прицепа, что были перечислены в первом контуре, воздухопроводы и шланги между всеми перечисленными элементами.

Контур III привода тормозных механизмов стояночной и запасной тормозных систем тягача и прицепа, а также питания комбинированного привода тормозных механизмов прицепа вклю-

чает часть двойного защитного клапана *20*, два воздушных баллона *24* общим объемом 40 л, клапан *2* контрольного вывода, кран *7* управления стояночной и запасной тормозными системами, клапан *29*, часть перепускного клапана *28*, четыре пружинных энергоаккумулятора *26*, трубопроводы и шланги между названными узлами; трубопровод от крана стояночного и запасного тормозных механизмов к средней секции клапана *31* управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом, трубопроводы от воздушного баллона *24* к одинарному защитному клапану *33* и от него через разобщительный кран *34* и соединительную головку *35* к питающей линии прицепа.

Контур IV привода вспомогательной тормозной системы и питания потребителей включает часть двойного защитного клапана *20*, воздушный баллон *25* объемом 40 л, клапан *2* контрольного вывода, кран стояночного и вспомогательного тормозных механизмов, двух цилиндров *18* привода вспомогательного тормозного механизма, цилиндр *11* привода рычага остановки двигателя, трубопроводы и шланги между перечисленными приборами. От этого же контура сжатый воздух поступает к дополнительным потребителям (стеклоочистители, пневмогидравлический усилитель сцепления и др.).

Контур V привода системы аварийного растормаживания тормозных механизмов стояночной тормозной системы включает часть тройного защитного клапана *19*, кран *6* системы аварийного растормаживания, часть перепускного клапана *28*, воздушные баллоны *16* и *23*, воздухопроводы и шланги между перечисленными приборами.

§ 100. Приборы пневматического тормозного привода автомобилей семейства КамАЗ

Поскольку действие многих приборов пневматического привода связано с работой тормозных камер, рассмотрим их устройство и работу.

Тормозные камеры. Они служат для приведения в действие тормозных механизмов колес. Тормозные механизмы (см. рис. 205) установлены на всех колесах. На промежуточном и заднем мостах они являются общими для рабочей, стояночной и запасной тормозных систем.

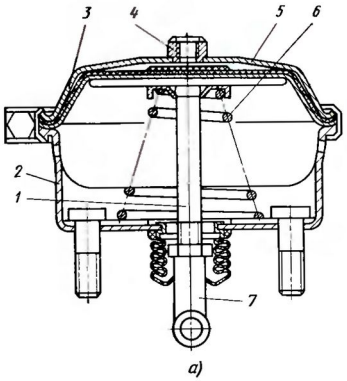
Тормозные механизмы передних колес приводятся в действие тормозными камерами типа 24 (рис. 227, *а*), а задние – типа 20 (рис. 227, *б*). Цифры 24 и 20 означают активную площадь мембран камер в квадратных дюймах.

В камере типа 24 (рис. 227, *а*) мембрана зажата между корпусом *2* камеры и крышкой *3*. На конце штока *1* закреплена вилка *7*, соединенная с регулировочным рычагом *14* (см. рис. 205, *а*) тормозного механизма.

При работе контура I в случае торможения сжатый воздух поступает в полость над резиновой мембраной *5* (рис. 227, *а*) и, перемещая ее, через шток *1* и вилку *7* передает усилие на регулировочный рычаг тормозного механизма колес. При этом воздух из-под мембраны выходит в атмосферу через отверстие в корпусе *2* камеры. При растормаживании сжатый воздух выпускается в атмосферу через двухсекционный тормозной кран. Мембрана под действием возвратной пружины *6* возвращается в исходное положение, и колодки под действием оттяжных пружин отходят от тормозного барабана.

Тормозная камера типа 20 (рис. 227, *б*) выполнена с пружинным энергоаккумулятором. Сама тормозная камера является составной частью контура II пневматического привода рабочей тормозной системы, а энергоаккумулятор входит в контур III привода стояночной и запасной тормозных систем. Работа стояночного и запасного тормозных механизмов происходит при обратном действии, т. е. при подаче в энергоаккумулятор сжатого воздуха осуществляется растормаживание, а при выпуске воздуха – затормаживание колес.

При отсутствии торможения сжатый воздух находится в цилиндре энерго-



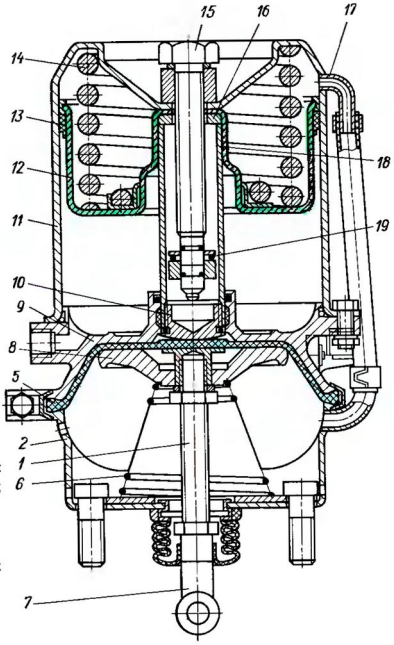
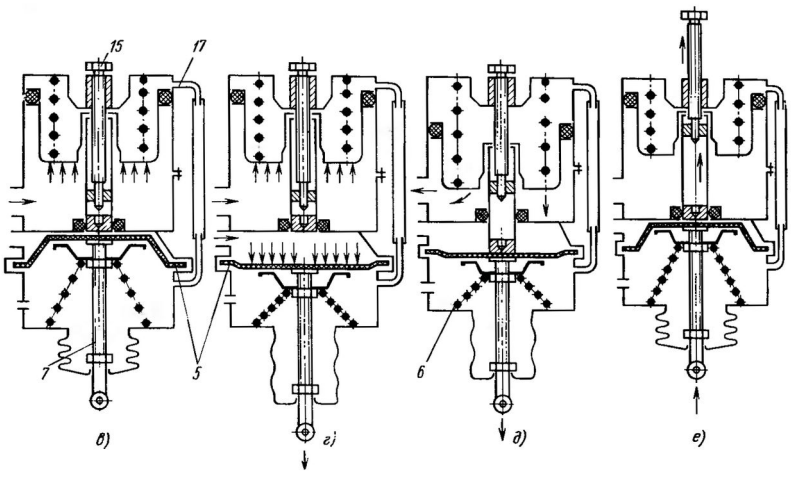


Рис. 227.
Тормозные камеры автомобилей семейства КамАЗ:
а – типа 24; *б* – типа 20 с энергоаккумулятором; *в* – схема работы камеры при отсутствии торможения; *г* – схема работы камеры при торможении рабочим тормозным механизмом; *д* – схема работы камеры при торможении запасным и стояночным тормозными механизмами; *е* – схема работы камеры при механическом растормаживании тормозных механизмов;
1 – шток; *2* – корпус; *3* – крышка корпуса; *4* – штуцер; *5* – мембрана; *6* и *14* – пружины; *7* – вилка; *8* – диск; *9* – фланец цилиндра; *10* – подпятник; *11* – цилиндр; *12* – поршень; *13* – уплотнитель поршня; *15* – винт; *16* – упорная шайба; *17* – дренажная трубка; *18* – толкатель; *19* – подшипник



аккумулятора (рис. 227, *в*). При торможении рабочим тормозным механизмом (контур II) сжатый воздух из двухсекционного тормозного крана по специальному штуцеру подается в полость камеры над мембраной (рис. 227, *г*), которая через шток *1* и вилку *7* (рис. 227, *б*), соединенную с регулировочным рычагом, приводит в действие тормозной механизм колеса.

При растормаживании сжатый воздух через двухсекционный кран выпускается из полости камеры над мембраной в атмосферу, и под действием пружины *6* мембрана возвращается в исходное положение.

При работе стояночного тормозного механизма (рис. 227, *д*) сжатый воздух выпускается из полости под поршнем *12* (рис. 227, *б*), поршень движется вниз и, перемещая толкатель *18*, через подпятник *10*, мембрану *5* и шток *1* приводит в действие тормозной механизм. Для выключения стояночного тормозного механизма под поршень *12* из системы подается сжатый воздух, поршень поднимается, сжимая пружину *14*, мембрана и шток под действием возвратной пружины *6* поднимаются вверх. При этом воздух из полости над поршнем через дренажную трубку *17* и отверстие в корпусе *2* тормозной камеры выходит в атмосферу. При использовании запасного тормозного механизма воздух частично выпускается из энергоаккумуляторов. Количество выпускаемого воздуха и степень торможения зависят от положения рукоятки крана стояночного и запасного тормозных механизмов, работа которого будет рассмотрена ниже.

При механическом растормаживании (рис. 227, *е*), вывинчивая винт *15* (рис. 227, *б*), перемещают поршень *12* вместе с толкателем *18*. В этом случае сжимается пружина *14*, и с помощью штока *1* под действием пружины *6* тормозной механизм растормаживается.

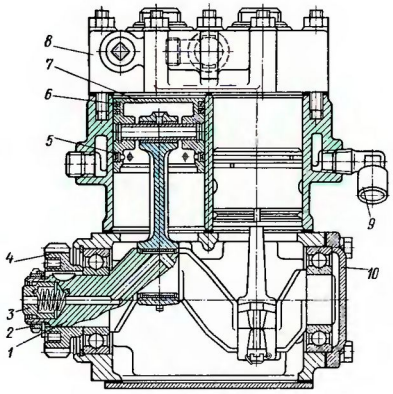


Рис. 228.
Компрессор пневмосистемы автомобилей семейства КамАЗ:
1 — коленчатый вал; *2* — гайка крепления зубчатого колеса; *3* — уплотнитель; *4* — зубчатое колесо привода; *5* — маслосъемное кольцо; *6* — компрессионное кольцо; *7* — поршень; *8* — головка цилиндров; *9* — штуцер; *10* — крышка

Компрессор. Двухцилиндровый компрессор поршневого типа (рис. 228) установлен на переднем торце задней крышки блока с зубчатым приводом от распределительных зубчатых колес. Воздух в компрессор через пластинчатые впускные клапаны поступает из впускного коллектора двигателя, а сжатый воздух вытесняется в пневмосистему через пластинчатые нагнетательные клапаны, расположенные в головке цилиндров.

Через уплотнитель *3* масло из масляной магистрали двигателя подается по каналам коленчатого вала компрессора к его шатунным подшипникам, остальные детали смазываются разбрызгиванием.

Регулятор давления. Автоматически поддерживает давление в системе регулятор давления (рис. 229). При возрастании давления до 700—750 кПа регулятор сообщает систему с атмосферой, и подача воздуха прекращается, а при падении давления до 620—650 кПа вновь сжатый воздух поступает в пневмосистему.

При давлении в системе менее 700 кПа воздух из компрессора поступает в вывод I (рис. 229, *а*) регулятора, проходит через фильтр *2* в кольцевой канал *8* и через обратный клапан *9* в пневмосистему. Часть воздуха одновременно

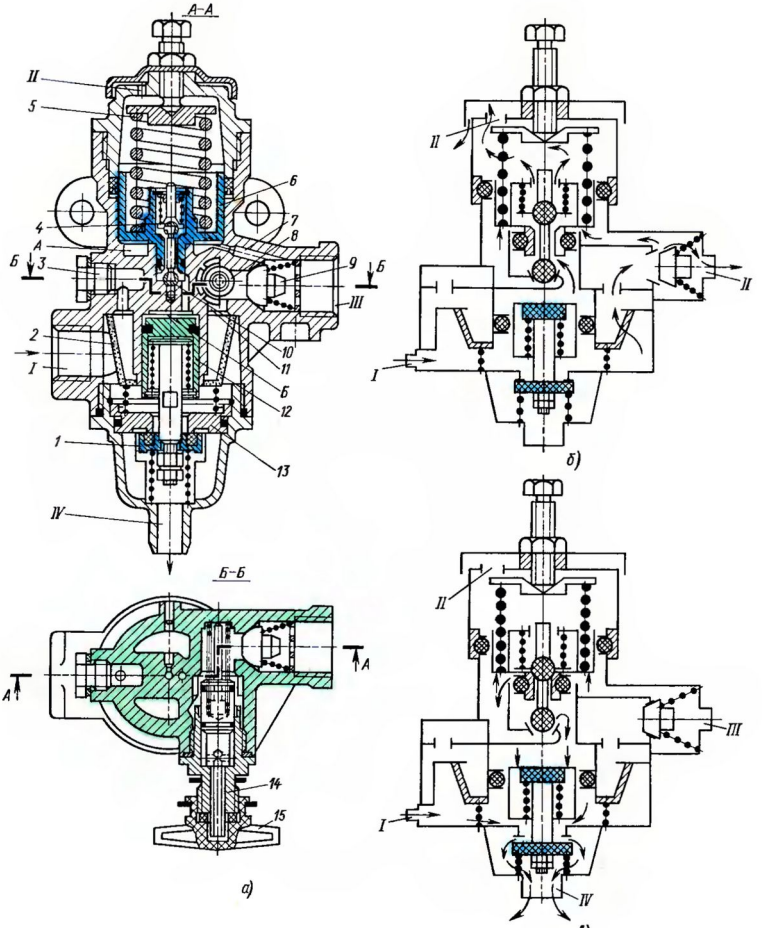


Рис. 229.
Регулятор давления:
а – конструкция; *б* – схема работы при давлении в системе менее 700 кПа; *в* – схема работы при давлении в системе 700–750 кПа; *1* – разгрузочный клапан; *2* – фильтр; *3* – пробка канала отбора воздуха; *4* – выпускной клапан; *5* – уравновешивающая пружина; *6* – следящий поршень; *7* и *11* – каналы; *8* – кольцевой канал; *9* – обратный клапан; *10* – впускной клапан; *12* – разгрузочный поршень; *13* – седло разгрузочного клапана; *14* – клапан для накачивания шин; *15* – колпачок; *А* – полость под следящим поршнем; *Б* – полость над разгрузочным поршнем; *I* – вывод от компрессора; *II* и *IV* – выводы в атмосферу; *III* – вывод в пневмосистему

через канал *7* поступает в полость *А* под поршень *6*, уравновешенный пружиной *5*. Выпускной клапан *4*, соединяющий полость *Б* над разгрузочным поршнем *12* с атмосферой через вывод *II*, открыт, а впускной клапан *10*, через который сжатый воздух поступает в полость *Б*, под действием своей пружины закрыт, так же как и разгрузочный клапан *1* (рис. 229, *б*).

