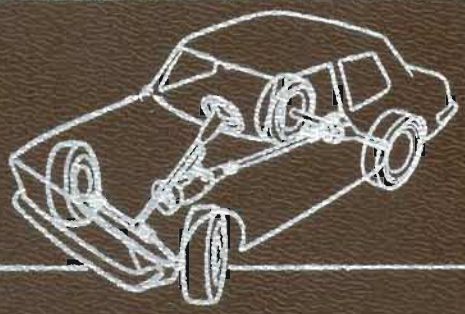
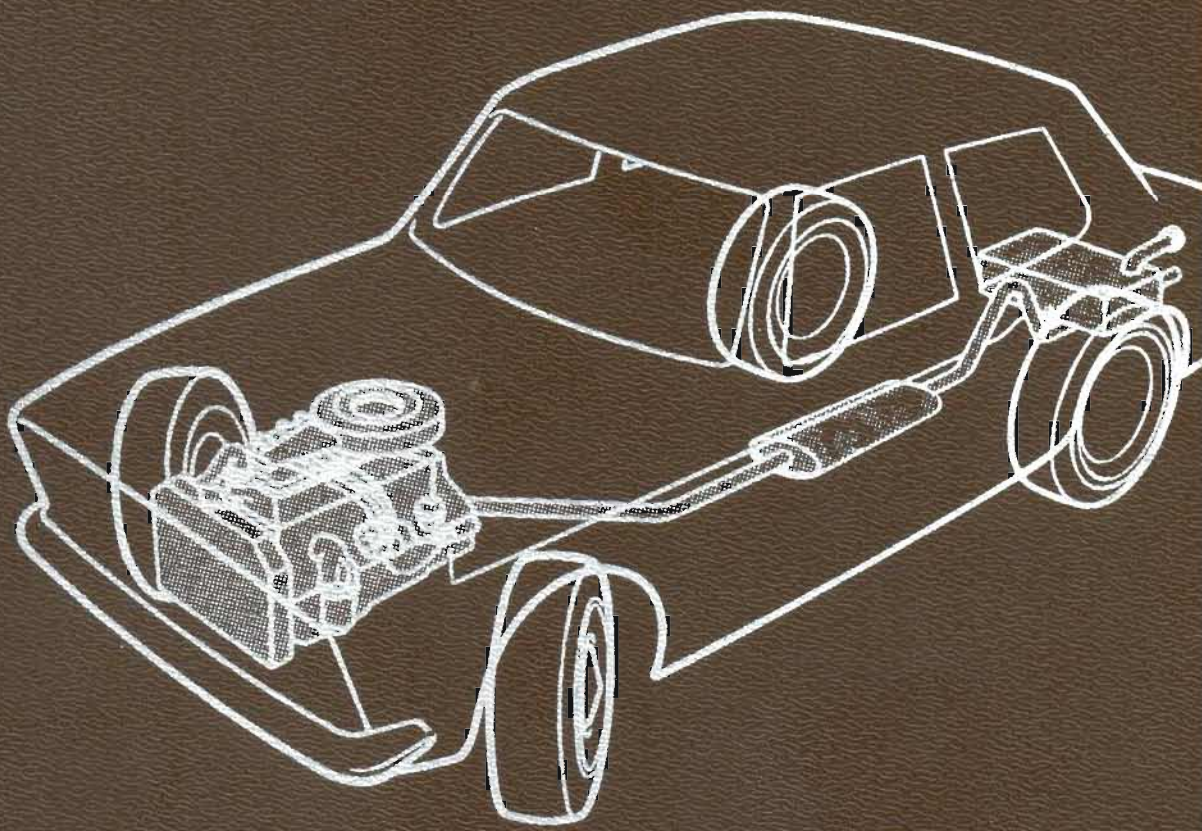
Автомобиль



Основы конструкции



Автомобиль

Основы конструкции

Издание второе, переработанное и дополненное

ДОПУЩЕНО МИНИСТЕРСТВОМ ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНИКА ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «АВТОМОБИЛИ И АВТОМОБИЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО»



МОСКВА « МАШИНОСТРОЕНИЕ » 1986

ББК 39.33—04
А22
УДК 629 113.073(075.8)

Н. Н. ВИШНЯКОВ, В. К. ВАХЛАМОВ, А. Н. НАРБУТ,
И. С. ШЛИППЕ, А. Н. ОСТРОВЦЕВ

Рецензент: **кафедра «Автомобили» Харьковского автомобильно-дорожного института**

А22 **Автомобиль:** Основы конструкции: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/Н. Н. Вишняков, В. К. Вахламов, А. Н. Нарбут и др.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1986.— 304 с., ил.

(В пер.): 1 р. 50 к.

Описаны назначение, схемы, принципы действия, конструкции механизмов и систем автомобилей.

Второе издание (1-е изд. 1976 г.) дополнено материалом по специализированному подвижному составу, автоматизации процессов управления, повышению безопасности движения.

А $\frac{3603030000\text{-}305}{038(01)\text{-}86}$ 305-86

ББК 39.33-04
6Т2.1

© Издательство «Машиностроение», 1976 г.
© Издательство «Машиностроение», 1986 г., с изменениями

Оглавление

Предисловие 4

Глава 1

Общие сведения об автомобиле *(А. Н. Островцев)* 5

§ 1. Основные этапы развития автомобильной промышленности в СССР 5
§ 2. Подвижной состав автомобильного транспорта . . . 6
§ 3. Общее устройство автомобиля 9
§ 4. Автомобиль, охрана окружающей среды и здоровья человека 10

Глава 2

Двигатель *(Н. Н. Вишняков)* 12

§ 5. Принцип действия автомобильных двигателей 12
§ 6. Кривошипно-шатунный механизм 23
§ 7. Механизм газораспределения 30
§ 8. Смазочная система 36
§ 9. Система охлаждения 42
§ 10. Система питания карбюраторных двигателей 48
§ 11. Система питания дизелей 66
§ 12. Система питания газобаллонных автомобилей . . . 71

Глава 3

Электрооборудование автомобиля *(И. С. Шлиппе)* 74

§ 13. Назначение и принципиальная схема электрооборудования 74
§ 14. Источники тока 75
§ 15. Система зажигания 87
§ 16. Система пуска 96
§ 17. Освещение, сигнализация и контрольно - измерительные приборы 99
§ 18. Электронные системы . . . 103

Глава 4

Трансмиссия *(А. Н. Нарбут)* 105

§ 19. Назначение и основные типы трансмиссий 105
§ 20. Сцепление 109
§ 21. Коробка передач 120
§ 22. Карданная передача . . . 148
§ 23. Главная передача 154
§ 24. Дифференциал 159
§ 25. Привод к ведущим колесам 164
§ 26. Раздаточная коробка . . . 165

Глава 5

Колеса. Мосты. Подвеска. *(В. К. Вахламов)* 170

§ 27. Колеса 170
§ 28. Мосты 185
§ 29. Подвеска 187

Глава 6

Рулевое управление *(Н. Н. Вишняков)* 205

§ 30. Поворот автомобиля . . . 205
§ 31. Рулевые механизмы . . . 209
§ 32. Рулевой привод 213
§ 33. Усилители рулевого привода 216

Глава 7

Тормозные системы *(Н. Н. Вишняков)* 222

§ 34. Назначение и основные типы тормозных систем . . . 222
§ 35. Тормозные механизмы . . 224
§ 36. Механический и гидравлический тормозные приводы 233
§ 37. Пневматический и комбинированный тормозные приводы 242

Глава 8

Несущая система. Кузов. *(В. К. Вахламов)* 263

§ 38. Рама 263
§ 39. Кузов 267

Глава 9

Специализированный подвижной состав *(А. Н. Островцев)* . . . 282

§ 40. Назначение. Основные типы СПС 282
§ 41. Автомобили и автопоезда-самосвалы 282
§ 42. Автомобили и автопоезда-цистерны 287
§ 43. Фургоны. Рефрижераторы. Автопоезда для длинномерных и тяжеловесных грузов. Автомобили - самопогрузчики 289

Список литературы 294
Предметный указатель 295

Предисловие

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986–1990 годы и на период до 2000 года» перед автомобильной промышленностью поставлена задача обеспечить увеличение и улучшение структуры выпуска автомобилей, более полно отвечающих потребностям народного хозяйства и задаче экономии топлива.

Основные задачи транспорта – своевременное, качественное и полное удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в перевозках, повышение экономической эффективности работы. На автомобильном транспорте необходимо повысить эффективность использования автотранспортных средств и в первую очередь за счет применения прицепов и полуприцепов, сокращения непроизводительных простоев, порожних пробегов автомобилей и нерациональных перевозок, обеспечить преимущественное развитие автомобильного транспорта общего пользования, улучшить структуру автомобильного парка.

Решение поставленных XXVII съездом КПСС задач в большой степени определяется подготовкой инженерных кадров автомобильного транспорта.

Профессия инженера автомобильного транспорта требует не только глубокого понимания конструкции автомобилей, но и умения самостоятельно оценить новый механизм или систему, а также новый автомобиль в целом. Основы инженерных знаний студенты специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» получают при изучении курса «Основы конструкции автомобиля». Он подготовляет к освоению теории эксплуатационных свойств автомобиля и его расчета, а также профилирующих учебных дисциплин: «Эксплуатация и ремонт автомобильного транспорта», «Специализированный подвижной состав», «Безопасность движения» и др.

Выполняя мероприятия по повышению безопасности движения и уменьшению вредного воздействия транспорта на окружающую среду с одновременным снижением удельных транспортных расходов на перевозку грузов и пассажиров, отечественная автомобильная промышленность выпустила новые модели автомобилей, характеризующиеся высокими параметрами.

Основное внимание в учебнике уделено вопросам назначения, схемам и принципам действия автомобильных механизмов и систем, формирующим основы понимания конструкции автомобилей. Конкретные конструкции механизмов и систем отечественных автомобилей, эксплуатируемых в автомобильных хозяйствах, описаны в качестве примера, поясняющего схемы и принцип действия. Первая конструкция рассмотрена подробнее последующих.

ГЛАВА 1

Общие сведения об автомобиле

§ 1. Основные этапы развития автомобильной промышленности в СССР

§ 2. Подвижной состав автомобильного транспорта

§ 3. Общее устройство автомобиля

§ 4. Автомобиль, охрана окружающей среды и здоровья человека

§ 1. Основные этапы развития автомобильной промышленности в СССР

С первых лет Советской власти одной из важнейших задач развития народного хозяйства было создание отечественного автомобилестроения.

В 1924—1931 гг. были сделаны первые шаги в организации в стране автомобильного производства. В 1924 г. в Москве был достроен завод АМО, который начал выпускать полуторатонные грузовые автомобили.

В октябре 1931 г. был введен в строй Московский автомобильный завод, а в январе 1932 г.— Горьковский автомобильный завод, выпускавшие главным образом грузовые автомобили. Одновременно Ярославский автомобильный завод начал выпускать грузовые автомобили и автобусы. В годы Великой Отечественной войны были пущены Ульяновский и Уральский автомобильные заводы.

В соответствии с пятилетним планом восстановления и развития народного хозяйства в 1946—1950 гг. были увеличены производственные мощности существующих заводов и введены в действие реконструированный завод малолитражных автомобилей в Москве (ныне АЗЛК) и завод грузовых автомобилей в Минске.

В период 1950—1958 гг. были пущены Кутаисский автомобильный завод, Львовский и Павловский автобусные заводы. В 1959 г. производство дизельных автомобилей было передано с Ярославского на Кременчугский автозавод. С 1958 по 1970 гг. вступили в строй Могилевский, Брянский автозаводы, начато производство легковых автомобилей на Ижевском машиностроительном заводе, освоено производство автобусов в Ликино, в Кургане, в Риге, а также в Ереване.

В 1970 г. Волжский автомобильный завод в Тольятти начал массовое производство малолитражных автомобилей. С 1976 г. на Камском объединении по производству большегрузных автомобилей выпускаются трехосные дизельные

грузовые автомобили, а на Ставропольском и Красноярском заводах – прицепы и полуприцепы к ним.

Развитие специализации в автомобилестроении шло по пути создания агрегатных заводов: в Ярославле – по выпуску дизелей, сцеплений и коробок передач для грузовых автомобилей, в Заволжье – бензиновых двигателей для легковых и грузовых автомобилей, в Херсоне и Гродно – карданных валов, в Полтаве и Рославле – тормозной аппаратуры и др.

Отечественная автомобильная промышленность стала передовой отраслью социалистической индустрии, которая включает автомобильные заводы, специализированные агрегатные заводы, заводы автомобильного электрооборудования, подшипниковые заводы и др. В настоящее время эти предприятия выпускают легковые автомобили и автобусы всех классов, грузовые автомобили различных назначений и грузоподъемности, а также всевозможные автомобильные прицепы и другую продукцию.

§ 2. Подвижной состав автомобильного транспорта

Классификация подвижного состава. Подвижной состав автомобильного транспорта состоит из автомобилей различных типов, а также прицепов и полуприцепов, буксируемых автомобилями. Автомобиль и буксируемые им прицепы или полуприцепы образуют автомобильный поезд.

По назначению автомобильный подвижной состав разделяют на грузовой, пассажирский и специальный. К первому относят грузовые автомобили, автомобили-тягачи, прицепы и полуприцепы. Грузовой подвижной состав в зависимости от характера его использования делят на подвижной состав общего назначения и специализированный. К пассажирскому подвижному составу относят легковые автомобили, автобусы, пассажирские прицепы и полуприцепы. Специальным подвижным составом (СПС) называют автомобили, прицепы и полуприцепы для выполнения нетранспортных работ и имеющие соответствующее оборудование (пожарные, автомобили для уборки улиц, автокраны, передвижные ремонтные мастерские, спортивные и др.).

Легковые автомобили разделяют на классы в зависимости от рабочего объема (в л) цилиндров двигателя таким образом.

Особо малый	До 1,2
Малый	1,3 – 1,8
Средний	1,9 – 3,5
Большой	Св. 3,5
Высший	Не регламентируется

В основе классификации автобусов лежит их длина (в м).

Особо малый	До 5
Малый	6 – 7,5
Средний	8 – 9,5
Большой	10,5 – 12
Особо большой (сочлененный)	16,5 и более

Грузовые автомобили разделяют на семь классов в зависимости от полной массы.

Применение автопоездов позволяет увеличить производительность подвижного состава и снизить себестоимость перевозок. К прицепному подвижному составу относятся прицепы, полуприцепы и прицепы-роспуски.

Одноосные прицепы (рис. 1, *а*) дышлом *2* соединяют с автомобилем. Если прицеп не буксируется автомобилем, то для опоры опускают переднюю *1* и заднюю подставки.

Двухосные и трехосные прицепы (рис. 1, *б*) шарнирно соединяют с тягачом при помощи дышла *2*. В этом случае вертикальные усилия от прицепа на автомобиль практически не передаются.

Прицепы-роспуски (рис. 1, *в*) применяют для перевозки длинномерных грузов. Грузы, уложенные в кузов автомобиля, поддерживаются прицепом-роспуском. Он имеет поворотный конник *3* – опорную поворачивающуюся балку, обеспечивающую правильное размещение груза. Дышло *2* прицепа-роспуска выполняется иногда телескопическим (раздвижным).

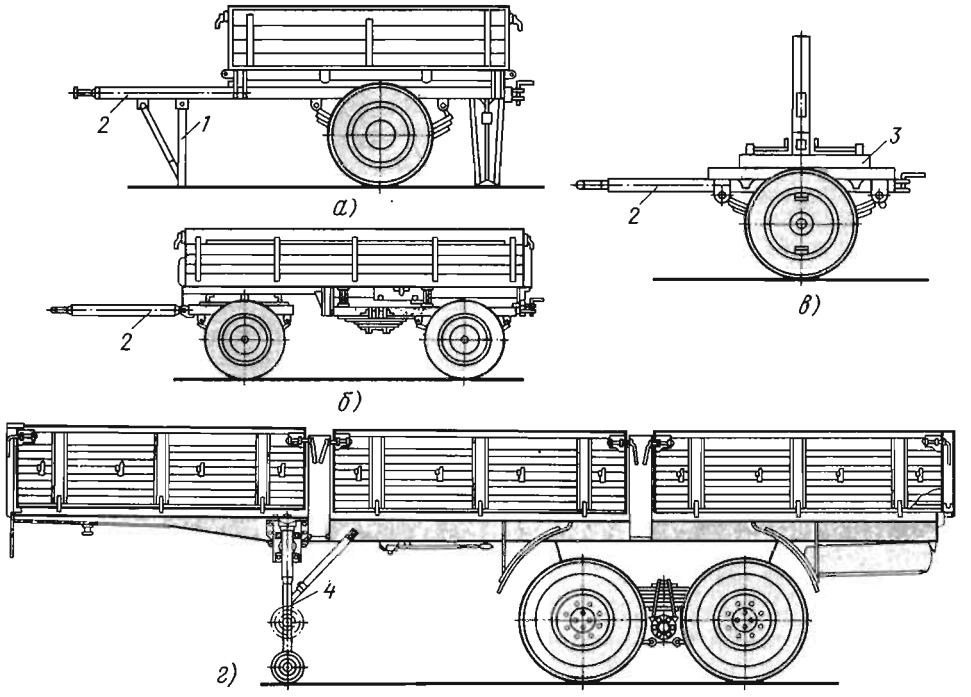


Рис. 1
Прицепной состав:
а — одноосный прицеп; *б* — двухосный прицеп; *в* — прицеп-роспуск; *г* — полуприцеп

Полуприцепы или седельные прицепы (рис. 1, *г*) передней частью опираются на седельное устройство автомобиля, который называется седельным тягачом. Поэтому часть собственной массы и массы перевозимого груза ими передается на раму седельного тягача. Отсоединенный от седельного тягача полуприцеп опирается на поддерживающую стойку *4*.

Обозначение отечественного подвижного и прицепного состава. Обычно на автомобильном заводе выпускается семейство автомобилей, собираемых в основном из одинаковых агрегатов. Одна из моделей такого семейства, принимаемая за основную, называется базовой. Другие модели, которые отличаются от базовой, например, специализированным назначением — модификациями. На рис. 2 показаны некоторые модели автомобилей, выпускаемых Камским автомобильным заводом. Обозначение (индексация) отечественного автомобиля состоит из букв, показывающих завод-изготовитель, и цифр, присваиваемых каждой модели. Например, Горьковский автомобильный завод — ГАЗ, Минский автомобильный завод — МАЗ. До 1966 г. для обозначения модели автомобиля каждому заводу была выделена группа цифр: ГАЗ до 99, ЗИЛ от 100 до 199 и т. п. Некоторым маркам легковых автомобилей присвоены названия: «Чайка», «Жигули» и др.

С 1966 г. новым моделям дается иное обозначение. Оно состоит, как и раньше, из условного наименования завода-изготовителя и четырехзначных цифр, где первые две цифры обозначают класс и вид автомобиля, а третья и четвертая — номер модели. Модификация моделей имеют пятую цифру, означающую порядковый номер модификации.

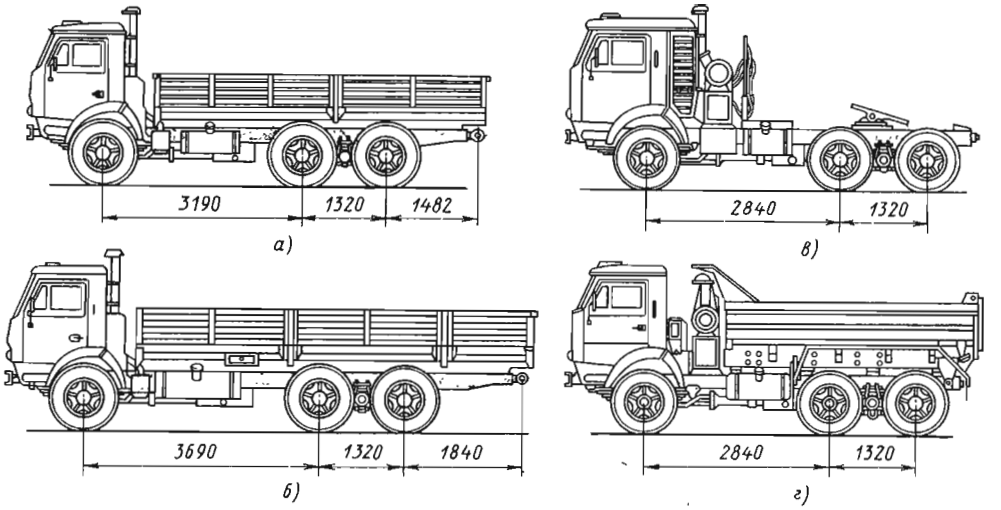


Рис. 2
Семейство автомобилей КамАЗ:
а – базовая модель КамАЗ-5320; *б* – модель с увеличенной базой и грузоподъемностью КамАЗ-53212; *в* – седельный тягач КамАЗ-5410; *г* – самосвал КамАЗ-5510

Система индексации автомобилей и автобусов приведена ниже.

Легковые автомобили

Рабочий объем двигателя, л	До 1,2	1,3 – 1,8	1,9 – 3,5	Св. 3,5
Индекс	11	21	31	41

Автобусы

Длина, м	До 5	6 – 7,5	8 – 9,5	10,5	16,5 и более
Индекс	22	32	42	52	62

Грузовые автомобили

Полная масса, т	До 1,2	1,3 – 2	2,1 – 8	9 – 14	15 – 20	21 – 40	Св. 40
Индекс автомобиля:							
с бортовой платформой	13	23	33	43	53	63	73
седельного тягача	14	24	34	44	54	64	74
самосвала	15	25	35	45	55	65	75
цистерны	16	26	36	46	56	66	76
фургона	17	27	37	47	57	67	77
специального	19	29	39	49	59	69	79

Рассмотрим для примера обозначение некоторых автомобилей: легковой автомобиль Волжского автозавода с рабочим объемом двигателя 1,45 л, третья модель – ВАЗ-2103; автобус Павловского автозавода, длина 7,15 м, первая модель – ПАЗ-3201; седельный тягач Минского автозавода полной массой 23 900 кг (при нагрузке на седло 14 700 кг), двадцать вторая модель – МАЗ-6422.

Аналогичное обозначение дается прицепному составу. Первые две цифры после обозначения завода показывают класс прицепного состава, третья и четвертая цифры обозначают модели в зависимости от полной массы прицепов или полуприцепов. Например, полуприцеп-фургон Одесского завода полной массой 9 т имеет обозначение ОдАЗ-9925; прицеп-тяжеловоз Челябинского машиностроительного завода полной массой 53,2 т – ЧМЗАП-8386.

Техническая характеристика автомобилей. На каждый автомобиль заводом-изготовителем дается техническая характеристика. В нее входят:

колесная формула, где первая цифра означает число колес автомобиля, а вторая – число ведущих колес (4 × 2 – автомобиль с четырьмя колесами, два из которых ведущие);

номинальная грузоподъемность (в кг или т), для легковых автомобилей и автобусов – число мест, включая место водителя;

масса снаряженного автомобиля (в кг) и ее распределение по осям;

габаритные размеры (в м): длина, ширина, высота по кабине;

колея передних и задних колес или между серединами сдвоенных колес (в мм);

наибольшая скорость с полной нагрузкой на горизонтальных участках прямого шоссе (в км/ч);

наименьший радиус поворота по колее наружного переднего колеса (в м);

контрольный расход топлива на 100 км пути по шоссе при полной нагрузке и при определенной скорости движения (в л).

Кроме перечисленных параметров в техническую характеристику автомобиля включают основные данные двигателя и его систем, характеристики трансмиссии, колес и подвески, систем управления и электрооборудования, кабины, кузова или платформы, вспомогательного оборудования, заправочные объемы, а также данные для регулирования и контроля.

Техническая характеристика входит в инструкцию по эксплуатации, которой снабжается заводом-изготовителем каждый автомобиль.

§ 3. Общее устройство автомобиля

Автомобиль – сложная машина, состоящая из совокупности механизмов и систем. Конструкции их могут быть различными. Однако у большинства автомобилей принципы устройства и действия основных механизмов одинаковы. Много общего имеют также компоновки автомобилей, зависящие от их назначения и взаимного расположения механизмов.

В каждом автомобиле выделяют три основные части: кузов, двигатель и шасси.

Кузов служит для размещения перевозимого груза. В кузове легкового автомобиля или автобуса размещаются как пассажиры, так и водитель. Кузов грузового автомобиля состоит из платформы под груз (грузовой кузов) и кабины водителя.

Двигатель преобразует тепловую энергию, выделяемую при сгорании топлива, в механическую. В результате такого преобразования приводится во вращение коленчатый вал двигателя, передающий крутящий момент через ряд механизмов на ведущие колеса автомобиля. На большинстве автомобилей применяются поршневые двигатели – карбюраторные или дизели. Чаще всего двигатель *4* (рис. 3) расположен в передней части автомобиля.

Шасси объединяет такие группы деталей, механизмов и систем: трансмиссию, несущую систему, мосты, подвеску, колеса, рулевое управление и тормозные системы.

Трансмиссия передает и преобразует крутящий момент, подводимый от вала двигателя к ведущим колесам. В трансмиссию входят: сцепление *21*, коробка передач *9*, карданная передача *12*, главная передача *13*, устанавливаемая в картере ведущего моста. В нем размещены также дифференциал и полуоси, через которые крутящийся момент от главной передачи подводится к левому и правому ведущим колесам *14*.

Рама *11*, выполняющая в рассматриваемом шасси функции несущей системы, колеса, установленные на управляемом и ведущем *13* мостах, и подвески, связывающие мосты с рамой, образуют тележку автомобиля (раньше совокупность этих элементов называли ходовой частью).

Системы управления служат для изменения направления и снижения скорости движения автомобиля. К ним относятся рулевое управление и тормозные системы.

Большинство легковых и грузовых автомобилей выполнены по рассмотренной выше схеме. Однако для улучшения эксплуатационных свойств или приспособления автомобилей к специальным условиям работы применяют другие схемы расположения кузова и механизмов. Например, для повышения проходимости автомобиля ведущими делают как задние, так и передние его колеса (полноприводные автомобили). У таких автомобилей в трансмиссию вводят до-

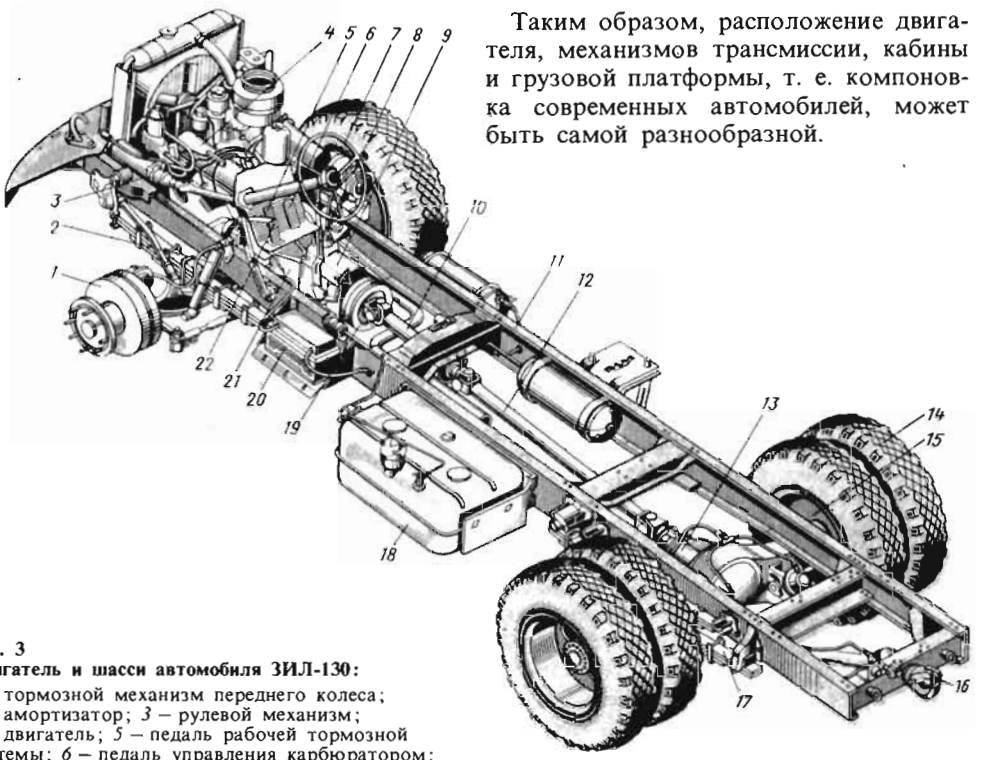


Рис. 3
Двигатель и шасси автомобиля ЗИЛ-130:
1 — тормозной механизм переднего колеса; *2* — амортизатор; *3* — рулевой механизм; *4* — двигатель; *5* — педаль рабочей тормозной системы; *6* — педаль управления карбюратором; *7* — рулевое колесо; *8* — рычаг стояночной тормозной системы; *9* — коробка передач; *10* — промежуточный карданный вал; *11* — рама; *12* — карданная передача; *13* — ведущий мост; *14* — ведущее колесо; *15* — тормозной механизм заднего колеса; *16* — буксирный прибор; *17* — рессора задней подвески; *18* — топливный бак; *19* — тормозной механизм стояночной системы; *20* — аккумуляторная батарея; *21* — сцепление; *22* — педаль сцепления

полнительный механизм — раздаточную коробку. На многих современных грузовых автомобилях для увеличения размеров грузовой платформы кабину располагают над двигателем. У большинства городских автобусов для повышения вместимости кузов вагонного типа. Иногда двигатель и коробку передач устанавливают поперек кузова в его задней части, что позволяет рациональнее использовать салон для размещения сидений. Для увеличения пассажирского помещения кузова у некоторых легковых автомобилей двигатель располагают спереди поперек продольной оси автомобиля, а привод осуществляется на передние колеса.

Таким образом, расположение двигателя, механизмов трансмиссии, кабины и грузовой платформы, т. е. компоновка современных автомобилей, может быть самой разнообразной.

§ 4. Автомобиль, охрана окружающей среды и здоровья человека

Постоянный рост количества автомобилей оказывает определенное отрицательное влияние на окружающую среду и здоровье человека. Миллионы автомобильных двигателей загрязняют и отравляют атмосферу отработавшими газами, особенно в крупных городах, где движение транспорта очень интенсивно. Шум от работы двигателей и движения автомобилей оказывает раздражающее воздействие на нервную систему людей, мешает им работать и отдыхать. Движущийся с высокой скоростью автомобиль представляет в определенных условиях опасность для жизни людей, находящихся как на дороге и вблизи ее, так и в самих автомобилях. Все эти отрицательные воздействия автомобилей на людей и окружающую среду нельзя полностью исключить, но можно в значительной степени уменьшить.

При работе автомобильного двигателя в атмосферу выбрасываются газы, содержащие около 60 различных веществ, в том числе токсичные вещества: окись углерода, окислы азота, углеводороды, альдегиды, сажу и др., а при применении этилированных бензинов – соединения свинца. Уменьшение токсичности отработавших газов достигается в результате проведения ряда конструктивных мер: выбора режимов работы и регулировки топливной аппаратуры, поддержания исправного состояния, работы на обедненных смесях и др., а также специальных мероприятий (фильтрации и нейтрализации отработавших газов). С целью уменьшения загрязнения атмосферы совершенствуются существующие двигатели внутреннего сгорания, разрабатываются новые типы таких двигателей, исследуется возможность замены на автомобилях двигателей внутреннего сгорания другими видами энергетических установок. В СССР и других странах установлены допустимые нормы содержания вредных компонентов в отработавших газах для двигателей автомобилей, выпускаемых промышленностью и находящихся в эксплуатации.

Основным источником шума в городах является автомобильный транспорт. Шум создается главным образом от выброса в атмосферу отработавших в двигателе газов и от взаимодействия шин с дорогой. Наибольший шум производят грузовые автомобили с дизелями. Главным направлением работ по снижению шума автомобилей с двигателями внутреннего сгорания является совершенствование глушителей шума выпуска и конструкции шин.

Автомобильный транспорт является также одним из основных потребителей нефтепродуктов. Нефтепродукты, различные кислоты и щелочи, применяемые при эксплуатации и ремонте автомобильного транспорта, попадая в сточные воды, отравляют пресноводные водоемы и мировой океан. Загрязнение воды делает ее не только непригодной для использования, но и наносит непоправимый ущерб всей природной среде, с которой она соприкасается. В нашей стране вопросу охраны природы и, в частности, охране водных ресурсов придается государственное значение: осуществляются необходимые меры по предотвращению вредных сбросов загрязненных сточных вод, применяется различная очистка водоемов, совершенствуются технологические процессы для экономного расхода воды и пр.

Рост автомобильного парка обусловливает увеличение числа дорожно-транспортных происшествий. Наиболее распространенными дорожно-транспортными происшествиями являются столкновение и опрокидывание транспортных средств, наезд транспортных средств на человека или неподвижные предметы. При улучшении качества дорог и строгом соблюдении правил дорожного движения, совершенствовании активной и пассивной безопасности автомобилей снижается число дорожно-транспортных происшествий.

Активная безопасность автомобиля – способность снижать вероятность возникновения дорожно-транспортного происшествия – определяется его устойчивостью и управляемостью, надежностью и эффективностью рулевых управлений и тормозных систем, обзорностью и др.

Пассивная безопасность автомобиля – свойство уменьшать тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий – зависит от прочности кузова, конструкции сидений и элементов интерьера, эффективности удерживающих средств и др.

ГЛАВА 2

Двигатель

§ 5. Принцип действия автомобильных двигателей

§ 6. Кривошипно-шатунный механизм

§ 7. Механизм газораспределения

§ 8. Смазочная система

§ 9. Система охлаждения

§ 10. Система питания карбюраторных двигателей

§ 11. Система питания дизелей

§ 12. Система питания газобалонных автомобилей

§ 5. Принцип действия автомобильных двигателей

Основные типы автомобильных двигателей. На современных автомобилях преимущественное распространение получили двигатели внутреннего сгорания (ДВС).

По конструкции их разделяют на поршневые и роторные. В поршневых двигателях расширяющиеся при сгорании топлива газы перемещают поршень, возвратно-поступательное движение которого преобразуется во вращательное движение коленчатого вала. В зависимости от способов смесеобразования и воспламенения поршневые двигатели делятся на две основные группы. К первой относятся двигатели с внешним смесеобразованием и принудительным воспламенением. Самыми распространенными двигателями первой группы являются карбюраторные, в которых смесь образуется вне цилиндров в специальном приборе – карбюраторе, а воспламеняется в цилиндре электрической искрой. Ко второй группе относятся дизели – двигатели с внутренним смесеобразованием и воспламенением от сжатия. В дизелях смесь образуется в процессе впрыскивания топлива в цилиндр, а затем самовоспламеняется под воздействием высокой температуры.

В роторных двигателях расширяющиеся при сгорании топлива газы воздействуют на вращающуюся деталь – ротор. Роторные двигатели применяются на автомобилях реже, чем поршневые; они делятся на газотурбинные и роторно-поршневые.

Общее устройство и основные параметры поршневых двигателей. Автомобильный поршневой двигатель представляет собой комплекс механизмов и систем, служащих для преобразования тепловой энергии сгорающего в его цилиндрах топлива в механическую работу. Такой двигатель имеет кривошипно-шатунный механизм, механизм газораспределения, системы охлаждения и питания, смазочную систему, а карбюраторные двигатели, кроме того систему зажигания.