В случае повышения давления в пневмосистеме, а следовательно, и в поло-

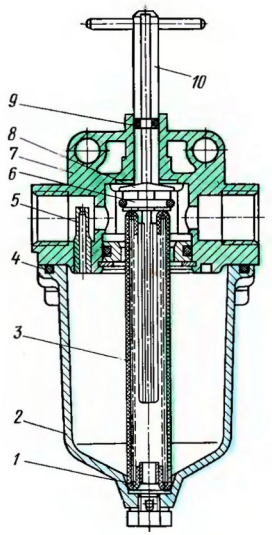


Рис. 230.
Предохранитель от замерзания:
1 – пружина фитиля; *2* – стакан; *3* – фитиль; *4* и *9* – уплотнительные кольца; *5* – жиклер; *6* – пробка с уплотнительным кольцом; *7* – крышка; *8* – запирающий штифт; *10* – шток с рукояткой

сти *А* до 700–750 кПа поршень *6* поднимается, преодолевая сопротивление пружины *5*. Выпускной клапан *4* закрывается, впускной клапан *10* открывается, и воздух из полости *А* поступает в полость *Б*. При этом разгрузочный поршень *12* перемещается вниз, разгрузочный клапан *1* открывается, и сжатый воздух через вывод *IV* выходит в атмосферу. Поскольку давление в кольцевом канале *8* падает, то обратный клапан *9* закрывается (рис. 229, *в*).

Как только давление в пневмосистеме и полости *А* снизится до 620–650 кПа, поршень *6* (рис. 229, *а*) под действием пружины *5* переместится вниз, впускной клапан *10* закроется, выпускной клапан *4* откроется и полость *Б* через вывод *II* соединится с атмосферой. Под действием своей пружины поршень *12* поднимется вверх, разгрузочный клапан *1* закроется, и компрессор вновь будет нагнетать воздух в пневмосистему (рис. 229, *б*).

В случае выхода из строя регулятора давление в выводе *I* возрастет и разгрузочный клапан *1* (рис. 229, *а*) сработает как предохранительный, откроясь при давлении 1000–1350 кПа, преодолевая при этом суммарное сопротивление своей пружины и пружины разгрузочного поршня *12*.

Для подсоединения специальных устройств в регуляторе имеется канал, закрытый пробкой *3*. Колпачком *15* закрыт клапан, служащий для накачивания шин. После навинчивания штуцера шланга клапан необходимо утопить. При этом открывается доступ в шланг сжатому воздуху и одновременно преграждается проход воздуха в пневмосистему. Давление воздуха в пневмосистеме должно быть пониженным, так как при работе компрессора в режиме холостого хода нельзя производить отбор воздуха.

Предохранитель от замерзания. Предохранитель испарительного типа служит для защиты трубопроводов и приборов пневматического привода от замерзания конденсата.

В стакан *2* (рис. 230) заливается 200 или 1000 см^3 этилового спирта. С помощью штока *10* с рукояткой предохранитель может быть подключен к пневмосистеме при температуре ниже 5 °С или отключен при температуре выше 5 °С.

При включенном состоянии рукоятка со штоком находится в верхнем положении, при котором уплотнительное устройство выведено из своего нижнего гнезда, пружина *1* растягивает фитиль *3* и часть его выходит в воздушный канал. Проходящий воздух насыщается парами этилового спирта и образует конденсат с низкой температурой замерзания. При опускании штока фитиль утапливается, а уплотнитель садится в гнездо и разобщает резервуар предохранителя с воздушным каналом. Жиклер *5* выравнивает давление в линии и корпусе.

Двойной защитный клапан. Этот клапан (рис. 231, *а*) служит для распределе-

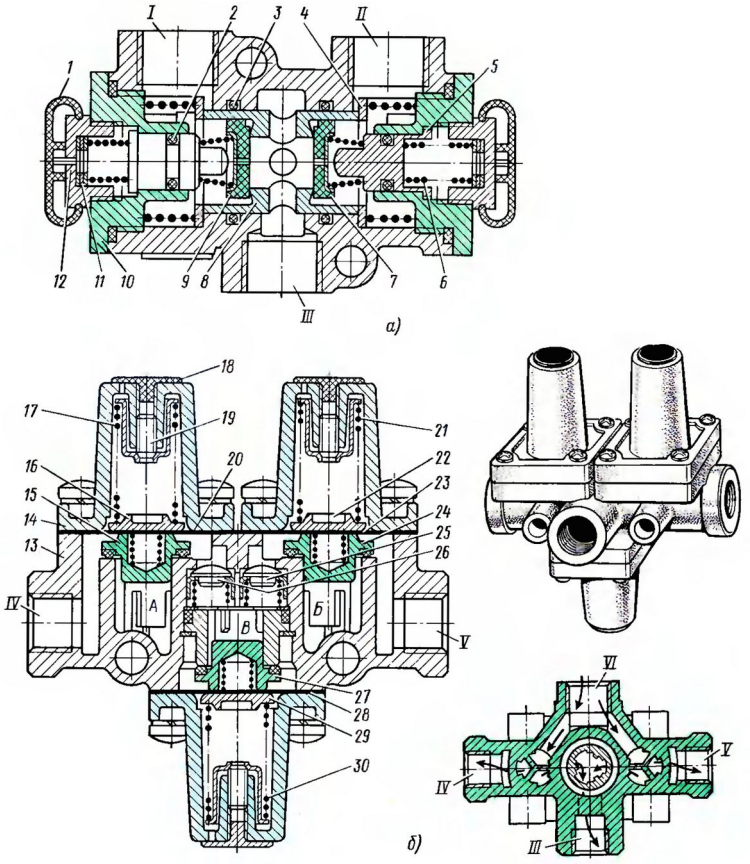


Рис. 231.

Защитные клапаны:

а – двойной; *б* – общий вид и конструкция тройного клапана; *1* – защитный чехол; *2* и *3* – уплотнительные кольца; *4* – упорное кольцо; *5* – упорный поршень; *6* – пружина; *7* и *9* – плоские клапаны; *8* – центральный поршень; *10* – крышка; *11* – регулировочные шайбы; *12* – пробка с дренажным отверстием; *13* – корпус; *14* – колпак; *15, 24* и *27* – клапаны; *16, 22* и *29* – опорные диски; *17, 21* и *30* – пружины; *18* – заглушка; *19* – регулировочный винт; *20, 23* и *28* – мембраны; *25* и *26* – перепускные клапаны; *А, Б* и *В* – полости; *I* – вывод в контур вспомогательной тормозной системы; *II* – вывод в контур стояночной и запасной тормозных систем тягача и прицепа; *III* – вывод к компрессору; *IV* – вывод в контур рабочих тормозных механизмов колес переднего моста и прицепа; *V* – вывод в контур рабочего тормозного механизма колес задней тележки и прицепа; *VI* – вывод в контур системы растормаживания

ния поступающего из компрессора сжатого воздуха по двум контурам и поддержания давления в одном контуре при повреждении другого.

Сжатый воздух из компрессора, пройдя регулятор давления и предохранитель от замерзания, через вывод ***III*** поступает в центральную полость. Затем он, отжав клапаны *7* и *9*, через вывод ***I*** проходит в контур вспомогательной

тормозной системы, а через вывод *II* – в контур стояночной и запасной тормозных систем тягача и прицепа. Однако, если давление в баллонах будет достигать значения, при котором регулятор давления отключает пневмосистему от компрессора, клапаны *7* и *9* закрываются.

Если в одном из контуров, допустим в правом выводе, произошла утечка воздуха, то центральный поршень *8* вместе с клапаном *7* под действием давления в левом выводе переместится вправо и прижмется к упорному поршню *5* (клапан при этом остается закрытым). Как только давление в центральной полости будет больше усилия пружины *6*, клапан *7* отойдет от центрального поршня *8* и избыточный воздух выйдет в негерметичный контур. То же самое произойдет в случае повышенного расхода воздуха в одном из контуров.

При повреждении одного из контуров двойной защитный клапан поддерживает в другом контуре давление 520–540 кПа.

Тройной защитный клапан. Клапан (рис. 231, *б*) распределяет воздух, поступающий из компрессора, по трем контурам и при повреждении одного из них сохраняет давление в исправных контурах.

Сжатый воздух из компрессора через вывод *III* поступает в полости *А* и *Б* и при возрастании давления до 520 кПа открывает клапаны *15* и *24*, преодолевая сопротивление пружин *17* и *21*. Затем, прогибая мембраны, поступает через выводы *IV* и *V* соответственно в контуры рабочих тормозных механизмов колес переднего моста и прицепа и колес задней тележки и прицепа. В это же время сжатый воздух открывает перепускные клапаны *25* и *26*, поступает в полость *В* и при давлении 510 кПа, открыв клапан *27*, проходит через вывод *VI* в контур системы растормаживания.

При разгерметизации одного из контуров давление в связанной с ним полости защитного клапана уменьшается, и под действием пружины клапан соответствующего контура закрывается. Для того чтобы открыть клапан неисправного контура, потребуется большее давление поступающего из компрессора воздуха, чем для открытия клапанов исправных контуров. Это объясняется тем, что на мембраны исправных контуров воздействует сжатый воздух из воздушных баллонов и из компрессора, а клапан неисправного контура открывается только под действием воздуха, поступающего из компрессора. В негерметичный контур, таким образом, воздух может поступить только при значительном повышении давления. В этом случае он срабатывает как предохранительный клапан, выпустив часть воздуха в атмосферу, т. е. в герметичных контурах будет поддерживаться давление не больше того, при котором открывается клапан неисправного контура (до 520 кПа).

Если разгерметизируется линия, идущая от компрессора, то клапаны *15, 24* и *27* закроются под действием пружин *17, 21* и *30*, и в контурах сохранится имеющееся в них давление.

Двухсекционный тормозной кран. Кран (рис. 232, *а*) служит для управления механизмами рабочей тормозной системы автомобиля и комбинированным приводом тормозных механизмов прицепа при наличии раздельного привода к тормозным механизмам передних и задних колес. При отсутствии торможения (рис. 232, *б*) воздух из крана в контуры не поступает.

При торможении усилие от педали тормоза передается через упругий элемент *4* крана на ступенчатый поршень *3*, который, перемещаясь вниз, закрывает выпускное отверстие клапана *2*, разобщая вывод *II* с атмосферой. При движении поршня *3* вниз обеспечивается доступ сжатому воздуху из вывода *III* к выводу *II* и далее к тормозным камерам задних колес (рис. 232, *в*). Действие сжатого воздуха и пружины *6* на поршень *3* снизу уравновешивает силу нажатия на педаль.

При повышении давления в выводе *II* сжатый воздух через канал *А* проходит в полость над ускорительным поршнем

1 и перемещая его вниз, заставляет перемещаться ступенчатый поршень *7*. Поршень *7* вначале закрывает выпускное отверстие клапана *9*, разобщая вывод *I* с атмосферой, а затем открывает этот клапан, обеспечивая поступление сжатого воздуха из вывода *IV* через вывод *I* в тормозные камеры передних колес.

При повышении давления в выводе *1* сжатый воздух, пройдя под поршни *1* и *7*, вместе с пружиной *8* уравновешивает силу, действующую на поршень сверху. Следовательно, в выводе *I* устанавливается давление, пропорциональное усилию на рычаге тормозного крана. Таким образом, в обеих секциях крана осуществляется следящее действие в зависимости от усилия водителя, прикладываемого к педали тормоза.

При повреждении контура, связанного с нижней секцией, работа верхней секции не нарушится. В этом случае при падении давления в верхней секции усилие от рычага тормозного крана через болт *5* будет передаваться непосредственно на толкатель *10* поршня *7*, т. е. вторая секция, управляемая механическим воздействием, сохранит работоспособность.

При прекращении торможения упругий элемент *4* возвращается в исходное положение. Под действием пружины *6* ступенчатый поршень *3* поднимается, клапан *2* садится в седло, разобщая выводы *III* и *II*. Затем поршень, открывая выпускное окно в полом толкателе *10*, сообщает вывод *II* через вывод *V* с атмосферой. Давление в полости *1* над ускорительным поршнем, сообщающейся через канал *A* с выводом *II*, падает. Под действием пружины *8* поршни *1* и *7* поднимаются вверх, а клапан *9* садится в свое гнездо и разобщает выводы *IV* и *I*. При дальнейшем подъеме поршня *7* открывается выпускное окно, и вывод *I* сообщается через вывод *V* с атмосферой.

Ручной тормозной кран. Для управления пружинными энергоаккумулятора-

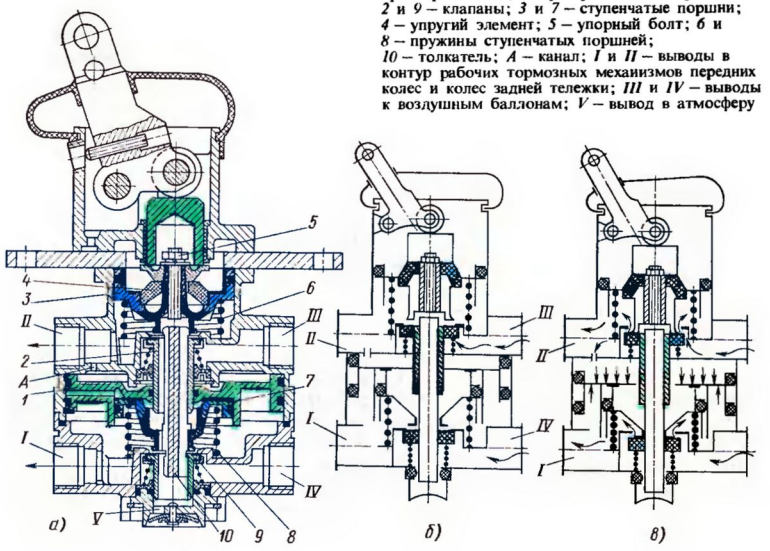


Рис. 232.
Двухсекционный тормозной кран:
а – конструкция; *б* – схема работы крана при отсутствии торможения; *в* – схема работы крана при торможении; *1* – ускорительный поршень; *2* и *9* – клапаны; *3* и *7* – ступенчатые поршни; *4* – упругий элемент; *5* – упорный болт; *6* и *8* – пружины ступенчатых поршней; *10* – толкатель; *A* – канал; *I* и *II* – выводы в контур рабочих тормозных механизмов передних колес и колес задней тележки; *III* и *IV* – выводы к воздушным баллонам; *V* – вывод в атмосферу

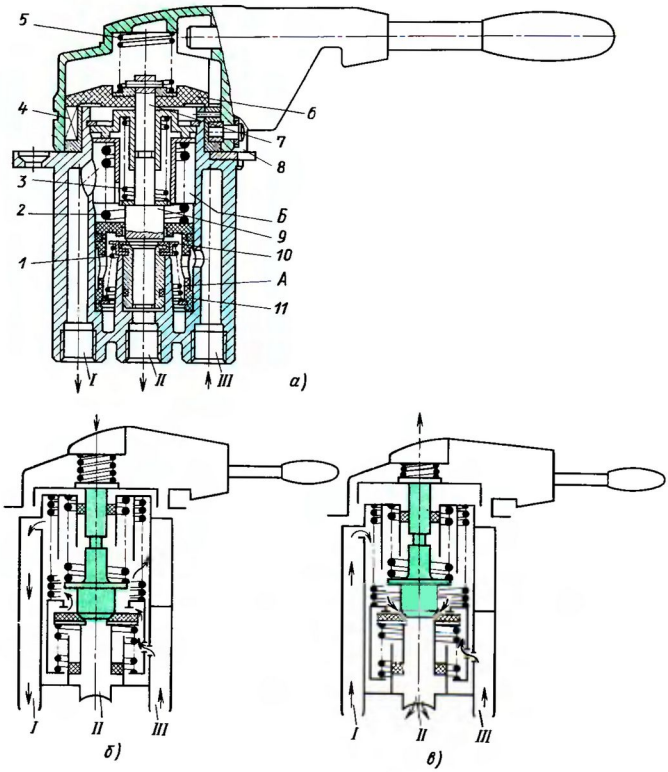


Рис. 233.
Ручной тормозной кран управления стояночной и запасной тормозными системами:
а – конструкция; *б* – схема работы при отсутствии торможения; *в* – схема работы при торможении; *1* – пружина выпускного клапана; *2* – уравновешивающая пружина; *3* и *5* – пружины штока; *4* – кулачок; *6* – направляющий колпачок; *7* – шток; *8* – фиксатор рукоятки; *9* – седло; *10* – выпускной клапан; *11* – поршень; *А* и *Б* – полости; *I* – вывод к энергоаккумуляторам через ускорительный клапан; *II* – атмосферный вывод; *III* – вывод к воздушному баллону

ми привода стояночной и запасной тормозных систем служит ручной тормозной кран (рис. 233). Он управляет пневматическими механизмами, работающими при выпуске сжатого воздуха.

При отсутствии торможения в исходном положении (рис. 233, *б*) направляющий колпачок *6* (рис. 233, *а*) и шток *7* занимают нижнее положение. Шток *7* опускает вниз клапан *10*, закрывая его внутреннее отверстие и отводит его от поршня *11*. Вывод *II* в атмосферу, осуществляемый через внутреннее отверстие клапана *10*, в этом случае закрыт, а полость *А* через кольцевую щель между клапаном *10* и поршнем *11* сообщается с полостью *Б*. Сжатый воздух из вывода *III* через отверстие в поршне *11*, полость *А* и полость *Б* поступает к выводу *I* и далее к ускорительному клапану, обеспечивающему подачу воздуха в цилиндры энергоаккумуляторов; пружины последних сжи-

маются, что соответствует расторможенному состоянию тормозных механизмов задних колес.

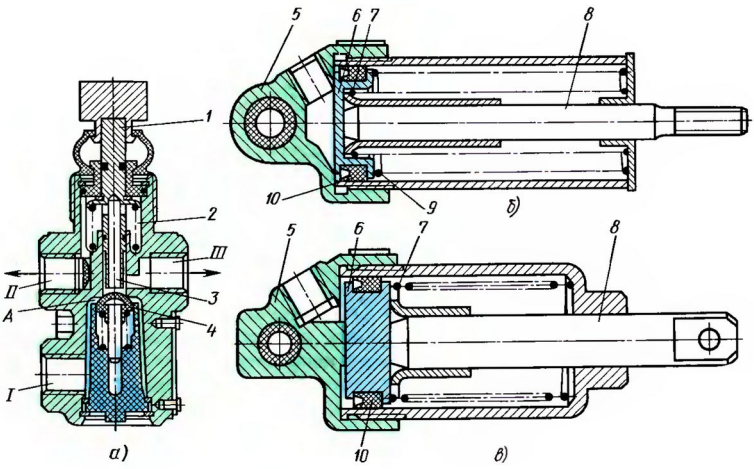
Для приведения в действие запасной тормозной системы необходимо повернуть рукоятку крана. Вместе с рукояткой поворачивается направляющий колпачок *6* и скользит при этом по винтовой поверхности кулачков *4*, вследствие чего колпачок поднимается и поднимает шток *7*. Нижний торец штока отходит от клапана *10* (рис. 233, *в*), который под действием пружины *1* (рис. 233, *а*) поднимается, прижимается изнутри к дну поршня *11* и, закрывая его отверстие, разобщает вывод *III* с выводом *I*. Так как шток, поднимаясь еще выше, открывает внутреннее отверстие клапана *10*, то полость *Б*, а следовательно, и вывод *I* сообщаются с выводом *II*, т. е. с атмосферой. При этом ускорительный клапан соединяет полости пружинных энергоаккумуляторов с атмосферой, и последние с помощью своих пружин производят затормаживание задних колес.

Для включения стояночной тормозной системы рукоятку поворачивают до отказа; в таком положении ее фиксируют стопорной защелкой. При этом положении весь воздух из вывода *I* выходит в атмосферу, пружины энергоаккумуляторов срабатывают, полностью затормаживая колеса.

При частичном повороте рукоятки крана (включение запасной тормозной системы) сжатый воздух из полостей энергоаккумуляторов, из управляющей линии ускорительного клапана и из вывода *III* через вывод *II* выходит в атмосферу до тех пор, пока давление в полости *А* под поршнем *11* не превысит суммарное усилие уравновешивающей пружины *2* и давление на поршень в полости *Б*. После этого поршень *11* вместе с клапаном *10* поднимается вверх до соприкосновения клапана *10* со штоком *7*, отверстие внутри клапана закрывается, и выпуск воздуха прекращается. Таким образом осуществляется следящее действие.

Рис. 234.
Кнопочный пневматический кран и пневмоцилиндры вспомогательной тормозной системы:

а – кнопочный кран; *б* – пневмоцилиндр привода заслонки в выпускном коллекторе; *в* – пневмоцилиндр привода рычага регулятора топливного насоса; *1* – толкатель; *2* – пружина толкателя; *3* – выпускной канал; *4* – впускной клапан; *5* – корпус цилиндра; *6* – поршень; *7* и *9* – возвратные пружины; *8* – шток; *10* – манжета; *А* – полость; *I* – вывод к воздушному баллону; *II* – вывод в атмосферу; *III* – вывод к пневмоцилиндрам



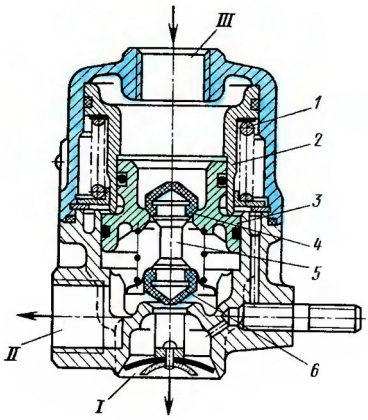


Рис. 235.
Клапан ограничения давления:

1 – уравновешивающая пружина; *2* – большой поршень; *3* – ступенчатый поршень; *4* – впускной клапан; *5* – стержень клапанов; *6* – выпускной клапан; *I* – вывод в атмосферу; *II* – вывод к тормозным камерам передних колес; *III* – вывод к тормозному крану

При включении стояночного тормозного механизма следящего действия происходить не будет вследствие того, что клапан *10* не сможет переместиться до штока *7*, так как раньше поршень *11* упрется в стакан пружины *3*.

Пневматический тормозной кран с кнопочным управлением. Этот кран (рис. 234, *а*) служит для управления вспомогательной тормозной системой. Отдельный кран такой же конструкции служит для управления контуром аварийного растормаживания стояночной тормозной системы.

При нажатии на кнопку толкателя *1* впускной клапан *4* открывается, а выпускной канал *3* в толкателе закрывается, и сжатый воздух через вывод *I*, полость *А* и вывод *III* поступает к исполнительным механизмам. При отпускании кнопки толкатель под действием пружины *2* возвращается в исходное положение, клапан *4* закрывается, канал *3* открывается, и воздух из механизмов через вывод III, канал *3* и вывод *II* выходит в атмосферу.

Кроме пневматического кнопочного крана в систему вспомогательной тормозной системы входят пневмоцилиндры. На автомобиле устанавливают три таких цилиндра: два цилиндра (рис. 234, *б*) диаметром 35 мм – для управления дроссельными заслонками в выпускных коллекторах двигателя и один цилиндр (рис. 234, *в*) диаметром 30 мм – для управления рычагом регулятора топливного насоса.

Устройство и работа всех цилиндров идентичны. Внутри цилиндра имеется поршень со штоком и возвратные пружины. При подаче сжатого воздуха поршень перемещается, выдвигает шток, который приводит в действие исполнительный механизм. Под действием пружины поршень возвращается в исходное положение.

Клапан ограничения давления. Клапан (рис. 235) служит для уменьшения давления в тормозных камерах передних колес при неполном торможении (что очень важно для улучшения устойчивости и управляемости автомобиля на скользких дорогах), а также для увеличения давления при максимальной интенсивности торможения и для ускорения выпуска воздуха при растормаживании.

Внутри клапана помещается большой поршень *2* с уравновешивающей пружиной *1*, ступенчатый поршень *3* с пружиной, впускной *4* и выпускной *6* клапаны, связанные стержнем *5*.

Клапан имеет три вывода: *I* – в атмосферу; *II* – к тормозным камерам передних колес; *III* – к нижней секции двухсекционного тормозного крана управления рабочими тормозными механизмами.

Сжатый воздух из нижней секции двухсекционного тормозного крана поступает к выводу *III* клапана ограничения давления и, воздействуя на торец ступенчатого поршня *3*, перемещает его вместе с соединенными между собой клапанами *4* и *6* вниз. При этом вначале клапан *6* закрывает вывод *I*, а затем открывается клапан *4*, и воздух из вывода

expert22 для http://rutracker.org

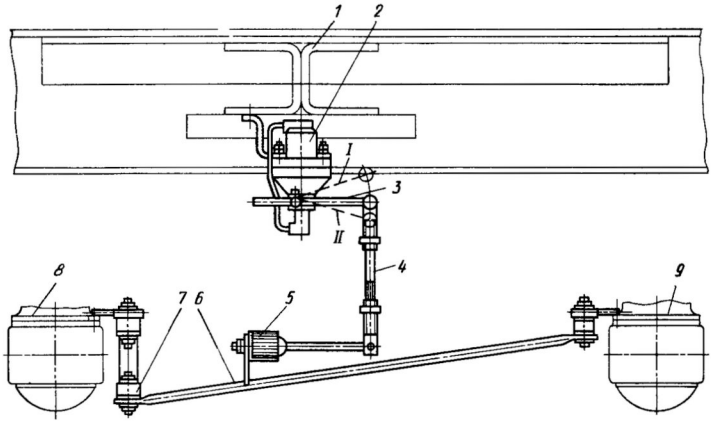


Рис. 236.
Схема установки регулятора тормозных сил:
1 – лонжерон; *2* – регулятор тормозных сил; *3* – рычаг регулятора; *4* – тяга; *5* – упругий элемент; *6* – штанга; *7* – компенсатор; *8* – промежуточный мост; *9* – задний мост; *I* – положение рычага при наибольшей осевой нагрузке; *II* – положение рычага при наименьшей осевой нагрузке

III поступает через вывод *II* к тормозным камерам передних колес.

Сжатый воздух, действуя снизу на более широкую часть поршня *3*, стремится переместить его в верхнее положение. Таким образом, между давлением в выводах *III* и *II* устанавливается соотношение, пропорциональное соотношению площадей соответствующих поршней, т. е. 1,75 : 1. Это соотношение сохраняется до давления в выводе *III*, равном 350 кПа. Если же давление становится больше, то большой поршень *2*, преодолевая сопротивление уравновешивающей пружины *1*, начинает опускаться вниз и оказывает дополнительное воздействие на поршень *3*, приоткрывая клапан *4*. С возрастанием давления в выводе *III* поршень *2* все сильнее воздействует на поршень *3*, уменьшая соотношение давлений в выводах *III* и *II*, и при давлении 600 кПа давление в указанных выводах уравнивается. Таким образом во всем диапазоне работы клапана ограничения давления осуществляется следящее действие.

При растормаживающем положении тормозного крана давление в выводе *III* уменьшается, поршни *2* и *3* вместе с клапанами *4* и *6* перемещаются вверх. При этом клапан *4* закрывается, а клапан *6* открывается, и сжатый воздух из тормозных камер через клапан вывода *I* выходит в атмосферу, т. е. клапан ограничения давления действует как клапан быстрого растормаживания.

Автоматический регулятор тормозных сил. Регулятор автоматически изменяет давление воздуха в тормозных камерах колес задней тележки в зависимости от нагрузки, действующей на нее в момент торможения.

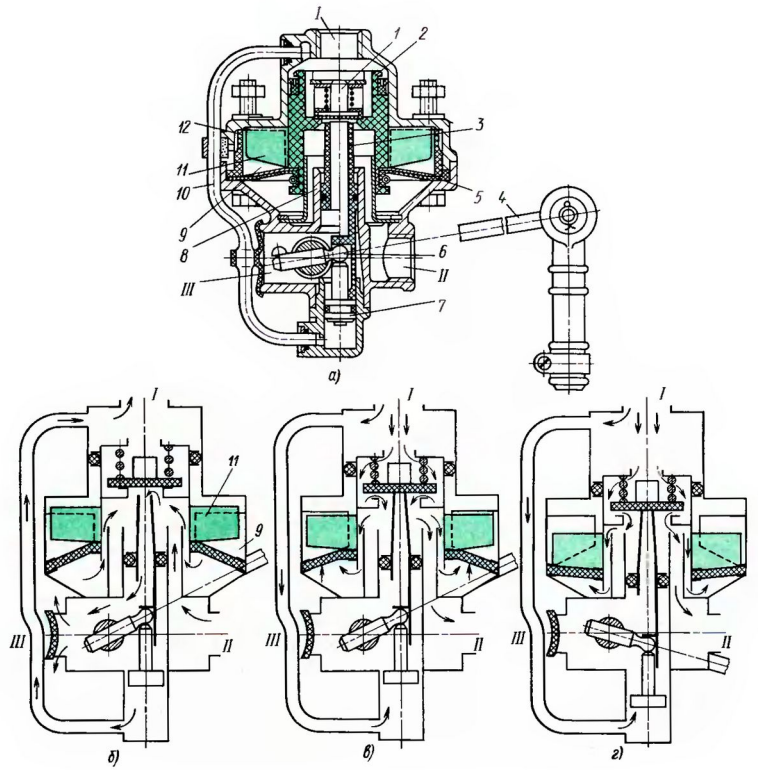
Регулятор устанавливают на раме автомобиля. Его рычаг с помощью тяги *4* (рис. 236) через упругий элемент *5* и штангу *6* соединен с балками мостов тележки. Причем соединение предохраняет регулятор от действия перекосов, скручивания и т. д.