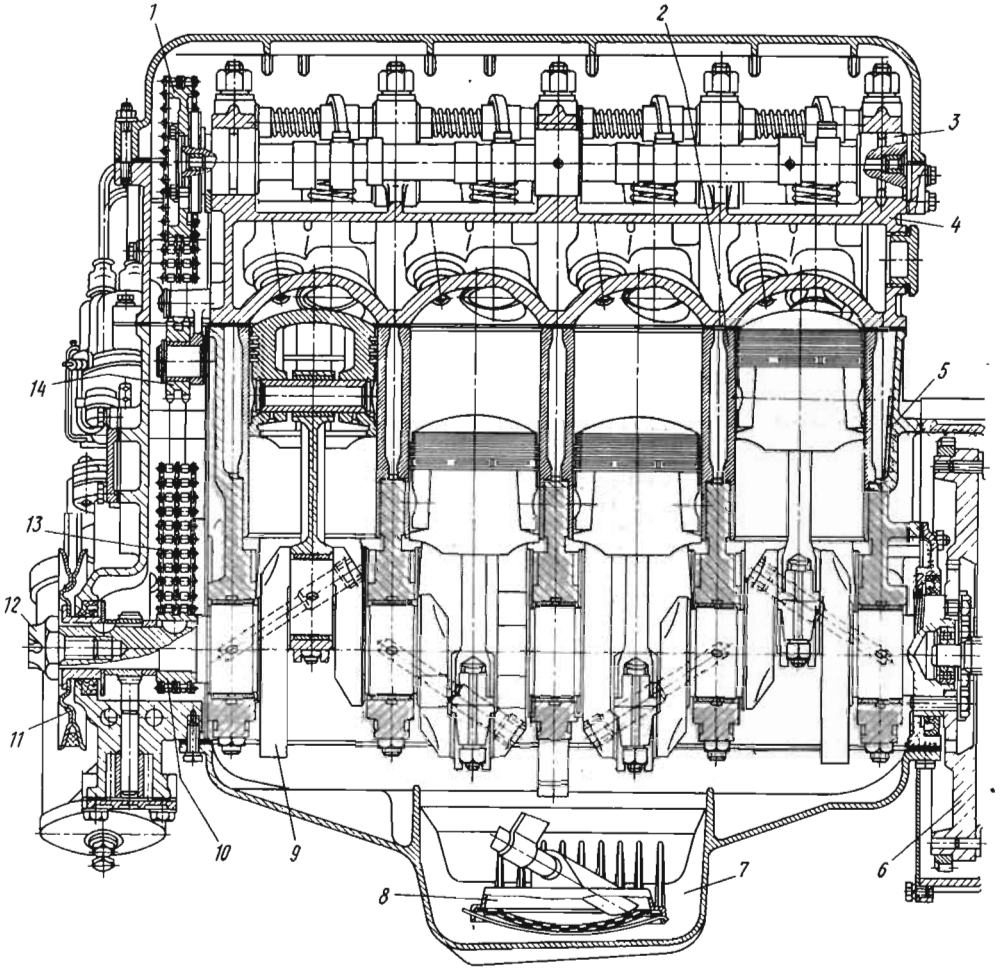


Рис. 4
Продольный разрез двигателя АЗЛК-412:
1 – ведомая звездочка механизма газораспределения; *2* – гильза цилиндров; *3* – распределительный вал; *4* – головка блока цилиндров; *5* – блок цилиндров; *6* – маховик; *7* – поддон картера; *8* – маслоприемник; *9* – коленчатый вал; *10* – ведущая звездочка механизма газораспределения; *11* – шкив; *12* – храповик; *13* – цепь механизма газораспределения; *14* – звездочка натяжного устройства

Четырехцилиндровый карбюраторный двигатель АЗЛК-412 имеет цилиндры *2* (рис. 4 и 5), расположенные в один ряд. Внутри цилиндров размещены поршни, соединенные с коленчатым валом *9* шатунами. Распределительный вал *3* приводится в работу от коленчатого вала цепной передачей. Горючая смесь от карбюратора 7 поступает в цилиндры двигателя по впускному трубопроводу *8*.

Шестицилиндровый дизель ЯМЗ-236 (рис. 6 и 7) имеет расположение цилиндров в два ряда. В цилиндрах размещены поршни, связанные с коленчатым валом *1* шатунами *2*. К механизму газораспределения относится распределительный вал *12*, приводящий в работу впускной и выпускной клапаны каждого цилиндра. Вокруг цилиндров выполнены полости – рубашка охлаждения, заполняемая охлаждающей жидкостью. В смазочную систему входят насос *2*, подающий масло в главную масляную магистраль, и фильтры очистки масла. В систему питания входят топливный

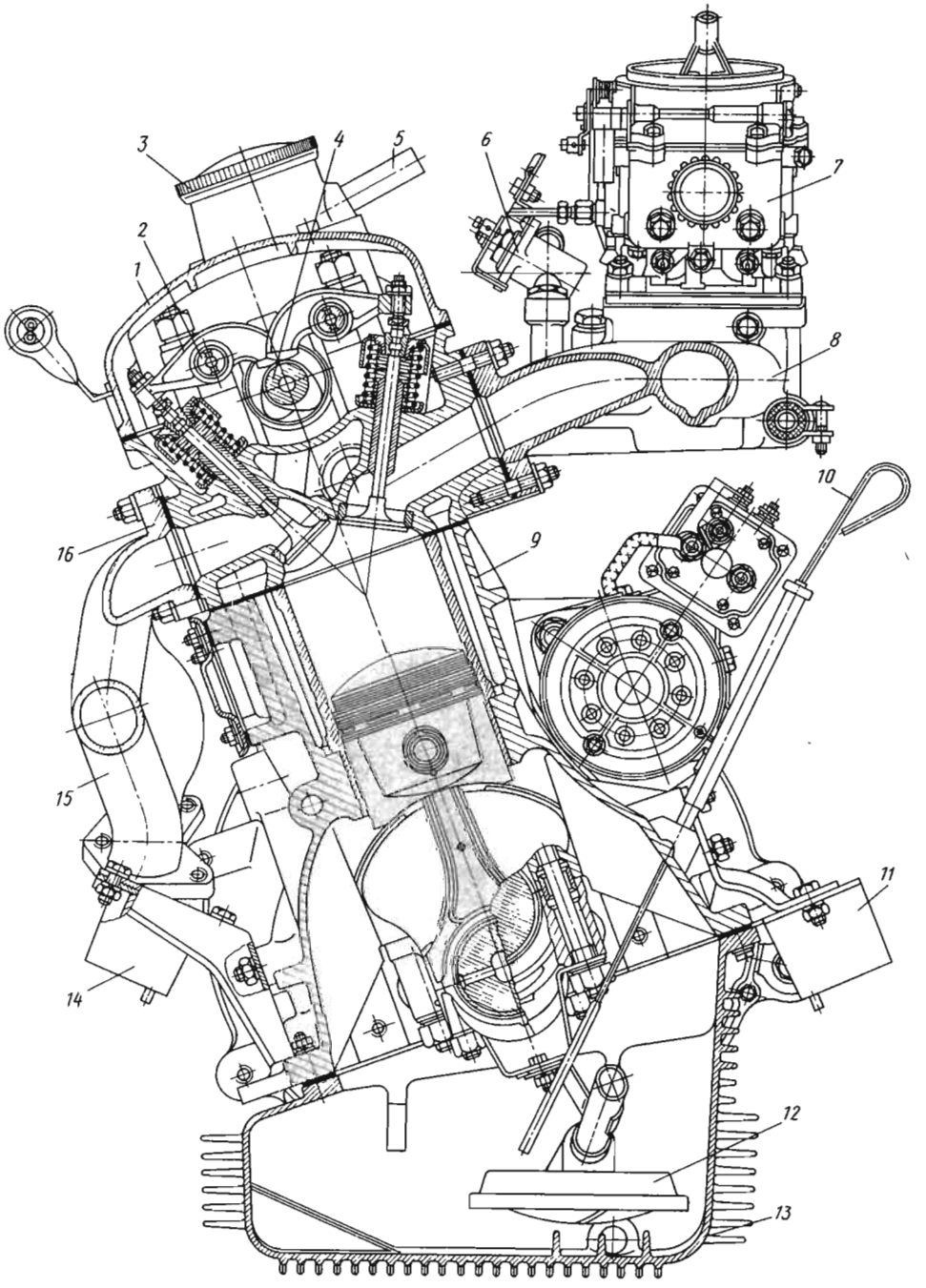


Рис. 5
Поперечный разрез двигателя АЗЛК-412:

1 – крышка головки цилиндров; *2* – ось коромысел;
3 – крышка маслоналивной горловины;
4 – распределительный вал; *5* – патрубок отбора картерных газов; *6* – кран отопления кузова;
7 – карбюратор; *8* – впускной трубопровод;
9 – блок цилиндров; *10* – маслоизмерительный стержень; *11* и *14* – подушки передней опоры двигателя; *12* – маслоприемник; *13* – поддон картера; *15* – выпускной трубопровод;
16 – головка блока

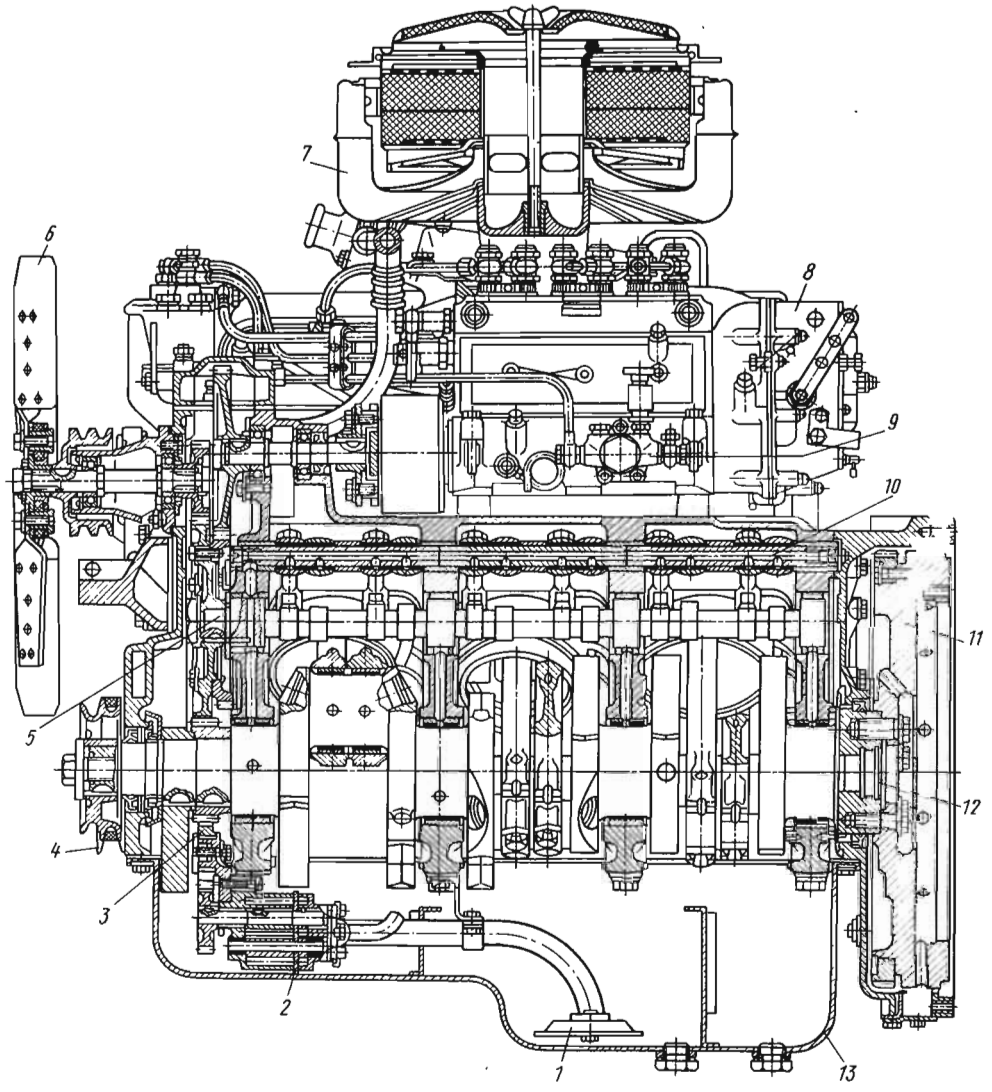


Рис. 6
Продольный разрез двигателя ЯМЗ-236:
1 — маслоприемник; *2* — масляный насос; *3* — шестерня газораспределения; *4* — шкив; *5* — распределительный вал; *6* — вентилятор; *7* — воздушный фильтр; *8* — топливный насос высокого давления; *9* — топливоподкачивающий насос; *10* — ось толкателей; *11* — маховик; *12* — коленчатый вал; *13* — поддон картера

насос высокого давления *8* и воздухоочиститель *7*.

Схема одноцилиндрового двигателя, работающего по четырехтактному циклу, показана на рис. 8. Цилиндр *5*, закрытый сверху головкой *7*, закреплен на картере *4*. К картеру прикреплен масляный поддон *1*. В цилиндре находится поршень *6*, соединенный пальцем *12* с верхней головкой шатуна *13*. Поршень в цилиндре уплотнен кольцами *11*. Нижняя головка шатуна соединена с шатунной шейкой *14* коленчатого вала *3*. Коленчатый вал имеет также две коренные шейки *17*, опорами которых служат подшипники *2*, расположенные в картере. Шатунная шейка вала соединена с коренными шейками щеками *15*. К фланцу коленчатого вала прикреплен маховик *16*. В головке *7* размещены

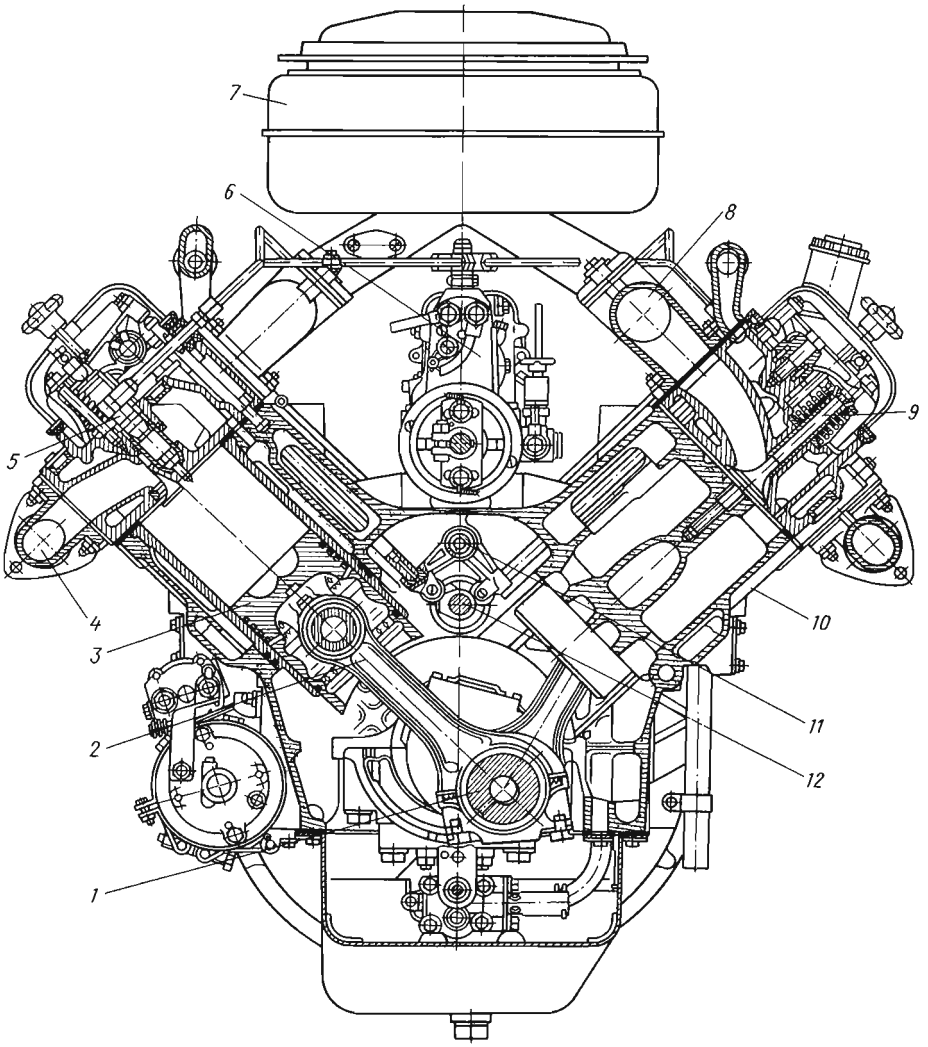


Рис. 7
Поперечный разрез двигателя ЯМЗ-236:
1 – коленчатый вал; *2* – шатун; *3* – поршень; *4* – выпускной трубопровод; *5* – форсунка; *6* – топливный насос высокого давления; *7* – воздушный фильтр; *8* – впускной трубопровод; *9* – впускной клапан; *10* – блок цилиндров; *11* – ось толкателей; *12* – распределительный вал

клапаны *8* и *10*, служащие соответственно для впуска горючей смеси (карбюраторные двигатели) или воздуха (дизели) и выпуска отработавших газов. Воспламенение рабочей смеси в карбюраторных двигателях осуществляется свечой *9*. В двигателях с воспламенением от сжатия в головке установлена форсунка, через которую в цилиндр впрыскивается топливо.

Сгорание рабочей смеси в цилиндре сопровождается повышением температуры и давления газов. Давление газов, воспринимаемое перемещающимся вниз поршнем, можно представить в виде сосредоточенной силы K. Разложим эту силу на две составляющие, одна из которых Q действует вдоль шатуна, а другая N прижимает поршень к стенке цилиндра. Сила N вызывает износ цилиндра и боковой поверхности поршня. Для равномерного распределения бокового давления между противолежащими

стенками цилиндра в некоторых двигателях ось коленчатого вала смещают относительно оси цилиндров по направлению действия силы N (дезаксиальные кривошипно-шатунные механизмы). Составляющая Q, приложенная к шатунной шейке, раскладывается также на две силы T и C. Сила C воспринимается опорами вала, а сила T, приложенная на радиусе r, создает крутящий момент двигателя.

Размер кривошипа коленчатого вала определяется радиусом r, равным расстоянию между осями шатунной и коренной шеек. Длина шатуна l является расстоянием между осями его верхней и нижней головок. Отношение r/l в автомобильных двигателях составляет $1/3{,}5-1/4{,}5$. Ход поршня S и диаметр цилиндра D являются важными параметрами двигателя, определяя его размеры. Ход поршня S равен удвоенному радиусу кривошипа. Отношение S/D в двигателях составляет $0{,}7-2{,}2$. Если $S/D \leqslant 1{,}0$, то двигатель называют короткоходным. Многие современные автомобильные двигатели выполняют короткоходными.

Объем, освобождаемый поршнем при его перемещении от ВМТ до НМТ, называется рабочим объемом цилиндра и обозначается V_h. Сумма рабочих объемов всех цилиндров в многоцилиндровом двигателе называется рабочим объемом. Рабочий объем двигателя выражается в литрах. По рабочему объему двигатели легковых автомобилей разделяют на микролитражные, малолитражные, среднелитражные и большого литража.

Объем, образующийся над поршнем при его нахождении в ВМТ, называется объемом камеры сгорания или объемом камеры сжатия и обозначается V_c. Таким образом, полный объема цилиндра

$$V_a = V_h + V_c.$$

Отношение полного объема цилиндра к объему камеры сжатия называется степенью сжатия $\varepsilon = V_a/V_c$. Степень сжатия показывает, во сколько раз уменьшается объем рабочей смеси или воздуха при перемещении поршня из НМТ в ВМТ. Повышение степени сжатия позволяет увеличить мощность двигателя и улучшить его экономичность. Возможность увеличения ε определяется главным образом свойствами топлив, токсичностью отработанных газов и нагрузкой на детали кривошипно-шатунного механизма; для карбюраторных

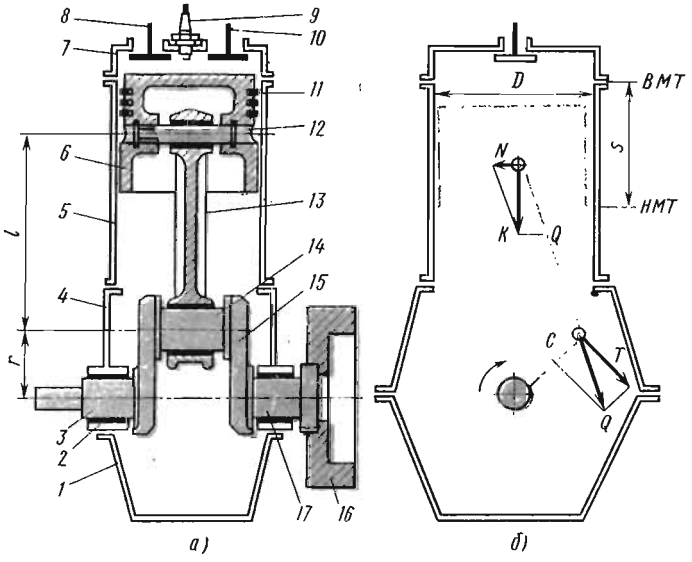


Рис. 8
Поршневой одноцилиндровый двигатель внутреннего сгорания:
а – продольный разрез; *б* – схема сил (поперечный разрез)

автомобильных двигателей $\varepsilon = 6{,}5 \div 10$, а для дизеля $\varepsilon = 15 \div 22$.

Результирующий момент касательных сил T, действующих на каждую шатунную шейку коленчатого вала, называют эффективным крутящим моментом M_e многоцилиндрового двигателя. Момент M_e зависит от давления газов и рабочего объема двигателя; для карбюраторных малолитражных двигателей $M_e = 70 \div 120$ Н · м, для карбюраторных двигателей грузовых автомобилей $M_e = 200 \div 450$ Н · м, для дизелей грузовых автомобилей большой грузоподъемности $M_e = 500 \div 2500$ Н · м.

От M_e и от частоты вращения n_e коленчатого вала зависит мощность двигателя $N_e = M_e n_e$.

Максимальная частота вращения коленчатых валов карбюраторных двигателей отечественных грузовых автомобилей составляет 3200 – 3600 об/мин, карбюраторных двигателей легковых автомобилей 5500 – 6000 об/мин, а дизелей 2600 – 2800 об/мин.

Литровая мощность характеризует использование рабочего объема двигателя $N_л = N_e / V_h$. Для карбюраторных двигателей грузовых автомобилей $N_л = 15 \div 22$ кВт/л; для карбюраторных двигателей легковых автомобилей $N_л = 22 \div 44$ кВт/л, для дизелей $N_л = 11 \div 22$ кВт/л. Чем выше $N_л$, тем совершеннее двигатель. Однако при увеличении литровой мощности возрастают нагрузки на кривошипно-шатунный механизм.

Экономичность работы двигателя оценивается g_e – эффективным расходом топлива (в г) на единицу мощности за 1 ч. Для карбюраторных двигателей $g_e = 280 \div 340$ г/(кВт · ч), а для дизелей $g_e = 220 \div 260$ г/(кВт · ч). Более высокий показатель экономичности работы дизелей по сравнению с карбюраторными двигателями – главная причина дизелизации автомобильного парка.

Важными показателями оценки работы поршневых двигателей являются степень токсичности и дымность отработавших газов. В СССР существуют стандарты на предельно допустимые нормы содержания CO при работе двигателей с искровым зажиганием на холостом ходу и на дымность в отработавших газах дизелей.

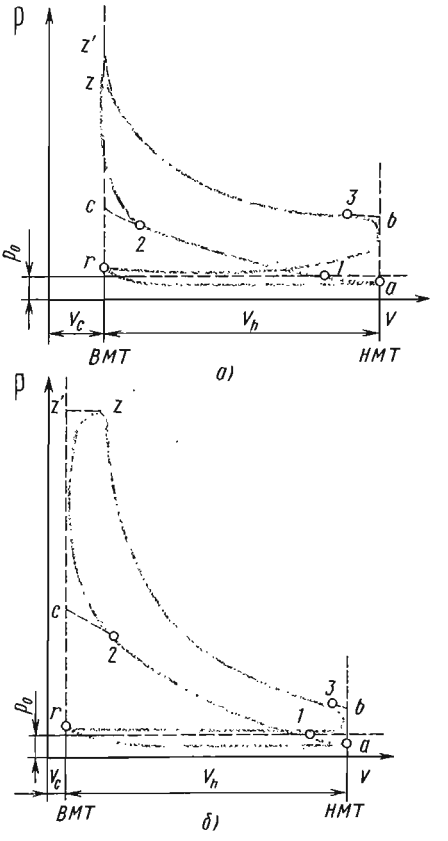


Рис. 9
Индикаторная диаграмма четырехтактного поршневого двигателя:
а – карбюраторного; *б* – дизеля

Рабочий процесс четырехтактного двигателя состоит из тактов впуска, сжатия, расширения и выпуска и совершается за два оборота коленчатого вала.

Рассмотрим этот процесс, используя для иллюстрации каждого такта индикаторную диаграмму (рис. 9), представляющую собой зависимость давления p в цилиндре от переменного объема цилиндра V. Индикаторную диаграмму строят по результатам испытаний двигателя. Линия p_0 соответствует нормальному атмосферному давлению.

Индикаторную диаграмму строят по показаниям специального прибора – ин-

дикатора, полученным при испытании двигателя.

Такт впуска начинается с движения поршня от ВМТ и продолжается при повороте коленчатого вала от 0 до 180°, пока поршень не достигнет НМТ. К началу такта впуска (точка *r* на диаграммах) в цилиндре находятся отработавшие газы под небольшим избыточным давлением. Перед началом такта впуска впускной клапан открывается. По мере удаления поршня от ВМТ давление в цилиндре становится ниже атмосферного (линия *ra*); оно определяется рядом факторов: сопротивлением впускного тракта, частотой вращения коленчатого вала двигателя и т. п. Среднее давление впуска составляет 80–90% атмосферного, для дизелей оно немного выше, чем для карбюраторных двигателей.

Под действием перепада давлений горючая смесь (в карбюраторных двигателях) и чистый воздух (в дизелях) поступают в цилиндр. Соприкасаясь с нагретыми стенками впускного трубопровода, головкой и стенками цилиндров и смешиваясь с горячими остаточными отработавшими газами, поступающий в цилиндр свежий заряд нагревается. Поэтому в конце такта впуска газы в цилиндре имеют температуру 40–80 °С.

Наполнение цилиндра горючей смесью или воздухом может быть различным; оно характеризуется коэффициентом наполнения, равным отношению объема поступившего в цилиндр свежего заряда (приведенного к нормальным атмосферным условиям) к объему цилиндра. У карбюраторных двигателей коэффициент наполнения составляет 0,75–0,85, а у дизелей вследствие меньшего сопротивления впускного тракта достигает 0,9. Чем больше коэффициент наполнения, т. е. чем больше заряд в цилиндре, тем большую мощность может развить двигатель. В некоторых двигателях для увеличения наполнения цилиндра при такте впуска применяют наддув, при котором заряд в цилиндр поступает под избыточным давлением.

Такт сжатия осуществляется при движении поршня от НМТ к ВМТ и продолжается в течение поворота коленчатого вала от 180 до 360° (линия *ac*). Оба клапана при этом закрыты. В точке *1* давление в цилиндре становится равным атмосферному. По мере уменьшения объема давление и температура в цилиндре повышаются и достигают в конце такта в карбюраторных двигателях соответственно 0,9–1,5 МПа и 270–480 °С, а в дизелях 3,5–4,5 МПа и 450–650 °С. Для более эффективного сгорания топлива воспламенение рабочей смеси в карбюраторном двигателе и впрыскивание топлива в дизелях осуществляют не в ВМТ, а несколько раньше – в точке *2*.

Такт расширения происходит при закрытых клапанах в течение поворота коленчатого вала от 360 до 540° (линия *z'zb*). При сгорании рабочей смеси резко повышаются температура и давление в цилиндре. Газы под давлением, воспринимаемым поршнем, совершают полезную работу. Работа расширения газов используется наиболее эффективно, когда максимальное давление p_z газов в цилиндре соответствует положению поршня, при котором угол поворота коленчатого вала составляет 10–15° после ВМТ. В этом случае в карбюраторных двигателях $p_z = 4{,}0 \div 5{,}5$ МПа, а в дизелях $p_z = 7{,}0 \div 8{,}0$ МПа. Максимальная температура газов в конце сгорания в карбюраторных двигателях достигает 2200–2500 °С, а в дизелях 1600–1900 °С. Во время такта расширения газы совершают полезную работу, поэтому соответствующий ему ход поршня называют рабочим ходом.

Такт выпуска начинается движением поршня от НМТ к ВМТ и продолжается при повороте коленчатого вала от 540 до 720° при открытом выпускном клапане (линия *br*). Момент открытия клапана отмечен на диаграмме точкой *3*. В течение этого такта поршень выталкивает из цилиндра отработавшие газы в атмосферу, осуществляя очистку цилиндра. Давление в цилиндре в конце такта выпуска составляет 0,1–0,12 МПа, а температура 600–950 °С.

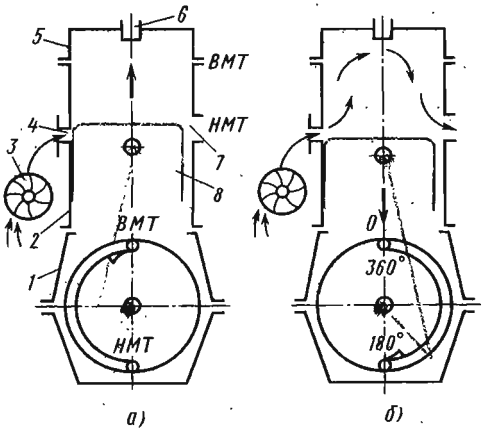


Рис. 10
Схема работы двухтактного поршневого двигателя

В двухтактных двигателях рабочий процесс осуществляется за один оборот коленчатого вала.

Схема двухтактного двигателя показана на рис. 10. В зависимости от типа двигателя горючая смесь или воздух предварительно сжимается специальным насосом *3*. В нижней части цилиндра *2*, закрепленного на картере *1*, выполнены впускное (продувочное) *4* и выпускное *7* окна. В головке *5* цилиндра установлена свеча зажигания *6* (в дизелях форсунка).

Первый такт совершается при движении поршня от НМТ к ВМТ (рис. 10, *а*) за счет энергии маховика двигателя. Оба окна открыты. Горючая смесь (чистый воздух — дизели) подается в цилиндр насосом *3* через впускное окно *4* и вытесняет из цилиндра оставшиеся в нем отработавшие газы, которые выходят в атмосферу через выпускное окно *7*. Так происходит очистка цилиндра от отработавших газов и заполнение его свежим зарядом. Движущийся вверх поршень *8* сначала закрывает впускное окно, прекращая заполнение цилиндра свежим зарядом, а затем выпускное окно. После этого осуществляется процесс сжатия, в конце которого электрической искрой воспламеняется рабочая смесь (карбюраторный двигатель) или впрыскивается топливо (дизель). Таким образом, за первую половину оборота коленчатого вала совершаются процессы наполнения и сжатия и начинается сгорание топлива.

Второй такт происходит при движении поршня от ВМТ к НМТ (рис. 10, *б*). В результате выделения теплоты при сгорании топлива повышаются температура и давление внутри цилиндра. Под действием давления газов поршень перемещается вниз, совершая полезную работу. Расширение является основным процессом, протекающим за время второй половины оборота коленчатого вала. Как только поршень откроет выпускное окно, отработавшие газы под значительным давлением начинают выходить в атмосферу. К моменту открытия впускного окна давление внутри цилиндра снижается настолько, что становится возможным начать очистку цилиндра путем вытеснения отработавших газов свежим зарядом, подаваемым в цилиндр насосом. Этот процесс называется продувкой цилиндра. При продувке цилиндра осуществляется наполнение цилиндра свежим зарядом и выпуск отработавших газов.

Протекание рабочего процесса в двухтактных двигателях за один оборот коленчатого вала позволяет получить большую мощность по сравнению с четырехтактными двигателями при одинаковых рабочих объемах и частотах вращения коленчатого вала. Однако существенными недостатками двухтактных двигателей являются их худшая топливная экономичность и меньший срок службы по сравнению с четырехтактными. Этими недостатками, а также большей токсичностью отработавших газов объясняется ограниченное применение двухтактных двигателей на автомобилях.

Скоростные характеристики поршневых двигателей. Для оценки работы двигателя пользуются его скоростной характеристикой — графиком, показывающим изменения мощности N_e, крутящего момента M_e и удельного расхода топлива g_e в зависимости от частоты вращения n коленчатого вала при постоянном положении органа, регулирующего подачу топлива. Скоростную

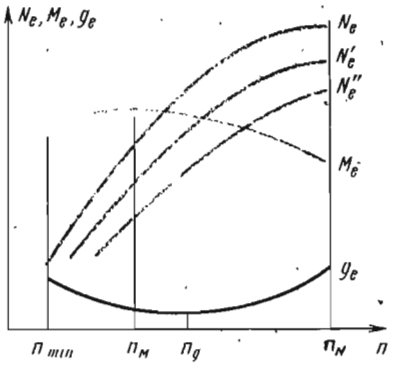


Рис. 11
Скоростная характеристика двигателя

характеристику строят по данным результатов испытаний двигателя на специальном стенде, позволяющем измерять M_e, n, а также g_e. Зная M_e и n, рассчитывают N_e. Очевидно, изменяя количество подаваемой горючей смеси в цилиндры карбюраторного двигателя и впрыскиваемого топлива дизеля, можно получить семейство внешних характеристик двигателя. Такие характеристики называются частичными. Обычно на графике скоростной характеристики показывают зависимости, получаемые при полностью открытой дроссельной заслонке в карбюраторном двигателе или при максимальной подаче топлива в дизеле.

На рис. 11 показана внешняя скоростная характеристика двигателя и две частичные характеристики мощности двигателя N'_e, N''_e при уменьшенной подаче топлива. На внешней скоростной характеристике выделяют следующие точки, отражающие характерные режимы работы двигателя:

n_{min} – минимальная частота вращения, при которой двигатель устойчиво работает при полной нагрузке;

M_{emax} – максимальный крутящий момент; n_M – частота вращения коленчатого вала, соответствующая максимальному крутящему моменту; N_{emax} – максимальная эффективная мощность; n_N – частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности; n_g – частота вращения коленчатого вала при минимальном удельном расходе топлива.

Внешняя характеристика показывает, что M_e достигает наибольшего значения при меньшем значении n, чем N_e. Это очень важно для автоматического приспосабливания двигателя к возрастающим силам сопротивления движению автомобиля. Предположим, что при движении автомобиля, когда двигатель развивает максимальную мощность, силы сопротивления движению увеличатся. Тогда скорость автомобиля начнет уменьшаться и соответственно ей будет уменьшаться частота вращения коленчатого вала. Из графика видно, что M_e при этом будет возрастать, обеспечивая увеличение тяговой силы на колесах автомобиля. Чем больше возрастет M_e при уменьшении n, тем выше приспосабливаемость двигателя и тем меньше вероятность его остановки. В двигателях разных типов M_e увеличивается в таких случаях по-разному: максимальное увеличение крутящего момента в карбюраторных двигателях достигает 30%, а в дизелях 15%. Запас крутящего момента, обеспечивающий устойчивую работу двигателя, оценивается коэффициентом приспосабливаемости

$$K = M_{max}/M_N,$$

где M_{max} – максимальный крутящий момент; M_N – крутящий момент при максимальной эффективной мощности (для карбюраторных двигателей $K = 1{,}20 \div 1{,}30$, для дизелей $K = 1{,}05 \div 1{,}15$).

Принцип действия газотурбинных автомобильных двигателей. Функциональная схема газотурбинного автомобильного двигателя показана на рис. 12. Воздух из атмосферы засасывается компрессором *2* через воздухозаборник *1* и нагнетается в теплообменник *9*, где он нагревается, а затем поступает в камеру сгорания *8*. Непрерывно впрыскиваемое в камеру сгорания топливо сгорает и образующиеся горячие газы направляются на лопатки турбины *4* компрессора, а затем на лопатки силовой турбины *5*. Воздействуя на лопатки обеих турбин, газы, движущиеся с высокой скоростью, заставляют их вращаться

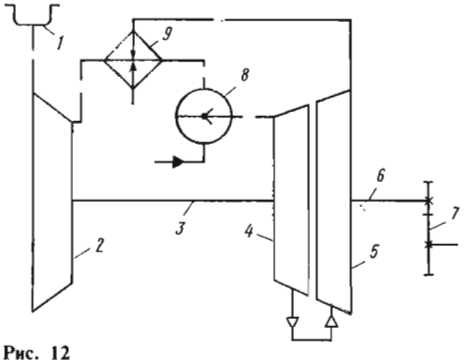


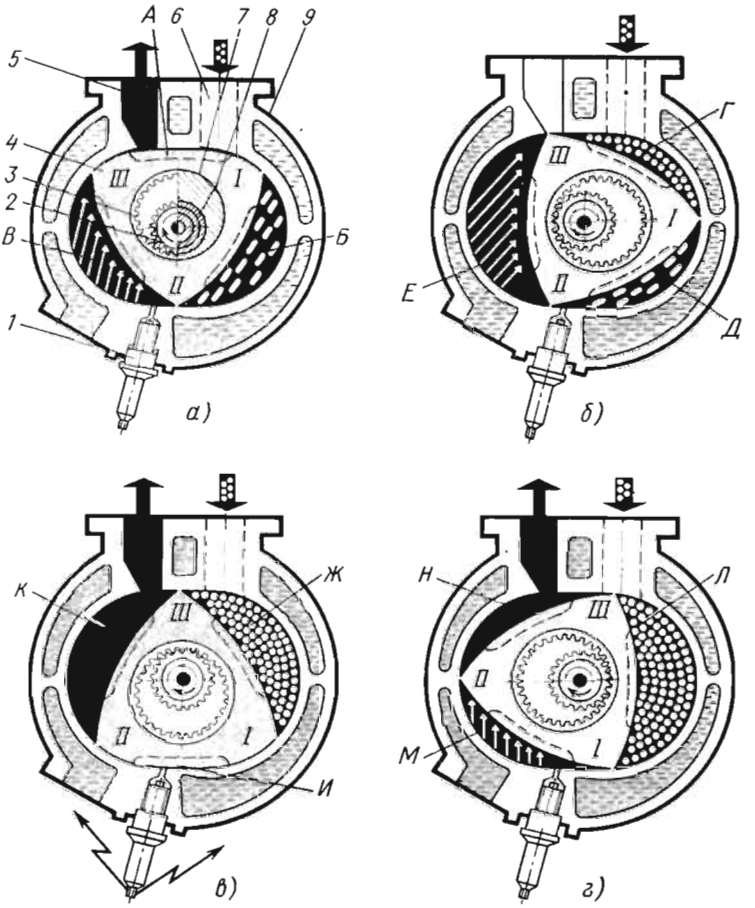
Рис. 12
Схема двухвального газотурбинного двигателя

независимо одна от другой. Через вал *3* приводится во вращение компрессор *2*, а через вал *6* момент от силовой турбины передается на трансмиссию через редуктор *7*. Выходящие из турбин горячие газы направляются в теплообменник *9*, где подогревают воздух, подаваемый в камеру сгорания, после чего выбрасываются в атмосферу.