Внутри регулятора помещен ступенчатый поршень *2* (рис. 237, *а*) с укрепленной на нем мембраной *5*. Края мембраны зажаты между верхней и нижней половинами корпуса. Внутри поршня выполнено отверстие, в которое проходит верхний конец толкателя *3*, а также имеется клапан *1*, под дей-

ствием пружины закрывающий отверстие в поршне. В нижней части к толкателю с помощью поршня *7* поджимается шаровая пята *6*, на которую передается усилие от рычага *4*. По трубке *10* под нижний поршень подается сжатый воздух, обеспечивающий контакт пяты *6* с толкателем *3*. В верхней части корпуса вставлена неподвижная вставка *12* с наклонными ребрами *9*, нижние кромки которых проходят по границе с мембраной. Ступенчатый поршень *2* также имеет наклонные ребра *11*, нижние кромки которых хорошо видны на рисунке. Ребра *11* поршня находятся между ребрами *9* неподвижной вставки.

Если поршень *2* находится в верхнем положении, то его ребра не касаются мембраны. В этом случае средняя часть мембраны опирается на поршень, а остальная часть прилегает к неподвижным ребрам вставки. Когда поршень при работе движется вниз, его ребра могут опускаться ниже непо-

Рис. 237.
Автоматический регулятор тормозных сил:
а – конструкция; *б* – схема работы при отсутствии торможения (максимальная нагрузка на мосты); *в* – схема работы при торможении (большая нагрузка на мосты); *г* – схема работы при торможении (минимальная нагрузка на мосты); *1* – клапан; *2* – ступенчатый поршень; *3* – толкатель; *4* – рычаг; *5* – мембрана; *6* – шаровая пята; *7* – поршень; *8* – направляющая толкателя; *9* – ребра неподвижной вставки; *10* – соединительная трубка; *11* – ребра поршня; *12* – неподвижная вставка; *I* – вывод к двухсекционному тормозному крану; *II* – вывод к тормозным камерам колес тележки; *III* – вывод в атмосферу



движных ребер вставки и по мере опускания все больше будут опираться на мембрану. Таким образом, пока поршень находится в верхнем положении, его нижняя активная площадь ограничивается лишь его торцами, так как мембрана лежит на неподвижных ребрах вставки. При опускании поршня его ребра все больше опираются на мембрану и его нижняя активная площадь захватывает все большую часть мембраны, т. е. возрастает.

Автоматический регулятор тормозных сил имеет три вывода: *I* – к верхней секции двухсекционного тормозного крана; *II* – к тормозным камерам задних колес тележки; *III* – в атмосферу.

При отсутствии торможения вывод *I* через двухсекционный тормозной кран соединен с атмосферой. В этом случае ступенчатый поршень *2* находится в верхнем положении, клапан *1* под действием пружины закрывает отверстие в поршне, но не доходит до толкателя *3*, и тормозные камеры колес через вывод *II*, внутреннее отверстие в толкателе и вывод *III* сообщаются с атмосферой (рис. 237, *б*).

При торможении из нижней секции двухсекционного тормозного крана сжатый воздух поступает через вывод *I* в регулятор, и поршень *2* под действием сжатого воздуха перемещается вниз вместе с клапаном *1*. Клапан *1*, дойдя до толкателя *3*, закрывает его верхнее отверстие, разобщая вывод *II*, а следовательно, и тормозные камеры задних колес с атмосферой. При дальнейшем движении вниз поршня *2* клапан *1*, упираясь в толкатель *3*, отходит от седла в поршне, и сжатый воздух из вывода *I* через образовавшуюся кольцевую щель между толкателем и поршнем направляется к выводу *II* и далее в тормозные камеры колес, производя торможение. Одновременно сжатый воздух между поршнем *2* и направляющей *8* поступает в полость под мембрану *5* (рис. 237, *в*).

Когда давление на мембрану снизу будет больше давления сжатого воздуха на ступенчатый поршень *2* сверху, поршень *2* поднимется вверх, и как только клапан *1* сядет в седло поршня *2*, поступление сжатого воздуха из вывода *I* в вывод *II* прекратится. Таким образом осуществляется следящее действие.

Соотношение давлений снизу на мембрану и сверху на ступенчатый поршень равно соотношению их активных площадей. Активная площадь верхней стороны поршня постоянна, а активная площадь мембраны, участвующей в передаче давления на поршень, меняется, как было рассмотрено выше, в зависимости от расположения ребер поршня и неподвижной вставки.

Взаимное расположение поршня и неподвижной вставки зависит от нагрузки на задние мосты. При максимальной нагрузке, т. е. при сближении задних мостов и автоматического регулятора, установленного на лонжероне рамы (см. рис. 236), рычаг *4* (см. рис. 237, *а*) будет находиться в верхнем положении. При этом толкатель *3* тоже будет в верхнем положении. Для подвода сжатого воздуха к выводу *II* из вывода *I* необходимо незначительное перемещение поршня, при котором его ребра не опустятся ниже ребер неподвижной вставки. Активная площадь мембраны при этом будет незначительной, и подъем поршня вверх произойдет при большом давлении снизу на активную площадь поршня *2*, т. е. сжатый воздух в тормозные камеры будет подаваться под значительным давлением.

При минимальной осевой нагрузке расстояние между задними мостами и регулятором будет наибольшим. Рычаг *4* опустит толкатель *3* в самое нижнее положение, и для подачи сжатого воздуха в вывод *II* ступенчатый поршень *2* должен максимально опуститься вниз (рис. 237, *г*). В этом случае его ребра опустятся ниже ребер неподвижной вставки и упрутся в мембрану. Активная площадь мембраны станет максимальной. Максимальной будет и разность давлений сжатого воздуха, действующего на поршень сверху и снизу, при которой поршень *2* поднимется вверх, клапан *1* сядет в седло поршня *2*, и поступление сжатого воздуха прекра-

тится. Следовательно, давление сжатого воздуха в тормозных камерах в этом случае будет значительно меньше. Оно будет в 3 раза меньше давления воздуха, поступающего в вывод *I*.

При промежуточном положении рычага *4* активная площадь мембраны, а следовательно, и давление воздуха в тормозных камерах колес тоже будут иметь какое-то промежуточное значение.

Следовательно, при торможении регулятор тормозных сил будет автоматически поддерживать в тормозных камерах давление, обеспечивающее тормозное усилие, пропорциональное нагрузке на задние мосты.

При растормаживании давление в выводе *I* уменьшается. Поршень *2* под действием противодавления снизу поднимается вверх; при этом вначале клапан *1* садится в седло поршня *2*, разобщая выводы *I* и *II*, а затем при дальнейшем движении поршня вверх клапан отходит от толкателя *3*, и воздух из тормозных камер через вывод *II*, полый толкатель *3* и вывод *III* выходит в атмосферу.

Ускорительный клапан. Клапан (рис. 238) служит для более быстрого выпуска и впуска сжатого воздуха из энергоаккумуляторов.

Ускорительный клапан выводом *III* соединяется с воздушным баллоном, выводом *I* – с цилиндрами энергоаккумуляторов, выводом *II* – с атмосферой и выводом *IV* – с ручным тормозным краном управления стояночной и запасной тормозными системами.

При отсутствии торможения под дей-

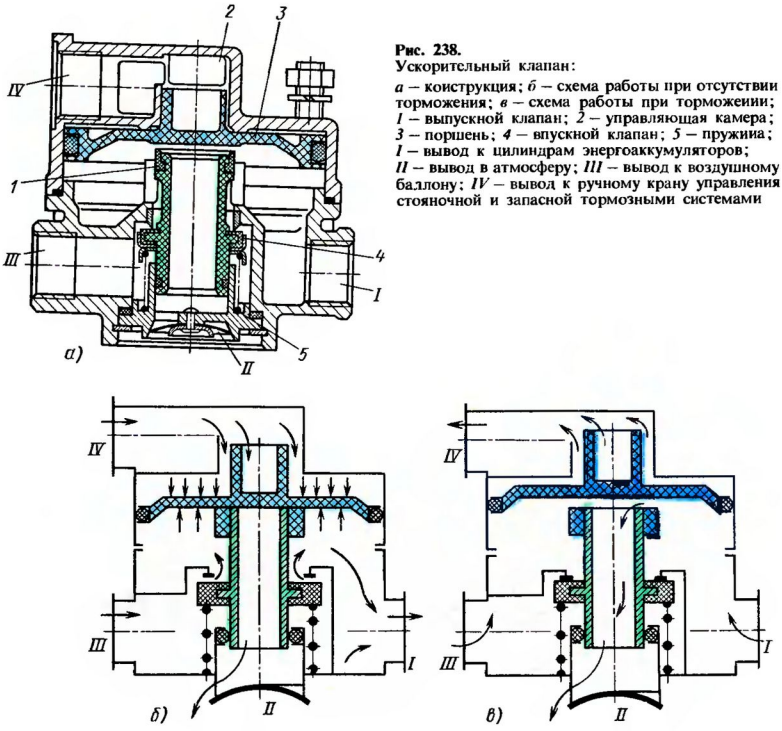


Рис. 238.
Ускорительный клапан:
а – коиструкция; *б* – схема работы при отсутствии торможения; *в* – схема работы при торможеиии; *1* – выпускной клапан; *2* – управляющая камера; *3* – поршень; *4* – впускной клапан; *5* – пружииа; *I* – вывод к цилиндрам энергоаккумуляторов; *II* – вывод в атмосферу; *III* – вывод к воздушному баллону; *IV* – вывод к ручному крану управления стояночной и запасной тормозными системами

ствием сжатого воздуха, поступающего из ручного тормозного крана в камеру *2*, поршень *3* опускается вниз, закрывая сначала клапан *1*, затем открывая клапан *4*. При этом сжатый воздух из баллона поступает через выводы *III* и *I* в энергоаккумуляторы и, преодолевая сопротивление пружин энергоаккумуляторов, производит растормаживание колес (рис. 238, *б*).

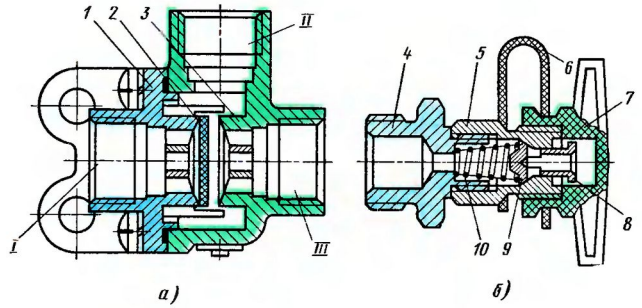
При включении запасной или стояночной тормозной системы сжатый воздух из камеры *2* через ручной тормозной кран выпускается в атмосферу. Поршень *3* перемещается вверх, клапан *4* под действием пружины закрывается, а клапан *1* при движении поршня вверх открывается, и энергоаккумуляторы через вывод *I*, клапан *1* и вывод *IV* сообщаются с атмосферой (рис. 238, *в*). При этом пружины энергоаккумуляторов разжимаются, и происходит затормаживание колес.

Пропорциональность между управляющим давлением в выводе *IV* и давлением в цилиндрах энергоаккумуляторов осуществляется с помощью поршня *3*. Если давление в выводе *I* становится несколько больше давления в выводе *IV*, то поршень *3* начинает подниматься вверх, клапан *4* закрывается и давление в энергоаккумуляторах больше не возрастает. Если давление в камере *2* возрастает, то поршень *3* опустится вниз, откроется клапан *4* и в энергоаккумулятор поступит новая порция воздуха. Давление в выводе *I* возрастет, и поршень *3*, поднявшись вверх, откроет клапан *4*. Если давление в камере *2* снизится, то поршень *3*, поднявшись вверх, откроет клапан *1* и воздух из энергоаккумуляторов выйдет в атмосферу, и т. д.

Двухмагистральный перепускной клапан. Этот клапан (рис. 239, *а*) служит для управления пружинным энергоаккумулятором от одного из двух независимых контуров, либо от ускорительного клапана, т. е. от ручного крана управления, либо от крана системы аварийного растормаживания. Вследствие этого он имеет три вывода: *I* – от линии ускорительного клапана, *II* – от линии энергоаккумуляторов и *III* – от линии крана системы аварийного растормаживания.

При растормаживании автомобиля с помощью ручного крана сжатый воздух поступает в вывод *I*, отжимает мембрану *2* вправо и прижимает ее к седлу *3*. Сжатый воздух из вывода *I* проходит в вывод *II* и в энергоаккумуляторы. При растормаживании краном системы аварийного растормаживания сжатый воздух поступает в вывод *III*, отжимает мембрану влево, прижимает ее к седлу *1*, и сжатый воздух

Рис. 239.
Клапаны:
а – двухмагистральный; *б* – контрольного вывода; *1* и *3* – седла; *2* – мембрана; *4* – штуцер; *5* – корпус; *6* – петля; *7* – колпачок; *8* – толкатель; *9* – клапан; *10* – пружина; *I* – вывод к ускорительному клапану; *II* – вывод к цилиндрам энергоаккумуляторов; *III* – вывод к крану системы аварийного растормаживания



а) *б)*

из вывода *III* проходит в вывод *II* к энергоаккумуляторам.

Клапан контрольного вывода. Клапан (рис. 239, *б*) служит для отбора воздуха из пневмосистемы или замера давления в контуре. Он состоит из штуцера *4*, клапана *9* с пружиной *10*, толкателя *8* и колпачка *7*, соединенного с корпусом петлей *6*. При снятии колпачка и навертывании наконечника шланга толкатель отжимает клапан и воздух поступает в шланг.

Датчик падения давления. Датчик (рис. 240, *а*) замыкает цепи электрических ламп и звукового сигнала при падении давления в воздушных баллонах.

При подаче сжатого воздуха под давлением 480—520 кПа мембрана прогибается и размыкает соответствующие контакты; при уменьшении давления контакты замыкаются.

Датчик включения сигнала торможения. Датчик (рис. 240, *б*) замыкает цепь электрических ламп при давлении около 15 кПа и размыкает при падении давления до 10 кПа.

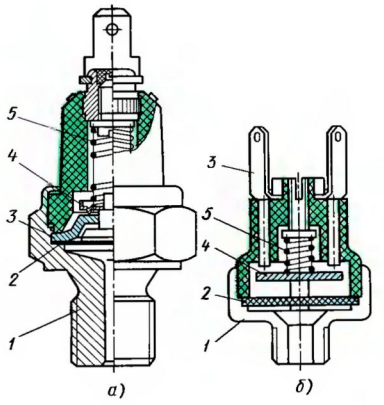


Рис. 240.
Датчики:
а — падения давления в воздушных баллонах; *б* — включения сигнала торможения; *1* — корпус; *2* — мембрана; *3* — контакт; *4* — замыкатель контактов; *5* — пружина

§ 101. Приборы тормозного привода прицепа

Тормозной привод прицепа — комбинированный: двухпроводный и однопроводный.

Двухпроводный привод. Привод включает клапан *31* (см. рис. 226) управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом, защитный одинарный клапан *33*, два разобщительных крана *34* и две соединительные головки *35* типа «Палм».

Клапан управления тормозными механизмами с двухпроводным приводом служит для управления тормозными механизмами прицепа при действии одновременно или порознь трех независимых друг от друга контуров: привода рабочих тормозных механизмов передних колес, привода рабочих тормозных механизмов колес задней тележки и привода тормозных механизмов стояночной и запасной тормозных систем. При работе первых двух контуров в клапан подается сигнал прямого действия (т. е. повышенное давление воздуха), в третьем случае — сигнал обратного действия (т. е. снижение давления при выпуске воздуха краном *7* управления стояночной и запасной тормозными системами).

Во всех случаях клапан управления направляет сжатый воздух из баллона в тормозные камеры колес прицепа при торможении и выпускает из них воздух в атмосферу при растормаживании.

Тормозные камеры тормозных механизмов прицепа аналогичны по конструкции тормозным камерам типа 24 передних колес автомобиля.

Клапан управления (рис. 241) имеет следующие выводы: *I* — к нижней секции двухсекционного крана, т. е. в контур I; *II* — к крану управления стояночной и запасной тормозными системами, т. е. в контур III; *III* — к верхней секции двухсекционного тормозного крана, т. е. в контур II; *IV* — в тормозную линию прицепа; *V* — к воздушному баллону; *VI* — в атмосферу.

В верхней секции клапана помещаются двухсекционный поршень *4*

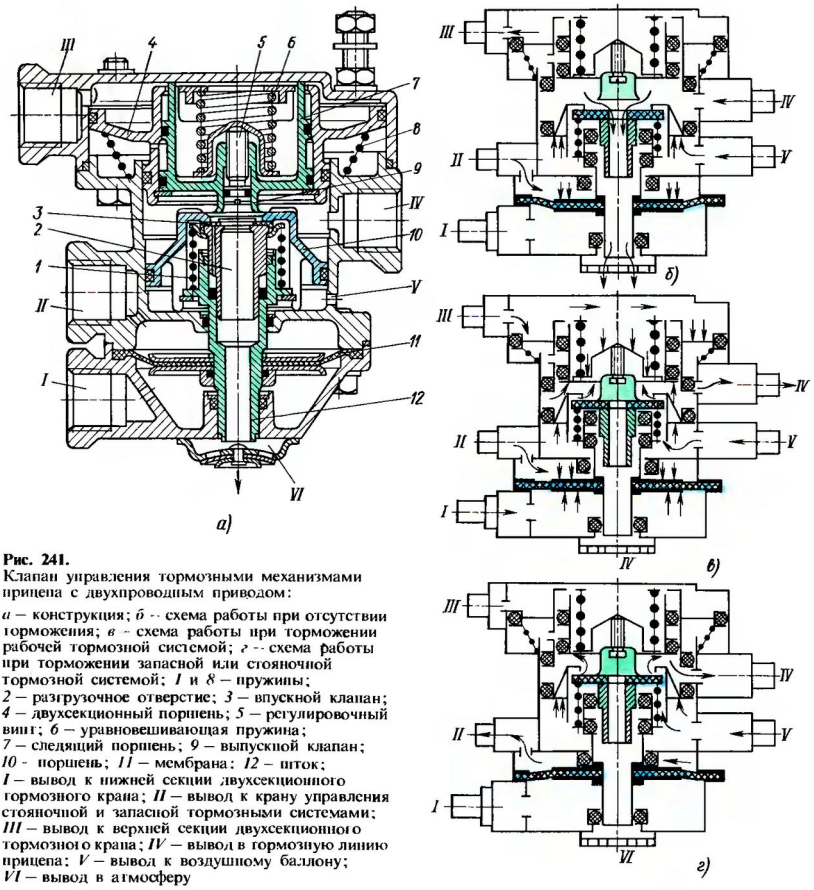


Рис. 241.
Клапан управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом:

а – конструкция; *б* – схема работы при отсутствии торможения; *в* – схема работы при торможении рабочей тормозной системой; *г* – схема работы при торможении запасной или стояночной тормозной системой; *1* и *8* – пружины; *2* – разгрузочное отверстие; *3* – впускной клапан; *4* – двухсекционный поршень; *5* – регулировочный винт; *6* – уравновешивающая пружина; *7* – следящий поршень; *9* – выпускной клапан; *10* – поршень; *11* – мембрана; *12* – шток; *I* – вывод к нижней секции двухсекционного тормозного крана; *II* – вывод к крану управления стояночной и запасной тормозными системами; *III* – вывод к верхней секции двухсекционного тормозного крана; *IV* – вывод в тормозную линию прицепа; *V* – вывод к воздушному баллону; *VI* – вывод в атмосферу

(рис. 241, *а*) с пружиной *8* и следящий поршень *7* с пружиной *6* и регулировочным винтом *5*. Нижняя часть поршня *7* образует выпускной клапан *9*. В средней секции находятся поршень *10* с пружиной *1*, впускной клапан *3* с разгрузочным отверстием *2* внутри и шток *12*, закрепленный в мембране *11*.

Полость клапана управления, соединенная выводом *V* с баллоном, постоянно заполняется сжатым воздухом. Состояние воздуха в других полостях зависит от различных вариантов движения воздуха в соответствующих выводах.

При отсутствии торможения (рис. 241, *б*) к выводам *I* и *III* из двухсекционного тормозного крана воздух не подается. К выводу *II* через кран управления стояночным тормозным механизмом подается сжатый воздух, который действует сверху на мембрану *11* (рис. 241, *а*). Одновременно снизу на поршень *10* действует сжатый воздух, по-

ступающий через вывод *V* из воздушного баллона. Вследствие того, что площадь мембраны больше площади поршня, мембрана вместе со штоком *12* находится в нижнем положении. Поршни *4* и *7* под действием пружины *8* находятся в верхнем положении. Выпускной клапан *9* отходит от клапана *3*, который под действием пружины *1* остается закрытым. Полость над поршнем *10*, а следовательно, вывод *IV* и линия управления тормозными механизмами прицепа через открывшееся разгрузочное отверстие *2* соединяются с атмосферным выводом *VI*.

В случае торможения при действии одновременно контуров I и II сжатый воздух от нижней и верхней секций тормозного крана подводится к выводам *I* и *III* клапана управления (рис. 241, *в*). Под действием сжатого воздуха, поступившего из вывода *I*, мембрана *11* (рис. 241, *а*) перемещает вверх шток *12* вместе с поршнем *10* и закрытым клапаном *3*. Одновременно под действием сжатого воздуха, поступившего в верхнюю секцию через вывод *III*, двухсекционный поршень *4* и следящий поршень *7*, сжимая пружину *8*, опускаются вниз. Выпускной клапан *9* прижимается к клапану *3* и, закрывая его внутреннее отверстие, разобщает вывод *IV* с атмосферой, а при дальнейшем движении, преодолевая сопротивление пружины *1*, отрывает клапан *3* от поршня *10*. Сжатый воздух из вывода *V* поступает через открывшийся клапан *3* в вывод *IV* и далее в линию управления тормозными механизмами прицепа. Сжатый воздух будет поступать до тех пор, пока не наступит равновесие между следующими усилиями: в верхней секции – между давлением воздуха на следящий поршень *7* снизу и давлением воздуха и усилием пружины *6* на этот поршень сверху; в средней и нижней секциях – между давлением сжатого воздуха на поршень *10* сверху и давлением воздуха, действующим на мембрану снизу. Таким образом осуществляется следящее действие.

При работе двухсекционного тормозного крана в случае *растормаживания* сжатый воздух из выводов *I* и *III* выходит в атмосферу. Шток *12* с поршнем *10* занимает под действием сжатого воздуха в полости над мембраной нижнее положение.

Двухсекционный поршень *4* и следящий поршень *7* под действием пружины *8* и сжатого воздуха занимают верхнее положение. Клапан *9* отходит от клапана *3*, и вывод *IV* через разгрузочное отверстие *2* сообщается с атмосферой.

Если сжатый воздух подводится отдельно к выводу *I* (при работе контура I), то будет происходить перемещение штока *12* с поршнем *10* вверх. При этом вначале клапан *3* подойдет к клапану *9*, и разгрузочное отверстие *2* закроется, т. е. вывод *IV* разобщится с атмосферой, а затем откроется клапан *3*, сообщая между собой вывод *V* и вывод *IV*.

При подводе сжатого воздуха отдельно к выводу *III* (при работе контура II) поршни *4* и *7* начнут перемещаться вниз, обусловливая аналогичное взаимодействие клапанов *9* и *3*.

В случае торможения с помощью стояночной или запасной тормозной системой автомобиля сжатый воздух из вывода *II* (рис. 241, *г*) под действием сигнала ручного крана управления стояночным и запасным тормозными механизмами выходит в атмосферу. Давление воздуха над мембраной падает, и под действием сжатого воздуха, постоянно поступающего из вывода *V* и действующего на поршень *10* снизу, поршень *10* вместе со штоком *12* поднимается вверх. При этом клапан *3* закрывает разгрузочное отверстие, прижимаясь к клапану *9*, и вывод *IV* разобщается с атмосферой. Затем клапан *3* отрывается от поршня *10*, и сжатый воздух из вывода *V* поступает в вывод *IV* и далее в управляющую линию прицепа. Давление в линии прицепа увеличивается до тех пор, пока не наступит равновесие между усилиями, действующими на поршень *10* снизу и сверху.

Выше было отмечено, что при поступлении сжатого воздуха через вывод *III* или одновременно через выводы *I* и *III* равновесие наступает в том случае, когда давление сжатого воздуха, действую-

щего на следящий поршень *7* снизу, будет уравновешено суммарным усилием от сжатого воздуха и пружины *6*, действующей на следящий поршень сверху. Благодаря наличию дополнительного усилия от пружины *6* давление сжатого воздуха, действующего снизу, до наступления равновесия должно быть на 20–100 кПа больше, чем давление воздуха сверху. Наличие такого повышенного давления в выводе *IV*, а следовательно, и в линии прицепа обеспечивает опережающее действие тормозных механизмов прицепа.

Величину превышения давления можно регулировать винтом *5*: при ввертывании винта пружина сжимается и величина превышения увеличивается.

Однопроводный привод включает клапан *32* (см. рис. 226) управления тормозными механизмами прицепа с однопроводным приводом, разобщительный кран *34* и соединительную головку *36* типа А.

Клапан управления тормозными механизмами прицепа с однопроводным приводом обеспечивает одну соединительную линию, служащую как для питания линии прицепа воздухом, так и для управления интенсивностью торможения.

Соединительная линия подходит к воздухораспределителю пневмопривода прицепа, который при повышении давления в соединительной линии направляет воздух в баллон прицепа, а при пониженном давлении подводит сжатый воздух из баллона прицепа в тормозные камеры колес с интенсивностью, зависящей от падения давления в клапане управления тормозными механизмами прицепа с однопроводным приводом; при падении давления до атмосферного будет происходить полное торможение.

Клапан управления тормозными механизмами прицепа с однопроводным приводом (рис. 242, *а*) имеет следующие выводы: *I* – через разобщительный кран и соединительную головку в соединительную линию прицепа; *II* – в атмосферу; *III* – к клапану управления с двухпроводным приводом; *IV* – к воздушному баллону тягача.

Основные детали клапана следующие: шток *6* с закрепленной на нем мембраной *5*; впускной *9* и выпускной *8* клапаны, скрепленные между собой стержнем; ступенчатый поршень *3* и нижний поршень *12* с пружиной *10*, регулируемой винтом *11*.

При отсутствии торможения к выводу *IV* подводится сжатый воздух из баллона контура стояночной тормозной системы. Вывод *III* в это время через клапан управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом связан с атмосферой. Под действием пружины *4* шток *6* с мембраной *5* находится в нижнем положении; впускной клапан *9* при этом открыт, выпускной клапан *8* закрыт, и сжатый воздух из баллона через открытый впускной клапан и вывод *I* поступает в соединительную линию прицепа (рис. 242, *б*).

Одновременно через каналы *1* и *7* сжатый воздух попадет соответственно в полости *А* и *В*, действуя снизу и сверху на ступенчатый поршень *3*. Но так как снизу площадь поршня больше, он поднимается в верхнее положение, скользя по штоку *6*.

Когда давление в линии прицепа, а следовательно, и в выводе *I* достигнет 500–520 кПа, нижний поршень *12*, преодолевая сопротивление пружины *10*, опустится вниз, закрывая впускной клапан *9*. Если давление в линии прицепа снизится, то поршень *12* под действием своей пружины поднимется и вновь откроет впускной клапан *9*. Таким образом в отторможенном положении в линии прицепа с однопроводным приводом автоматически поддерживается нужное давление.