Как видно, деталью газотурбинного двигателя, непрерывно воспринимающей энергию газов, является колесо силовой турбины, совершающее только вращательное движение. Непрерывность рабочего процесса позволяет получить большие мощности при небольших размерах газовых турбин, а отсутствие кривошипно-шатунного механизма исключает неравномерность вращения вала, присущую поршневым двигателям.

Автомобильные газотурбинные двигатели имеют и другие преимущества

Рис. 13
Схема работы роторно-поршневого двигателя



перед поршневыми: благоприятное изменение крутящего момента, возможность работать на любом жидком или газообразном топливе, легкий пуск при низких температурах, менее токсичные продукты сгорания. Основными недостатками газотурбинных автомобильных двигателей являются сложность и высокая стоимость их производства, а при отсутствии теплообменника – низкая экономичность. Поэтому область применения таких двигателей ограничивается автомобилями большой грузоподъемности.

Принцип действия роторно-поршневых автомобильных двигателей. На некоторых автомобилях в настоящее время устанавливают роторно-поршневые двигатели (рис. 13). Внутренняя полость статора *9* имеет сложную геометрическую форму. В статоре на подшипниках закреплен вал *8*, на котором жестко закреплен эксцентрик *7*. На эксцентрике свободно установлен трехгранный ротор-поршень *4*. Зубчатый венец *3* ротора находится в зацеплении с неподвижной шестерней *2*, закрепленной на статоре. Передаточное отношение зубчатого зацепления обеспечивает при одном обороте ротора-поршня три оборота вала. Ротор и вал вращаются в одном направлении. В статоре имеются рубашка для жидкостного охлаждения, впускной *6* и выпускной *5* каналы и установлена свеча *1* зажигания.

Трехгранный ротор-поршень разделяет внутреннюю часть статора на три полости, объем которых изменяется при вращении ротора. В каждой полости совершаются процессы рабочего цикла, аналогичные процессам в четырехтактном поршневом карбюраторном двигателе. Когда поршень находится в положении, показанном на рис. 13, *а*, в объеме, ограниченном гранью *II – III*, совершается рабочий ход, т. е. происходит расширение газов. Давление газов, воспринимаемое ротором-поршнем, приводит его и вал двигателя во вращение. В это же время из объема *А*, ограниченного гранью *III – I*, отработавшие газы вытесняются через канал *5* в атмосферу, а в объеме *Б* (грань *I – II* поршня) начинается сжатие рабочей смеси. При дальнейшем повороте ротора-поршня продолжается расширение в объеме *Е* (рис. 13, *б*), в увеличивающемся объеме *Г* происходит впуск свежей горючей смеси из карбюратора через канал *6*, а в уменьшающемся объеме *Д* – сжатие.

На рис. 13, *в* показан момент, когда выпускной канал *5* полностью открыт, из объема *К* выходят отработавшие газы, а в объеме *Ж* продолжается впуск горючей смеси. В это время в объеме *И* сжатая рабочая смесь воспламеняется электрической искрой от свечи зажигания *1*. В положении, показанном на рис. 13, *г*, в объеме, ограниченном гранью *I – II* поршня, начинается расширение газов, т. е. рабочий ход. Таким образом, в каждой из трех полостей роторно-поршневого двигателя последовательно происходят впуск (объемы *А, Г, Ж, Л*), сжатие (объемы *Б, Д, И*), сгорание и расширение (объемы *М, В, Е*), а также выпуск (объемы *К, Н, А*). Процессы эти скоротечны, так как в существующих роторно-поршневых двигателях $n = 6000 \div 8000$ об/мин. Увеличение мощности таких двигателей достигается установкой на валу нескольких роторов-поршней.

§ 6. Кривошипно-шатунный механизм

Назначение, схемы компоновок. Кривошипно-шатунный механизм служит для восприятия давления газов, возникающего в цилиндре, и преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала.

Все детали кривошипно-шатунного механизма делятся на подвижные и неподвижные. К неподвижным деталям относятся цилиндр *5* (см. рис. 8), его головка *7* и картер *4*, которые образуют остов двигателя. Подвижные детали – поршень *6* с пальцем *12*, шатун *13*, коленчатый вал *3* и маховик *16*.

Наиболее распространенные схемы компоновок кривошипно-шатунных механизмов автомобильных двигателей

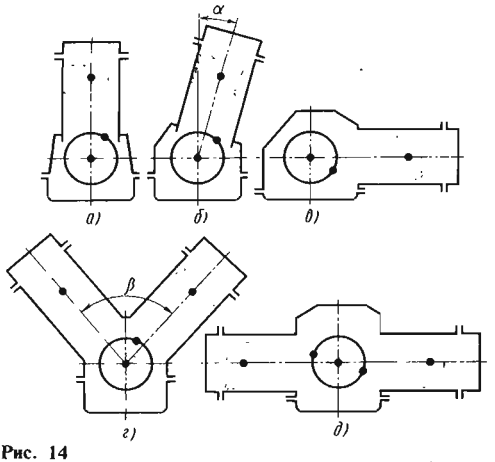


Рис. 14
Схемы кривошипно-шатунных механизмов

представлены на рис. 14. При однорядных схемах расположения цилиндров их оси могут занимать вертикальное положение (рис. 14, *а*), могут быть расположены под углом к вертикали $\alpha = 20 \div 15°$ (рис. 14, *б*) или горизонтально (рис. 14, *в*). По первой схеме выполнены двигатели автомобилей ВАЗ-2107 «Жигули», ГАЗ-52, ГАЗ-24 «Волга», по второй – двигатель автомобиля «Москвич-2140», что позволило уменьшить его высоту, рациональнее расположить впускной трубопровод и оборудование двигателя. При горизонтальном расположении цилиндров уменьшается высота двигателей, и их можно размещать под полом кузова (в автобусах). На схеме рис. 14, *г* представлен двигатель с двухрядным расположением цилиндров, у большинства таких двигателей оси цилиндров расположены под углом 90° (двигатели ЗИЛ-130, ЯМЗ-740); у двигателей с противоположно движущимися поршнями (рис. 14, *д*) оси цилиндров расположены под углом 180°.

Конструкция. *Цилиндры* современных многоцилиндровых двигателей отлиты, как правило, в общем блоке с верхней частью картера. Материалом для блоков цилиндров служит серый чугун или специальный алюминиевый сплав. Цилиндры двигателей с жидкостным охлаждением выполняют с двойными стенками, причем внутренняя стенка образует гильзу цилиндра. Полость между гильзой и наружной стенкой заполнена охлаждающей жидкостью.

Часто гильзы цилиндров выполняют вставными, что позволяет использовать для рабочих поверхностей цилиндров дорогостоящие более износостойкие материалы. Гильзы, непосредственно омываемые охлаждающей жидкостью, называются мокрыми. У некоторых двигателей в верхнюю, наиболее изнашиваемую зону гильзы впрессовывают вставки длиной 50–60 мм из износостойкого чугуна, что значительно увеличивает срок службы гильзы. Внутренняя часть гильзы, которая направляет движение поршня вместе со вставкой, подвергается тщательной обработке резанием, в результате чего образуется поверхность, называемая зеркалом цилиндра. Двигатели, показанные на рис. 4–7, имеют мокрые вставные гильзы.

На рис. 15 изображены неподвижные детали кривошипно-шатунного механизма двигателя ЗМЗ-53, устанавливаемого на автомобиле ГАЗ-53А. Блок цилиндров *15* отлит из алюминиевого сплава. В блоке имеются восемь гнезд *16*, в которые вставляются мокрые гильзы *12* из серого чугуна со вставками из нирезиста. Блок цилиндров выполнен как одно целое с верхней частью картера *14*. Плоскость разъема, к которой прикреплена нижняя половина картера (масляный поддон), расположена ниже оси коленчатого вала, что повышает жесткость конструкции. Спереди к блоку цилиндров крепят крышку *1* блока зубчатых колес газораспределительного механизма.

Головка блока цилиндров закрывает цилиндры сверху и служит для полного или частичного размещения камеры сгорания (в некоторых двигателях значительная часть камеры сгорания расположена в поршне). Камеры сгорания имеют различную форму, обеспечивающую эффективное протекание процесса сгорания. Головки блока цилиндров изготовляют из алюминиевого сплава, более интенсивно отводящего теплоту. В головке *3* расположены камеры сгорания *7*, в которые вставлены изготовленные из специального чугуна седла

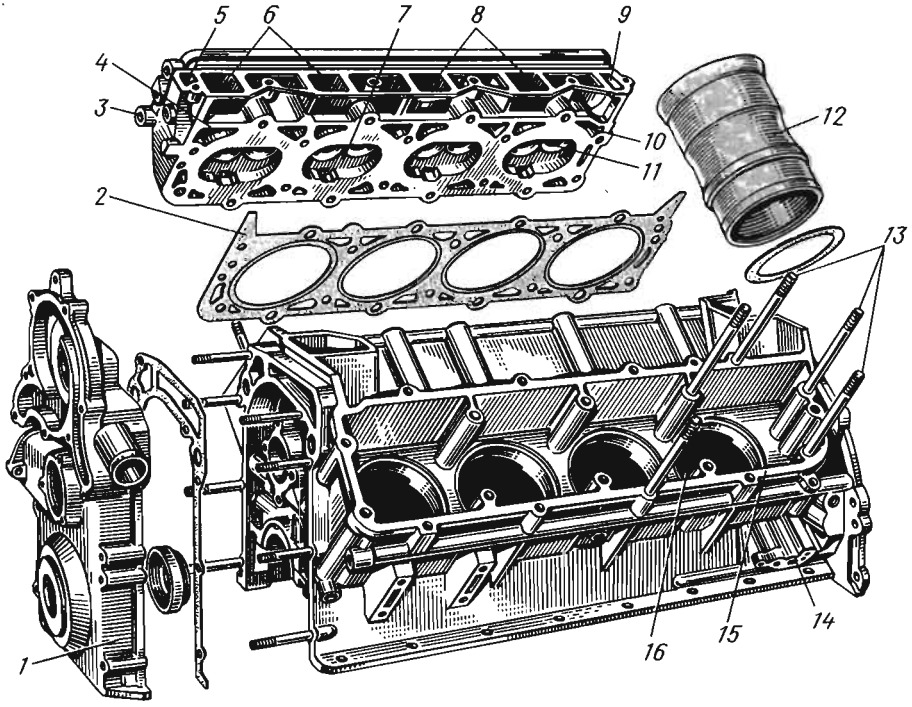


Рис. 15
Блок цилиндров, гильза, крышка распределительных зубчатых колес и головка блока двигателя ЗМЗ-53

11 клапанов. Кроме того, в головке выполнены каналы *6* и *8* для подачи горючей смеси, а также рубашка для охлаждающей жидкости с входными *4* и *10* и выходными *5* и *9* отверстиями. Головка прикреплена к блоку шпильками *13* и прижимает каждую гильзу цилиндров к специальным выточкам в блоке. Плоскость стыка головки и блока уплотнена сталеасбестовой прокладкой *2*. Гайки шпилек головки блока затягивают соответствующим моментом только на холодном двигателе и в строго определенной последовательности, чем достигается надежное уплотнение стыка.

Поршни воспринимают при рабочем ходе значительные усилия от расширяющихся газов. Поэтому они должны быть достаточно прочными. Для уменьшения сил инерции, действующих на поршни вследствие непрерывно изменяющейся скорости движения, их массы должны быть как можно меньшими. Удовлетворить эти противоречивые требования можно, придав поршням рациональную форму и изготовив их из соответствующих материалов. Поршни подвергаются воздействию высоких температур, так как непосредственно соприкасаются с горячими газами, для отвода теплоты они имеют внутренние охлаждающие ребра, одновременно повышающие их прочность.

Поршни большинства современных автомобильных карбюраторных двигателей и дизелей изготовлены из алюминиевого сплава. Они обладают достаточной прочностью, высокой теплопроводностью и хорошими антифрикционными свойствами. Днище поршня выполняют плоским, выпуклым, вогнутым и фигурным.

Поршень двигателя ЗИЛ-130 имеет плоское днище *4* (рис. 16, *а*), воспринимающее давление газов, головку *5* и юбку *6*. В головке выточены канавки *2* для поршневых колец. В нижней канавке выполнены дренажные отверстия. Снизу днище поршня снабжено ребрами *1*. В бобышках *3* сделаны отверстия для поршневого пальца. Юбка *6* соприкасается со стенками цилиндра и передает на них боковые усилия.

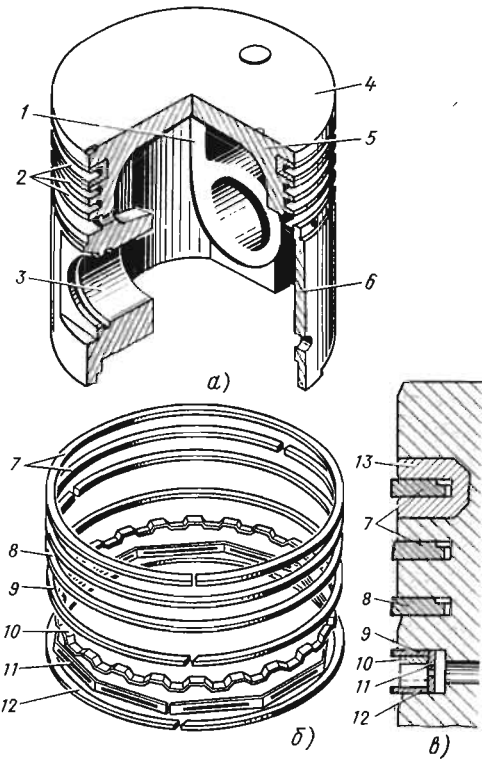


Рис. 16
Поршень двигателя ЗИЛ-130:
а — общий вид; *б* — поршневые кольца; *в* — размещение колец в поршне

Поршень подбирают к цилиндру так, чтобы между юбкой и стенками цилиндров был минимальный зазор. Для исключения заклинивания на прогретом двигателе поршней из алюминиевого сплава при расширении в чугунных гильзах принимают ряд мер: на юбке поршня делают разрезы различной формы (по всей длине, П- и Т-образные); в поперечном сечении юбке придается овальная форма, а в продольном — конусная; в юбку вставляют компенсирующие вставки из материалов с малым коэффициентом линейного расширения, ограничивающие ее расширение; направляющую часть юбки изолируют от более горячей части поршня холодильниками — местными углублениями, не соприкасающимися со стенками цилиндров. Для лучшей приработки к цилиндрам поверхность юбки поршня покрывают тонким слоем олова.

Поршневые кольца уплотняют полость цилиндра, не допускают прорыва газов в картер двигателя и попадания масла в камеру сгорания. В соответствии с назначением они делятся на уплотнительные (компрессионные) и маслосъемные. Кольца обоих типов устанавливают на каждом поршне. Поршневые кольца чаще всего изготовляют из специального чугуна, иногда из стали. Упругость колец обеспечивает их плотное прилегание к стенкам цилиндра. Между разрезанными концами колец (замками) сохраняется при этом зазор 0,15—0,5 мм.

На рис. 16, *б* показан комплект поршневых колец одного поршня двигателя ЗИЛ-130. Комплект состоит из трех чугунных компрессионных колец и одного составного маслосъемного кольца, собранного из стальных деталей.

Канавка верхнего наиболее нагруженного компрессионного кольца выполнена в чугунной, залитой в поршень вставке *13*. Для замедления изнашивания наружные цилиндрические поверхности двух верхних компрессионных колец *7* покрыты слоем пористого хрома. Нижнее компрессионное кольцо *8* конической формы, устанавливается большим основанием вниз. Такие кольца быстрее прирабатываются к цилиндру. С этой же целью у всех трех компрессионных колец с внутренней стороны выполнена ступенчатая проточка, в результате чего кольцо, «скручиваясь», плотнее прилегает к цилиндру нижней кромкой и быстрее прирабатывается.

Маслосъемное кольцо состоит из двух стальных плоских хромированных дисков *9* и *12* и двух расширителей — осевого *10* и радиального *11* (эспандера). Расширители обеспечивают плотное прилегание дисков *9* и *12* к поверхности цилиндра и стенкам канавок поршня. На многих двигателях маслосъемные кольца выполнены не составными, а цельными. Для отвода масла, собираемого со стенок цилиндра, в таких кольцах делаются дренажные прорези или отверстия, равномерно расположенные по окружности колец.

Поршневые пальцы служат для шар-

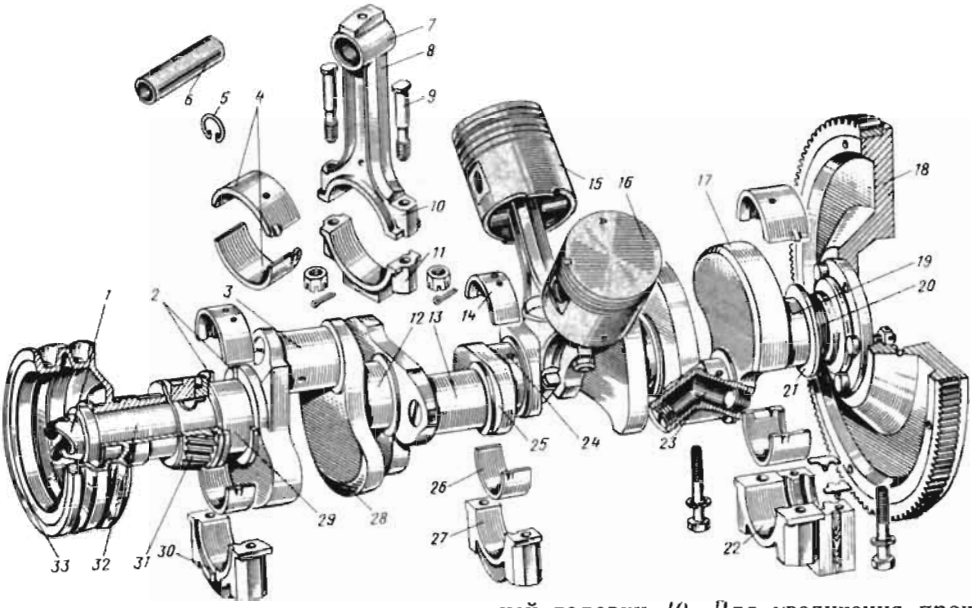


Рис. 17
Детали кривошипно-шатунного механизма двигателя ЗИЛ-130

нирного соединения поршня с верхней головкой шатуна. Пальцы *6* (рис. 17) полые, стальные. Чтобы при работе пальцы не выходили из отверстий бобышек и не могли повредить зеркало цилиндра, их закрепляют в головке шатуна или в поршне. При неподвижном закреплении поверхности пальцев изнашиваются неравномерно. Поэтому предпочтительнее плавающие пальцы, зафиксированные только от осевого смещения чаще всего пружинными кольцами 5 в бобышках поршня. Во время работы прогретого двигателя плавающий палец свободно проворачивается как в бобышках поршня, так и в головке шатуна.

Шатуны соединяют поршни *15* и *16* с кривошипами коленчатого вала, передают коленчатому валу силу от давления газов во время такта расширения, а при других тактах приводят поршень в движение. Шатун совершает сложное движение и подвергается действию значительных сил инерции. Шатуны изготовляют горячей штамповкой из качественных сталей. Шатун состоит из верхней головки *7*, которая соединена пальцем с поршнем, стержня *8* и нижней головки *10*. Для увеличения прочности стержень шатуна обычно выполняют двутаврового сечения, расширяющимся книзу. Нижнюю головку выполняют разъемной. Съемная половина *11* нижней головки, называемая крышкой шатуна, прикреплена к шатуну болтами.

Коленчатый вал воспринимает усилия от шатунов и передает создаваемый на нем крутящий момент трансмиссии автомобиля. От коленчатого вала приводятся в работу различные механизмы двигателя (механизм газораспределения, масляный насос и др.). Коленчатые валы изготовляют ковкой из легированных сталей или литьем из высококачественных чугунов. Основными частями коленчатого вала являются: коренные шейки *29*, *12*, *24* и *19*, на которых вал установлен в подшипниках (коренных опорах) картера двигателя; шатунные шейки *3*, *13* (третья и четвертая шейки на рис. 17 не обозначены), к которым присоединяются нижние головки шатунов; щеки *25*, соединяющие шатунные и коренные шейки и образующие с шатунными шейками кривошипы вала; противовесы *28* и *17*, служащие для разгрузки коренных подшипников от центробежных сил неуравновешенных масс; передняя часть *32* вала, на которой крепятся шестерня *31* приво-

да механизма газораспределения, шкив *33* ременной передачи и храповик *1* для проворачивания вала вручную; задняя часть *20* вала, заканчивающаяся фланцем для крепления маховика *18*.

Форма коленчатого вала и расположение его кривошипов зависят от числа и расположения цилиндров, числа коренных опор, а также принятого порядка чередования рабочих ходов — порядка работы цилиндров двигателя.

Число шатунных шеек у двигателей с однорядным расположением цилиндров равно числу цилиндров, а у V-образных двигателей, как правило, — половине числа цилиндров, так как на каждой шейке таких двигателей устанавливают два шатуна. Число коренных шеек коленчатого вала бывает различным. Чем больше опор имеет вал, тем надежнее конструкция двигателя. Если между двумя смежными коренными опорами размещается только одна шатунная шейка, то число коренных шеек у такого вала всегда на одну больше числа шатунных шеек. Такие коленчатые валы, называемые полноопорными, применяют в дизелях и карбюраторных двигателях, работающих с большими нагрузками на подшипники. Неполноопорные коленчатые валы имеют по две шатунные шейки между смежными коренными опорами. Их используют в однорядных карбюраторных двигателях.

Чтобы увеличить износостойкость, поверхности коренных и шатунных шеек закаляют и подвергают тщательной обработке резанием. Для облегчения вала шейки часто выполняют пустотелыми. Полости внутри шеек используют для подвода масла к подшипникам вала, а также для центробежной очистки масла (грязеуловитель *23*). Одна из коренных опор фиксирует шайбами *2* коленчатый вал от осевых перемещений, которые вызываются силами, возникающими при работе блока косозубых зубчатых колес привода механизма газораспределения и особенно силами пружин сцепления при его выключении. В местах выхода из картера переднюю и заднюю части коленчатого вала тщательно уплотняют сальниками. Уплотнение задней части — хвостовика вала обеспечивается также маслоотражательным буртиком *21* и маслосгонной резьбой, отводящей в картер попадающее на нее масло.

Для равномерной работы многоцилиндрового двигателя необходимо, чтобы рабочие ходы в отдельных цилиндрах чередовались через равные углы поворота коленчатого вала. Так, при четырехтактном рабочем процессе в четырехцилиндровом двигателе рабочие ходы должны чередоваться через $720°/4 = 180°$; в шестицилиндровом двигателе — через $720°/6 = 120°$, а в восьмицилиндровом двигателе — через $720°/8 = 90°$.

Для выполнения этого требования коленчатый вал четырехцилиндрового двигателя должен иметь кривошипы, расположенные в одной плоскости. Возможны два варианта чередования рабочих ходов в цилиндрах: 1—2—4—3 и 1—3—4—2, равноценные по равномерности работы и уравновешенности сил инерции.

В коленчатых валах шестицилиндровых двигателей с однорядным и двухрядным расположением цилиндров угол смещения кривошипов равен 120°. Для однорядного шестицилиндрового двигателя используют коленчатые валы двух типов: 1) второй и пятый кривошипы повернуты на 120° (по часовой стрелке) относительно первого кривошипа, а третий и четвертый — на 240°; 2) второй и пятый кривошипы повернуты на 240° относительно первого кривошипа, а третий и четвертый на 120°. Для валов каждого из двух типов возможны четыре порядка работы цилиндров. Наиболее распространен коленчатый вал второго типа, обеспечивающий порядок работы цилиндров 1—5—3—6—2—4.

Коленчатые валы восьмицилиндровых двигателей с двухрядным расположением цилиндров под углом 90° имеют крестообразное расположение кривошипов. Порядок работы цилиндров таких двигателей: 1—5—4—2—6—3—7—8.

При работе двигателя коленчатый вал испытывает переменные нагрузки, под действием которых в нем возникают крутильные колебания. Частота внешних сил, действующих на кривошипы коленчатого вала, зависит от частоты вращения вала и числа цилиндров двигателя. При совпадении частоты внешних сил с частотой собственных колебаний вала наступает резонанс, приводящий к интенсивному изнашиванию некоторых деталей, а иногда и к поломке коленчатого вала. Частота вращения коленчатого вала, при которой наступает резонанс, называется критической. Чтобы избежать резонанса, коленчатым валам придается возможно большая жесткость и тем самым повышается критическая частота вращения. Однако избежать резонанса во всем диапазоне эксплуатационных частот вращения вала не всегда возможно. Для гашения крутильных колебаний на коленчатых валах некоторых автомобильных двигателей устанавливают гасители (демпферы) крутильных колебаний. Принцип их действия заключается в том, что энергия крутильных колебаний коленчатого вала частично превращается в работу трения гасителя. Гасители размещают на переднем конце вала, где амплитуды колебаний имеют наибольшее значение.

Гаситель крутильных колебаний коленчатого вала двигателя ЗИЛ-114 (рис. 18) представляет собой массивный диск *1*, привулканизированный слоем резины *2* к фланцу *3*, который прикреплен к ступице шкива *4* привода вентилятора. Крутильные колебания коленчатого вала приводят к колебаниям диска *1* относительно вала.

Энергия колебания диска превращается в работу внутреннего трения резины, вследствие чего амплитуда крутильных колебаний уменьшается.

Маховик уменьшает неравномерность вращения коленчатого вала, накапливает энергию во время рабочего хода, необходимую для вращения вала в течение подготовительных тактов, и выводит детали кривошипно-шатунного механизма из мертвых точек. Энергия, накопленная маховиком, облегчает пуск двигателя и обеспечивает трогание автомобиля с места. В шести- и восьмицилиндровых двигателях, в которых рабочий ход совершается одновременно в двух цилиндрах (перекрытие рабочих ходов), некоторые функции маховика становятся несущественными. Поэтому с увеличением числа цилиндров в двигателях размеры маховика уменьшаются.

Маховик *18* (см. рис. 17) отливают из чугуна и закрепляют на задних концах коленчатых валов. Маховик в сборе с коленчатым валом тщательно динамически балансируют для того, чтобы в максимальной степени уменьшить влияние неуравновешенных центробежных сил, вызывающих вибрации двигателя и ускоренное изнашивание подшипников. На обод маховика напрессовывают зубчатый венец, предназначенный для пуска двигателя электрическим стартером.

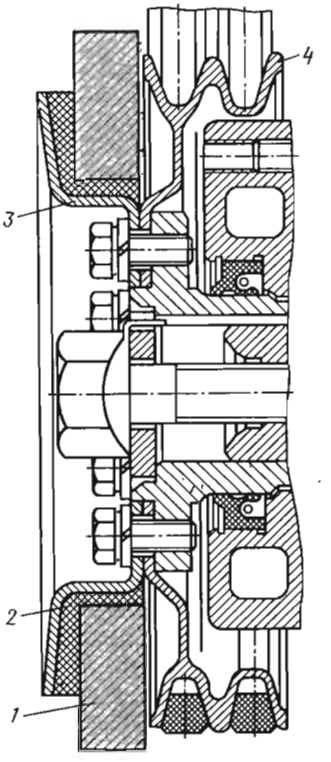


Рис. 18
Гаситель крутильных колебаний двигателя ЗИЛ-114

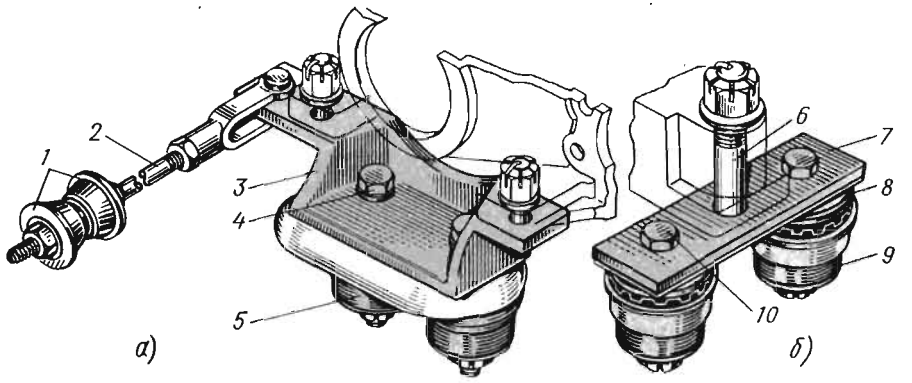


Рис. 19
Крепление двигателя ЗИЛ-130:
а – передняя опора; *б* – задняя опора

Коленчатый вал обычно устанавливают на подшипниках скольжения. Коренными и шатунными подшипниками коленчатого вала служат втулки, разрезанные на два одинаковых полукольца – тонкостенные вкладыши *4*, *14* и *26* (см. рис. 17). Стальные вкладыши с внутренней стороны покрыты тонким слоем (0,1–0,6 мм) антифрикционного сплава – баббиты на оловянной или свинцовой основах, алюминиевые сплавы с большим содержанием олова и свинцовистая бронза (для дизелей). Вкладыши удерживаются от смещения штампованными выступами, которые входят в пазы, профрезерованные в шатуне и съемной половине *11* его нижней головки, а также крышках *30*, *27* и *22* коренных подшипников.

Тонкий слой антифрикционного сплава обеспечивает длительную работу подшипника при небольшом зазоре между шейкой вала и вкладышами. При увеличении зазора вследствие изнашивания вкладыши заменяют новыми. Для каждого двигателя предусмотрен комплект вкладышей ремонтных размеров в зависимости от износа шеек коленчатого вала.

Крепление двигателя на раме осуществляется с помощью лап или кронштейнов, выполненных на картерах двигателя и маховика, жестко соединенных между собой. Опоры делают упругими, снабжая их резиновыми подушками и пружинами. Это позволяет уменьшить вибрации двигателя, возникающие вследствие неравномерности крутящего момента и недостаточной уравновешенности вращающихся масс, а также смягчить удары, передаваемые от рамы на двигатель при движении автомобиля. Двигатель устанавливают на раму на трех или четырех опорах. Четырехопорное крепление применяется сравнительно редко.

Двигатель автомобиля ЗИЛ-130 в сборе со сцеплением и коробкой передач прикреплен к раме автомобиля на трех опорах (рис. 19). Передней опорой служит кронштейн *3*, установленный под крышкой блока зубчатых колес механизма газораспределения. Кронштейн прикреплен к раме болтами *4* через резиновые подушки *5*. От осевых перемещений при резком трогании автомобиля с места или при торможении, а также при выключении сцепления двигатель удерживается тягой *2*, соединенной с рамой через резиновые буферы *1*. Двумя задними опорами двигателя являются лапы картера сцепления. К каждой лапе одним болтом *6* прикреплена накладка *7*, которая, в свою очередь, двумя болтами *10* через резиновые подушки *8* и *9* закреплена на кронштейне рамы.

§ 7. Механизм газораспределения

Назначение, принцип действия и основные схемы. Механизм газораспределения служит для впуска в цилиндры горючей смеси (карбюраторные двигатели) или воздуха (дизели) и выпуска

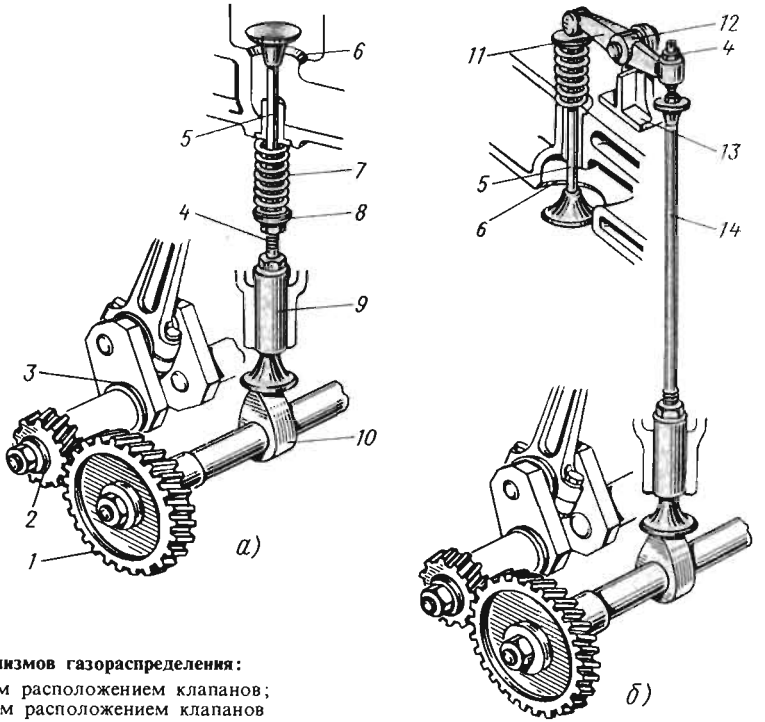


Рис. 20
Схема механизмов газораспределения:
а – с нижним расположением клапанов;
б – с верхним расположением клапанов

отработавших га́зов в соответствии с протеканием рабочего процесса в каждом цилиндре двигателя. В четырехтактных двигателях применяются главным образом клапанные механизмы газораспределения.

Клапанные механизмы газораспределения в зависимости от места установки клапанов относительно цилиндров разделяются на механизмы с нижним и верхним расположением клапанов. Клапаны, перекрывающие впускные отверстия, называются впускными; клапаны, перекрывающие выпускные отверстия, – выпускными. На большинстве автомобильных двигателей в каждом цилиндре имеется по одному впускному и одному выпускному клапану. У некоторых двигателей цилиндры снабжены тремя или четырьмя клапанами: двумя впускными и одним выпускным или двумя впускными и двумя выпускными.

В механизме газораспределения с нижним расположением клапанов (рис. 20, *а*) клапан *5* размещен сбоку цилиндра. Клапан состоит из тарелки и стержня. На тарелке выполнен конусный поясок, который, когда клапан закрыт, плотно прижимается пружиной *7* к седлу *6*, имеющему также конусную поверхность. Для обеспечения требуемой герметичности цилиндра конусные поверхности притирают одну к другой. Пружина, закрепленная на стержне клапана, одним концом упирается в шайбу *8*, а другим – в тело цилиндра. Когда вращающийся кулачок *10* поднимает толкатель *9*, регулировочный болт *4* которого упирается в стержень клапана, последний отходит от седла и соединяет цилиндр с впускным или выпускным каналом. Кулачок приводится во вращение от коленчатого вала *3* зубчатыми колесами *1* и *2*. Так как в течение рабочего цикла в четырехтактном двигателе за два оборота коленчатого вала необходимо открыть клапан 1 раз, то передаточное отношение зубчатой пары должно быть 2 : 1. Когда выступ кулачка сходит с толкателя, пружина плотно прижимает клапан к седлу, тем самым герметизируя внутреннюю полость цилиндра. Каждый клапан поднимается с седла своим кулачком. В многоцилин-

дровых двигателях кулачки находятся на общем распределительном валу.