При торможении автомобиля сжатый воздух из двухсекционного тормозного крана подается сначала к клапану управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом, а от него к выводу *III* рассматриваемого клапана. Сжатый воздух, попадая в полость *Б*, действует снизу на мембрану *5*, заставляя ее подниматься вместе со штоком *6*. При этом впускной клапан *9* закрывается, а выпускной клапан *8* от-

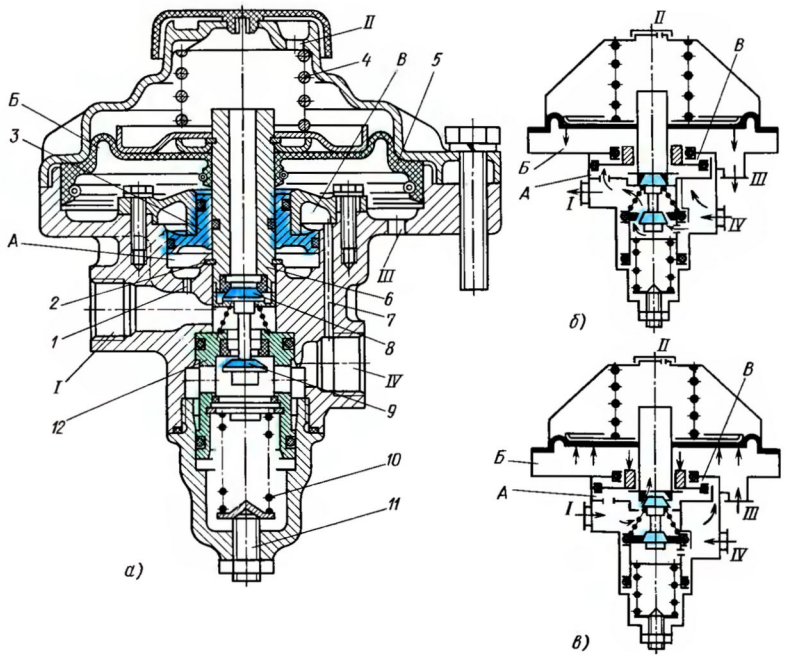


Рис. 242.
Клапан управления тормозными механизмами прицепа с однопроводным приводом:

а – конструкция; *б* – схема работы при отсутствии торможения; *в* – схема работы при торможении; *1* и *7* – воздушные каналы; *2* – упорное кольцо; *3* – ступенчатый поршень; *4* и *10* – пружины; *5* – мембрана; *6* – шток; *8* – выпускной клапан; *9* – впускной клапан; *11* – регулировочный винт; *12* – нижний поршень; *А*, *Б* и *В* – полости; *I* – вывод в соединительную линию; *II* – вывод в атмосферу; *III* – вывод к клапану управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом; *IV* – вывод к воздушному баллону

крывается, и вывод *I* через канал внутри штока *6* и вывод *II* сообщается с атмосферой (рис. 242, *в*). Давление в соединительной линии падает, воздухораспределитель в приводе прицепа направляет сжатый воздух из баллона прицепа к его тормозным камерам.

Следящее действие осуществляется ступенчатым поршнем *3* (рис. 242, *а*). При снижении давления в выводе *I* оно падает и в полости *А*, а в полости *В* давление будет сохраняться таким же, как в выводе *IV*. Кроме того, ступица поршня воспринимает давление воздуха, находящегося в полости *Б*. Вследствие разности давлений сверху и снизу поршень *3* начинает перемещаться вниз и, упираясь в упорное кольцо *2*, перемещает вниз шток *6*, который закрывает окно выпускного клапана *8*.

При повышении давления в выводе *III* шток *6* находится в крайнем положении, при котором выпускное окно будет полностью открыто, а впускное закрыто, что приведет к полному торможению прицепа.

Одинарный защитный клапан. Клапан служит для сохранения давления в баллоне тягача при аварийном падении давления в питающей линии прицепа и предохранения прицепа от самозаторможивания при внезапном снижении давления в баллоне тягача.

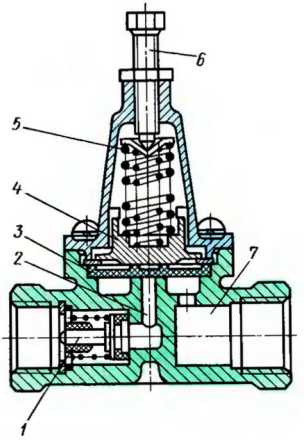


Рис. 243.
Одинарный защитный клапан:
1 — обратный клапан; *2* — выходной канал; *3* — мембрана; *4* — поршень; *5* — пружина; *6* — регулировочный винт; *7* — входной канал

Одинарный защитный клапан (рис. 243) имеет в верхней части мембрану *3* с поршнем *4*, поджимаемые пружиной *5*, регулируемой винтом *6*. В нижней части находится обратный клапан *1*. При давлении 550 кПа сжатый воздух, поступающий в канал *7*, преодолевая сопротивление пружины *5*, поднимает мембрану и проходит в выходной канал *2*, откуда через обратный клапан *1* поступает в питающую линию прицепа.

При падении давления в канале *7* ниже 545 кПа пружина *5* возвращает мембрану на место. Обратный клапан *1* не позволяет сжатому воздуху из питающей линии попасть в канал *2* под мембрану.

Разобщительный кран. Этот кран (рис. 244) служит для перекрытия пневмолинии, соединяющей автомобиль-тягач с прицепом или полуприцепом.

При положении рукоятки крана вдоль его корпуса (рис. 244, *а*) толкатель *8* давит на шток *6*, который, преодолевая сопротивление пружины *3*, опускает клапан *4*. При повороте рукоятки поперек корпуса (рис. 244, *б*) толкатель приподнимается, под действием возвратной пружины *5* шток отходит от клапана *4*, и он под действием пружины *3* закрывается.

Соединительные головки. Обычно устанавливают две головки типа «Палм» в линиях двухпроводного привода и одну головку типа А в линии однопроводного привода, соединяющуюся с головкой типа Б прицепа.

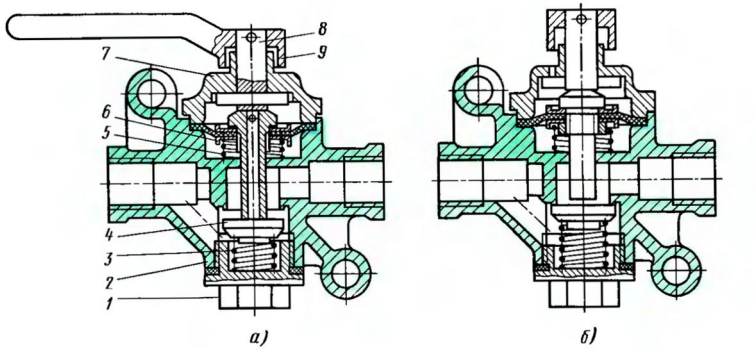


Рис. 244.
Разобщительный кран:
а — кран открыт; *б* — кран закрыт; *1* — пробка; *2* — корпус; *3* — пружина клапана; *4* — клапан; *5* — возвратная пружина; *6* — шток с мембраной; *7* — крышка; *8* — толкатель; *9* — рукоятка

Головки типа «Палм» (рис. 245) — бесклапанные, с резиновыми уплотне-

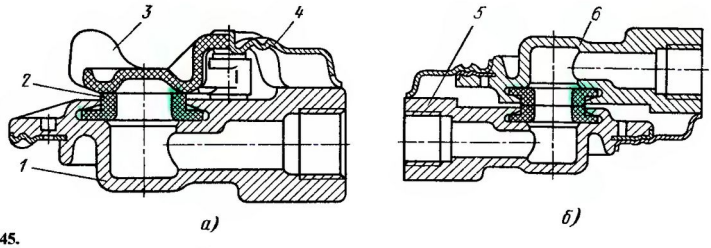


Рис. 245.
Соединительная головка типа «Палм»:
а – конструкция; *б* – соединение головок тягача и прицепа; *1* – корпус; *2* – уплотнение; *3* – крышка; *4* – фиксатор; *5* – головка тягача; *6* – головка прицепа

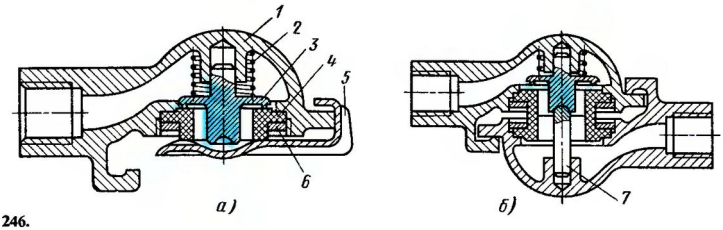


Рис. 246.
Соединительная головка типа А и ее соединение с головкой типа Б:
а – головка типа А; *б* – соединение головок типа А и Б; *1* – корпус; *2* – пружина; *3* – обратный клапан; *4* – седло клапана; *5* – крышка; *6* – кольцевая гайка; *7* – штифт; *8* – корпус головки типа Б

ниями *2* для герметизации стыка, а также с фиксаторами *4*, удерживающими головки в сцепленном состоянии.

Головка типа А (рис. 246, *а*) имеет клапан *3*, закрытый под действием пружины *2*. При соединении головок типа А и Б (рис. 246, *б*) под действием штифта *7* головки типа Б клапан *3* открывается.

Для облегчения ориентации водителя однотипные головки на тягаче и прицепе окрашены в одинаковый цвет.

§ 102. Работа пневматического тормозного привода автомобилей семейства КамАЗ

В кабине водителя на щитке приборов расположены пять сигнальных ламп, двухстрелочный манометр и звуковой сигнализатор (зуммер). Ниже щитка приборов размещен кран растормаживания стояночного тормозного механизма, справа от сиденья водителя – ручной кран управления запасной и стояночной тормозными системами, на полу кабины – кнопка крана управления вспомогательной и педаль управления рабочей тормозными системами.

При недостаточном давлении в контурах рабочей тормозной системы передних колес, колес задней тележки, контуре запасной и стояночной тормозных систем, контуре вспомогательной тормозной системы загораются первые четыре лампы и звучит сигнал зуммера. Свечение пятой лампы указывает на то, что автомобиль заторможен стояночной тормозной системой.

Как только начнет работать компрессор, пневмосистема заполняется сжатым воздухом, и при давлении 500 кПа первые четыре лампы должны по-

гаснуть, а при растормаживании стояночной тормозной системы гаснет пятая лампа. Дальнейший контроль заполнения системы сжатым воздухом производят по манометру.

Рабочее состояние пневмосистемы при отсутствии торможения. *Контур I* привода рабочих тормозных механизмов передних колес – от баллона *23* (см. рис. 226) сжатый воздух подается в нижнюю секцию двухсекционного тормозного крана *21*.

Контур II привода рабочих тормозных механизмов колес задней тележки – от баллона *16* сжатый воздух поступает к верхней секции двухсекционного тормозного крана *21*.

Контур III привода запасной и стояночной тормозных систем – сжатый воздух из баллона *24* подается в ручной кран *7* управления стояночной и запасной тормозными системами, от него через ускорительный клапан *29* к цилиндрам энергоаккумуляторов *26*, поддерживая их расторможенное состояние. От баллона *24* через ручной кран *7* сжатый воздух поступает к средней управляющей секции клапана *31* управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом.

Контур IV привода вспомогательного тормозного механизма – от баллона *25* сжатый воздух поступает к кнопочному пневматическому крану *8* вспомогательного тормозного механизма.

Контур V привода аварийного растормаживания – от тройного защитного клапана *19* сжатый воздух подводится к пневматическому кнопочному крану *6* системы аварийного растормаживания стояночного тормозного механизма.

От баллона *24* через одинарный защитный клапан *33* сжатый воздух подается к разобщительному крану *34* питающей линии двухпроводного привода прицепа и заполняет воздушный баллон прицепа. Управляющая тормозная линия прицепа с двухпроводным приводом через клапан *31* соединена с атмосферой. От одинарного защитного клапана *33* сжатый воздух поступает также к клапану *32* и от него через разобщительный кран *34*, соединительную головку *36*, соединительную линию и воздухораспределитель прицепа в воздушный баллон прицепа с однопроводным приводом.

Работа пневмосистемы при торможении и растормаживании. *Контур I* привода рабочих тормозных механизмов передних колес – при нажатии на ножную педаль усилие передается к двухсекционному тормозному крану *21* (см. рис. 226). Сжатый воздух из нижней секции через клапан *9* ограничения давления поступает в тормозные камеры *1* передних колес, производя торможение. Одновременно сжатый воздух поступает в нижнюю секцию клапана *31* управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом.

Контур II привода рабочих тормозных механизмов колес задней тележки – под действием педали сжатый воздух из верхней секции двухсекционного тормозного крана через регулятор *30* тормозных сил (см. рис. 226) поступает к тормозным камерам *27* колес задней тележки, производя торможение. Из нижней секции двухсекционного крана *21* сжатый воздух поступает к верхней секции клапана *31*.

Подвод сжатого воздуха к нижней и верхней секциям клапана *31* из контуров соответственно *I* и *II* приводит к срабатыванию клапана *31*, как это было рассмотрено ранее, и подаче сжатого воздуха из баллона *24* через вывод клапана *31* в тормозную линию прицепа с двухпроводным приводом и к клапану *32*: клапан *32* при работе прицепа с однопроводным приводом выпускает воздух из воздухораспределителя прицепа, вследствие чего последний направляет сжатый воздух из баллона прицепа в его тормозные камеры. Таким образом производится торможение колес прицепа с двух- и однопроводным приводом.

Отпуская ножную педаль тормоза, водитель производит растормаживание. При этом верхняя и нижняя секции двухсекционного тормозного крана сообщаются с атмосферой. Это, в свою

очередь, приводит к срабатыванию регулятора *30* тормозных сил и клапана *9* ограничения давления, через который сжатый воздух выходит из тормозных камер колес соответственно задней тележки и переднего моста. Происходит растормаживание тормозных механизмов колес. Одновременно через двухсекционный тормозной кран сжатый воздух выходит в атмосферу из верхней и нижней секций клапана *31*. Вследствие этого отключается подача сжатого воздуха в тормозную линию прицепа, и она соединяется с выводом в атмосферу клапана *31*. Происходит растормаживание колес прицепа.

Падение давления происходит и в клапане *32*, что при наличии прицепа с однопроводным приводом вызывает подачу сжатого воздуха из баллона *24* через клапан *32* в соединительную линию прицепа. Воздухораспределитель прицепа в этом случае сообщает тормозные камеры колес с атмосферой, одновременно переключая воздушный баллон прицепа на заполнение сжатым воздухом из той же соединительной линии от баллона тягача.

Контур III запасной и стояночной тормозных систем – при повороте в крайнее заднее положение рукоятки ручного крана *7* (см. рис. 226) управления стояночной и запасной тормозными системами сжатый воздух из управляющей линии ускорительного клапана *29* через кран *7* выходит в атмосферу. Это приводит к отсоединению пружинных энергоаккумуляторов от питающей линии и соединению их с выводом в атмосферу ускорительного клапана *29*. Последнее вызывает срабатывание пружин энергоаккумуляторов и затормаживание колес задней тележки.