В механизме газораспределения с верхним расположением клапанов (рис. 20, *б*) клапан *5* находится над цилиндром. В этом механизме по сравнению с механизмом с нижним расположением клапанов для открытия клапана используются дополнительные детали: штанга *14* и коромысло *11*, установленное с помощью оси *12* на кронштейне *13*. Принцип действия такого механизма аналогичен действию, описанному выше.

Клапаны работают в условиях высокой температуры. Для гарантии плотной посадки клапана на седло необходимо, чтобы на прогретом двигателе в деталях привода был небольшой зазор (несколько десятых долей миллиметра). Для регулировки этого зазора, называемого тепловым, в распределительных механизмах имеются регулировочные болты *4*.

При верхнем расположении клапанов может быть увеличена степень сжатия и улучшено наполнение цилиндров двигателя горючей смесью. Поэтому современные карбюраторные двигатели выполняются преимущественно с верхним расположением клапанов, несмотря на некоторое усложнение конструкции, а дизели всегда имеют верхнее расположение клапанов.

Фазы газораспределения. Продолжительность открытия впускных и выпускных клапанов, выраженная в градусах угла поворота коленчатого вала относительно мертвых точек, называется фазами газораспределения.

Время, в течение которого цилиндры заполняются горючей смесью (или воздухом) и очищаются от отработавших газов, у современных автомобильных двигателей очень мало. Например, такт впуска у двигателя, коленчатый вал которого вращается с частотой 6000 об/мин, равен 0,0025 с. Чтобы улучшить наполнение цилиндров и их очистку, время впуска и выпуска стремятся увеличить. Поэтому продолжительность фаз впуска и выпуска делают больше 180° за счет того, что моменты открытия и закрытия клапанов не совпадают с положениями поршня в ВМТ и НМТ.

Впускной клапан (рис. 21, синяя линия) открывается за 10 – 30° до момента достижения поршнем ВМТ. В этом случае для заполнения свежим зарядом цилиндра, давление в котором превышает атмосферное, используется инерционный напор горючей смеси или воздуха во впускном трубопроводе. Закрывается впускной клапан после 40 – 70° с момента достижения поршнем НМТ. Заполнению цилиндра в этом случае благоприятствует некоторое разрежение в конце такта впуска, а также инерционный напор горючей смеси или воздуха во впускном трубопроводе. За время запаздывания закрытия впускного клапана в цилиндр поступает 10 – 15 % заряда. Таким образом, фаза впуска у современного автомобильного двигателя в среднем составляет 230 – 280°.

Примерно такая же продолжительность фазы выпуска. Выпускной клапан (красная линия) открывается за 40 – 60° до достижения поршнем НМТ, когда давление отработавших газов в цилиндре составляет 0,3 – 0,5 МПа. Под действием такого давления основная масса (60 – 70 %) отработавших газов успевает удалиться из цилиндра до того, как поршень дойдет до НМТ. Поэтому при движении поршня от НМТ к ВМТ им затрачивается меньшая работа на выталкивание отработавших газов. Закры-

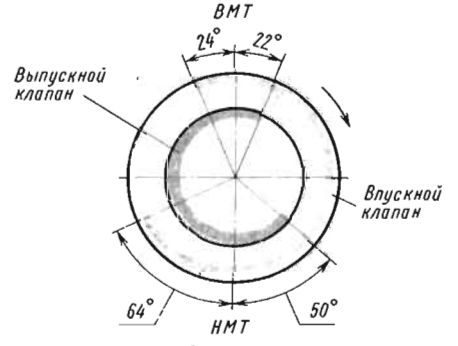


Рис. 21
Диаграмма фаз газораспределения двигателя автомобиля ГАЗ-53А

вается выпускной клапан через 15—20° после прохождения ВМТ, что позволяет использовать повышенное давление в цилиндре в конце выпуска для улучшения очистки его от отработавших газов.

Фазы газораспределения изображаются круговой диаграммой, называемой диаграммой фаз газораспределения. На рис. 21 приведена диаграмма фаз газораспределения двигателя автомобиля ГАЗ-53А, из которой видно, что при положении поршня, близком к ВМТ, оба клапана приоткрыты. Это явление называется перекрытием клапанов. Оно длится в течение очень небольшого промежутка времени. Поэтому за это время не происходит ни перемешивания потоков отработавших газов и свежего заряда, ни утечки горючей смеси с отработавшими газами.

Особенности различных конструкций механизмов газораспределения. Впускные и выпускные клапаны обычно отличаются размерами головок, их изготовляют из различных сталей. У впускных клапанов для лучшего наполнения цилиндров размеры головок больше, чем у выпускных. Выпускные клапаны, работающие в более напряженных температурных условиях, выполняют из жаропрочных сталей.

Клапан устанавливают в головке блока цилиндров в направляющей *5* (рис. 22, *а*). К седлу *13*, впрессованному в головку *14* блока, клапан прижимается пружиной *6*. Пружина закреплена на стержне клапана с помощью тарелки *7* и разрезного сухаря *8*.

Выпускные клапаны иногда для улучшения отвода теплоты имеют натриевое охлаждение. С этой целью часть внутренней полости *11* клапана заполняют натрием, который при нагревании плавится и эффективно переносит теплоту от головки *12* к стержню *1*. Для повышения долговечности некоторые выпускные клапаны снабжают устройством для их вращения. Механизм вращения выпускного клапана двигателя ЗИЛ-130 состоит из неподвижного корпуса *2* (рис. 22, *б*), пяти шариков *3* с возвратными пружинами *10*, дисковой

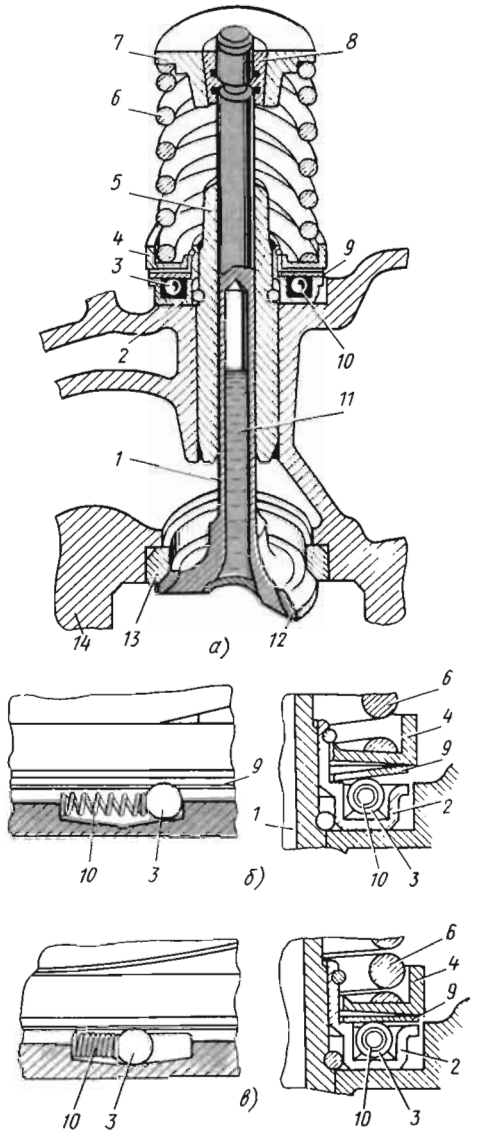


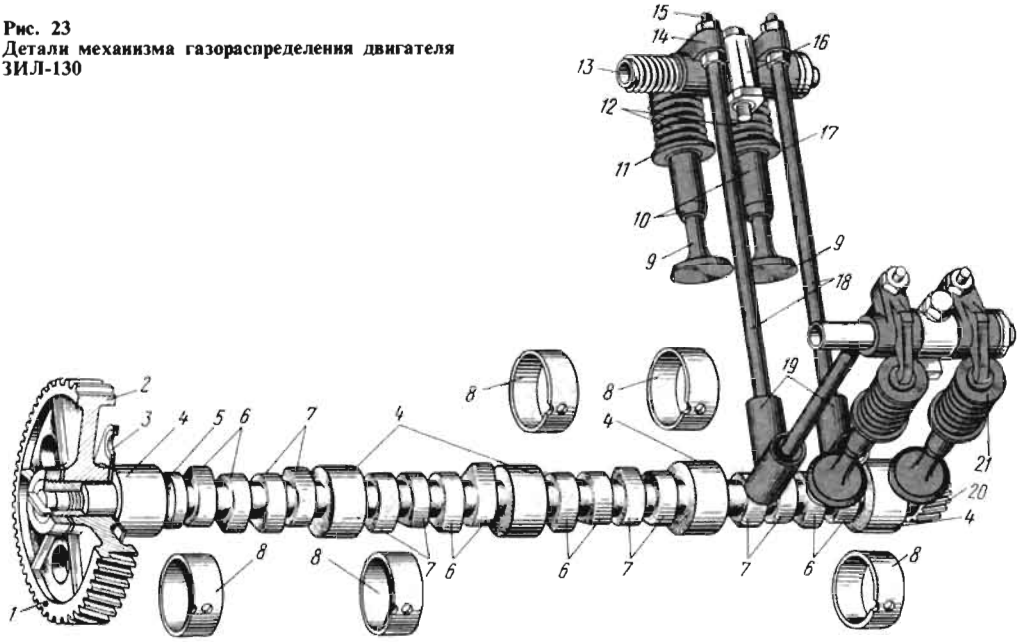
Рис. 22
Выпускной клапан механизма газораспределения двигателя ЗИЛ-130:

а — установка клапана в головке блока цилиндров; *б* и *в* — положение деталей механизма вращения клапанов

пружины *9* и упорной шайбы *4*. Шарики *3* и пружина *10* размещены в канавках переменной глубины, выполненных внутри корпуса.

При открытии клапана пружина *6* сжимается и ее давление на дисковую пружину *9* увеличивается. Дисковая

Рис. 23
Детали механизма газораспределения двигателя ЗИЛ-130



пружина распрямляется, шарики перекатываются по наклонным поверхностям углублений, сжимая пружины *10* (рис. 22, *в*). При этом шарики *3* поворачивают дисковую пружину *9* и упорную шайбу, а вместе с ними пружину *6* клапана и сам клапан на некоторый угол. При закрытии клапана сжатие пружины *6* уменьшается и дисковая пружина *9* приобретает первоначальную форму, освобождая шарики, которые возвращаются в исходное положение (рис. 22, *б*).

В каждом цилиндре двигателя ЗИЛ-130 установлены один впускной и один выпускной клапаны, перемещающиеся в направляющих *10* (рис. 23). Сжатые пружины *12* впускных клапанов нижними концами упираются в шайбы *11*, а выпускных клапанов – в механизмы вращения *17*. Верхними концами пружины обоих клапанов упираются в тарелки *21*.

Распределительный вал куют из сталей или отливают из специального чугуна. Опорные шейки *4* распределительного вала вращаются в стальных, залитых антифрикционным сплавом втулках *8*, которые запрессовывают в гнезда блока или картера. Число опорных шеек вала обычно равно числу коренных шеек коленчатого вала. Число кулачков *6* и *7* соответственно впускных и выпускных клапанов равно числу клапанов, а их размещение на валу зависит от положения цилиндров и порядка работы двигателя. Профиль кулачка обеспечивает необходимые подъем и опускание клапана *9* соответственно продолжительности его открытия. Кроме кулачков как одно целое с валом выполнены эксцентрик *5* привода топливного насоса и шестерня *20* привода распределителя зажигания и масляного насоса. Осевая фиксация вала, как правило, осуществляется упорным фланцем *3*, закрепленным в блоке.

Привод распределительного вала чаще всего выполняется зубчатым или цепным. При зубчатом приводе на переднем конце распределительного вала устанавливают колесо *2*, входящее в зацепление с шестерней коленчатого вала. Для уменьшения шума зубчатые колеса изготовляют с косыми зубьями и из различных материалов. При сборке механизма зубчатые колеса устанавливают по меткам *1*, нанесенным на их торцах при изготовлении. Цепной привод по сравнению с зубчатым создает при

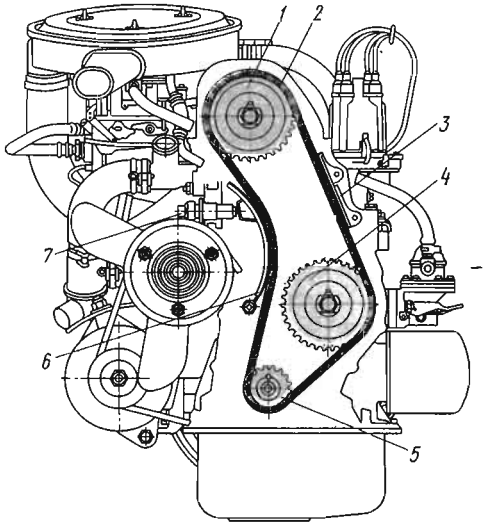


Рис. 24
Цепной привод распределительного вала двигателя ВАЗ-21011

работе значительно меньший шум. Цепные приводы газораспределения целесообразно применять при верхнем расположении распределительного вала.

На двигателях автомобилей ВАЗ-21011 распределительный вал установлен в специальном корпусе, расположенном на головке блока цилиндров. На переднем конце вала закреплена ведомая звездочка *1* (рис. 24), соединенная двухрядной цепью *2* с ведущей звездочкой *5* коленчатого вала.

Натяжение цепи осуществляется башмаком *6*, на который воздействует пружина натяжного устройства *7*. Для гашения колебаний ведущей ветви цепи имеется успокоитель *3*. Цепью газораспределительного механизма также приводится во вращение звездочка *4* масляного насоса, распределителя зажигания и топливного насоса.

На некоторых двигателях расположенные на головках блока распределительные валы приводятся во вращение зубчатыми ремнями, изготовленными из синтетических материалов (ВАЗ-2108). Зубчатые ремни работают бесшумно и не нуждаются в смазке.

Толкатели передают движение от кулачков распределительного вала штангам. На двигателе ЗИЛ-130 толкатели *19* (см. рис. 23) выполнены в виде стаканов с наплавленной из легированного чугуна сферической рабочей поверхностью. В гнездах блока толкатели движутся возвратно-поступательно. Для равномерного износа толкателя ему сообщается вращательное движение за счет небольшой конусности кулачка, с которым сферической поверхностью соприкасается толкатель. На двигателях ЯМЗ-236 толкатели выполнены в виде одноплечих рычагов, опирающихся на кулачки и качающихся на оси *11* (см. рис. 7).

Штанги передают усилия от толкателей к коромыслам. Штанги изготовляют из стали или алюминиевого сплава. В последнем случае на них напрессовывают стальные наконечники. Штанги *18* (см. рис. 23) двигателя ЗИЛ-130 стальные, имеют сферические закаленные головки.

Коромысла *14* представляют собой двуплечие рычаги, качающиеся на осях *13*. Положение коромысел на оси фиксируют распорные пружины. В полую ось коромысел через одну из стоек *16* подается под давлением масло для смазывания втулок коромысел. Плечо коромысла, обращенное к штанге, имеет регулировочный винт *15* с контргайкой для регулирования теплового зазора. Чтобы уменьшить ход толкателя и штанги, плечо коромысла, обращенное к ним, делается короче плеча, действующего на клапан.

Регулировка теплового зазора. Тепловой зазор в приводе клапанов постепенно изменяется вследствие изнашивания деталей и нарушения регулировок. При недостаточном зазоре возможна негерметичная посадка клапана на седло. При этом двигатель перегревается и его мощность понижается. С увеличением зазора уменьшается период открытия клапана и также снижается мощность двигателя. Работа двигателя при увеличенных тепловых зазорах сопровождается характерным стуком. Поэтому тепловые зазоры периодически проверяют и регулируют, как правило, на холодном двигателе. На двигателе ЗИЛ-130

зазор между коромыслом и стержнем клапана устанавливают в пределах 0,25–0,30 мм как для впускных, так и для выпускных клапанов регулировочными винтами *15* (см. рис. 23).

§ 8. Смазочная система

Назначение и схемы. Смазочная система служит для подвода масла к трущимся поверхностям деталей двигателя. Масло, поступающее к трущимся поверхностям, уменьшает потери на трение и замедляет изнашивание деталей, охлаждает поверхности и очищает их от продуктов изнашивания.

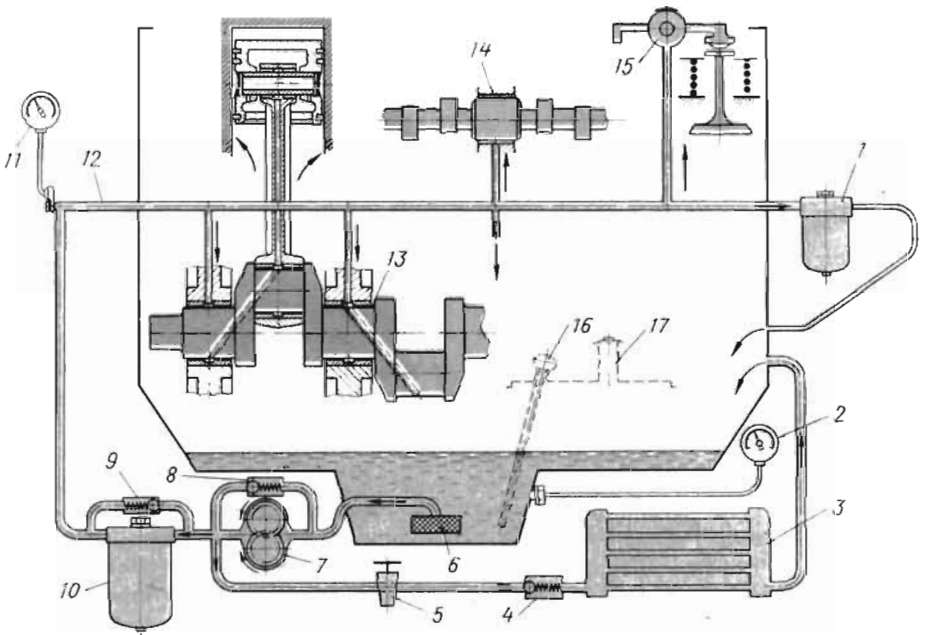
В современных двигателях применяют комбинированные смазочные системы, в которых масло к трущимся поверхностям одних деталей подается под давлением от насоса, а к другим – разбрызгиванием и самотеком.

Принципиальная схема смазочной системы показана на рис. 25. Масло заливается в поддон картера через горловину патрубка *17*. Уровень масла в системе должен быть строго определенным. Его контролируют с помощью маслоизмерительного стержня *16*, конец которого погружен в масляную ванну.

При работе двигателя масло засасывается из поддона насосом *7* через маслоприемник *6* и подается в фильтр *10*. Из фильтра масло поступает в главную масляную магистраль *12*, выполненную в виде продольного канала в картере двигателя. Максимальное давление масла, создаваемое насосом, ограничивается редукционным клапаном *8*. В случае засорения фильтра *10* масло поступает в главную масляную магистраль через перепускной клапан *9*, минуя фильтр. Кроме того, часть масла постоянно поступает для очистки в другой фильтр *1*. Фильтр *10*, через который проходит все масло, поступающее в главную масляную магистраль, называется последовательно включенным или полнопоточным. Фильтр *1* включен параллельно.

Из главной масляной магистрали масло под давлением через отверстия в картере и блоке поступает к коренным подшипникам *13* коленчатого вала, подшипникам *14* распределительного вала и в полую ось *15* коромысел. От коренных подшипников через отверстия

Рис. 25
Принципиальная схема смазочной системы



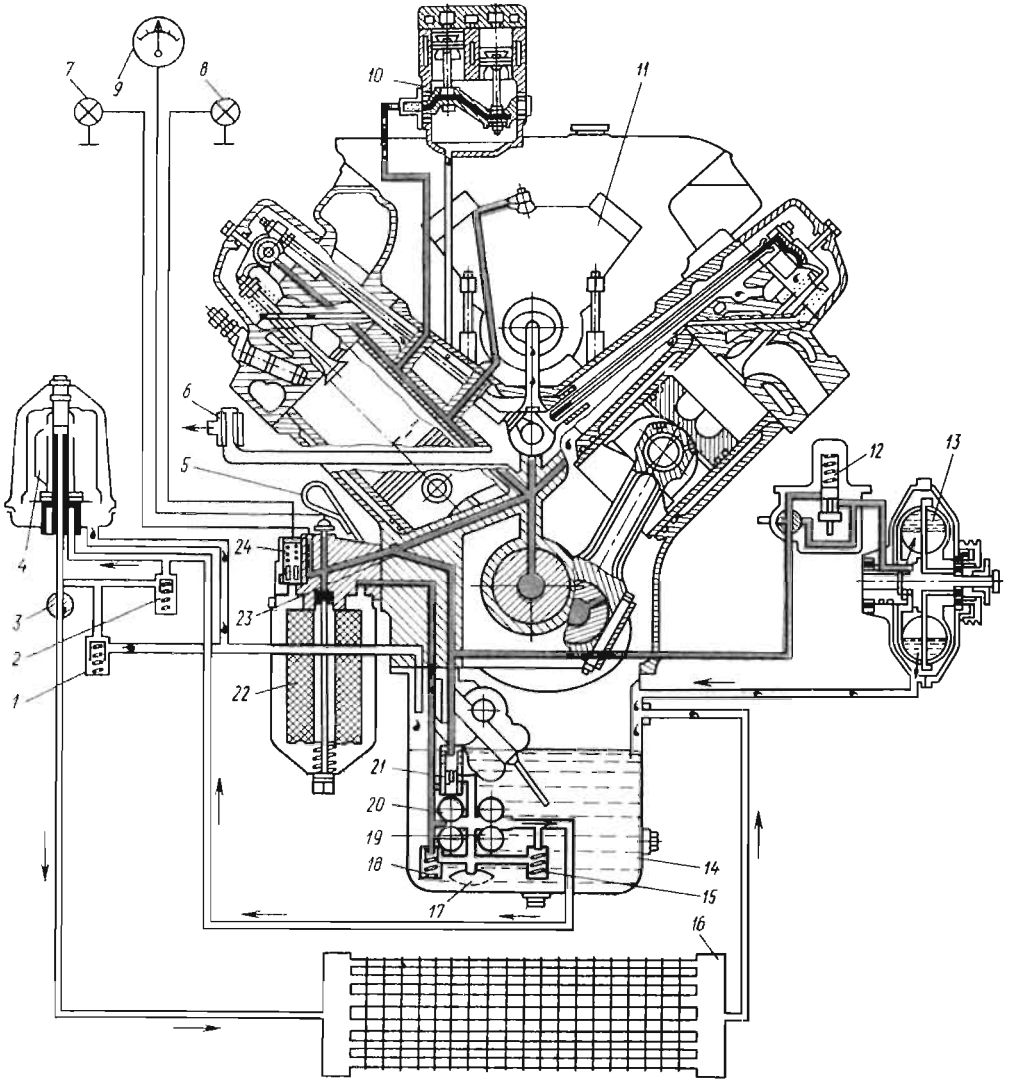


Рис. 26
Схема смазочной системы двигателя ЯМЗ-740:
1 – предохранительный клапан масляного радиатора; *2* – перепускной клапан центробежного фильтра; *3* – кран выключения масляного радиатора; *4* – центробежный фильтр, *5* – зондовый уровнемер; *6* – сапун; *7* и *8* – сигнальные лампы; *9* – указатель давления масла; *10* – компрессор; *11* – топливный насос высокого давления; *12* – выключатель гидромуфты; *13* – гидромуфта, *14* – поддон; *15* и *18* – предохранительные клапаны; *16* – масляный радиатор; *17* – маслоприемник; *19* и *20* – секции насоса; *21* – дифференциальный клапан; *22* – масляный фильтр; *23* – главная магистраль; *24* – перепускной клапан

в шейках и щеках масло подается к шатунным подшипникам коленчатого вала. В некоторых двигателях внутри шатуна выполняется канал для смазывания пальца.

Вытекающее через зазоры в подшипниках коленчатого и распределительного валов масло разбрызгивается движущимися деталями кривошипно-шатунного механизма и в виде капелек и масляного тумана оседает на стенки цилиндров, кулачки распределительного вала, толкатели, поршневые пальцы и др. У некоторых двигателей в нижней головке шатуна делается отверстие, через которое при его совпадении с кана-

лом в шатунной шейке масло выбрасывается в наиболее нагруженную часть стенки цилиндра.

Давление масла контролируют электрическим манометром *11*, датчик которого установлен в главной масляной магистрали, а указатель – на щитке приборов. На некоторых двигателях для контроля температуры масла имеется электрический термометр *2*, датчик которого смонтирован в поддоне картера.

Для охлаждения масла система иногда снабжена радиатором. Масляный радиатор обдувается потоком воздуха, и движущееся через него масло охлаждается. Радиатор *3* включают краном *5*. Масло поступает в радиатор через предохранительный клапан *4*. Охлажденное масло сливается в поддон картера.

Схема смазочной системы двухрядного двигателя ЯМЗ-740, устанавливаемого на автомобилях КамАЗ-5320 и Урал-4320, приведена на рис. 26. Масло заливается в двигатель через горловину и его количество в поддоне *14* контролируется по уровнемеру *5*. Двухсекционный масляный насос приводится в работу от коленчатого вала. От одной секции *20* масло, пройдя фильтрацию в полнопоточном фильтре *22*, поступает в главную масляную магистраль *23* и далее к коренным и шатунным подшипникам коленчатого вала, к подшипникам распределительного вала, к втулкам коромысел, к топливному насосу *11* высокого давления и компрессору *10*. Кроме того, масло от этой секции насоса через регулятор-выключатель *12* подается в гидромуфту *13* привода вентилятора. Цилиндры двигателя, поршневые пальцы, кулачки распределительного вала и другие детали смазываются разбрызгиванием и стекающим маслом.

Из другой секции *19* масло поступает к центробежному фильтру *4* и радиатору *16*, который включают при температуре воздуха выше 0 °С. При закрытом кране *3* масло из центрифуги сливается в поддон через клапан *2*.

За давлением масла в системе водитель наблюдает по манометру, указатель *9* которого размещен на щитке приборов. При падении давления в системе ниже допустимого предела загорается лампа *8*, а при засорении фильтра *22* – другая лампа *7*, смонтированные на щитке приборов.

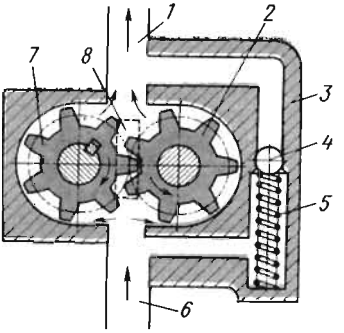


Рис. 27
Схема шестеренного масляного насоса

Конструкция. Масляный насос служит для подачи масла под давлением к трущимся поверхностям механизмов двигателя. Наибольшее распространение получили шестеренные насосы (рис. 27), благодаря простоте их устройства и надежности в работе. В корпусе *3* насоса помещены ведущее *7* и ведомое *2* зубчатые колеса. Между торцами зубьев с обоих зубчатых колес и стенками корпуса предусматривают минимальный зазор. При работе двигателя зубчатые колеса насоса вращаются в направлениях, показанных стрелками.

Масло поступает через входное отверстие *6*, заполняет впадины между зубьями и переносится вдоль стенок корпуса в полость нагнетания. При вхождении зубьев во впадины масло выдавливается из них и нагнетается через выходное отверстие *1* в магистраль. Для разгрузки зубьев от распорного усилия в корпусе делается разгрузочная канавка *8*, по которой масло выходит в полость нагнетания.

Давление масла, создаваемое насосом, зависит от сопротивления магистрали, частоты вращения зубчатых колес и вязкости масла. Для ограничения давления служит редукционный клапан, который размещен в канале, соединяющем полости нагнетания и всасывания насоса. Шарик *4* клапана прижимается пружиной *5* к седлу, разделяя указанные

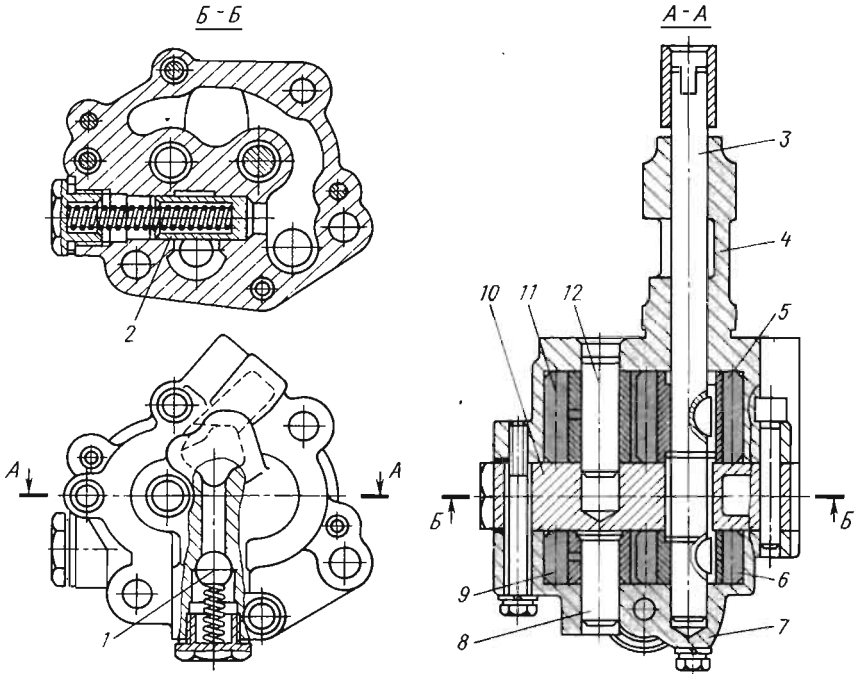


Рис. 28
Масляный насос двигателя ЗИЛ-130

полости. При повышении давления сверх допустимого шарик отходит от седла и часть масла перепускается в полость всасывания, а давление в магистрали уменьшается. Давление, ограничиваемое редукционным клапаном, зависит от силы сжатия пружины *5*.

Устройство двухсекционного масляного насоса двигателя ЗИЛ-130 показано на рис. 28. Корпус насоса состоит из верхней *4* и нижней *7* секций, разделенных перегородкой *10*. Ведущие зубчатые колеса *5* и *6* соответственно верхней и нижней секций установлены с помощью шпонок на ведущем валу *3* насоса, приводимом во вращение от распределительного вала. Ведомые зубчатые колеса *11* и *9* свободно вращаются на осях *12* и *8*, запрессованных в корпус. Длина зубьев верхней секции больше длины зубьев нижней секции. Вследствие этого нижняя секция, нагнетающая в радиатор масло для охлаждения, обладает меньшей подачей, чем верхняя, направляющая масло для фильтрации и к поверхностям трения. Плунжерный редукционный клапан *2* верхней секции отрегулирован на давление 0,3 МПа, а шариковый перепускной клапан *1* нижней секции — на давление 0,12 МПа.

Масляные фильтры служат для очистки масла от твердых частиц продуктов изнашивания трущихся деталей, нагара и т. п. Загрязненное масло вызывает усиленное изнашивание деталей и засоряет магистрали.

Масляные фильтры в зависимости от принципа действия разделяются на щелевые и центробежные. В щелевых фильтрах размеры задерживающихся частиц определяются величиной отверстий (щелей), через которые проходит масло. В центробежных фильтрах твердые частицы удаляются из масла под действием центробежных сил. В зависимости от размеров задерживаемых частиц фильтры разделяются на фильтры грубой (задерживаются частицы до 40 мкм) и тонкой (задерживаются частицы до 1—2 мкм) очистки. Фильтры тонкой очистки имеют большое сопротивление и включаются параллельно. Через них проходит 10%

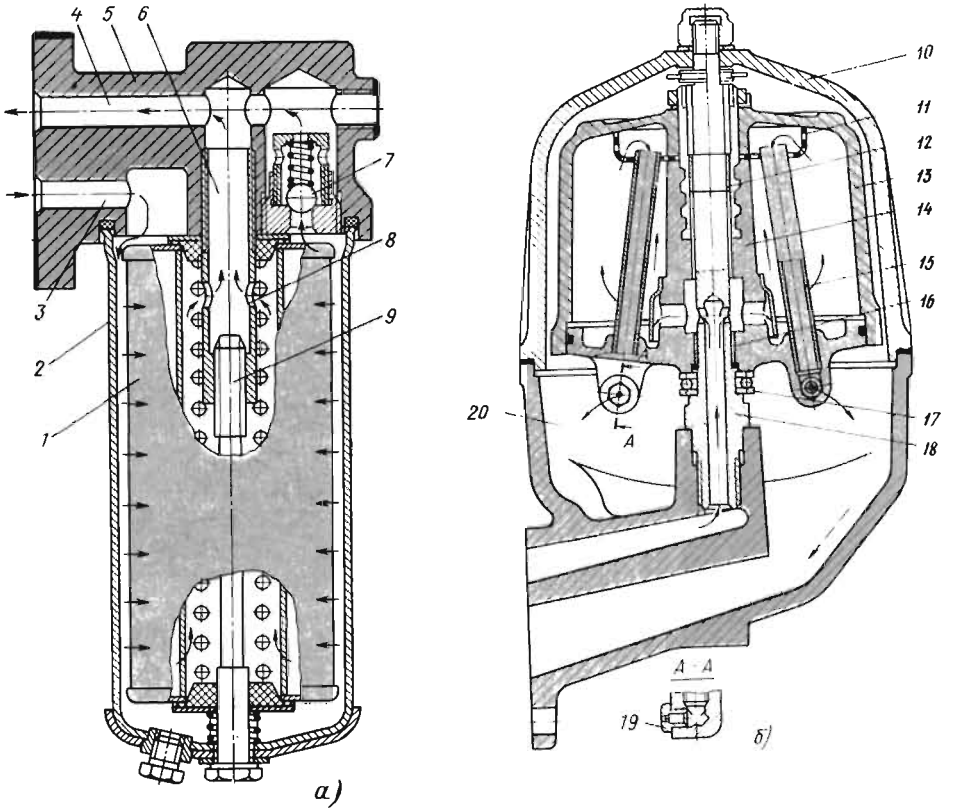


Рис. 29
Масляные фильтры:
а – щелевой двигателя АЗЛК-412;
б – центробежный двигателя ЯМЗ-236

масла, подаваемого в главную масляную магистраль.

В простейшем щелевом фильтре в качестве фильтрующего элемента используется мелкая металлическая сетка. Пластинчато-щелевые фильтры состоят из набора разделенных одна от другой металлических пластин. Масло проходит в щели между пластинами, оставляя на фильтрующем элементе частицы размером больше, чем щели. Щелевой фильтр с бумажным фильтрующим элементом показан на рис. 29, *а*. Корпус 2 фильтра прикреплен к крышке *5* болтом *9*. В корпусе помещен бумажный фильтрующий элемент *1*. Шариковый перепускной клапан *7* установлен в крышке фильтра. Масло от насоса поступает в фильтр через канал *3*, попадает в корпус и проходит через фильтрующий элемент, на пористой поверхности которого задерживаются загрязняющие масло твердые частицы. Очищенное масло через отверстия *8* в трубке *6* поступает в канал *4* крышки. При засорении фильтрующего элемента или большой вязкости масла, при которых перепад давлений составляет 90–110 кПа, открывается перепускной клапан и неочищенное масло перепускается в выпускной канал. Засоренный фильтрующий элемент заменяют новым.

В рассмотренном фильтре масло очищается на поверхности фильтрующего элемента. В объемных фильтрах очистка масла происходит по всей глубине фильтрующего элемента, выполненного, например, из фетра.

Ротор *14* (рис. 29, *б*) центробежного масляного фильтра (центрифуги), помещенный под крышкой *10*, установлен на оси *18* на упорном шариковом подшипнике *17* и на втулках *12* и *16*. В двух приливах ротора ввернуты жиклеры *19*,

оси отверстий которых горизонтальны. Над жиклерами в роторе размещены трубки *15*, закрытые сеткой *11*.

Масло под давлением подводится к фильтру через полую ось *18* и заполняет объем ротора. Затем масло попадает в трубки *15* и вытекает с большой скоростью через жиклеры в полость *20*, откуда сливается в картер двигателя. Создаваемая вытекающим из жиклеров маслом реактивная тангенциально направленная сила заставляет ротор вместе с колпаком вращаться с большой частотой, которая при нормальном давлении в системе достигает 5000—7000 об/мин.

При вращении вместе с колпаком *13* масла тяжелые механические частицы отбрасываются центробежными силами к внутренней стенке колпака, образуя на ней плотный осадок, а из жиклеров вытекает очищенное масло. Осадок удаляют из колпака при техническом обслуживании.

Вентиляция картера. В процессе работы двигателя в его картер прорываются газы, называемые картерными. Картерные газы состоят из горючей смеси, а также продуктов полного и частичного сгорания. Количество газов, прорывающихся в картер, увеличивается с возрастанием нагрузки двигателя, а также по мере изнашивания цилиндров, поршней и поршневых колец. Содержащиеся в картерных газах пары топлива разжижают масло и ухудшают его смазочные свойства, а водяные пары вызывают вспенивание масла и появление эмульсии, затрудняющей поступление масла к трущимся поверхностям. Другие компоненты отработавших газов образуют в масле смолистые вещества и кислоты. Кислоты вызывают коррозию трущихся поверхностей. Кроме того, картерные газы повышают давление в картере, что приводит к выдавливанию масла через сальники. Картерные газы токсичны. Для удаления картерных газов служит система вентиляции картера. Схема системы вентиляции картера карбюраторного двигателя легкового автомобиля показана на рис. 30. Картерные газы поступают по вы-

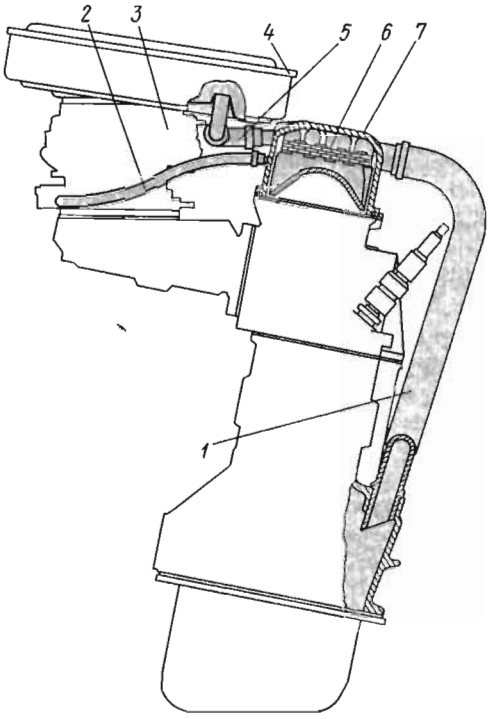


Рис. 30
Схема вентиляции картера двигателя ВАЗ-2108

тяжному шлангу *1* в корпус маслоотделителя *7*. Капли масла оседают на сетке *6* и стекают в поддон картера. Из корпуса маслоотделителя картерные газы могут отсасываться двумя способами. На режиме холостого хода картерные газы по шлангу *2* поступают через калиброванное отверстие штуцера в полость за дроссельной заслонкой первичной камеры карбюратора *3*. Калиброванное отверстие ограничивает количество отсасываемых газов, и этим практически не снижается разрежение за дроссельной заслонкой. На рабочих режимах картерные газы, кроме того, отсасываются через шланг *5* в воздушный фильтр *4*, где они, смешиваясь с очищенным в фильтре воздухом, поступают в карбюратор.

Сетка *6* маслоотделителя служит пламегасителем — не допускает прорыва пламени в картер в случае вспышки смеси в карбюраторе.

§ 9. Система охлаждения

Назначение и схемы. Система охлаждения служит для поддержания оптимального теплового режима двигателя путем регулируемого отвода теплоты от наиболее нагревающихся деталей.

Высокая температура газов во время рабочего хода вызывает интенсивный нагрев деталей, непосредственно соприкасающихся с горячими газами (цилиндры, головки цилиндров, поршни, клапаны). На нагрев деталей двигателя затрачивается 20—35% теплоты, выделяющейся при сгорании топлива в цилиндрах. Если эту теплоту не отводить, т. е. не охлаждать двигатель, то на многих движущихся деталях масло выгорит и вследствие чрезмерного расширения произойдет их заедание. Чтобы избежать перегрева деталей, от них принудительно отводится теплота с интенсивностью, зависящей от режима и условий работы двигателя. При недостаточном отводе теплоты двигатель перегревается — не развивает максимальной мощности, увеличивается расход топлива, а детали двигателя из-за недостаточной смазки быстро изнашиваются. В случае чрезмерного отвода тепла, т. е. при переохлаждении двигателя, также ухудшается его топливная экономичность и значительно снижается срок службы. Поэтому двигатель следует охлаждать до оптимальной температуры, обеспечивающей получение максимальной мощности и высокой экономичности, а также длительного срока службы (моторесурса).

Принудительный отвод теплоты в двигателях может осуществляться с помощью жидкости (жидкостная система охлаждения) или воздуха (воздушная система охлаждения). На автомобильных двигателях наибольшее распространение получили жидкостные системы охлаждения, так как они по сравнению с системами воздушного охлаждения более эффективны в работе, создают меньший шум и обеспечивают лучший пуск двигателя в условиях низких температур.

Принципиальная схема жидкостной системы охлаждения двигателя показана на рис. 31. Вокруг цилиндров *11* двигателя и их головок имеется пространство (рубашка охлаждения), заполняемое охлаждающей жидкостью. Рубашка охлаждения соединена патрубками *8* и *15* с радиатором *2* — устройством, служащим для охлаждения нагретой жидкости. Радиатор и рубашка заполняются жидкостью через заливную горловину, закрываемую пробкой *5*. В пробке имеются клапаны, через которые внутренняя полость системы охлаждения сообщается с атмосферой. Такая система охлаждения называется закрытой. В закрытых системах охлаждения поддерживается избыточное давление (до 100 кПа), вследствие чего температура кипения охлаждающей жидкости повышается до 120 °С. Пар отводится по трубке *4*. Закрытые системы охлаждения более компактны, чем открытые, т. е. непосредственно сообщающиеся с атмосферой, и реже нуждаются в дополнительной заправке охлаждающей жидкостью.

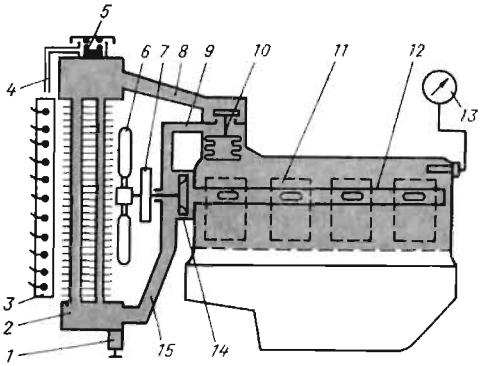


Рис. 31
Принципиальная схема жидкостной системы охлаждения двигателя

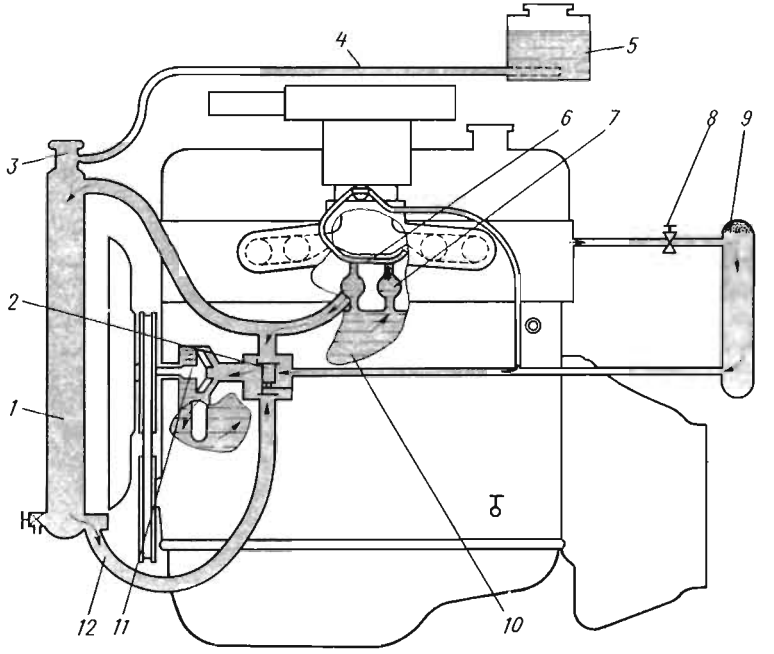
Принудительная циркуляция жидкости в системе создается насосом *14*, приводимым в работу от коленчатого вала двигателя шкивом *7*. Жидкость соприкасается с нагретыми стенками цилиндров и головки, нагревается и через патрубок *8* поступает в верхний бачок радиатора. По трубкам радиатора *2*, обдуваемым потоком воздуха, жидкость

проходит в нижний бачок радиатора и охлаждается. Движение воздуха через радиатор обеспечивается вентилятором *6* и напором встречного потока воздуха при движении автомобиля. Охлажденная жидкость через патрубок *15* поступает в насос и от него по водораспределительной трубе *12* вновь подводится к наиболее нагретым участкам каждого цилиндра. Водораспределительная труба позволяет равномерно охлаждать все детали независимо от их удаленности от насоса. Таким образом, в системе охлаждения происходит непрерывная циркуляция охлаждающей жидкости.

Температуру охлаждающей жидкости контролируют по термометру *13*. Оптимальным температурным режимом двигателя является такой, при котором температура охлаждающей жидкости в головке блока цилиндров равна 80 – 100 °С. Для быстрого прогрева двигателя, особенно после его пуска, в системе охлаждения устанавливают термостат *10*. Когда двигатель не прогрет, клапан термостата закрыт и жидкость из рубашки охлаждения не может попасть в радиатор (в большой круг циркуляции). При закрытом клапане термостата жидкость поступает к насосу через трубку *9* (малый круг циркуляции). Так как двигатель в данном случае охлаждается лишь частью жидкости, заполняющей систему, то эта жидкость быстро нагревается. После этого клапан термостата открывается и охлаждение двигателя осуществляется всей жидкостью, циркулирующей по большому кругу. Проходное сечение клапана термостата и количество жидкости, поступающей в радиатор, увеличиваются по мере повышения температуры, чем в определенных пределах автоматически регулируется температурный режим двигателя.

Оптимальный температурный режим двигателя поддерживается в основном изменением интенсивности воздушного потока, проходящего через радиатор. При помощи жалюзи *3* изменяют количество воздуха, проходящего через радиатор, и тем самым интенсивность охлаждения. Интенсивность воздушного потока можно изменять также с помощью вентилятора с автоматически меняющимся шагом лопастей. На некоторых двигателях вентилятор включает-

Рис. 32
Схема системы охлаждения двигателя ВАЗ-21011



ся в работу только после прогрева двигателя. Жидкость сливают через кран *1*, установленный в нижней точке системы охлаждения.

Одной из особенностей системы охлаждения двигателя автомобиля ВАЗ-21011 (рис. 32) является наличие расширительного бачка *5*, расположенного в высшей точке системы. Расширительный бачок, сообщающийся с атмосферой, заполнен охлаждающей жидкостью и соединен трубкой *4* с заливной горловиной *3* радиатора *1*. При открытии выпускного (парового) клапана, которым снабжена пробка заливной горловины, избыточная жидкость или пар отводятся в расширительный бачок. При уменьшении объема охлаждающей жидкости (например, при ее охлаждении) в пробке открывается впускной клапан и жидкость из расширительного бачка возвращается в радиатор. Таким образом, в системе поддерживается постоянный объем циркулирующей жидкости.

Другая особенность системы охлаждения этого двигателя заключается в способе поддержания оптимального температурного режима, обеспечиваемого двухклапанным термостатом *2*. Когда двигатель не прогрет, нижний клапан термостата закрыт и охлаждающая жидкость не проходит через радиатор. В этом случае жидкость нагнетается насосом *11* в рубашку *10* блока цилиндров и затем в рубашку *7* головки блока. Выходящая из передней части головки блока жидкость подходит к верхнему клапану термостата и попадает вновь в насос. Вследствие циркуляции этой части жидкости двигатель быстро прогревается. Одновременно меньшая часть жидкости попадает из рубашки головки в рубашки *6* впускного трубопровода и смесительных камер карбюратора, а при открытом кране *8* — в радиатор *9* отопителя салона.

Когда двигатель прогрет, верхний клапан термостата закрыт, нижний открыт. В этом случае большая часть жидкости из рубашки головки блока попадает в радиатор *1*, охлаждается в нем, а затем по трубопроводу *12* и через открытый нижний клапан термостата поступает в насос. Меньшая часть жидкости, как и на непрогретом двигателе, циркулирует через впускной трубопровод, карбюратор и отопитель салона. В некотором интервале температур оба клапана термостата открыты и жидкость циркулирует одновременно по двум кругам. Количество движущейся жидкости в каждом круге циркуляции зависит от степени открытия того или другого клапана, чем обеспечивается автоматическое поддержание оптимального температурного режима двигателя. Жалюзи в системе охлаждения двигателя автомобиля ВАЗ-21011 отсутствуют.

В качестве охлаждающих жидкостей применяют воду или специальную низкозамерзающую жидкость — антифриз. Особенность антифризов ТОСОЛ состоит в том, что их температура кипения значительно превышает 100 °С, а имеющиеся в них ингибиторы уменьшают коррозию всех металлических деталей.

При воздушном охлаждении двигателя цилиндры и их головки для увеличения поверхности охлаждения снабжены большим количеством ребер. Охлаждающий воздух подается мощным вентилятором, приводимым в работу от коленчатого вала двигателя. К цилиндрам воздух поступает по направляющему кожуху, обеспечивающему равномерное их охлаждение. Нагретый воздух выходит наружу через специальный раструб, в котором установлена заслонка. При повороте заслонки, осуществляемом водителем или автоматически, изменяется интенсивность охлаждения, чем обеспечивается оптимальный температурный режим двигателя.

Основными преимуществами воздушного охлаждения перед жидкостным является его простота в эксплуатации и невозможность выхода из строя системы в холодное время.

Конструкция жидкостной системы охлаждения. *Радиатор* является теплообменником, в котором теплота от воды передается потоку воздуха. В верхнем бачке *6* (рис. 33) радиатора имеется горловина *8*, через которую система заполняется охлаждающей жидкостью. Гор-

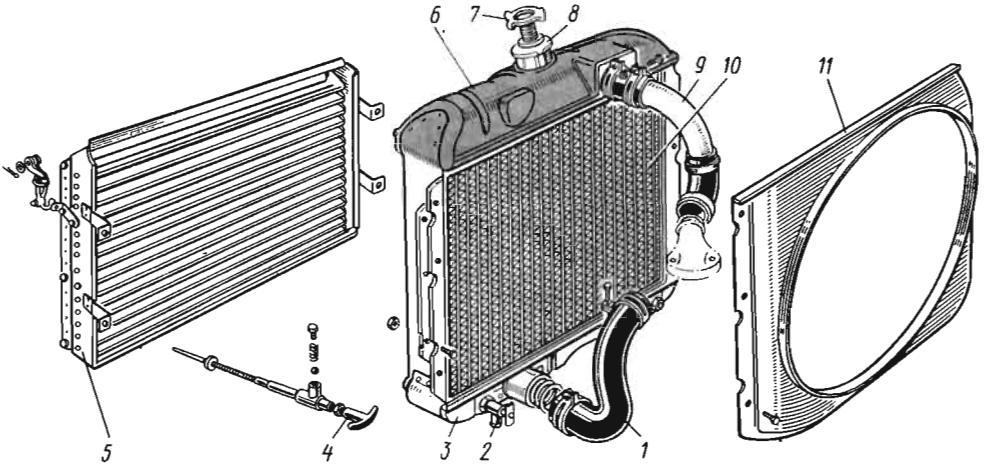


Рис. 33
Радиатор и жалюзи автомобиля ГАЗ-53А

ловина герметично закрыта пробкой *7*, снабженной двумя клапанами. Паровой клапан *3* (рис. 34), прижимаемый к торцу горловины *5* сильной пружиной *4*, открывается для выпуска пара из системы при избыточном давлении, равном 45 – 55 кПа. Воздушный клапан *2*, имеющий слабую пружину *1*, открывается при падении давления до 10 кПа вследствие остывания жидкости.

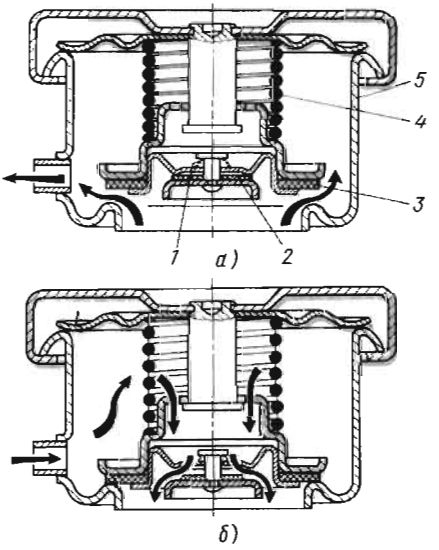


Рис. 34
Пробка радиатора:
а – открыт паровой клапан; *б* – открыт воздушный клапан

В нижнем бачке *3* (см. рис. 33) радиатора установлен кран *2* для слива жидкости из системы. Верхний и нижний бачки сообщаются рядами плоских трубок с припаянными к ним пластинами, образующими необходимую охлаждающую поверхность. Оба бачка, трубки и пластины такого радиатора, называемого трубчато-пластинчатым, для лучшей отдачи теплоты выполнены из латуни. Иногда остов *10* радиатора делают трубчато-ленточным. У такого радиатора для увеличения площади теплоотдачи между трубками проложены гофрированные ленты на всю ширину остова. Охлаждающая жидкость поступает в радиатор через трубу *9*, а отводится из него через трубу *1*. Радиатор закреплен на раме автомобиля впереди двигателя на резиновых подушках.

Жидкостной насос центробежного типа обеспечивает циркуляцию жидкости в системе охлаждения. Корпус жидкостного насоса двигателя ЗИЛ-130 состоит из двух частей – чугунного корпуса *4* (рис. 35), подшипников и алюминиевого корпуса *5* крыльчатки. Вал *10* насоса вращается в двух шариковых подшипниках *8* и *9*, снабженных сальниками для удержания смазочного материала. На одном конце вала закреплена пластмассовая крыльчатка *6* с металлической ступицей. В крыльчатке установлен самоподжимной сальник *7*, вращающаяся текстолитовая шайба которого прижимается пружиной к торцу корпуса

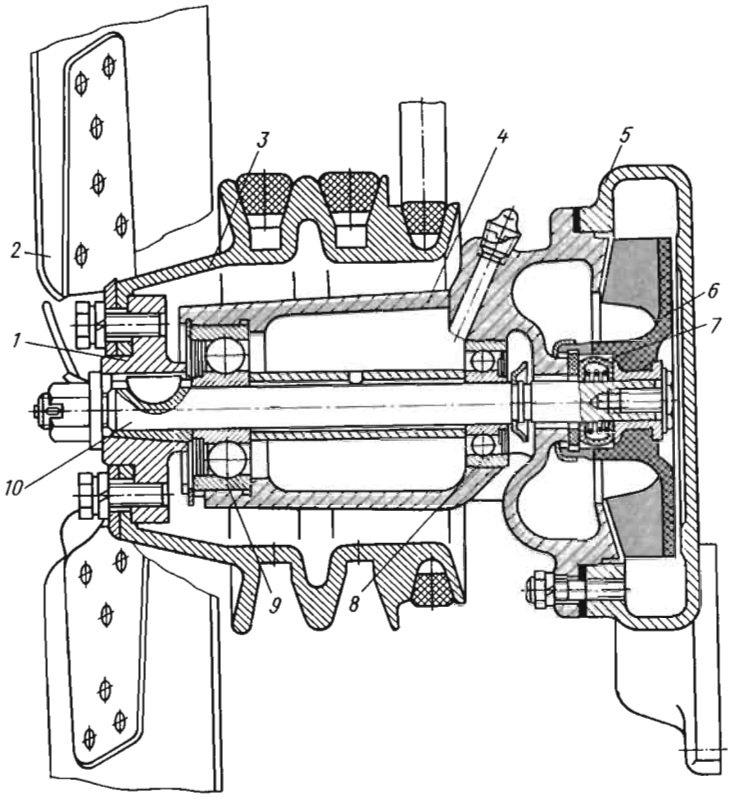


Рис. 35
Жидкостной насос и вентилятор двигателя ЗИЛ-130

подшипников. Самоподжимной сальник препятствует утечке жидкости из насоса. На другом конце вала размещена ступица *1* привода жидкостного насоса и вентилятора *2*. К ступице болтами прикреплен трехручьевой шкив *3*.

Привод жидкостного насоса и вентилятора осуществляется клиноременной передачей. Шкив коленчатого вала двумя ремнями соединен со шкивом *3*, приводящим жидкостной насос и вентилятор. При вращении вала насоса жидкость поступает к центру крыльчатки, захватывается ее лопастями и под действием центробежной силы отбрасывается к корпусу крыльчатки, где собирается в специальном канале (улитке) и направляется к выходному патрубку. При частоте вращения коленчатого вала двигателя 3000 об/мин подача насоса составляет 240 л/мин. Эффективное охлаждение двигателя достигается только при нормальном натяжении приводных ремней.

Термостат представляет собой автоматический клапан, способствующий ускорению прогрева двигателя и регулирующий в определенных пределах количество жидкости, проходящей через радиатор.

Термостат *10* (рис. 36, *а*) установлен в патрубке *8* на выходе жидкости из рубашки охлаждения. Термостаты выполняются с жидкостными и твердыми наполнителями. Термостат с твердым наполнителем имеет толстостенный баллон *1*, заполненный смесью *2* церезина (нефтяного воска) с медным порошком. Над баллоном размещена направляющая втулка *4* с отверстием для штока *5*. Втулка отделена от баллона резиновой мембраной *3*. Шток связан коромыслом *9* с заслонкой *7* (клапаном).

Когда двигатель не прогрет, заслонка закрыта и охлаждающая жидкость не поступает в радиатор. При нагревании

церезина он плавится, объем его увеличивается, вследствие чего мембрана *3*, буфер *11* и шток *5* перемещаются вверх, пружина *6* растягивается и заслонка *7* открывается. Жидкость начинает циркулировать через радиатор (большой круг циркуляции). Заслонка термостата начинает открываться при температуре охлаждающей жидкости (70 ± 2) °С, полностью заслонка (рис. 36, *б*) открывается при температуре (83 ± 2) °С. В интервале указанных температур площадь проходного отверстия термостата увеличивается с повышением температуры, вследствие чего автоматически возрастает количество жидкости, поступающей в радиатор.

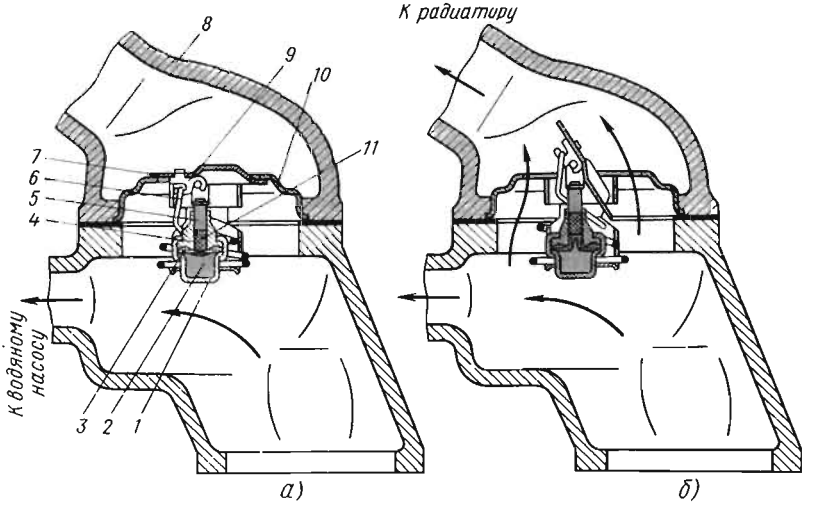
В термостатах с жидкостным наполнителем чувствительный элемент – гофрированный цилиндр из тонкой латуни – заполнен легко испаряющейся жидкостью (смесью дистиллированной воды и этилового спирта). Когда система охлаждения не прогрета, давление в цилиндре понижено и он находится в сжатом состоянии, закрывая клапан термостата. При нагреве жидкости в цилиндре термостата до определенной температуры ее давление повышается настолько, что цилиндр расширяется и клапан термостата открывается.

Рис. 36
Установка термостата на двигателе ЗИЛ-130:
а – заслонка термостата закрыта; *б* – заслонка термостата открыта

Термостаты с твердым наполнителем обладают бóльшей механической прочностью по сравнению с термостатами с жидкостным наполнителем, что позволяет применять их в закрытых системах охлаждения с большим избыточным давлением (двигатели ЗИЛ-130).

Вентилятор служит для повышения скорости и количества воздуха, проходящего через радиатор. Вентилятор устанавливают обычно непосредственно за радиатором. Лопасти вентилятора *2* (см. рис. 35) крепят заклепками к ступице *1*. Подача вентилятора зависит от диаметра, числа и угла наклона лопастей, а также частоты вращения его вала. На отечественных автомобильных двигателях вентиляторы имеют четыре, шесть или восемь лопастей. Лопасти изготовляют из листовой стали или пластмасс. Угол наклона лопастей к плоскости вращения составляет 35–40°. Для повышения эффективности работы вентилятора его иногда размещают в направляющем кожухе *11* (см. рис. 33), закрепленном на радиаторе. С этой же целью концы лопастей отгибают в сторону радиатора. На некоторых двигателях вращение от вала на лопасти вентилятора передается электромагнитной муфтой. Когда двигатель не прогрет, муфта автоматически отключает лопасти от вала, ускоряя прогрев двигателя.

Жалюзи 5 поворачивают с помощью



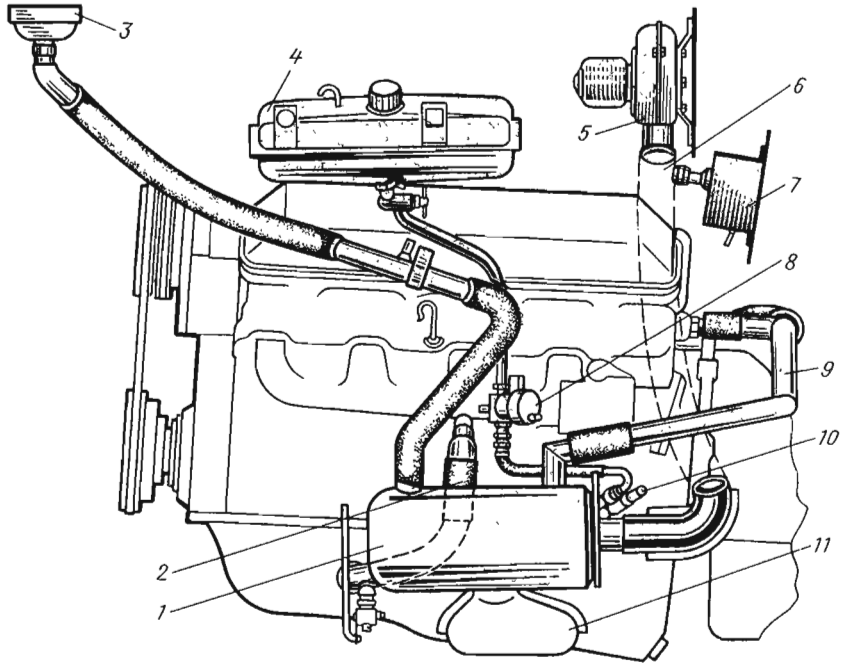


Рис. 37
Подключение предпускового подогревателя к двигателю автомобиля ГАЗ-53А

рукоятки *4*, вследствие чего изменяется расход воздуха через радиатор и этим поддерживают тепловой режим двигателя. На некоторых автомобильных двигателях управление жалюзи осуществляется автоматически.

Предпусковой подогреватель (рис. 37) обеспечивает подогрев двигателя перед пуском при низких температурах. Наряду с облегчением пуска предварительный прогрев двигателя способствует замедлению изнашивания деталей, особенно цилиндров и поршней.

В комплект предпускового подогревателя входят котел *1*, соединенный шлангом с заливной воронкой *3*; топливный бачок *4*, из которого топливо поступает в котел через электромагнитный клапан *8*; вентилятор *5* с электродвигателем; пульт управления *7* и свеча накаливания *10*.

Перед пуском двигателя котел, соединенный с рубашкой охлаждения блока цилиндров, заполняют водой. Электромагнитный клапан открывается, и топливо поступает в камеру сгорания котла, где первоначально воспламеняется свечой *10*. Воздух подается в котел от вентилятора *5* по шлангу *6*. Горячие газы, проходя через газопроводы котла, нагревают воду, а при выходе из котла патрубком *11* направляются на масляный поддон двигателя, нагревая в нем масло. Вода нагревается в котле и вследствие конвекции поступает в рубашку охлаждения блока цилиндров по шлангу *9*, а возвращается в котел по шлангу *2*.

§ 10. Система питания карбюраторных двигателей

Назначение, схема и основные приборы. Система питания карбюраторного двигателя служит для приготовления горючей смеси, состоящей из паров топлива и воздуха, подачи ее в цилиндры двигателя, а также удаления из цилиндров отработавших газов.

В систему питания карбюраторного двигателя входят приборы и устройства для хранения топлива и контроля его количества; фильтрации и подачи топ-

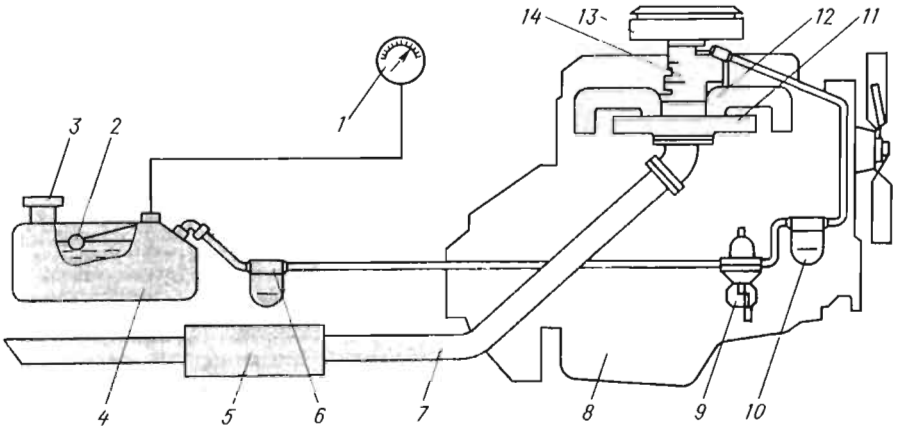


Рис. 38
Схема системы питания карбюраторного двигателя

лива; фильтрации и подачи воздуха, а также приготовления горючей смеси и подачи ее в цилиндры двигателя; отвода газов из цилиндра и глушения шума при выпуске.

На рис. 38 приведена принципиальная схема системы питания автомобильного карбюраторного двигателя *8*. Топливо из бака *4*, закрытого пробкой *3*, подается насосом *9* по трубопроводам к прибору приготовления горючей смеси – карбюратору *14*, проходя очистку в фильтре-отстойнике *6* и фильтре *10* тонкой очистки топлива. Количество топлива в баке контролируют по указателю *1*, в электрическую цепь которого включен датчик *2*. Воздух поступает в карбюратор через воздушный фильтр *13*. Приготовленная в карбюраторе горючая смесь подается в цилиндры двигателя по впускному трубопроводу *12*, в котором она подогревается. Отработавшие газы отводятся из цилиндров в атмосферу через систему выпуска, состоящую из выпускного трубопровода *11*, трубу *7* и глушитель *5* шума выпуска. Конструкция системы выпуска аналогична для всех систем смесеобразования.

Горючая смесь. Топливом для образования горючей смеси служат бензины марки А-72, А-76, АИ-93, АИ-98. Теоретически подсчитано, что для полного сгорания 1 кг бензина требуется около 15 кг воздуха (точнее кислорода, содержащегося в этом количестве воздуха).

Состав горючей смеси характеризуют коэффициентом избытка воздуха

$$\alpha = L_д/L_0,$$

где $L_д$ – действительное количество воздуха, участвующего в процессе сгорания; L_0 – количество воздуха, теоретически необходимое для полного сгорания топлива.

Если в составе горючей смеси масса воздуха соответствует теоретически необходимой для полного сгорания 1 кг бензина, т. е. примерно 15 кг, то $\alpha = 1$ и такая смесь называется нормальной. При избытке воздуха ($\alpha > 1$) смесь называется бедной, а при недостатке ($\alpha < 1$) – богатой. Чрезмерное переобеднение или переобогащение смеси приводит к тому, что горючая смесь теряет способность к воспламенению электрической искрой. При $\alpha = 0{,}8 \div 0{,}9$ двигатель развивает максимальную мощность, что объясняется наибольшей скоростью сгорания горючей смеси. Такая смесь называется мощностной смесью. Работа на смесях с $\alpha < 0{,}8 \div 0{,}9$ сопровождается снижением мощности и увеличением удельного расхода топлива. При $\alpha = 1{,}1$ в двигателе происходит наиболее полное сгорание топлива и экономичность работы получается наивысшей (экономичная смесь). Работа на смесях при $\alpha > 1{,}1$ сопровождается значительным падением

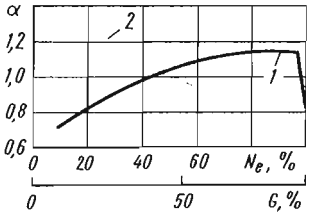


Рис. 39
Характеристики карбюраторов:
1 – идеального; *2* – простейшего

мощности двигателя и возрастанием удельного расхода топлива.

Горючая смесь, поступая в цилиндры, смешивается с остаточными отработавшими газами и образуется рабочая смесь. Добавление к горючей смеси отработавших инертных газов оказывает отрицательное влияние на воспламенение и горение рабочей смеси. Чем больше процентное содержание остаточных газов в рабочей смеси, тем медленнее она горит. Если содержание отработавших газов в цилиндрах довести до 50% процентов по массе, то воспламенение рабочей смеси становится невозможным.

Очевидно, когда необходима максимальная мощность, горючая смесь должна иметь мощностной состав. Однако большую часть времени автомобильный двигатель работает в режиме частичных нагрузок, когда мощность, развиваемая двигателем, меньше максимальной. При таком режиме основное значение имеет минимальный расход топлива, который достигается при экономичном составе горючей смеси. Так как по мере уменьшения мощности содержание в цилиндрах отработавших газов возрастает, то приготовляемая горючая смесь должна немного обогащаться. Изложенные требования к изменению состава горючей смеси на режимах максимальной мощности, частичных и малых нагрузках по расходу топлива G иллюстрирует график (рис. 39, кривая *1*), который называют характеристикой идеального карбюратора.

Простейший карбюратор. Схема простейшего (элементарного) карбюратора с движением воздуха сверху вниз – падающим потоком показана на рис. 40. Карбюратор состоит из четырех основных частей: поплавковой камеры *7* с поплавком *8*, жиклера *6* с распылителем *5*, диффузора *2* и дроссельной заслонки *4*.

Топливо поступает в поплавковую камеру из бака через трубопровод *10*. В камере находится поплавок, который действует на запорную иглу *9*. При достижении топливом предельного уровня в поплавковой камере поплавок прижимает иглу к седлу, прекращая доступ топлива. При снижении уровня топлива поплавок опускается и открывает доступ топлива в камеру. Чем больше расход топлива, тем ниже его уровень и тем большее проходное сечение для топлива создается между иглой и седлом. Поплавковая камера каналом *11* сообщается с трубой *1*. Наивысший уровень топлива в поплавковой камере на несколько миллиметров (расстояние Δh) ниже кромки выходного отверстия распылителя, что предотвращает истечение топлива при неработающем двигателе.

В воздушной трубе *1* установлен диффузор *2*, в самую узкую часть которого выведен конец распылителя *5*. Диффузор служит для повышения скорости движения воздуха через карбюратор и увеличения разрежения у распылителя.

За диффузором в воздушной трубе находится дроссельная заслонка *4*, связанная с педалью. Водитель, нажимая на педаль, меняет положение дроссельной заслонки и регулирует количество горючей смеси, подаваемой в цилиндры. Чем больше открыта дроссель-

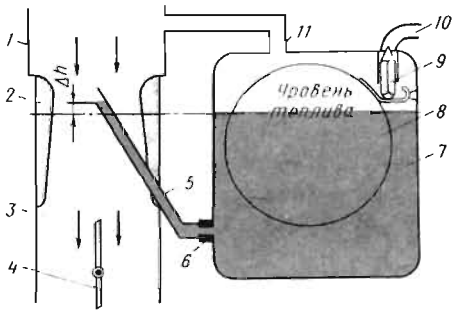


Рис. 40
Схема простейшего карбюратора

ная заслонка, тем большее количество горючей смеси поступает в цилиндры и тем большую мощность может развивать двигатель. Участок трубы *1* от горловины диффузора до оси дроссельной заслонки называют смесительной камерой *3*.