Одновременно кран *7* соединяет с атмосферой среднюю секцию клапана *31*, которая срабатывая подает сжатый воздух в тормозную линию прицепа и клапан *32*. Дальнейшие действия, приводящие к торможению прицепа с двух- или однопроводным приводом, аналогичны описанному выше торможению прицепа при работе рабочей тормозной системы.

При возвращении рукоятки крана *7* в исходное положение происходит растормаживание стояночной тормозной системы. В этом случае через кран *7* в клапан *29* подается сжатый воздух. Клапан срабатывает и через клапан *28* подает сжатый воздух в цилиндры энергоаккумуляторов, сжимает их пружины и растормаживает колеса задней тележки. Одновременно сжатый воздух подводится и к средней секции клапана *31* управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом. Он срабатывает, вследствие чего падает давление в тормозной линии прицепа. Растормаживание колес прицепа происходит так же, как и при растормаживании их рабочей тормозной системой.

Контур IV вспомогательной тормозной системы – если нажать на кнопку пневматического крана *8* (см. рис. 226) и держать ее в таком положении, то сжатый воздух, подведенный к крану, подается в цилиндры *18*, штоки которых связаны с рычагами валов заслонок в выпускных трубопроводах двигателя, и в цилиндр *11*, шток которого связан с рейкой топливного насоса. Двигатель переводится в компрессорный режим работы, так как отключается подача топлива и одновременно перекрываются выпускные трубопроводы.

При выходе из строя контура стояночной и запасной тормозных систем пружины энергоаккумуляторов вследствие падения давления срабатывают и затормаживают колеса задней тележки автомобиля. Дальнейшее движение возможно только после принудительного растормаживания.

Контур V аварийного растормаживания колес – при удержании кнопки крана *6* системы аварийного растормаживания в нажатом положении сжатый воздух, поступивший к крану *6* через тройной защитный клапан из баллонов *16* и *23* контуров рабочих тормозных механизмов, подается через двухмагистральный клапан *28* в цилиндры с пружинными энергоаккумуляторами и, сжимая пружины, растормаживает колеса задней тележки.

§ 103. Усилители тормозного привода

Для облегчения работы водителя при торможении и сокращения тормозного пути в тормозные приводы вводят гидровакуумные или вакуумные усилители.

Гидровакуумный усилитель. Корпус *2* (рис. 247, *а*) вакуумной камеры гидровакуумного усилителя автомобилей ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12 представляет собой две штампованные чашки, связанные хомутами. Между чашками зажаты края мембраны *1*, нагруженной пружиной *5* и соединенной через тарелку *3* с толкателем *4* поршня *17*. Левая полость *А* вакуумной камеры перед мембраной соединена шлангом с полостью корпуса клапана управления (рис. 247, *б*), а правая полость *Б* за мембраной – с впускным трубопроводом двигателя.

В цилиндре *15* (рис. 247, *а*) гидровакуумного усилителя, соединенного с главным цилиндром, перемещается поршень *17* с шариковым клапаном *16*. Поршень связан с толкателем *4* штифтом *20*, который входит в отверстие поршня *17* плотно, а в отверстие толкателя *4* с некоторым зазором *К* (рис. 247, *в*). В поршне сделаны прорези для толкателя *19* клапана (рис. 247, *а*), представляющего собой плоскую скобу с шипом на конце, которая может немного перемещаться относительно поршня. В цилиндре установлены перепускной клапан *14* для выпуска воздуха и два штуцера для подсоединения трубопроводов. Перемещение поршня ограничено слева упорной шайбой *21*.

Между фланцем цилиндра и корпусом клапана управления зажата резиновая мембрана *12*, в отверстие которой вставлена тарелка поршня *13*. Верхняя часть тарелки служит гнездом для вакуумного клапана *6*. Мембрана вместе с тарелкой и поршнем *13* клапана управления отжимается вниз пружиной *11*. Вакуумный клапан *6* соединен стержнем с воздушным клапаном *7*, удерживаемым в нижнем положении пружиной *9*. Полость *Д* выше воздушного клапана через воздушный фильтр соединена с атмосферой.

В исходном положении под воздействием пружины *9* клапан *7*, находящийся на одном стержне с вакуумным клапаном *6*, закрыт. При этом полость *Д*, соединенная через воздушный фильтр с атмосферой, разобщена с полостью *Г*. Полость *Г* через открытый вакуумный клапан *6* сообщается с полостью *В* и полостью *Б*. Таким образом полость *А* вакуумной камеры, соединенная шлангом с полостью *Г* (рис. 247, *б*), будет сообщаться с полостью *Б*, постоянно подсоединенной к впускному трубопроводу. Давление с обеих сторон мембраны вакуумной камеры будет одинаковым. Вследствие этого под воздействием пружины *5* (рис. 247, *а*) мембрана вместе с толкателем *4* поршня займет крайнее левое исходное положение, при котором поршень *17* упрется в упорную шайбу *21*. Толкатель *19* клапана, также упираясь в упорную шайбу, надавит своим шипом на шарик клапана *16* и откроет его.

Гидровакуумный усилитель работает следующим образом. Под действием усилия, приложенного к педали при торможении, жидкость из главного тормозного цилиндра *22* (рис. 247, *б*) вытесняется в трубопроводы, проходит через открытый шариковый клапан гидровакуумного усилителя и поступает к колесным тормозным цилиндрам. При увеличении усилия на педали давление жидкости возрастет, и поршень *13* вместе с мембраной *12* и седлом вакуумного клапана поднимется вверх, преодолевая сопротивление пружины *11*. При этом седло прижмется к вакуумному клапану *6*, вследствие чего полости *В* и *Г* разобщатся.

При дальнейшем перемещении поршня и движении вакуумного клапана, связанного стержнем с воздушным клапаном *7*, последний открывается, преодолевая сопротивление своей пружины, в результате чего полость *Г* сообщается с полостью *Д*, а следовательно, и с атмосферой. Через полости *Д* и *Г* атмосферный воздух по шлангу поступает в полость *А* вакуумной камеры, в то

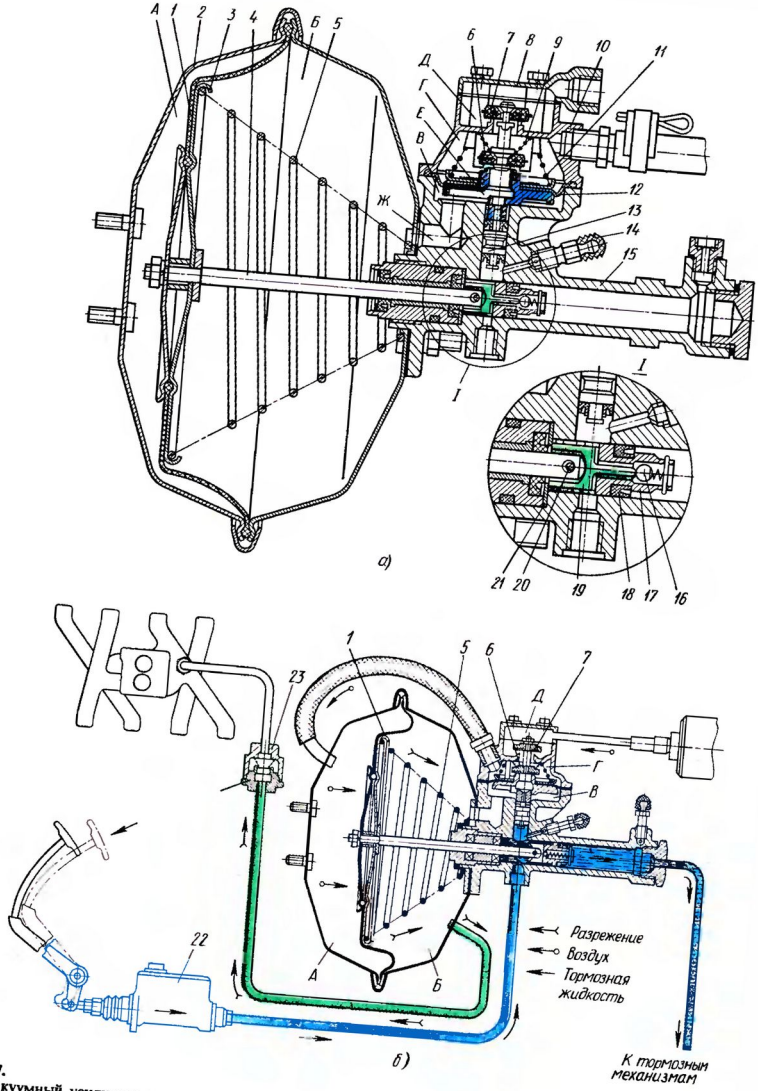


Рис. 247.
Гидровакуумный усилитель автомобилей ГАЗ-53А и ГАЗ-53-12:

а – конструкция; *б* – схема работы усилителя; *в* и *г* – положение шарикового клапана при неработающем и работающем усилителе;
1 – мембрана; *2* – корпус усилителя; *3* – тарелка мембраны; *4* – толкатель поршня; *5* – пружина мембраны; *6* – вакуумный клапан; *7* – воздушный клапан; *8* – крышка корпуса клапана управления;

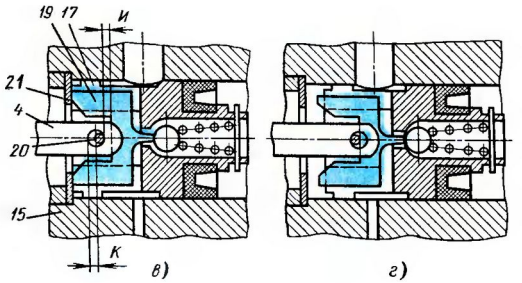
время как полость *Б* остается соединенной с впускным трубопроводом двигателя. Вследствие разности давлений в полостях *А* и *Б* мембрана вместе со штоком и поршнем передвинется вправо. При этом под действием пружины шарикового клапана толкатель клапана отожмется влево на величину зазора *И* между штифтом *20* и толкателем клапана (рис. 247, *в*), и шариковый клапан закроется (рис. 247, *г*). При движении поршня создается дополнительное давление на жидкость, передаваемое в колесные тормозные цилиндры. Шариковый клапан в это время закрыт, и возросшее давление жидкости не передается на поршни главного цилиндра и клапаны управления.

Следящее действие крана управления обеспечивает пропорциональность между усилием, прикладываемым к педали тормоза, и дополнительным усилием, развиваемым гидровакуумным усилителем. При торможении между давлением тормозной жидкости, действующим на поршень *13* (рис. 247, *а*) снизу, и усилием пружин и давлением воздуха на клапаны сверху в какой-то момент наступает равновесие. Мембрана *12* опускается вниз, воздушный клапан *7* закрывается, и поступление воздуха в полость *А* прекращается. Если водитель сильнее нажмет на педаль, под действием дополнительной порции тормозной жидкости поршень *13* поднимется, равновесие нарушится, воздушный клапан *7* вновь приоткроется, впустив дополнительную порцию воздуха в полость *А*. Давление на мембрану *1* увеличится, соответственно возрастет усилие, создаваемое поршнем *17*, затем вновь наступит равновесие.

В процессе растормаживания давление жидкости, действующей на поршень клапана, снижается. Мембрана *12* опускается, воздушный клапан закрывается, вакуумный клапан открывается, полость *А* сообщается с полостью *Б*, и разрежение с обеих сторон мембраны *1* усилителя становится одинаковым. Возвратная пружина *5* возвращает толкатель *4* вместе с поршнем *17* в исходное положение. Толкатель *19* клапана, дойдя до упорной шайбы *21*, останавливается и открывает своим шипом шариковый клапан *16*, так как поршень вместе с шариковым клапаном будет еще продолжать движение на величину зазора *И* (рис. 247, *в*) до упора поршня в шайбу *21* (рис. 247, *а*).

При остановке двигателя запорный клапан автоматически разъединяет гидровакуумный усилитель и впускной трубопровод, вследствие чего в усилителе поддерживается разрежение, позволяющее выполнить одно-два усиленных торможения при неработающем двигателе.

При пуске двигателя разрежение будет передаваться в полость *Б*, и между



9 – пружина воздушного клапана; *10* – корпус клапана управления; *11* – пружина вакуумного клапана; *12* – мембрана клапана управления; *13* – поршень клапана управления; *14* – перепускной клапан; *15* – цилиндр; *16* – шариковый клапан; *17* – поршень; *18* – манжета поршня; *19* – толкатель клапана; *20* – штифт; *21* – упорная шайба поршня; *22* – главный цилиндр; *23* – запорное устройство; *А* – *Ж* – полости; *И* и *К* – зазоры

полостями *А* и *Б* на короткое время возникнет перепад давлений. Мембрана переместит толкатель *4* вправо на величину зазора *К* (рис. 247, *в*), не вызывая срабатывания тормозного механизма.