При работе двигателя воздух движется по трубе *1* сверху вниз. В диффузоре скорость воздуха, а следовательно, и разрежение увеличиваются. Перепад давления воздуха между поплавковой камерой и диффузором создает условия для вытекания из распылителя топлива, которое подхватывается потоком воздуха и распыливается. В смесительной камере значительная часть топлива испаряется, образуя горючую смесь. На количество топлива, поступающего в распылитель, влияют не только перепад давлений воздуха, но и размеры отверстия в жиклере *6* (калиброванной пробке) и уровень топлива в поплавковой камере.

Одной из основных трудностей приготовления горючей смеси является кратковременность этого процесса. Скорость движения воздуха и смеси во впускном тракте двигателя составляет 30 – 100 м/с, а время смесеобразования иногда не превышает 0,02 с. Улучшению испарения топлива и процесса смесеобразования в этих условиях способствуют применение в качестве топлива легкоиспаряющейся жидкости, увеличение поверхности испарения распыливанием топлива и обдув поверхности капель топлива, пониженное давление среды, в которую вытекает топливо, подогрев топлива и воздуха, подача из распылителя эмульсии.

По мере открытия дроссельной заслонки увеличивается количество воздуха, проходящего через карбюратор, возрастают его скорость и разрежение в диффузоре, что увеличивает расход топлива. Однако требуемого соответствия между повышением расходов воздуха и топлива не происходит, вследствие чего горючая смесь, приготовляемая простейшим карбюратором, при увеличении открытия дроссельной заслонки обогащается (см. рис. 39). Сопоставление характера изменения составов смеси простейшего (кривая *2*) и идеального (кривая *1*) карбюраторов позволяет сделать заключение о том, что при работе двигателя на различных режимах простейший карбюратор приготовляет смесь, состав которой не соответствует требуемому. Кроме того, при небольших нагрузках разрежение в диффузоре простейшего карбюратора настолько мало, что приготовление горючей смеси становится невозможным.

Для исправления характеристики простейшего карбюратора, служащего основой современных карбюраторов, его дополняют рядом устройств, обеспечивающих приготовление на различных режимах горючей смеси, близкой по составу к требуемой.

Для автомобильных карбюраторных двигателей характерны следующие режимы работы: пуска двигателя, требующего вследствие плохого испарения топлива очень богатой смеси; холостого хода и малых нагрузок ($\alpha = 0{,}6 \div 0{,}8$); частичных нагрузок ($\alpha = 0{,}9 \div 1{,}1$); максимальных (полных) нагрузок ($\alpha = 0{,}8 \div 0{,}9$); резкого открытия дроссельной заслонки, которое не должно сопровождаться ощутимым обеднением горючей смеси.

Соответственно основным режимам работы двигателя карбюратор имеет следующие дозирующие системы и устройства: пусковое устройство, систему холостого хода, главное дозирующее устройство, экономайзер, эконостат (не обязательно) и ускорительный насос.

Схемы и принцип действия дозирующих устройств карбюратора. *Главное дозирующее устройство* обеспечивает приготовление горючей смеси, близкой по составу к экономичной во всем диапазоне частичных нагрузок. Оно состоит из простейшего карбюратора и компенсирующего устройства, назначением которого является обеднение смеси в необходимых пределах по мере роста расхода воздуха.

По способу компенсации главные дозирующие устройства могут быть нескольких типов. На большинстве совре-

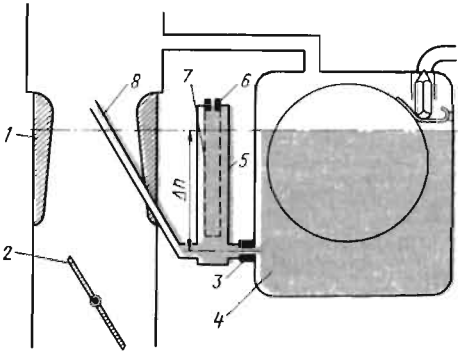


Рис. 41
Схема главного дозирующего устройства с понижением разрежения у топливного жиклера

менных отечественных автомобильных двигателей применены карбюраторы, имеющие главные дозирующие системы с понижением разрежения у топливного жиклера (с пневматическим торможением топлива).

Схема главного дозирующего устройства с понижением разрежения у топливного жиклера показана на рис. 41. От простейшего карбюратора рассматриваемая система отличается наличием колодца *5* и воздушного жиклера *6*, который сообщает колодец с атмосферой.

При работе двигателя поступающее из поплавковой камеры *4* в колодец топливо через жиклер *3* и воздух через жиклер *6* смешиваются, образуют эмульсию, которая подается распылителем *8* в диффузор *1*. Чтобы лучше эмульсировалось топливо, в колодце установлена трубка *7* (такие карбюраторы называют эмульсионными). Основное влияние на расход топлива оказывает разрежение, передающееся в полость колодца из диффузора. Чем больше разрежение, тем больше расход топлива через жиклер *3*. Воздух, поступающий в колодец через жиклер *6*, изменяет разрежение перед жиклером *3*. При этом интенсивность истечения топлива снижается (затормаживается) по сравнению с простейшим карбюратором. Подбором размера воздушного жиклера можно обеспечить такую закономерность изменения разрежения у топливного жиклера, которая позволяет по мере открытия дроссельной заслонки *2* и увеличения разрежения в диффузоре обеднять горячую смесь до желаемых пределов.

Экономайзер обогащает приготавливаемую главным дозирующим устройством горючую смесь при работе двигателя в режиме максимальных нагрузок. Привод экономайзера может быть механическим или пневматическим.

Экономайзер с механическим приводом состоит из клапана *7* (рис. 42), установленного в поплавковой камере *3* карбюратора, жиклера *6*, через который топливо от клапана может поступать в распылитель главной дозирующей системы, и толкателя *4* с подвижной стойкой *2*, соединенной с дроссельной заслонкой *1*.

Когда угол поворота оси дроссельной заслонки составляет 80—85% максимального угла, толкатель *4* опускается настолько, что открывает клапан *7*. При этом топливо из поплавковой камеры *3* начинает поступать в распылитель через два жиклера *5* и *6* экономайзера, в результате чего горючая смесь обогащается. Степень обогащения зависит от размеров жиклера *6*, которые выбирают таким образом, чтобы обеспечить получение горючей смеси мощностного состава. Момент включения экономайзера зависит от длины толкателя *4*. В современных карбюраторах длина толкателя регулируемая.

Момент включения экономайзера с пневматическим приводом опреде-

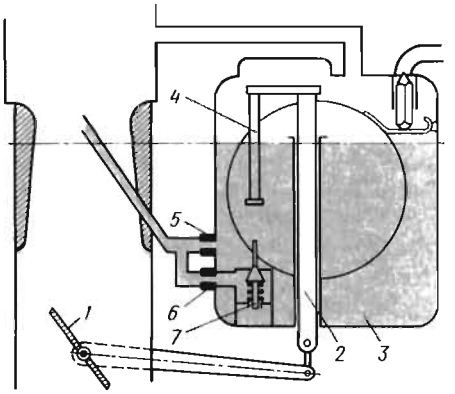


Рис. 42
Схема экономайзера с механическим приводом

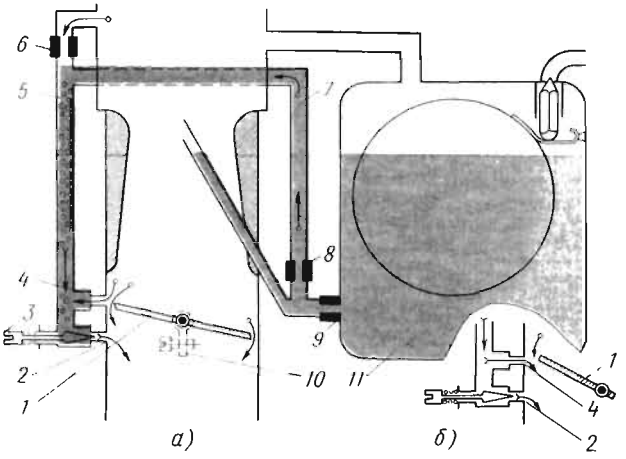


Рис. 43
Схема системы холостого хода

ляется не только положением дроссельной заслонки (нагрузкой), но и частотой вращения коленчатого вала двигателя.

Экономат представляет собой обогащающее устройство, устраняющее чрезмерное обеднение горючей смеси в ограниченном диапазоне нагрузок. Экономаты выполняют по схемам, аналогичным схемам главной дозирующей системы или простейшего карбюратора. В первом случае экономаты имеют топливный и воздушный жиклеры, а во втором — только топливный жиклер.

Система холостого хода служит для приготовления горючей смеси на режиме холостого хода, когда главная дозирующая система не работает.

Распространенная схема системы холостого хода показана на рис. 43, *а*. Распылитель системы имеет два отверстия *2* и *4*, выполненные в трубе карбюратора. Когда дроссельная заслонка *1* прикрыта, отверстие *2* находится ниже заслонки, а отверстие *4* — выше ее кромки, в месте, где разрежение мало. Степень закрытия дроссельной заслонки на режиме холостого хода изменяют регулировочным винтом *10*. К системе холостого хода относятся также каналы *5* и *7*, воздушный жиклер *6* и топливный жиклер *8*.

При работе двигателя на режиме холостого хода разрежение, возникающее за дроссельной заслонкой, передается через каналы *5* и *7* к топливному жиклеру *8*. Вследствие этого из поплавковой камеры *11* начинает поступать топливо в каналы *7* и *5* через топливный жиклер *9* главной дозирующей системы и топливный жиклер *8* холостого хода. В канале *5* топливо смешивается с воздухом, поступающим через воздушный жиклер *6*, а в зоне отверстия *4* к образующейся эмульсии добавляется воздух. Через отверстие *2* в пространство за дроссельной заслонкой поступает эмульсия, которая подхватывается потоком воздуха, смешивается с ним, в результате чего образуется горючая смесь. Количество поступающей эмульсии можно регулировать винтом *3*.

При открытии дроссельной заслонки расход воздуха через диффузор увеличивается, а разрежение за заслонкой уменьшается. Однако обеднения смеси не наступает, так как оба отверстия распылителя системы холостого хода оказываются расположенными за дроссельной заслонкой (рис. 43, *б*) и через отверстие *4* начинает поступать эмульсия. Так обеспечивается плавный переход от режима холостого хода к режимам нагрузки.

Ускорительный насос предназначен для устранения обеднения смеси и улучшения приемистости двигателя в некоторых условиях движения автомобиля (обгон, подъем), когда режим работы двигателя резко меняется. При резком открытии дроссельной заслонки на короткий момент наступает обеднение смеси, так как расход воздуха и подача

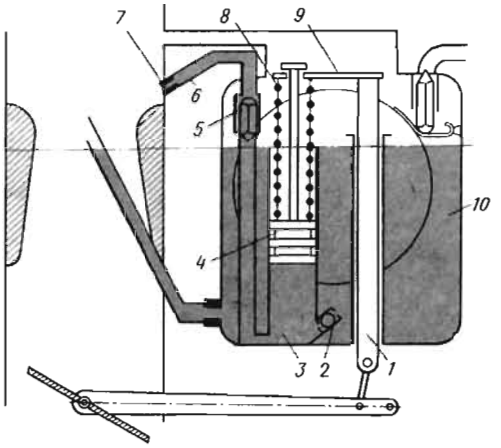


Рис. 44
Схема ускорительного насоса

топлива увеличиваются в неодинаковой мере.

Колодец *3* (рис. 44) ускорительного насоса находится в поплавковой камере *10* и сообщается с ней через обратный шариковый клапан *2*. В колодце имеется поршень *4*, на штоке которого установлена пружина *8*. Пружина упирается в планку *9*, закрепленную на подвижной стойке *1*, которая соединяется с дроссельной заслонкой. В распылителе *6* ускорительного насоса, расположенного над верхней кромкой диффузора, установлен жиклер *7* с небольшим выходным отверстием. В канале, по которому подается топливо к распылителю, размещен нагнетательный клапан *5*.

Под поршнем ускорительного насоса находится топливо, поступающее в насос из поплавковой камеры через клапан *2*. При резком открытии дроссельной заслонки планка *9* сжимает пружину *8* и поршень оказывает на топливо давление, под действием которого обратный клапан закрывается и прекращает доступ топлива назад, в поплавковую камеру, а нагнетательный клапан поднимается со своего седла. Топливо впрыскивается в трубу карбюратора, и тем самым предотвращается обеднение горючей смеси. Для лучшей приемистости впрыскивание растягивается на 2—3 с, что обеспечивается подбором пружины *8* с соответствующей характеристикой.

При плавном открытии дроссельной заслонки горючая смесь не обогащается, так как медленно опускающийся поршень вытесняет топливо из колодца ускорительного насоса через обратный клапан назад, в поплавковую камеру.

Пусковое устройство служит для приготовления горючей смеси при пуске холодного двигателя, когда условия образования горючей смеси неблагоприятны. Частота вращения коленчатого вала двигателя при пуске составляет 50—100 об/мин, вследствие чего скорость и разрежение воздуха в диффузоре карбюратора малы — распыливание и обдув топлива, а также его испарение недостаточны. Кроме того, в холодном двигателе часть паров топлива на пути в цилиндры конденсируется на стенках впускного трубопровода. Для того чтобы в цилиндры двигателя поступало достаточное для воспламенения смеси количество испарившегося топлива, необходимо резко обогащать горючую смесь в карбюраторе.

Пусковым устройством служит воздушная заслонка, с помощью которой перекрывают при пуске холодного двигателя воздушную трубу карбюратора перед распылителями и диффузором. При этом количество воздуха, проходящего через карбюратор, уменьшается, а разрежение в диффузоре становится настолько значительным, что топливо начинает вытекать из распылителя главной дозирующей системы, обеспечивая образование горючей смеси. После первой вспышки воздух поступает через автоматический клапан на воздушной заслонке. По мере прогрева двигателя воздушную заслонку приоткрывают вручную.

Для автоматического постепенного открытия воздушной заслонки на некоторых карбюраторах двигателей легковых автомобилей применяют автоматические устройства, реагирующие как на повышение температуры, так и на рост частоты вращения коленчатого вала.

Конструкция системы питания. *Топливные баки* (один или несколько) устанавливают на автомобиле, чтобы обес-

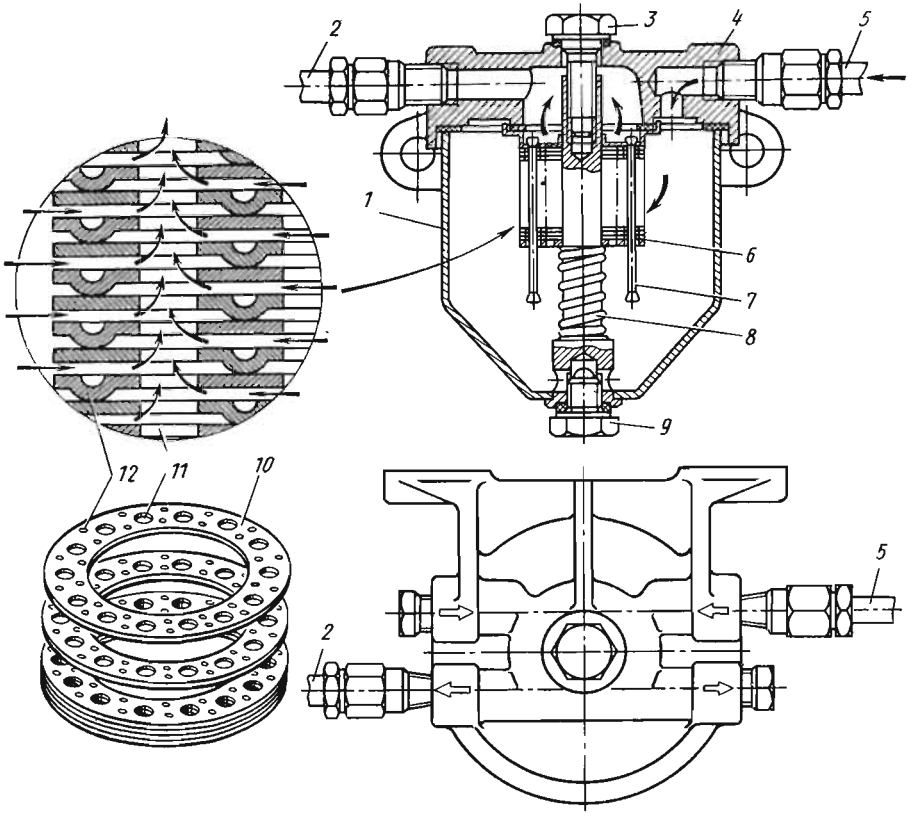
печить запас топлива, необходимый для определенного пробега автомобиля. Обычно топливный бак состоит из двух сваренных между собой штампованных корытообразных половин. Внутри бака имеются перегородки, увеличивающие жесткость бака и уменьшающие плескание топлива.

Отверстие в днище топливного бака предназначено для слива отстоя, оно закрывается пробкой. Топливом бак заполняют через заливную горловину, расположенную в верхней части бака. Горловина герметично закрыта крышкой, в которой смонтированы два клапана: впускной (воздушный) и выпускной. Через впускной клапан в бак подается воздух по мере расхода топлива, что предотвращает образование в баке чрезмерного разрежения. Этот клапан открывается при разрежении в баке 1–4 кПа. При увеличении давления в баке на 10–20 кПа (например, вследствие повышения температуры окружающего воздуха) открывается выпускной клапан. Такое устройство крышки уменьшает потери топлива из-за испарения его наиболее летучих (пусковых) фракций.

Уровень топлива в баке контролируют по показаниям электрического указателя, смонтированного на щитке приборов. Датчик указателя установлен в баке. Кроме того, иногда топливные баки снабжают стержневыми измерителями уровня топлива.

Топливные фильтры предназначены для очистки топлива от механических примесей. Для этого используют фильтр-отстойник, а на многих двигателях, кроме того, фильтр тонкой очистки топлива.

Рис. 45
Топливный фильтр-отстойник:
1 – корпус; *2* и *5* – трубопроводы; *3* – болт; *4* – крышка; *6* – фильтрующий элемент; *7* – стойка; *8* – пружина; *9* – пробка сливного отверстия; *10* – пластина; *11* – отверстия; *12* – выступы



Фильтрующий элемент *6* (рис. 45) фильтра-отстойника собран на двух стойках *7* из большого числа кольцевых пластин *10* толщиной 0,15 мм. В пластинах сделаны отверстия *11*, образующие в элементе ряд вертикальных каналов. Снизу фильтрующий элемент сжат пружиной *8* и закрыт плоской крышкой. На пластинах фильтрующего элемента выполнены два ряда выступов *12* высотой 0,05 мм. Поэтому в собранном элементе между пластинами образуются зазоры, равные высоте выступов. Между корпусом *1* и крышкой *4* установлена прокладка. Корпус прикреплен к крышке болтом *3*.

В фильтре-отстойнике топливо очищается в две ступени. При попадании топлива в корпус его скорость падает, вследствие чего наиболее крупные механические частицы и вода оседают на дне корпуса. Далее топливо проходит через зазоры фильтрующего элемента, оставляя на его поверхности твердые частицы.

Более тщательная очистка топлива производится в фильтрах тонкой очистки, имеющих фильтрующий элемент, выполненный из мелкой латунной сетки или из порошковых материалов.

Топливный насос подает необходимое количество топлива из бака в поплавковую камеру карбюратора. На отечественных автомобильных карбюраторных двигателях применяют мембранные топливные насосы, отличающиеся один от другого главным образом числом клапанов, а также формами корпуса и рычага привода.

На рис. 46 показан топливный насос двигателя ГАЗ-53А. Отлитые из цинкового сплава корпус *2*, головка *7* и крышка *6* соединены между собой винтами. В корпусе на оси *14* установлен рычаг *13*, прижимаемый пружиной *12* к эксцентрику распределительного вала двигателя. Вильчатым концом рычаг охватывает шток *10* мембраны *3*, которая отжимается вверх пружиной *9*. Края мембраны *3* зажаты между корпусом и головкой насоса. В центральной части мембраны закреплен шток. В головке насоса смонтированы клапаны: два всасывающих *4* и один нагнетательный *8*. Над всасывающими клапанами размещен сетчатый фильтр *5*. Рычаг *1* ручной подкачки топлива закреплен неподвижно на валике *11* и удерживается в нижнем положении пружиной, установленной на валике между рычагом и корпусом насоса.

Когда рычаг *13*, сжимая пружину *9*, перемещает через шток *10* мембрану

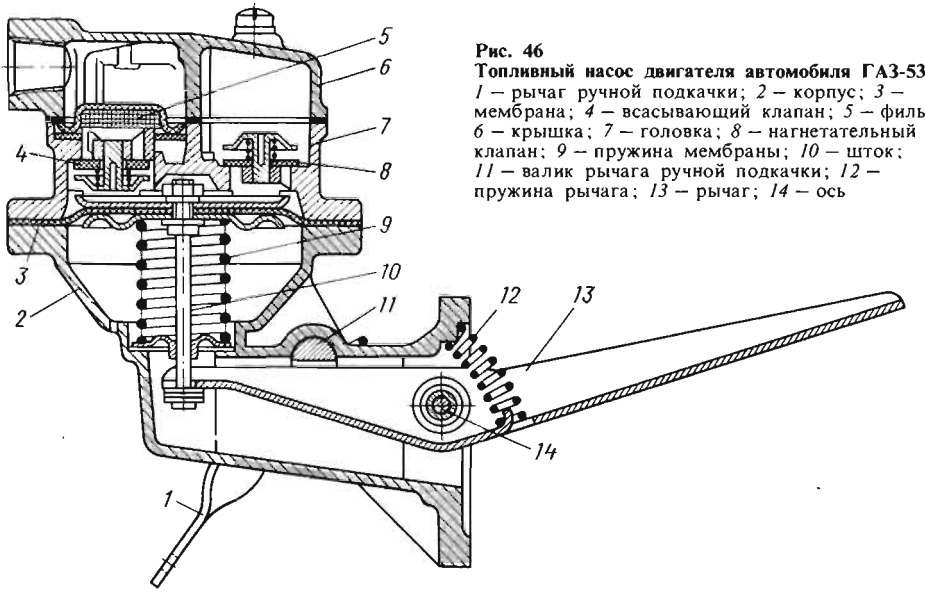


Рис. 46
Топливный насос двигателя автомобиля ГАЗ-53А:
1 – рычаг ручной подкачки; *2* – корпус; *3* – мембрана; *4* – всасывающий клапан; *5* – фильтр; *6* – крышка; *7* – головка; *8* – нагнетательный клапан; *9* – пружина мембраны; *10* – шток; *11* – валик рычага ручной подкачки; *12* – пружина рычага; *13* – рычаг; *14* – ось

вниз, над ней создается разрежение, под действием которого топливо поступает в полость над мембраной, проходя сетчатый фильтр и всасывающие клапаны. Вверх мембрана перемещается под действием пружины *9*, когда рычаг *13* не удерживает шток *10*. Под давлением топлива открывается нагнетательный клапан *8* (всасывающие клапаны при этом закрыты), и топливо поступает в головку и затем в трубопровод, идущий к карбюратору.

Уровень топлива в поплавковой камере при работающем двигателе несколько колеблется, изменяя степень открытия игольчатого клапана поплавковой камеры карбюратора. При изменении открытия входного отверстия в трубопроводе, соединяющем насос с карбюратором, изменяется давление топлива. Последнее тем больше, чем меньше открыт клапан, т. е. чем меньше расход топлива двигателем. Напротив, при увеличении открытия игольчатого клапана и повышении расхода топлива давление в трубопроводе уменьшается. При увеличении давления топлива уменьшается ход мембраны вверх и рычаг *13* насоса часть хода совершает вхолостую. Так как топливо нагнетается под действием пружины *9*, то создаваемое насосом давление зависит не только от степени открытия игольчатого клапана, но и от усилия пружины. Пружина *9* подобрана так, что ее сила упругости не может преодолеть силы, действующей на запорную иглу со стороны поплавка. Поэтому когда поплавковая камера заполнена, мембрана насоса остается в нижнем положении, а рычаг *13* перемещается вхолостую.

Таким образом, насос изменяет количество подаваемого топлива соответственно расходу его двигателем. Наибольшая подача насоса в 3—5 раз превышает максимальный расход топлива двигателем. Подача топливных насосов двигателей грузовых автомобилей составляет 100—180 л/ч, а максимальное давление при нулевой подаче 20—30 кПа.

Поплавковая камера карбюратора может быть заполнена топливом перед пуском двигателя с помощью устройства для ручной подкачки. При качании рукой рычага *1* валик *11*, поворачиваясь, отжимает рычаг *13* насоса вниз или отпускает его. В результате этого топливо засасывается в полость над мембраной и затем нагнетается в карбюратор.

Карбюратор приготовляет горючую смесь, соответствующую по составу режиму работы двигателя. На большинстве современных двигателей установлены многокамерные эмульсионные карбюраторы с падающим потоком.

Применение вместо однокамерных карбюраторов многокамерных, имеющих две или четыре смесительные камеры, объединенные в общем корпусе, позволяет повысить мощность двигателей вследствие лучшей дозировки и распределения горючей смеси по цилиндрам. Смесительные камеры в двухкамерных карбюраторах имеют одинаковое устройство и могут работать одновременно. Такие карбюраторы называются карбюраторами с параллельным включением камер. В других двухкамерных карбюраторах сначала включается в работу одна, так называемая основная, или первичная камера, а при увеличении нагрузки подключается вторая, дополнительная, или вторичная камера. Эти карбюраторы называются карбюраторами с последовательным включением камер. Четырехкамерные карбюраторы представляют собой блок спаренных двухкамерных карбюраторов с последовательным включением камер.

Карбюратор К-126Б (рис. 47), устанавливаемый на двигателях автомобилей ГАЗ-53А и ГАЗ-66, двухкамерный с падающим потоком, параллельным включением смесительных камер. Каждая камера карбюратора имеет отдельные главное дозирующее устройство и систему холостого хода. Поплавковая камера, экономайзер, ускорительный насос и воздушная заслонка — общие для обеих камер. От каждой камеры карбюратора горючая смесь поступает в четыре цилиндра двигателя.

Карбюратор прикреплен сверху к впускному трубопроводу двигателя.

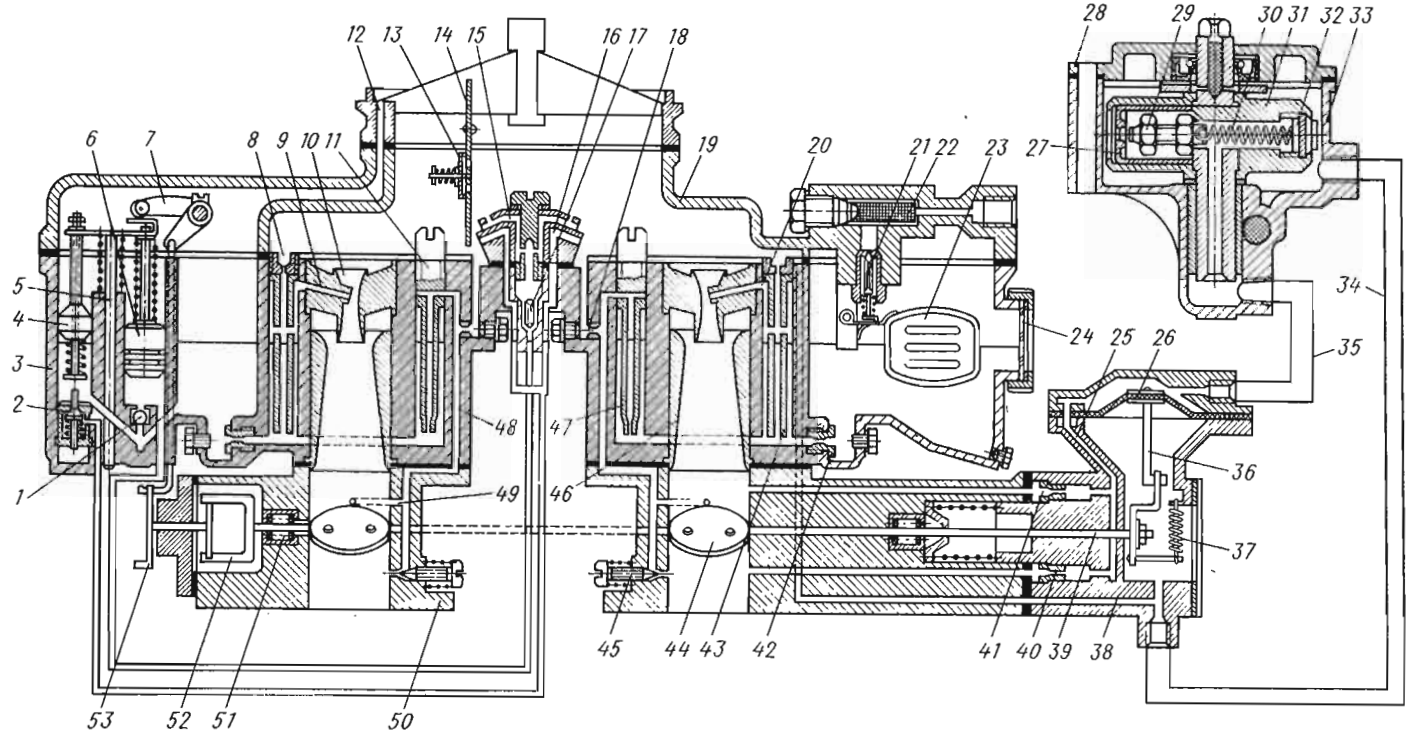


Рис. 47
Схема карбюратора К-126Б:
1 – обратный клапан ускорительного насоса; *2* – клапан экономайзера; *3* – корпус поплавковой камеры; *4* – шток экономайзера; *5* – подвижная стойка; *6* – поршень ускорительного насоса, *7* – рычаг привода ускорительного насоса и экономайзера; *8* и *9* – соответственно воздушный жиклер и распылитель главной дозирующей системы; *10* – малый диффузор; *11* и *18* – топливные жиклеры системы холостого хода, *12* – балансировочный канал; *13* – клапан воздушной заслонки, *14* – воздушная заслонка; *15* – распылитель ускорительного насоса; *16* – распылитель экономайзера; *17* – нагнетательный клапан; *19* – крышка поплавковой камеры; *20* – колодец главной дозирующей системы; *21* – игольчатый клапан; *22* – сетчатый фильтр, *23* – поплавок; *24* – смотровое окно; *25* и *38* – каналы; *26* и *37* – мембрана и пружина исполнительного механизма ограничителя; *27* – седло клапана; *28* – крышка датчика; *29* – клапан датчика; *30* – пружина клапана; *31* – ротор; *32* – регулировочный винт датчика; *33* – корпус датчика; *34* и *35* – трубопроводы; *36* – тяга, *39* – ось дроссельных заслонок; *40* – вакуумный жиклер; *41* – воздушный жиклер ограничителя; *42* – главный топливный жиклер; *43* – эмульсионная трубка; *44* – дроссельная заслонка; *45* – регулировочный винт системы холостого хода; *46* – колодец системы холостого хода; *48* – эмульсионный канал системы холостого хода; *49* – верхнее отверстие распылителя системы холостого хода; *50* – корпус смесительных камер; *51* – подшипник оси дроссельных заслонок; *52* – кулачковая муфта; *53* – рычаг привода дроссельных заслонок

Корпус карбюратора образован тремя соединенными между собой деталями: корпусом *3* поплавковой камеры и крышкой *19*, отлитыми из цинкового сплава, а также чугунным корпусом *50* смесительных камер.

Топливо поступает в поплавковую камеру через штуцер, ввернутый в крышку, и сетчатый фильтр *22*, закрытый пробкой. В крышку поплавковой камеры ввернут корпус игольчатого клапана *21*. Игла клапана опирается на рычаг латунного поплавка *23*, установленного на оси. В горловине крышки поплавковой камеры на оси укреплена воздушная заслонка *14* с двумя автоматическими клапанами *13*. В крышке поплавковой камеры смонтирован также валик с рычагом *7* привода ускорительного насоса и экономайзера. Поплавковая камера через балансировочный канал *12* соединена с патрубком воздушного фильтра. В корпусе поплавковой камеры имеется смотровое окно *24*, закрытое стеклом, а в нижней части камеры — сливное отверстие, закрытое пробкой. В корпусе размещены два малых *10* и два больших *46* диффузора. Распылители *9* выведены в наиболее узкие части малых диффузоров.

В главные дозирующие системы входят главные топливные жиклеры *42*, главные воздушные жиклеры *8*, эмульсионные трубки *43*, размещенные в колодцах *20*.

В двух вертикальных колодцах *47*, сообщающихся каналами с главными топливными жиклерами, установлены топливные жиклеры *11* холостого хода, представляющие собой латунные трубки. В нижнем торце трубки имеется калиброванное отверстие, через которое топливо поступает во внутреннюю часть трубки и затем через горизонтальное отверстие в эмульсионный канал *48* системы холостого хода. Воздух в эмульсионные каналы попадает через воздушные жиклеры *18*, ввернутые в корпус поплавковой камеры. Каждый из эмульсионных каналов системы холостого хода заканчивается двумя отверстиями. Верхнее отверстие *49* находится несколько выше прикрытых дроссельных заслонок, а нижнее отверстие, сечение которого изменяется винтом *45*, — за дроссельной заслонкой. Положение регулировочного винта фиксируется надетой на него пружиной.

В направляющей, запрессованной в корпус поплавковой камеры, перемещается подвижная стойка *5*, которая с закрепленной на ней планкой отжимается вверх пружиной. Планка соприкасается с роликом рычага *7* общего привода ускорительного насоса и экономайзера. Клапан *2* экономайзера ввернут в днище поплавковой камеры и приводится в действие штоком *4*. Топливо от экономайзера по каналу поступает к распылителям *16* экономайзера, конструктивно объединенным с распылителями *15* ускорительного насоса.

В днище колодца ускорительного насоса установлен обратный клапан *1*, сообщающий колодец с поплавковой камерой. В колодце помещен поршень *6*, связанный с приводной планкой через пружину. Колодец ускорительного насоса соединен с распылителями *15* каналом. Выход из канала закрывается иглой нагнетательного клапана *17*.

В корпусе *50* смесительных камер на роликовых подшипниках *51* установлена общая ось двух дроссельных заслонок *44*. На одном конце оси закреплен рычаг *53* привода заслонок, а на другом — рычаг *36* исполнительного механизма ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала.

На режиме частичных нагрузок разрежение, возникающее в малых диффузорах, передается в оба колодца *20* главных дозирующих систем. Топливо из поплавковой камеры поступает к распылителям *9* через главные топливные жиклеры *42*. В колодцах *20* топливо перемешивается с воздухом, поступающим через воздушные жиклеры *8*. Лучшему перемешиванию топлива и воздуха способствуют эмульсионные трубки *43*. Вытекающая из распылителей эмульсия подхватывается потоком воздуха, и топливо, испаряясь, образует горючую смесь.

На режиме полных нагрузок дроссельные заслонки открываются пол-

ностью. Связанный с ними механическим приводом шток *4* экономайзера опускается вниз и открывает клапан *2* экономайзера. Топливо по каналу поступает к распылителям *16* экономайзера и обогащает горючую смесь в обеих камерах карбюратора. Совместная работа главных дозирующих устройств и экономайзера обеспечивает приготовление обогащенной горючей смеси, необходимой для получения максимальной мощности двигателя.

При резком открытии дроссельных заслонок перемещающаяся вниз планка сжимает пружину ускорительного насоса, поршень *6* которого оказывает давление на топливо. При этом обратный клапан закрывается, разобщая колодец насоса и поплавковую камеру. Нагнетательный клапан *17* под давлением топлива открывается, и оно впрыскивается через распылитель *15* в обе камеры карбюратора. В случае плавного открытия дроссельных заслонок давление поршня на топливо незначительно и нагнетательный клапан *17* не открывается. Поэтому при движении поршня вниз топливо из колодца ускорительного насоса вытесняется через обратный клапан *1* в поплавковую камеру.

Во время работы двигателя на режиме холостого хода дроссельные заслонки прикрыты. Создаваемое за ними разрежение передается в эмульсионные каналы *48* систем холостого хода. Под действием этого разрежения топливо, пройдя главные топливные жиклеры *42* и топливные жиклеры *11* холостого хода, попадает в эмульсионные каналы *48*, где смешивается с воздухом, поступающим через воздушные жиклеры *18*. Образовавшаяся эмульсия поступает к распылительным отверстиям. Так как у верхних отверстий *49* распылителей разрежение мало, то через них в эмульсионные каналы поступает воздух, уменьшающий разрежение в каналах и обедняющий эмульсию. Через нижние отверстия распылителей эмульсия поступает в смесительные камеры, где, смешиваясь с воздухом, проходящим между дроссельными заслонками и стенками патрубков, образует горючую смесь. Когда при открытии дроссельных заслонок оба отверстия распылителей окажутся расположенными за заслонками, эмульсия будет поступать в смесительные камеры как через верхние, так и через нижние отверстия распылителей. Система холостого хода продолжает работу на режиме частичных и максимальных нагрузок.

В случае пуска холодного двигателя при прикрытии воздушной заслонки *14* создается большое разрежение за заслонкой даже при небольшой частоте вращения коленчатого вала двигателя. Под действием разрежения топливо, необходимое для приготовления смеси, поступает через главное дозирующее устройство и систему холостого хода. Автоматические воздушные клапаны *13* заслонки при первых вспышках в цилиндрах двигателя пропускают в карбюратор воздух, препятствуя остановке двигателя и переобогащению горючей смеси. По мере прогрева двигателя воздушную заслонку открывают.

Ограничитель максимальной частоты вращения устанавливают на карбюраторных двигателях грузовых автомобилей и автобусов с целью ограничения максимальной мощности двигателя, повышения его ресурса и автомобиля в целом. Ограничение частоты вращения достигается тем, что при максимально допустимых частотах вращения коленчатого вала резко уменьшается количество горючей смеси, подаваемой в цилиндры двигателя.

Центробежный датчик пневмоцентробежного ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя ГАЗ-53А состоит из трех основных частей: корпуса *33* (см. рис. 47), крышки *28* и ротора *31*. В роторе размещены клапан *29*, седло *27* клапана, пружина *30* и регулировочный винт *32*. Для доступа к регулировочному винту в датчике имеется отверстие, закрытое пробкой. Полая ось ротора вращается во втулке, для смазывания которой имеется фитиль, пропитанный маслом. Датчик двумя трубопроводами *34* и *35* соединен с исполнительным механизмом ограничителя.

Мембрана *26* исполнительного механизма связана с осью *39* дроссельных заслонок тягой *36* и плечом рычага. К другому плечу рычага присоединена пружина *37*, которая стремится открыть дроссельные заслонки и опустить мембрану в нижнее положение. Полость под мембраной исполнительного механизма соединена каналом *38* с воздушным патрубком карбюратора. Полость исполнительного механизма над мембраной сообщается каналом *25* через жиклеры *40* и *41* с одной из смесительных камер карбюратора.

Когда частота вращения коленчатого вала двигателя меньше максимальной, на которую отрегулирован ограничитель, центробежная сила, действующая на клапан датчика, недостаточна, чтобы преодолеть сопротивление пружины *30* и посадить клапан *29* в седло *27*. При этом через канал *38*, трубопровод *34*, корпус *33* датчика, отверстие седла клапана, канал оси ротора, трубопровод *35* и жиклеры *41* и *40* проходит воздух. При движении воздуха через датчик на мембрану *26* исполнительного механизма действует незначительная разность давлений, и она под усилием пружины *37* занимает нижнее положение.

Когда частота вращения коленчатого вала достигает максимального значения, клапан *29* под действием центробежной силы преодолевает сопротивление пружины настолько, что садится в седло и движение воздуха через датчик прекращается. Разрежение над мембраной *26* исполнительного механизма при этом резко возрастает, и она прогибается вверх, преодолевая сопротивление пружины *37*. Дроссельные заслонки прикрываются. Количество поступающей в цилиндры двигателя горючей смеси при этом значительно уменьшается, в результате чего угловая скорость коленчатого вала понижается. Кулачковая муфта *52* позволяет исполнительному механизму ограничителя частоты вращения повернуть ось *39* с закрепленными на ней дроссельными заслонками независимо от положения рычага *53* их привода. Максимальная частота вращения коленчатого вала двигателя ГАЗ-53А, на которую отрегулирован ограничитель, составляет 3200 об/мин.

Карбюратор 2107 «Озон», установленный на двигателях автомобилей ВАЗ-2107, двухкамерный с последовательным включением смесительных камер. Первичная камера карбюратора обеспечивает приготовление горючей смеси на всех режимах работы двигателя, а вторичная камера включается в работу на нагрузках, близких к максимальным. Карбюратор 2107 представляет семейство унифицированных карбюраторов, предназначенных для установки на двигателях легковых автомобилей.

Топливо в поплавковую камеру *2* (рис. 48) поступает через игольчатый клапан *1*. К главной дозирующей системе первичной камеры относятся главный топливный жиклер *23*, воздушный жиклер *18*, эмульсионная трубка *19* и распылитель *15*, выведенный в горловину малого диффузора *14*. Система холостого хода карбюратора выполнена в первичной камере. Она включает в себя топливный *21* и воздушный *20* жиклеры, винт *22* производственной настройки (токсичности), переходные отверстия, распылитель *32* с радиальными отверстиями, дозирующий конус *31*, на хвостовике которого закреплена мембрана пневмопривода *29* экономайзера принудительного хода, винт *28* регулировки качества смеси и винт *30* регулировки количества смеси. К первичной камере относится также ускорительный насос с мембраной *25*, шариковым клапаном *24*, пружиной *26*, приводимый в действие рычагом *27*.

Управление работой первичной камеры осуществляют дроссельной заслонкой *36*. При пуске и прогреве двигателя пользуются воздушной заслонкой *16*.

Во вторичной камере карбюратора размещены большой и малый *12* диффузоры и дроссельная заслонка *37*. Вторичная камера имеет три дозирующие системы: главную, переходную и экономайзер. Главная дозирующая система включает в себя топливный *3* и воздушный *8* жиклеры, эмульсионную

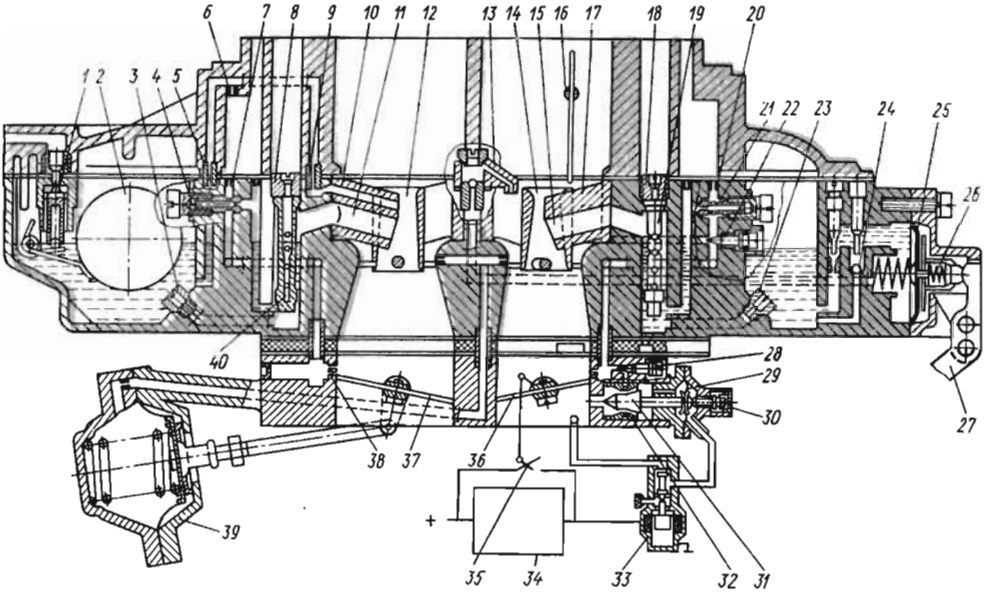


Рис. 48
Схема карбюратора 2107 «Озон»:
1 — игольчатый клапан; *2* — поплавковая камера, *3 — 5* — топливные жиклеры соответственно главный, переходной системы эконостата; *6* — воздушный жиклер эконостата; *7* — воздушный жиклер переходной системы; *8* — главный воздушный жиклер вторичной камеры; *9* — эмульсионный жиклер эконостата; *10* — распылитель эконостата; *11* — распылитель главной дозирующей системы вторичной камеры; *12* и *14* — малые диффузоры соответственно вторичной и первичной камер; *13* — распылитель ускорительного насоса с шариковым клапаном; *15* — канал распылителя главной дозирующей системы первичной камеры; *16* — воздушная заслонка; *17* — распылитель главной дозирующей системы первичной камеры; *18* и *23* — главные соответственно воздушный и топливный жиклеры первичной камеры; *19* — эмульсионная трубка первичной камеры; *20* и *21* — соответственно воздушный и топливный жиклеры системы холостого хода; *22* — винт производственной настройки; *24* — впускной шариковый клапан ускорительного насоса; *25* — мембрана ускорительного насоса; *26* — пружина ускорительного насоса; *27* — приводной рычаг; *28* и *30* — винты регулировки соответственно качества и количества смеси на холостом ходу; *29* — пневмопривод экономайзера принудительного холостого хода; *31* — дозирующий конус; *32* — распылитель; *33* — электромагнитный двухходовой клапан; *34* — электронный блок; *35* — датчик положения дроссельной заслонки; *36* и *37* — дроссельные заслонки соответственно первичной и вторичной камер; *38* — распылитель переходной системы; *39* — пневмопривод дроссельной заслонки вторичной камеры; *40* — эмульсионная трубка вторичной камеры

трубку *40* и распылитель *11*. В переходную систему входят: топливный *4* и воздушный *7* жиклеры и распылитель *38*, выполненный в виде двух отверстий. Эконостат имеет топливный *5*, воздушный *6* и эмульсионный *9* жиклеры и распылитель *10*, расположенный над распылителем главной дозирующей системы вторичной камеры.

Главное дозирующее устройство первичной камеры и ускорительный насос работают так, как это было описано выше. Мембранный ускорительный насос в отличие от поршневого не изменяет свои подачи в эксплуатации.

Особенность карбюратора 2107 состоит в том, что он имеет автономную систему холостого хода, т. е. топливо из поплавковой камеры подводится непосредственно к жиклеру *21*, а не от главного топливного жиклера, как в других карбюраторах. Оригинальными элементами автономной системы холостого хода карбюратора 2107 служат кольцевой распылитель *32* и соосно расположенный с ним дозирующий конус *31*. Последний состоит из конической головки и специально выполненного дозирующего профиля.

На режиме холостого хода дроссельная заслонка первичной камеры практически полностью закрыта. Воздух по-

ступает к кольцевому распылителю из наддроссельного пространства и движется вдоль кольцевой щели между распылителем и дозирующим конусом. Через восемь радиальных отверстий в распылителе в эту кольцевую щель поступает также эмульсия. Последняя образуется благодаря смешиванию топлива, поступающего из жиклера *21* и воздуха – из жиклера *20*. Эмульсия высокой гомогенизации из кольцевой полости поступает в задроссельное пространство смесительной камеры. Профиль дозирующего конуса выбран так, что обеспечивается постоянство состава смеси при изменении ее количества. Такая автономная система холостого хода обеспечивает при работе двигателя на режиме холостого хода наименьший выброс токсичных веществ по сравнению с другими карбюраторами отечественного производства.

Автономная система холостого хода карбюратора 2107 снабжена устройством, выключающим подачу в цилиндры двигателя топливовоздушной смеси на режиме так называемого принудительного холостого хода (при торможении двигателем), что повышает экономичность в условиях интенсивного движения в городе, а также уменьшает выброс токсичных веществ в атмосферу. Устройство состоит из мембранного пневмопривода *29* и электропневмоклапана *33*. Управление электропневмоклапаном осуществляется электронным блоком *34*, реагирующим на частоту вращения коленчатого вала, и датчиком *35* положения дроссельной заслонки *36*.

Разрежение из задроссельного пространства первичной камеры через электропневмоклапан передается в пневмопривод *29*, в результате чего его мембрана перемещает дозирующий конус *31* в крайнее правое положение, создавая условия для работы системы холостого хода. При торможении двигателем электропневмоклапан сообщает пневмопривод *29* с атмосферой, его мембрана перемещается влево и дозирующий конус *31* прекращает подачу смеси. Если частота вращения коленчатого вала при этом ниже 1200 об/мин, то система управления электропневмоклапаном обеспечивает вновь подачу эмульсии, исключая останов двигателя.

Управление дроссельной заслонкой *37* вторичной камеры карбюратора осуществляется пневмоприводом *39*. Дроссельная заслонка вторичной камеры начинает открываться при 1400 – 1600 об/мин коленчатого вала и полностью открывается при 2600 – 3200 об/мин.

Когда распылитель *32* окажется за дроссельной заслонкой, вступает в действие переходная дозирующая система вторичной камеры, работа которой аналогична работе системы холостого хода. При дальнейшем открытии дроссельной заслонки *37* вступает в работу главная дозирующая система вторичной камеры, работающая так же, как аналогичная система первичной камеры. При открытии заслонки, близком к максимальному, и соответствующем разрежении горючая смесь обогащается экономайзером, выполненным в карбюраторе по принципу дозирующей системы с понижением разрежения у жиклера *9*. При совместной работе обеих камер в случае полного открытия дроссельных заслонок карбюратор приготовляет горючую смесь мощностного состава.

Управление карбюратором производится с места водителя. На рис. 49 показана схема управления карбюратором двигателя грузового автомобиля. В кабине находится педаль *9*, соединенная системой рычагов и тяг с рычагом *1* привода дроссельных заслонок. Пружина *10* удерживает ножной привод в исходном положении. Если нажать на педаль *9*, то рычаг *1* повернется по часовой стрелке и дроссельные заслонки откроются соответственно перемещению педали. При прекращении нажатия на педаль она возвращается в исходное положение и дроссельные заслонки закрываются. Кроме того, дроссельные заслонки могут быть открыты при вытягивании размещенной на панели приборов кнопки *6* ручного привода, которая гибким тросом в оболочке соединена с рычагом *1*. Ручной и ножной приводы дроссельных заслонок карбю-

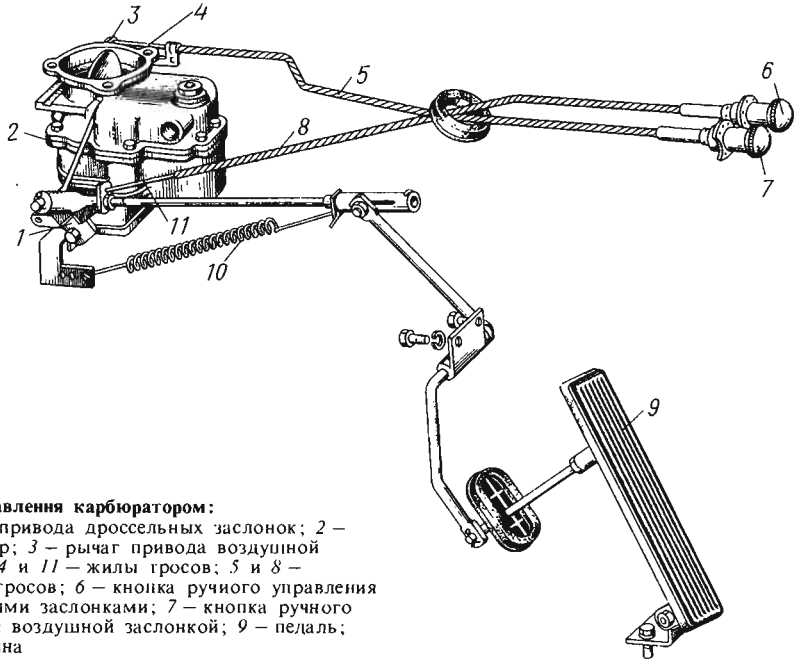


Рис. 49
Схема управления карбюратором:
1 – рычаг привода дроссельных заслонок; *2* – карбюратор; *3* – рычаг привода воздушной заслонки; *4* и *11* – жилы тросов; *5* и *8* – оболочки тросов; *6* – кнопка ручного управления дроссельными заслонками; *7* – кнопка ручного управления воздушной заслонкой; *9* – педаль; *10* – пружина

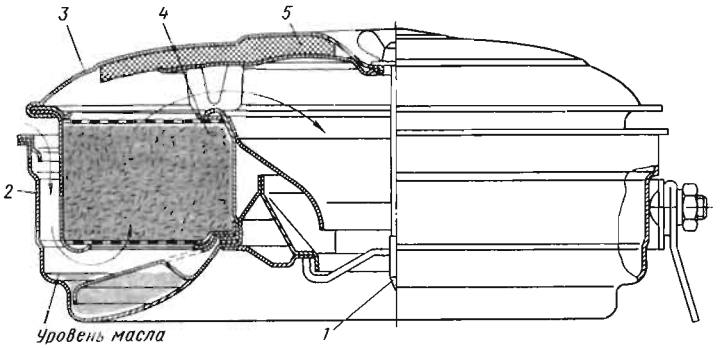
ратора связаны между собой: при нажатии на педаль кнопка ручного управления остается неподвижной, а при вытягивании кнопки педаль опускается.

Кнопка *7* тросом связана с рычагом *3*, установленным на оси воздушной заслонки. Воздушную заслонку закрывают перед пуском холодного двигателя вытягиванием кнопки *7*, а по мере прогрева двигателя воздушную заслонку открывают.

Воздушный фильтр служит для очистки от пыли воздуха, поступающего в карбюратор. Пыль содержит мельчайшие кристаллы кварца, обладающего большой твердостью. Кристаллы кварца, оседая на смазанных поверхностях деталей двигателя, вызывают интенсивное изнашивание этих деталей.

На многих отечественных автомобильных двигателях установлены инерционно-масляные воздушные фильтры с двухступенчатой очисткой. Воздушный фильтр двигателя автомобиля ГАЗ-53А закреплен на патрубке карбюратора винтом *1* (рис. 50). Корпус *2* фильтра закрыт крышкой *3*, в которой между двумя сетками помещен фильтрующий элемент *4*, изготовленный из

Рис. 50
Воздушный фильтр двигателя автомобиля ГАЗ-53А



капроновой щетины. В крышке имеется войлочная прокладка *5*, предназначенная для глушения шума при всасывании воздуха. В корпусе фильтра до определенного уровня залито масло.

При работе двигателя воздух проходит через кольцевую щель между крышкой и корпусом фильтра и, соприкасаясь с поверхностью масла, резко изменяет направление движения. Вследствие этого наиболее крупные частицы пыли остаются в масле. Далее воздух проходит через фильтрующий элемент, где мелкие частицы пыли задерживаются в фильтрующей набивке, а очищенный воздух поступает в карбюратор. Таким образом, первой ступенью очистки воздуха в фильтре является масляная ванна, а второй – промасленный фильтрующий элемент. Фильтр задерживает до 98 % пыли, содержащейся в воздухе.

В воздушном фильтре двигателя автомобиля ВАЗ-2101 воздух сначала проходит через слой нейлоновой ваты, а затем через сменный бумажный фильтрующий элемент. В этот фильтр в зимнее время поступает подогретый воздух из зоны выпускного трубопровода, что улучшает образование горючей смеси.

Впускной трубопровод служит для подачи горючей смеси из карбюратора в цилиндры двигателя. При движении по впускному трубопроводу из смеси выделяется топливо и оседает на стенках трубопровода, образуя топливную пленку, медленно движущуюся по направлению к цилиндрам. Топливная пленка неравномерно распределяется по цилиндрам, вызывая нарушение состава смеси в каждом из цилиндров. Впускные трубопроводы подогреваются водой, циркулирующей в системе охлаждения, или отработавшими газами, выходящими из цилиндров, что способствует испарению топливной пленки.

Впускные трубопроводы выполняются в виде отливок из чугуна или алюминиевого сплава. Для лучшего наполнения цилиндров тракту, по которому движется горючая смесь, придают как можно более плавные очертания.

На V-образных двигателях семейств ЗИЛ и ГАЗ впускные трубопроводы, установленные сверху на блоке цилиндров, имеют рубашку, в которой циркулирует жидкость из системы охлаждения и подогревает горючую смесь (см. рис. 15). Интенсивность подогрева зависит от температуры охлаждающей жидкости и ее циркуляции в системе охлаждения двигателя. Поэтому для надежного подогрева горючей смеси очень важно прогреть двигатель до нормальной температуры. Когда горючая смесь подогревается за счет энергии отработавших газов, тогда впускной трубопровод располагают рядом с выпускным. Подогрев может быть регулируемый и нерегулируемый. При нерегулируемом подогреве впускной и выпускной трубопроводы выполняют в общей отливке. Полость выпускной трубы окружает часть впускного трубопровода, вследствие чего горячие отработавшие газы подогревают горючую смесь. Интенсивность подогрева в этом случае не изменяется.

На двигателе автомобиля ГАЗ-3102 «Волга» интенсивность подогрева отработавшими газами может изменяться в зависимости от сезона эксплуатации. В выпускном трубопроводе на оси установлена заслонка, которую в теплое время года для наименьшего подогрева устанавливают в положение «Лето», а в холодное время для наибольшего подогрева – в положение «Зима». В последнем случае заслонка направляет поток отработавших газов в специальную рубашку, через которую подогревается смесь во впускном трубопроводе.

На некоторых двигателях интенсивность подогрева горючей смеси регулируется автоматически специальными термостатами. В термостатах имеются биметаллические спиральные пружины, длина которых изменяется под действием температуры, вследствие чего автоматически поворачиваются заслонки, управляющие потоком отработавших газов.

Глушители шума выпуска предназначены для уменьшения энергии и выравнивания колебания потока отработав-

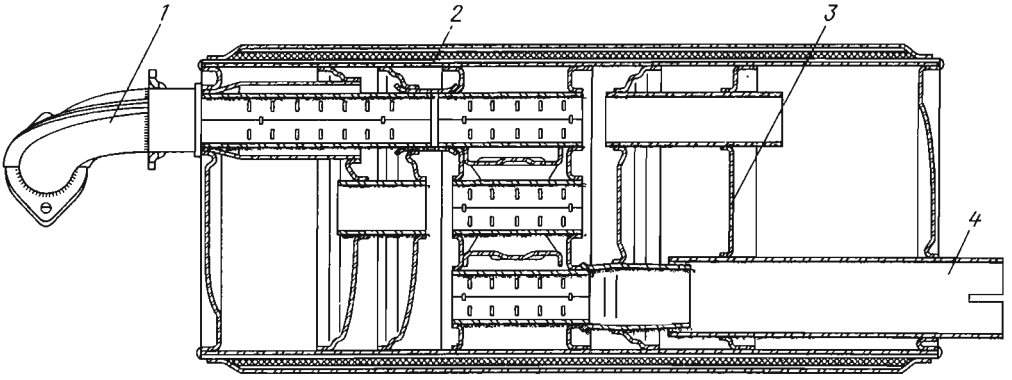


Рис. 51
Глушитель шума выпуска двигателя ГАЗ-24

ших газов. В момент открытия выпускных клапанов давление отработавших газов составляет 0,3–0,5 МПа, а их температура – свыше 1000 °С. Поэтому через клапаны газы проходят с высокими скоростями и их выпуск сопровождается резким шумом. При открытии каждого выпускного клапана происходят хлопки, частота которых зависит от числа цилиндров и частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Многократное изменение направления потока газов, расчленение его на мелкие струйки и организация их движения вдоль шероховатых поверхностей, сужение и последующее расширение струй газа, охлаждение потока отработавших газов позволяют снизить их энергию. Глушение шума выпуска не должно сопровождаться созданием большого сопротивления потоку отработавших газов, чтобы снижение мощности двигателя не было значительным.

Отработавшие газы выходят из цилиндров двигателя в выпускные трубопроводы, из которых по приемным трубам направляются в глушитель шума выпуска. На рис. 51 показан глушитель шума выпуска автомобиля ГАЗ-24 «Волга». Отработавшие газы попадают из приемной трубы *1* в корпус *2* глушителя, разделенный перегородками *3* на ряд резонаторных камер различного объема. При движении в корпусе глушителя по направлению к отводящей трубе *4* поток газов расчленяется на мелкие струи, расширяется и охлаждается, в результате чего энергия и колебания скорости потока уменьшаются. Кроме того, в резонаторных камерах выравниваются колебания давления газов вследствие многократного отражения их от стенок. Разный объем резонаторных камер обеспечивает глушение шумов различной низкой частоты.

§ 11. Система питания дизелей

Принцип подачи топлива. Система питания дизелей в значительной степени отличается от системы питания карбюраторных двигателей. Воздух и топливо подаются в цилиндры дизеля раздельно, и там образуют горючую смесь. Поэтому дизели называют двигателями с внутренним смесеобразованием.

При такте впуска в цилиндр *18* (рис. 52) поступает атмосферный воздух, который очищается в фильтре *17*. В конце такта сжатия в цилиндр под высоким давлением через форсунку *16* впрыскивается строго определенное количество дизельного топлива, самовоспламеняющееся вследствие высокой температуры.

При неизменной угловой скорости коленчатого вала количество поступающего в цилиндр воздуха остается практически постоянным. Поэтому увеличение количества впрыскиваемого в цилиндр топлива позволяет повысить мощность двигателя. Дозировка и подача в определенный момент топлива осуществляются насосом *1* высокого давления, через который циркулирует топливо,

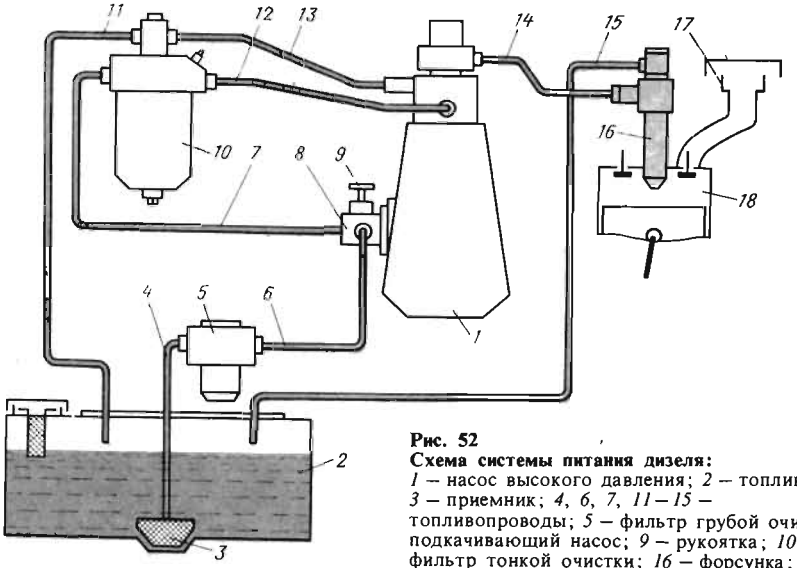


Рис. 52
Схема системы питания дизеля:
1 – насос высокого давления; *2* – топливный бак; *3* – приемник; *4, 6, 7, 11–15* – топливопроводы; *5* – фильтр грубой очистки; *8* – подкачивающий насос; *9* – рукоятка; *10* – фильтр тонкой очистки; *16* – форсунка; *17* – воздушный фильтр; *18* – цилиндр

подаваемое подкачивающим насосом *8*. Перед пуском двигателя систему заполняют ручным насосом, объединенным с топливоподкачивающим насосом. В форсунку *16* топливо подается насосом высокого давления по топливопроводу *14*. Топливо, просочившееся через зазоры в форсунке, отводится в бак по топливопроводу *15*.

Насос высокого давления состоит из нескольких одинаковых по устройству секций, число которых равно числу цилиндров двигателя. Каждая секция соединена топливопроводом *13* (рис. 53) с форсункой, нижняя часть корпуса *16* которой входит в цилиндр двигателя. Плунжер *6* каждой секции насоса и гильза *5* обработаны с особо высокой точностью и индивидуально взаимно притерты. Зазор в такой плунжерной паре составляет 1–2 мкм. На плунжере выполнены вертикальный паз *9*, скошенная кромка *11* и кольцевая проточка *7*. Закрепленная на плунжере шестерня *2* находится в зацеплении с рейкой *3*. При перемещении рейки плунжер поворачивается в гильзе. Пружина *4* прижимает плунжер к кулачку *1*, приводимому во вращение от коленчатого вала двигателя. В гильзе выполнены два отверстия: впускное *8* и выпускное *10*. В верхней части гильзы размещен нагнетательный клапан *12* с пружиной. Предварительно сжатая пружина *14* форсунки прижимает иглу *15* к соплу *18*, закрывая полость *17*, заполненную топливом. Когда плунжер занимает в гильзе нижнее положение, отверстия *8* и *10* откры-

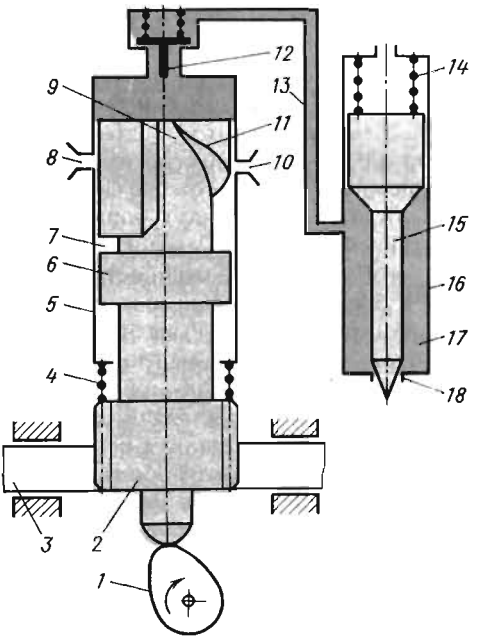


Рис. 53
Схема подачи топлива в цилиндр дизеля

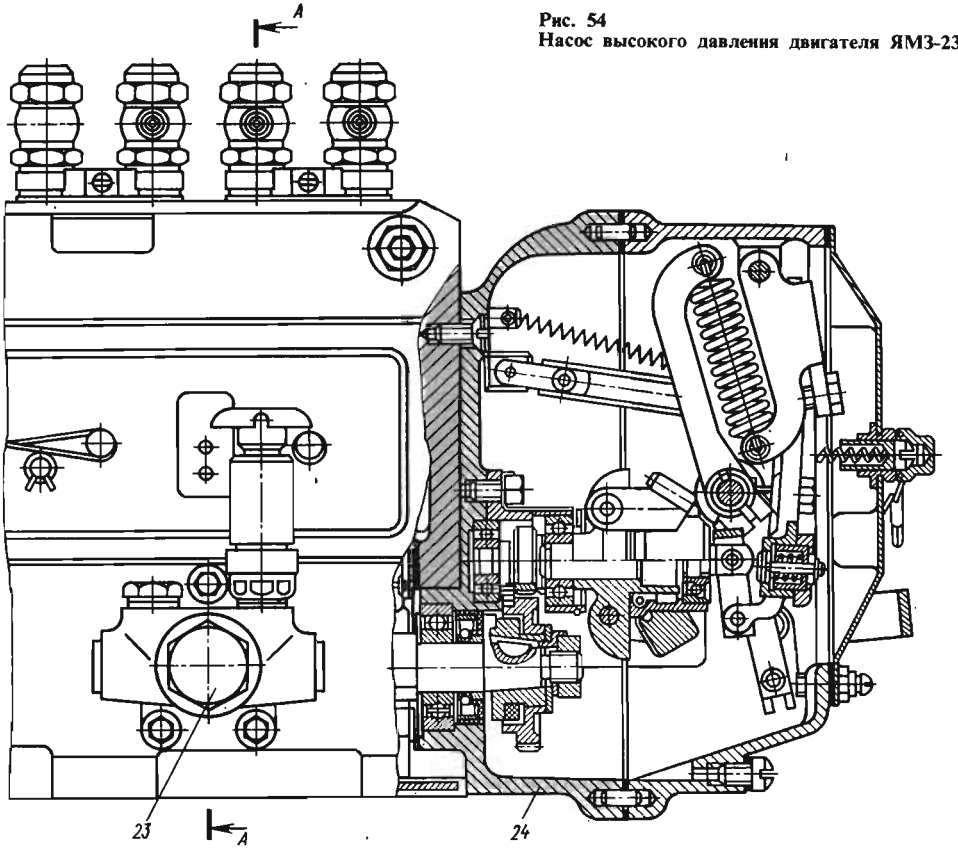


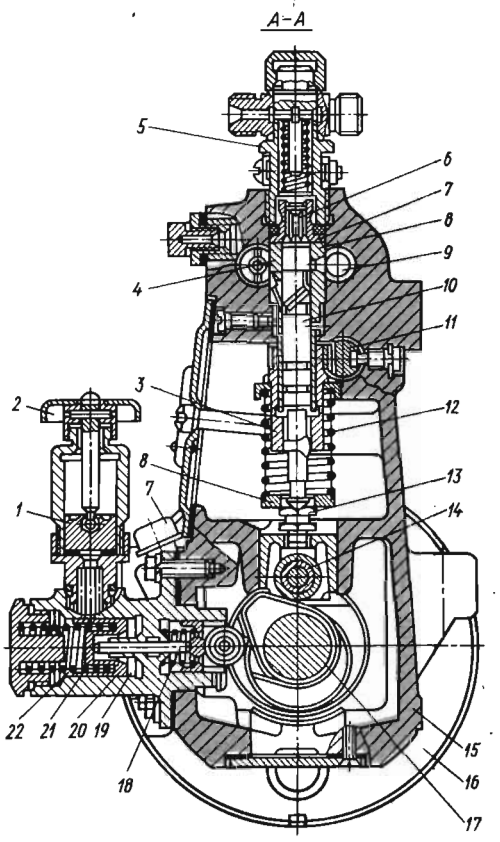
Рис. 54
Насос высокого давления двигателя ЯМЗ-236

ты и через находящуюся над плунжером часть гильзы циркулирует топливо. Клапан *12* в этом случае закрыт, изолируя топливопровод *13* и полость *17* форсунки от гильзы.

При движении плунжера вверх под воздействием вращающегося кулачка *1* сначала перекрывается выпускное отверстие *10*, а потом впускное отверстие *8*.

Под давлением топлива открывается нагнетательный клапан. В полости *17* форсунки создается высокое давление, зависящее от силы сжатия пружины *14* (20 МПа и больше). Под действием давления топлива игла *15* поднимается, сжимая пружину *14*, и через открывшееся сопло *18* топливо впрыскивается в цилиндр двигателя. Впрыскивание заканчивается, когда кромка *11* открывает выпускное отверстие. Давление топлива при этом резко снижается. Игла *15*, опускаясь, закрывает сопло. Клапан *12* закрывается, и в топливопроводе *13* и полости *17* форсунки топливо остается под избыточным давлением. Поворотом плунжера в гильзе изменяют конец подачи и, следовательно, количество топлива, впрыскиваемого в цилиндр за один ход плунжера. При совпадении паза *9* с отверстием *10* подача топлива полностью прекращается и двигатель останавливается.

Конструкция системы питания. *Насос высокого давления* двигателя ЯМЗ-236 имеет шесть топливоподающих секций, каждая из которых включает в себя плунжер *10* (рис. 54) и гильзу *8*. Гильзы установлены в корпусе *15* насоса. В гильзе выполнены выпускные и впускные отверстия, соединяющие ее внутреннюю полость с каналами *4* и *9* отвода и подвода топлива. Над гильзой в гнезде *7* размещен нагнетательный клапан *6*. Гнездо клапана зажа-



то в расточке корпуса насоса штуцером *5*. К каждому штуцеру прикреплены топливопроводы высокого давления, подающие топливо к форсункам. Поворот плунжера осуществляется втулкой *3*, на которой закреплен зубчатый сектор, находящийся в зацеплении с рейкой *11*. Плунжер опускается вниз под действием пружины *12*, а поднимается вверх толкателем *13*. Толкатель имеет регулировочный болт, с помощью которого устанавливают необходимый момент подачи топлива отдельными секциями насоса. Ролик *14* толкателя опирается на кулачок кулачкового вала *17*, который установлен в нижней части корпуса насоса на двух шариковых подшипниках. Вал приводится во вращение от муфты *16*, автоматически изменяющей опережение подачи топлива в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя. На корпусе установлен подкачивающий насос *23*, приводимый в работу от кулачкового вала *17*. К корпусу насоса прикреплен корпус *24* всережимного регулятора частоты вращения коленчатого вала двигателя соответственно положению педали подачи топлива при различной нагрузке. Кроме того, всережимный регулятор устанавливает минимальную угловую скорость коленчатого вала на режиме холостого хода и ограничивает максимальную частоту вращения.