Вакуумный усилитель. Усилитель автомобиля «Москвич-2140» (рис. 248, *а*) состоит из корпуса, две части которого – основание *13* и крышка *10* – разделены между собой мембраной *12*. Мембрана фиксируется опорным диском *1* и опорным кольцом *8*. Опорный диск состоит из двенадцати отдельных

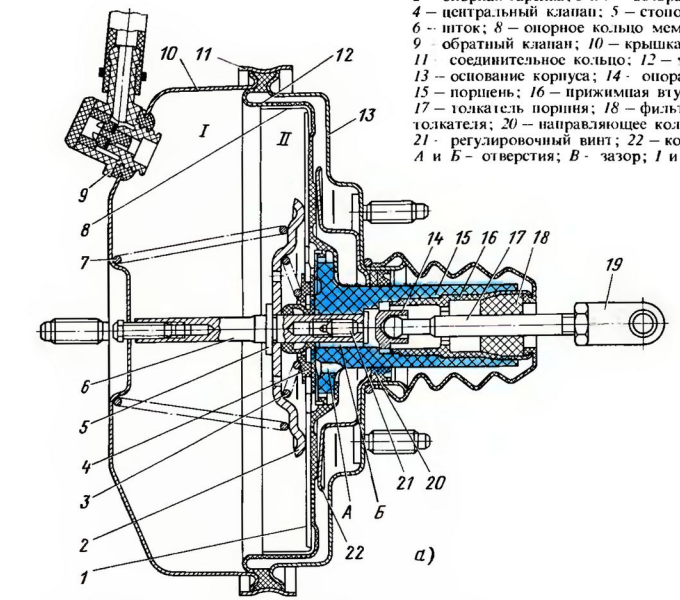
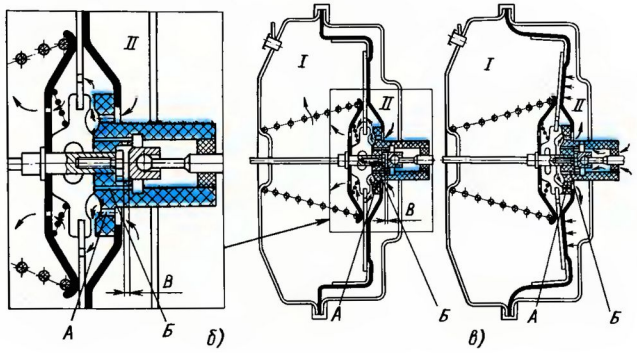


Рис. 248.
Вакуумный усилитель автомобиля «Москвич-2140»:
а – конструкция; *б* – положение при неработающем усилителе; *в* – положение при начале работы; *1* – опорный диск мембраны; *2* – опорная тарелка; *3* и *7* – возвратные пружины; *4* – центральный клапан; *5* – стопорная шайба; *6* – шток; *8* – опорное кольцо мембраны; *9* – обратный клапан; *10* – крышка корпуса; *11* – соединительное кольцо; *12* – мембрана; *13* – основание корпуса; *14* – опора толкателя; *15* – поршень; *16* – прижимная втулка; *17* – толкатель поршня; *18* – фильтр; *19* – вилка толкателя; *20* – направляющее кольцо; *21* – регулировочный винт; *22* – кольцевой упор; *А* и *Б* – отверстия; *В* – зазор; *I* и *II* – полости



стальных штампованных секторов, вставленных в карманы оболочки и закрепленных фиксирующей шайбой. В отверстие опорного диска вставлен центральный резиновый клапан *4*, который выполняет в усилителе функции вакуумного и воздушного клапанов.

Наружные края мембраны *12* служат уплотнительной прокладкой и зажаты между крышкой *10* и основанием *13* корпуса усилителя, а внутренняя часть мембраны закреплена на поршне *15*. Поршень *15* на своем переднем торце имеет два кольцевых выступа; наружный кольцевой выступ служит гнездом для вакуумного клапана, а внутренний – для воздушного клапана. В поршне имеются два ряда отверстий: первый ряд находится на внутреннем торце, а второй – в кольцевой полости между наружным и внутренним торцами.

Поршень *15* с помощью регулировочного винта *21* соединен со штоком *6*. При этом опорная тарелка *2* и центральный клапан *4* с опорным диском зажаты между стопорной шайбой *5* и поршнем *15*, а возвратная пружина *3* стремится прижать центральную часть клапана *4* к внутреннему торцу поршня. С другой стороны внутрь поршня входит толкатель *17*, шаровой наконечник которого отжат в опоре *14*, фиксируемой в поршне прижимной втулкой *16*. Толкатель вилкой *19* связан с педалью тормоза, а шток *6* передает усилие на главный цилиндр тормозной системы.

Опорная тарелка *2* вместе с мембраной *12* усилителя возвратной пружиной *7* постоянно прижимаются к кольцевому упору *22*. Положение поршня *15* в основании *13* корпуса усилителя фиксируется направляющим кольцом *20*.

Полость *I* усилителя перед мембраной через обратный клапан *9* и шланг постоянно соединена с впускным трубопроводом двигателя, а полость *II* может соединяться либо с атмосферой, либо с полостью *I*.

Обратный клапан *9* открыт при наличии разрежения во впускном трубопроводе и закрывается при повышении в нем давления сверх атмосферного во избежание попадания внутрь усилителя смеси из двигателя.

Усилитель работает следующим образом. В исходном положении при заводской регулировке винтом *21* добиваются такого положения центрального клапана, при котором внутренняя часть клапана, прижимаясь к торцу поршня, закрывает отверстие *Б* (т. е. воздушный клапан будет закрыт), а наружная часть клапана отходит от внешнего торца поршня (т. е. вакуумный клапан будет открыт). При этом положении воздух из полости *II* через отверстия *А* в поршне *15*, отверстия в опорном диске *1* и опорной тарелке *2* проходит в полость *I*, в результате чего с двух сторон мембраны в полостях *I* и *II* будет одинаковое разрежение (рис. 248, *б*).

При нажатии на педаль тормоза толкатель *17* (рис. 248, *а*) перемещает поршень *15* влево на величину зазора *В* (рис. 248, *б*). При этом поршень перемещает влево клапан *4*. Но поскольку этого усилия недостаточно для преодоления сопротивления пружины *7*, то опорная тарелка *2* не перемещается. Стальные секторы опорного диска *1* прогибаются вокруг кольцевого бортика опорной тарелки *2*, и зазор между наружным кольцевым седлом на торце поршня *15* и центральным клапаном *4* устраняется, т. е. закрывается вакуумный клапан и полости *I* и *II* разобщаются. Начальное значение прогиба секторов опорного диска обеспечивается конструктивными размерами деталей, создающими после сборки необходимый зазор *В* (рис. 248, *б*) между головкой регулировочного винта *21* (рис. 248, *а*) и опорой *14* толкателя. При дальнейшем движении поршня и увеличении прогиба секторов опорного диска центральная часть клапана *4* отходит от внутреннего кольцевого торца поршня *15*, т. е. открывается воздушный клапан. Следовательно, при закрытом вакуумном клапане будет открыт воздушный клапан (рис. 248, *в*). Атмосферный воздух, пройдя фильтр *18* (рис. 248, *а*) и полость внутри поршня *15*, через отверстия *А* и *Б* поступит в полость *II* усилителя. Давление за мембраной бу-

дет больше, чем в полости *I*, постоянно соединенной с впускным трубопроводом двигателя. Мембрана через опорный диск *1*, опорную тарелку *2* и стопорную шайбу *5* передает дополнительное усилие на шток *6*, которое складывается с усилием, передаваемым на этот же шток от педали тормоза через вилку *19*, толкатель *17*, опору *14* и регулировочный винт *21*.

Дополнительное усилие, создаваемое усилителем, будет пропорционально усилию, прикладываемому к педали тормоза. Эта пропорциональность обеспечивается определенным соотношением активных площадей мембраны, расположенных по обе стороны окружности соприкосновения секторов опорного диска *1* с опорной тарелкой *2*.

Допустим, водитель, нажав на педаль тормоза, зафиксировал педаль в каком-то положении. Следовательно, неподвижное положение займут поршень *15* и мембрана *12* с опорным диском *1*. В полости *II* установится определенное давление, но так как площадь наружной по отношению к окружности опорной тарелки *2* стороны мембраны больше площади внутренней стороны, усилие на нее будет выше. Секторы опорного диска повернутся относительно точек соприкосновения их с опорной тарелкой *2;* при этом центральный клапан прижмется к внутреннему кольцевому торцу поршня, и оба клапана – воздушный и вакуумный – окажутся закрытыми, а действие усилителя останется постоянным.

При слабом нажатии на педаль это состояние наступит быстрее, так как секторы опорного диска будут прогнуты незначительно и быстро закроют воздушный клапан. В этом случае воздуха в полость *II* поступит немного, и дополнительное усилие, создаваемое усилителем, будет незначительно.

При растормаживании педаль тормоза, возвращаясь в исходное положение, тянет за собой толкатель *17*. Последний возвращает в исходное положение поршень; прогиб опорного диска прекращается. Центральный клапан под действием пружины *3* прижимается к внутреннему кольцевому торцу поршня, т. е. воздушный клапан будет закрыт. Между наружным кольцевым торцом поршня и центральным клапаном появится зазор, т. е. вакуумный клапан будет открыт. В полостях *I* и *II* будет одинаковое разрежение; под действием пружины педали тормоза и с помощью возвратной пружины *7* опорная тарелка вместе с опорным диском и мембраной займет исходное положение.

Техническое состояние тормозной системы оказывает решающее влияние на безопасность движения. Эффективность торможения при скорости движения 40 км/ч должна соответствовать данным табл. 8 (ГОСТ 25478 – 82).

8. Тормозной путь и допустимое замедление автомобиля (начальная скорость торможения 40 км/ч)

Автомобиль	Тормозной путь, м, не более	Установившееся замедление, м/с²
Легковой	16,2	5,2
Грузовой	23,0	4,0
Автопоезд	25,0	4,0

Стояночный тормозной механизм должен удерживать автомобиль независимо от его нагрузки на подъеме или спуске с уклоном 31 % для грузовых автомобилей и 23 % для легковых.

Неудовлетворительное состояние механизмов управления является одной из основных причин дорожно-транспортных происшествий, возникающих вследствие технических неисправностей автомобиля.

Предметный указатель

А

Автоматический регулятор тормозных сил 331, 333
Аккумуляторная батарея 163–165, 169, 170, 178. 181 – 183

Б

Блок цилиндров 23, 26–29, 31, 37, 39–42, 52, 53, 76, 81, 83, 94, 128
Блокировочное устройство 216
Брекер 258, 259

В

Вакуумный усилитель 348
Вентилятор 26, 31, 32, 51, 68, 69, 72–74, 77–79, 81, 82
Водяной насос 26, 28, 51, 61, 68, 70–72, 76

Г

Генератор переменного тока 163, 165, 166, 169, 170
Гидромуфта привода вентилятора 32, 71–73
Гидроусилитель 282, 287
– встроенный 287
– отдельный 290
Гильза цилиндра 27, 31, 37–40, 70
Главная передача гипоидная 225, 227
– – двойная 225
– – – разнесенная 229, 231
– – – центральная 227
– – одинарная 225
Головка блока 23, 27, 41, 46, 65, 70–72, 85, 128
Горючая смесь 16–22, 66, 67, 70, 97, 99, 112, 130

Д

Дисковый тормоз 299
Дифференциал конический симметричный 231, 232
– межосевой 233
– повышенного трения 235

З

Защитный клапан двойной 225, 324
– – одинарный 340, 341
– – тройной 326

К

Кабриолет 264
Кавитация 40
Камера сгорания 17, 38, 42–46, 55, 168
Карбюратор 16, 18, 26–29, 108, 112, 115–117, 168, 178
Катушка зажигания 163, 164, 167, 170, 178
Клапан впускной 16, 18–21, 23, 27, 33, 58, 59, 62, 63, 65, 66
– выпускной 16, 18–21, 23, 27, 33, 59, 63–66, 68, 71
– двухмагистральный тормозной 335
– ограничения давления 330
– ускорительный 334
Коленчатый вал 16–19, 21–29, 47–53, 79, 82–85, 87, 89, 93, 99, 164
Контур гормозного привода 152
Корд 259
Кузов каркасный 264
– универсальный 267
Купе 264

Л

Лимузин 264

М

Масляный фильтр 33, 83–86, 88, 89, 93, 94
Масляный насос 23, 32, 33, 59, 83–86, 89, 91, 92
Маховик 19, 23, 25, 26, 31, 32, 35, 49, 50, 53, 55, 89, 179, 181
Мост передний разрезной 240, 242
– управляемый 239

О

Ограничитель максимальной частоты вращения коленчатого вала 118–120

П

Пикап 264
Пневмогидроусилитель сцепления 195–198
Пневмокаток 258
Пневмоусилитель сцепления 192, 194, 197, 198
Подвеска балансирная 252
– зависимая 247, 248
– независимая 247
Поршень 16–22, 24, 27, 29, 33, 37, 40, 43–48, 100
Поршневой палец 18, 21, 23, 33, 37, 44, 85, 100
Поршневые кольца 16, 18, 23, 43, 45–47, 67
Предохранитель от замерзания 324
Привод гидравлический 302
– – двухконтурный тормозной 314
– двухпроводный 336
– многоконтурный 317
– пневматический 306

Р

Рабочий цикл 17, 19–21, 26, 130
Радиатор (водяной) 68–72, 74–79, 81, 95
Разобщительный кран 341
Распределитель зажигания 24, 26, 27, 29, 87, 172–175
Распределительный вал 16, 18, 24, 28, 31–33, 48, 56–61, 83–87
Регулятор давления 309, 322
– – жидкости 316
Рессоры 247–249
– полуэллиптические 248

С

Сателлиты 232, 233
Свеча зажигания 16, 18, 20, 29, 37, 42, 43, 56, 58, 70, 163–168, 175–177
Седан 264
Соединительные головки 341
Стартер 24, 27, 29, 52, 169, 178–183
Ступенчатая коробка передач 199
Сцепление 187
– двухдисковое 188, 192
– однодисковое 187, 189

Т

Термостат 68–72, 77–79
Толкатель 16, 29, 56, 57, 60, 61, 84, 85
Топливный насос высокого давления 31–33, 141, 148, 151–154, 159
Тормозной кран 310
– – двухсекционный 326, 327
– – комбинированный 311
– – пневматический 330
– – ручной 327, 328
Тормозной цилиндр главный 304
– – колесный 305

У

Углы установки колес 243
Универсал (кузов легкового автомобиля) 264
Усилитель рулевого привода 287

Ф

Фаэтон 264
Форсунка 19, 20, 31, 33, 37, 42, 59, 71, 141, 142, 149, 150, 151, 153

Ш

Шарниры равных угловых скоростей 221
– неравных угловых скоростей 221
Шатун 16, 18, 21, 23, 24, 26, 27, 29, 31, 37, 41, 44, 48, 49, 83, 84
Шина арочная 261
– бескамерная 261
– диагональная 258
– камерная 258
– низкопрофильная 258
– радиальная 264
– сверхнизкопрофильная 258
– широкопрофильная 258
Штанга 16, 24, 28, 29, 42, 56, 57, 60–62, 85, 89

Евгений Васильевич Михайловский
Кирилл Борисович Серебряков
Евгений Яковлевич Тур

Устройство автомобиля

Редактор Н. Ю. СКАЧКОВА
Художественный редактор С. С. ВОДЧИЦ
Оформление художника С. С. ВОДЧИЦА
Технический редактор Л. А. МАКАРОВА
Корректор В. Е. БЛОХИНА

ИБ № 4285

Сдано в набор 02.08.84. Подписано в печать 24.04.85. Т-08171. Формат 70 × 100¹/₁₆. Бумага офсетная № 2. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 28,6. Усл. кр.-отт. 114,165. Уч.-изд. л. 32,67. Тираж 180 000 экз. Заказ 1531. Цена 1 р. 60 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение», 107076, Москва, Стромынский пер., 4

Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Ленинградское производственно-техническое объединение «Печатный Двор» имени А. М. Горького Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197136, Ленинград, П-136, Чкаловский пр., 15.

expert22 для http://rutracker.org