Муфта опережения впрыскивания топлива служит для изменения начала подачи топлива в цилиндры двигателя в зависимости от частоты вращения коленчатого вала дизеля. Муфта устанавливается на носке распределительного вала насоса высокого давления и через нее насос приводится в действие. На взаимное положение ведущих и ведомых деталей муфты влияют находящиеся в ней грузы, которые смещаются под действием центробежных сил. Поэтому повышение частоты вращения коленчатого вала двигателя вызывает увеличение угла опережения подачи топлива, а уменьшение частоты вращения — уменьшение этого угла.

Педаль *6* (рис. 55) подачи топлива, размещенная в кабине автомобиля, соединена с рычагом *2* управления рейкой *1* насоса высокого давления через предварительно растянутую пружину *3* всережимного регулятора. На рычаг *2* при работе двигателя передается через подпятник *7* сила, возникающая в результа-

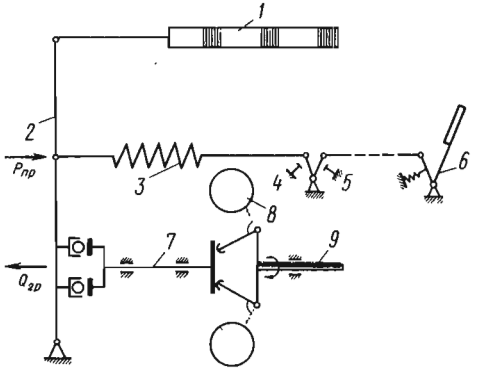


Рис. 55
Принципиальная схема всережимного регулятора

те действия центробежных сил от вращения грузов *8*. Грузы *8* шарнирно закреплены на валу *9*, соединенном зубчатой парой с кулачковым валом насоса высокого давления. Для увеличения подачи топлива водитель нажимает на педаль *6*, увеличивая натяжение пружины *3* и перемещая рейку *1* слева направо. Максимальное перемещение рейки вправо и соответственно максимальная частота вращения коленчатого вала двигателя ограничиваются регулируемым упором *5*. Минимальная подача топлива, обеспечивающая работу двигателя на режиме холостого хода, ограничивается регулируемым упором *4*. Устройство для выключения подачи топлива на схеме не показано.

Допустим, что при каком-то определенном положении педали *6* коленчатый вал двигателя вращается с постоянной частотой, установившейся при данной нагрузке. Если нагрузка возрастает, то частота вращения коленчатого вала понизится, вследствие чего уменьшится сила $Q_{гр}$, передаваемая на рычаг *2* от вращающихся грузов *8*. Равновесие рычага нарушится, и он, поворачиваясь по часовой стрелке, сместит рейку, увеличивая подачу топлива в цилиндры. В результате этого возрастут частота вращения коленчатого вала, а также центробежные силы грузов *8*. Передаваемая ими через подпятник на рычаг *2* сила начнет возрастать до тех пор, пока не уравновесит усилие $P_{пр}$ пружины *3*. Это произойдет, когда частота вращения коленчатого вала станет близкой к прежней. С уменьшением нагрузки двигателя автоматически уменьшится подача топлива в цилиндры, а частота вращения коленчатого вала останется заданной, соответствующей положению педали *6*.

Форсунка обеспечивает распыление топлива, впрыскиваемого в цилиндр под определенным давлением. Корпус *10* (рис. 56) и распылитель *13* форсунки соединены гайкой *11*. Внутри распылителя помещена притертая к нему запорная игла *14*, закрывающая сопловые отверстия. На иглу через нажимной шток *1* передается сила сжатой пружины *2*.

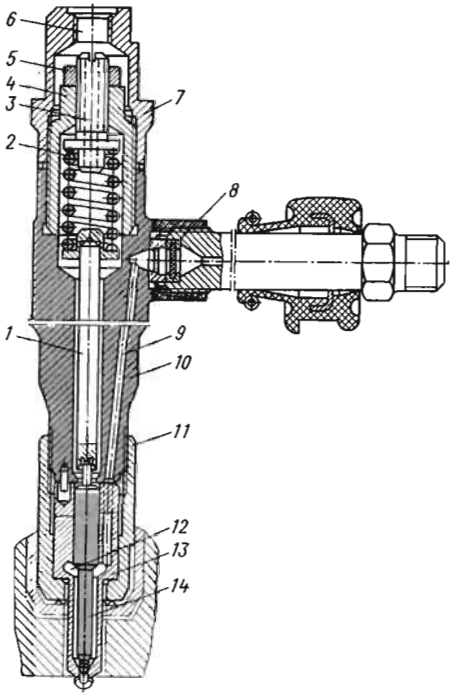


Рис. 56
Форсунка двигателя ЯМЗ-236

Затяжку пружины регулируют болтом *3*, фиксируемым контргайкой *5*. Регулировочный болт ввернут в стакан *4*, на который навинчен колпак *7*.

Топливо подается к форсунке через сетчатый фильтр *8* и поступает в кольцевую канавку, выполненную на торце распылителя. По трем каналам *9* топливо проходит в полость *12*, где давление топлива воспринимается конической поверхностью иглы. В момент начала подъема иглы давление составляет примерно 15,0 МПа. Просочившееся из распылителя в корпус форсунки топливо отводится в бак через отверстие *6*.

Топливоподкачивающий насос двигателя ЯМЗ-236 поршневого типа. В корпусе насоса находится поршень *20* (см. рис. 54), который прижат к штоку *18* пружиной *21*. Шток через ролик опирается на эксцентрик, выполненный на кулачковом валу. В корпусе имеются впускной и нагнетательный клапаны.

Когда усилием сжатой пружины *21* поршень перемещается по направлению

к эксцентрику, топливо из полости *19* вытесняется в фильтр и насос высокого давления. Одновременно увеличивающаяся полость *22* заполняется топливом, поступающим из бака через впускной клапан. При движении поршня в противоположном направлении, которое происходит под действием набегающего на шток эксцентрика, топливо из полости *22* через нагнетательный клапан поступает в полость *19*.

При неработающем двигателе топливо в насос высокого давления подкачивают поршнем *1*, нажимая на рукоятку *2* ручного насоса.

Фильтры грубой очистки автомобильных дизелей имеют щелевые фильтрующие элементы или элементы, изготовленные из хлопчатобумажного шнура. Фильтрующие элементы фильтров тонкой очистки выполняют из бумаги, прессованных опилок или минеральных волокон.

§ 12. Система питания газобаллонных автомобилей

Сжимаемые и сжижаемые газы для автомобильных двигателей. Двигатели газобаллонных автомобилей работают на различных природных и промышленных газах, которые хранятся в сжатом или сжиженном состоянии в баллонах.

В качестве сжимаемых используют газы, выделяющиеся из буровых газовых и нефтяных скважин или получающиеся при обработке нефти на крекинговых заводах. Основой сжимаемых газов служит метан. Давление сжатых газов в баллонах достигает 20 МПа и снижается по мере расхода газа.

Сжижаемые газы – пропан, бутан и др. – получают на заводах нефтеперерабатывающей промышленности. В заряженном баллоне сжиженный газ заполняет около 90% его объема. В остальной части баллона газ находится в парообразном состоянии. Наличие паровой подушки предохраняет баллон от разрушения при повышении температуры, так как давление в нем определяется давлением насыщенных паров топлива для условий окружающей среды и при любом количестве сжиженного газа не превышает 1,6–2,0 МПа.

Сжатые и сжиженные газы, применяемые для двигателей газобаллонных автомобилей, обладают высокой детонационной стойкостью. Теплота сгорания газовоздушной смеси позволяет получить при использовании серийных карбюраторных двигателей несколько меньшую мощность, чем при работе их на бензовоздушной смеси. Повышение степени сжатия на этих двигателях создает возможность компенсировать потерю мощности. Существенное достоинство двигателей газобаллонных автомобилей заключается в снижении токсичности отработавших газов, что в значительной мере предопределяет перспективность таких автомобилей.

Для работы на сжатых и сжиженных газах используют серийные автомобили с бензиновыми двигателями. Некоторые бензиновые двигатели специально приспосабливают для работы только на газе. Изменения их конструкции состоят главным образом в том, что повышается степень сжатия. Другие двигатели газобаллонных автомобилей не претерпевают значительных конструктивных изменений и допускают работу как на сжиженном газе, так и на бензине. Изменения в шасси состоят в том, что на них устанавливают газовые баллоны. Масса баллонов со сжатым газом в несколько раз больше массы заправленного бензобака, обеспечивающего такой же запас хода автомобиля. Масса баллонов со сжиженным газом незначительно отличается от массы бензобака.

Сжиженные газы перед их использованием в двигателе преобразуются в специальном устройстве – испарителе из жидкой фазы в газообразную. Сжатые газы поступают из баллонов к двигателю в парообразном состоянии. В обоих случаях газы подводятся к двигателю под давлением, близким к атмосферному. Для снижения давления газов в системах питания газовых двигателей применяются редукторы.

Топливоподающая аппаратура газобаллонных автомобилей. Схема топливоподающей аппаратуры двигателя

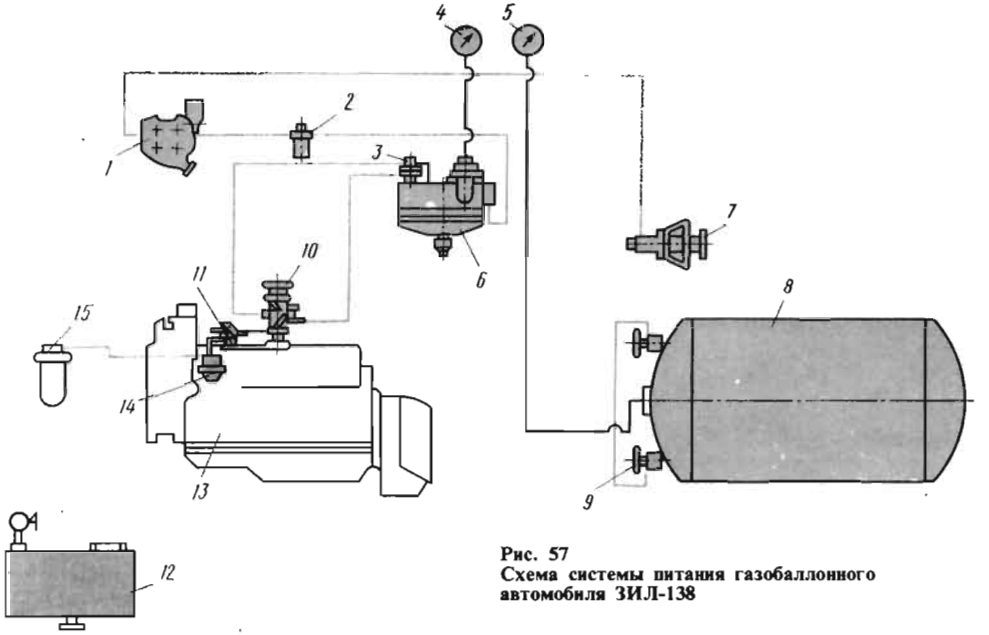


Рис. 57
Схема системы питания газобаллонного автомобиля ЗИЛ-138

ЗИЛ-138, работающего на сжиженном газе, показана на рис. 57. Из баллона *8* сжиженный газ под давлением поступает через расходный *9* и магистральный *7* вентили в испаритель *1*. В обогреваемом горячей жидкостью из системы охлаждения испарителе сжиженный газ переходит в газообразное состояние. Фильтрация газа происходит в фильтре *2*.

Для снижения давления газа применен двухступенчатый газовый редуктор *6*, представляющий собой мембранно-рычажный регулятор давления, выходя из которого газ по шлангу низкого давления поступает в смеситель *10*. Газовый смеситель служит для приготовления газовоздушной смеси, состав которой изменяется в зависимости от нагрузки двигателя. Пуск и прогрев холодного двигателя осуществляется с использованием паровой фазы топлива в баллоне. Для этого открывают вентиль, заборная трубка которого выведена в верхнюю часть баллона.

По двум указателям *4* и *5* контролируют давление газов в первой ступени редуктора и уровень топлива в баллоне. Баллон *8* снабжен также вентилем для наполнения сжиженным газом при заправке, предохранительным клапаном и другой арматурой.

В качестве резервной системы используют питание двигателей бензовоздушной смесью. Для этого имеется бензобак *12*, топливный насос *14* и карбюратор *11*, состоящий из главной дозирующей системы и системы холостого хода. Работа двигателя с одновременным использованием обеих систем запрещена.

Газовый смеситель двухкамерный с нисходящим потоком горючей смеси и параллельным открытием двух дроссельных заслонок. В корпусе *4* (рис. 58) на общих валиках обеих камер смонтированы воздушная *3* и дроссельная *12* заслонки, диффузор *6*, в узкую часть которого выведена форсунка *5*. К корпусу через прокладку крепится патрубок *13* подвода газа, закрытый крышкой *2*. В нем установлен обратный клапан *1*. В другом патрубке *7*, через который смесь поступает в каналы *10* и *11*, имеются винты *8* и *9* регулировки работы двигателя на режиме холостого хода. Соединение газового редуктора осуществляется двумя трубопроводами через экономайзерное устройство *3* (см. рис. 57), от которого газ подводится к патрубкам *13* и *7* (см. рис. 58).

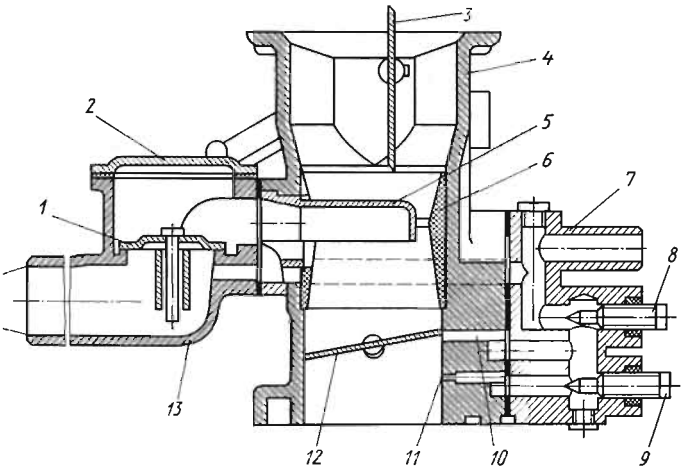


Рис. 58
Газовый смеситель

При работе двигателя на холостом ходу образование горючей смеси происходит в полостях за дроссельными заслонками. По мере открытия дроссельных заслонок и увеличения нагрузки газ начинает поступать в форсунку *5*, через открывающийся вследствие перепада давлений обратный клапан *1*. Наконец, при максимальных нагрузках и открытии дроссельных заслонок, близком к полному, через специальный клапан экономайзера газового редуктора в патрубок *13* поступает дополнительное количество газа, обогащающего газовоздушную смесь до мощностного состава. Так изменяется состав горючей смеси, приготовляемой газовым смесителем в зависимости от нагрузки двигателя.

ГЛАВА 3

Электрооборудование автомобиля

§ 13. Назначение и принципиальная схема электрооборудования

§ 14. Источники тока

§ 15. Система зажигания

§ 16. Система пуска

§ 17. Освещение, сигнализация и контрольно-измерительные приборы

§ 18. Электронные системы

§ 13. Назначение и принципиальная схема электрооборудования

Ряд функций, необходимых для нормальной работы автомобилей, осуществляется только с помощью электрической энергии. К их числу относится воспламенение рабочей смеси в карбюраторных двигателях, пуск двигателя, освещение дороги перед автомобилем и пространства внутри кузова, сигнализация об изменении направления движения, торможении и др., приведение в действие контрольно-измерительных приборов и различной дополнительной аппаратуры. Количество электрической аппаратуры на автомобилях постоянно увеличивается. Для питания всех электрических приборов и аппаратуры необходимы источники электрической энергии.

Весь комплекс электрических приборов и аппаратуры, включая источники тока, образует в совокупности систему электрооборудования автомобиля. В соответствии с назначением все электрооборудование автомобиля может быть разделено на следующие две группы: источники тока, обеспечивающие электроэнергией все потребители, и потребители тока. К потребителям тока относятся такие системы:

зажигания (карбюраторные двигатели), служащая для воспламенения рабочей смеси в цилиндрах;

пуска, обеспечивающая проворачивание коленчатого вала и перемещение поршней во время пуска двигателя, чтобы осуществить впуск в цилиндры горючей смеси и ее сжатие для осуществления первых рабочих ходов;

освещения и сигнализации, служащие для освещения дороги и обозначения габаритов автомобиля при движении в темное время суток, для сигнализации о маневрах, проводимых автомобилем, а также контрольно-измерительные приборы и дополнительная аппаратура.

Все большее распространение получают на автомобилях различные электронные приборы, используемые как непосредственно в системе электрообору-

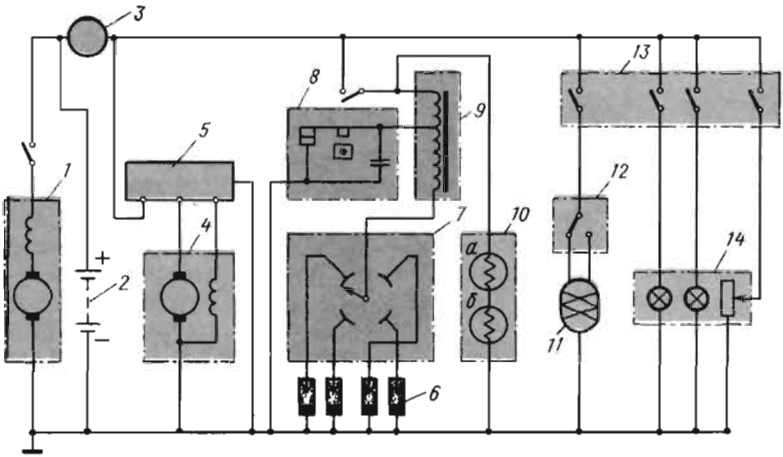


Рис. 59
Принципиальная схема электрооборудования автомобиля:
1 — стартер; *2* — аккумуляторная батарея; *3* — амперметр; *4* — генератор; *5* — регулятор; *6* — свечи зажигания; *7* — распределитель; *8* — прерыватель; *9* — катушка зажигания; *10* — контрольно-измерительные приборы (*а* — указатель; *б* — датчик); *11* — фары; *12* — ножной переключатель света фар; *13* — центральный переключатель света; *14* — приборы освещения и световой сигнализации

дования, так и в качестве самостоятельных систем, управляющих отдельными механизмами автомобиля (регулирование подачи топлива при его впрыскивании, антиблокировочные системы в тормозном приводе (АБС) и др.).

Как правило, для питания приборов автомобильного электрооборудования используется постоянный ток напряжением 12 или 24 В. Все приборы подключаются параллельно с источниками тока и между собой. Ввиду того, что основные элементы автомобиля изготовлены из металла, являющегося проводником электрического тока, на автомобилях применяется однопроводная схема системы электрооборудования. Вторым проводом являются металлические детали автомобиля, называемые корпусом (массой). Общая принципиальная схема электрооборудования приведена на рис. 59. В настоящее время на большинстве автомобилей с корпусом соединены отрицательные полюса источников тока.

§ 14. Источники тока

На автомобилях применяются два типа источников тока:

генератор, преобразующий механическую энергию, получаемую от двигателя, в электрическую и питающий все потребители при работающем двигателе;

аккумуляторная батарея, питающая потребители при неработающем двигателе за счет преобразования накопленной химической энергии в электрическую.

К группе «Источники тока» отнесены также и приборы их регулирования.

Генераторы. В настоящее время на отечественных автомобилях устанавливают генераторы переменного тока. Это объясняется их большей надежностью, меньшей массой и способностью обеспечивать получение номинального напряжения и мощности при меньшей частоте вращения коленчатого вала двигателя. Однако большое количество автомобилей, работающих в автохозяйствах, имеют генераторы постоянного тока, а ряд зарубежных фирм продолжает выпускать автомобили с такими генераторами.

Генератор постоянного тока (рис. 60, *а*) состоит из двух основных частей: неподвижного корпуса (статора), в котором создается магнитное поле, и вращающегося в корпусе якоря *1* с обмотками, в которых индуцируется ЭДС. В каждой секции обмотки якоря ЭДС меняется по величине и направлению

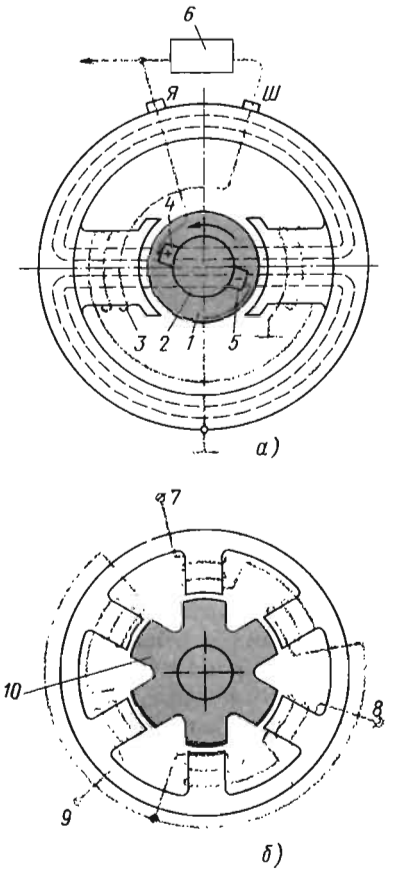


Рис. 60
Электрическая схема генераторов:
а — постоянного гока; *б* — переменного тока с постоянным магнитом; *1* — якорь; *2* — коллектор; *3* — обмотка возбуждения; *4* и *5* — щетки; *6* — регулятор напряжения; *7—9* — выводы обмоток; *10* — магнитный ротор; *Я* и *Ш* — клеммы

в зависимости от положения секции в магнитном поле. Концы секции подключены к двум изолированным диаметрально расположенным на коллекторе *2* пластинам (ламелям). При определенном положении секции ламели подходят к двум неподвижным медно-графитовым щеткам, снимающим напряжение с данной секции. Таким образом, к щеткам всегда проводится напряжение, постоянное по величине и направлению.

Магнитное поле создается электромагнитами. Обмотки электромагнитов, которые называются обмотками возбуждения *3*, питаются током, вырабатываемым генератором. Концы обмотки возбуждения подключены к щеткам генератора *4* и *5*, т. е. параллельно обмоткам якоря. Такие генераторы называются генераторами с параллельным самовозбуждением (шунтовыми). В начале работы генератора, пока ток в обмотках возбуждения отсутствует, магнитное поле, в котором вращается якорь, создается за счет остаточного магнетизма в сердечниках электромагнитов.

Генератор переменного тока (рис. 60, *б*) состоит также из двух основных частей: статора с неподвижной обмоткой, в которой индуцируется переменный ток, и ротора, создающего подвижное магнитное поле. Полюсы ротора *10* поочередно проходят мимо неподвижных катушек, размещенных в пазах

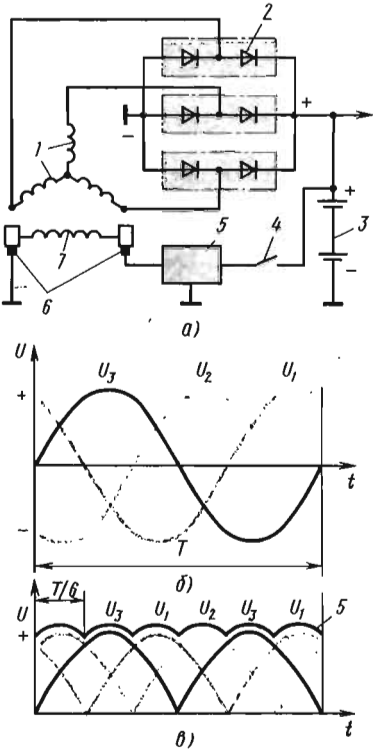


Рис. 61
Электрическая схема генератора переменного тока с выпрямительным блоком:
а — схема соединения; *б* — напряжение в фазовых обмотках генератора; *в* — выпрямленное напряжение; *1* — обмотки статора; *2* — диод; *3* — аккумуляторная батарея; *4* — выключатель зажигания; *5* — регулятор напряжения; *6* — щетки; *7* — обмотка возбуждения

с внутренней стороны корпуса генератора. При этом в сердечниках катушек, расположенных с внутренней стороны корпуса генератора, изменяется направление магнитного потока, а следовательно, и направление индуцируемой в катушке ЭДС. Обычно число полюсов магнита на роторе и число катушек в корпусе такое, которое необходимо для получения трехфазного тока. У трехфазных генераторов обмотки часто имеют одну общую точку – в ней соединяются их концы. Такая схема соединения называется «звезда», а общая точка обмоток – «нулевой». Вторые концы *1–3* обмоток присоединяют к двухполупериодному выпрямителю. Магнитное поле ротора может создаваться постоянным магнитом или электромагнитом. В последнем случае к обмотке возбуждения электромагнита необходимо подводить постоянное напряжение. Применение в роторе электромагнитов усложняет конструкцию генератора, так как требуется подводить напряжение к вращающейся детали, однако в этом случае возможно регулирование напряжения при изменении частоты вращения ротора.

Переменный ток генератора выпрямляется двухполупериодным трехфазным выпрямителем с полупроводниковыми диодами. Подключение фазовых обмоток генератора к двухполупериодному выпрямителю показано на рис. 61, *а*, изменение напряжения в фазовых обмотках на рис. 61, *б*, а выпрямленное напряжение – на рис. 61, *в*.

Устройство генератора переменного тока Г-250 показано на рис. 62, *а*. Генератор состоит из ротора, статора, крышек, приводного шкива с вентилятором и встроенного выпрямительного блока. Подвижное магнитное поле создается вращающимся двенадцатиполюсным электромагнитом – ротором. На вал *7* ротора надеты две звездочки *11*, имеющие каждая по шесть клювообразных полюсов. Между звездочками ротора на стальном кольце размещена обмотка возбуждения *20*. Напряжение к обмотке возбуждения подводится через медно-графитовые щетки *4* и два изолированных контактных кольца *2*,

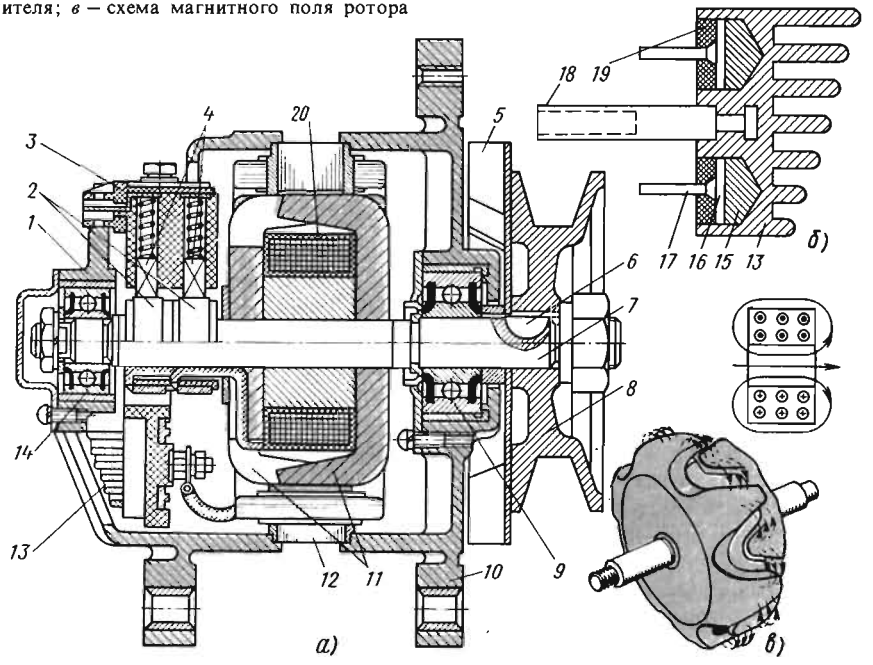


Рис. 62
Генератор переменного тока Г-250:
а – продольный разрез; *б* – моноблок выпрямителя; *в* – схема магнитного поля ротора

напрессованных на вал ротора. Концы обмотки возбуждения соединены с контактными кольцами. Медно-графитовые щетки размещены в щеткодержателях *3*, расположенных в задней крышке *1* генератора со стороны, противоположной приводу. Одна из щеток подключена к корпусу генератора, а вторая — к изолированной клемме, к которой через регулятор напряжения подводится ток возбуждения от аккумуляторной батареи. Возникающее магнитное поле намагничивает клювообразные полюсы ротора. Полюсы каждой из звездочек ротора имеют разную полярность.

Ротор вращается внутри цилиндрического статора *12*, набранного из изолированных по поверхности пластин, изготовленных из малоуглеродистой электротехнической стали. В пазах статора размещены обмотки, в которых при вращении ротора индуцируется ЭДС. Каждая фаза трехфазной обмотки статора состоит из шести последовательно соединенных катушек. Фазные обмотки соединены между собой по схеме «звезда». Свободные концы каждой из трех фаз подключают к выпрямителю.

Выпрямительный блок включает в себя три моноблока, соединенных в схему двухполупериодного трехфазного выпрямителя. Моноблок состоит из оребренного корпуса *13*, контактной шайбы *15*, полупроводниковой кремниевой шайбы *16*, герметизирующей заливки *19* и выводов *17* и *18*. В каждом моноблоке, являющемся одновременно радиатором и токопроводящим зажимом средней точки, установлено по две полупроводниковые кремниевые шайбы.

Все три моноблока выпрямителя размещены в задней крышке генератора, со стороны, противоположной приводу, и соединены между собой параллельно. Обмотка каждой из фаз генератора соединена с соответствующим моноблоком выпрямителя так, чтобы переменный ток подводился между двумя полупроводниковыми шайбами. Выводы с одной стороны всех моноблоков соединены с корпусом (массой) генератора, а с другой — с изолированной положительной клеммой генератора.

Вал ротора опирается на шариковые подшипники *9* и *14*, размещенные в двух алюминиевых крышках *1* и *10* генератора, между которыми зажимается статор. Отверстия в крышках под подшипники вала ротора и под болты шарнирного крепления генератора на двигатель армированы стальными втулками. На переднем конце вала ротора на шпонке *6* установлен приводной шкив *8*, закрепленный гайкой. Между передней крышкой генератора и приводным шкивом на валу ротора размещен вентилятор *5*, который просасывает воздух через генератор. Для прохода воздуха в торцовых крышках генератора сделаны окна. Воздух, охлаждающий генератор, в первую очередь обтекает моноблоки выпрямителя.

Привод ротора генератора осуществляется клиновым ремнем от коленчатого вала двигателя. Генератор шарнирно прикреплен болтами к кронштейну, установленному на двигателе. Поворотом корпуса генератора на болтах крепления можно регулировать натяжение приводного ремня.

Генераторы переменного тока имеют ряд преимуществ по сравнению с генераторами постоянного тока. Ротор генератора переменного тока может вращаться с большей частотой, чем якорь генератора постоянного тока. При большой частоте вращения якоря генератора постоянного тока ухудшается контакт между щетками и ламелями коллектора вследствие колебаний щеток при скольжении их по коллектору. Кроме того, под действием центробежных сил возможен выход обмоток из пазов якоря.

Щетки обмотки возбуждения генератора переменного тока скользят по сплошному кольцу, поэтому возможна работа с большей частотой вращения, а обмотка возбуждения надежно закреплена под звездочками. Это позволяет увеличить передаточное число в приводе от коленчатого вала двигателя к генератору, а следовательно, напряжение на клеммах генератора переменного тока достигает номинальной величины при меньшей частоте вращения коленча-

того вала, чем в генераторах постоянного тока. При этом уменьшается продолжительность питания потребителей током аккумуляторной батареи, улучшаются условия ее работы, а срок службы увеличивается.

Щеточный узел генератора переменного тока более долговечен, так как щетки скользят по сплошному кольцу и через них проходит лишь ток возбуждения. У генератора постоянного тока щетки соприкасаются с коллектором, состоящим из отдельных ламелей, и через щетки проходит ток нагрузки. Таким образом, генераторы переменного тока более надежны, а объем их технического обслуживания меньше, чем у генераторов постоянного тока. Кроме того, генераторы переменного тока при той же мощности имеют меньшие габаритные размеры и массу по сравнению с генераторами постоянного тока.

Регулирование напряжения генераторов. Для надежной работы потребителей к ним необходимо подводить электрический ток, напряжение которого соответствует номинальной расчетной величине. Величина напряжения определяется зарядным напряжением $U_з$ на клеммах полностью заряженной аккумуляторной батареи. Поэтому напряжение на клеммах генератора должно иметь строго определенную постоянную величину. Напряжение, вырабатываемое генератором, зависит от частоты вращения якоря и от магнитного потока возбуждения

$$E = c\Phi\omega,$$

где c – постоянный коэффициент, зависящий от конструкции генератора; Φ – магнитный поток возбуждения; ω – частота вращения якоря генератора.

Якорь генератора клиноременной передачей связан с коленчатым валом двигателя, и частота его вращения меняется в широких пределах, следовательно, при постоянном магнитном потоке напряжение на клеммах генератора также будет меняться в широких пределах.

Для того чтобы напряжение при увеличении частоты вращения якоря не изменялось, необходимо пропорционально уменьшать магнитный поток возбуждения. При применении в генераторе электромагнитов это можно обеспечить, уменьшая силу тока в обмотках возбуждения. На этом принципе и основано регулирование напряжения автомобильных генераторов. Как только напряжение на клеммах генератора достигает предельно допустимой величины, в цепь обмотки возбуждения включается резистор, в результате резко уменьшается сила тока возбуждения и соответственно падает напряжение на клеммах генератора. При этом резистор вновь отключается, сила тока возбуждения увеличивается и напряжение генератора вновь возрастает. Такие процессы происходят непрерывно, и в среднем на клеммах генератора поддерживается требуемое напряжение.

При использовании генераторов постоянного тока необходимо также ограничивать максимальную силу тока, чтобы защитить генератор от перегрузок и отключать батарею от генератора, если напряжение на его клеммах ниже, чем на клеммах аккумуляторной батареи, чтобы батарея не разряжалась через обмотки генератора. Эти функции выполняют соответственно ограничитель тока и реле обратного тока.

Для регулирования напряжения генераторов используют вибрационные реле, контактно-транзисторные и транзисторные регуляторы.

Регулирование напряжения генераторов постоянного тока осуществляется с помощью электромагнитных вибрационных реле. Обычно три электромагнитных реле, осуществляющих соответственно регулирование напряжения, ограничение максимальной силы тока и отключение батареи от генератора при неработающем генераторе, объединяют в один блок, называемый реле-регулятором.

Регулятор напряжения (рис. 63, *а*) имеет контакты *5*, которые удерживаются в замкнутом состоянии пружиной *2*. На стальном сердечнике *4* намотана управляющая (шунтовая) обмотка *6* регулятора, включенная параллельно обмотке якоря генератора и находя-

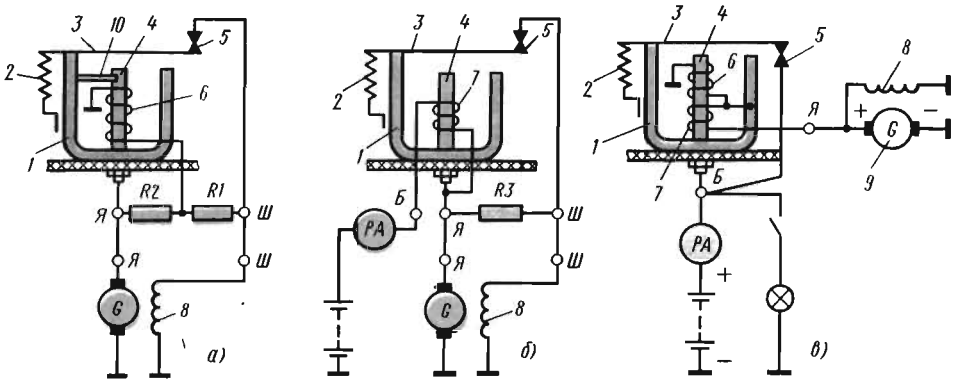


Рис. 63
Принципиальные схемы реле:
а – регулятора напряжения; *б* – ограничителя тока; *в* – обратного тока

щаяся под полным напряжением генератора. Следовательно, ток в обмотке реле и магнитное поле его сердечника пропорциональны напряжению генератора.

Пока напряжение на клеммах генератора меньше предельного значения, контакты реле замкнуты и ток в обмотку возбуждения *8* генератора поступает с клеммы *Я* генератора через ярмо *1* реле, якорек *3*, контакты *5* и клемму *Ш* генератора. Пройдя обмотку возбуждения, ток поступает на отрицательную щетку генератора. Одновременно ток от клеммы *Я* генератора проходит через резистор *R2* в обмотку *6* реле. По мере увеличения напряжения генератора возрастают сила тока в обмотке *6* реле и сила, притягивающая якорек *3* к сердечнику *4*. Когда напряжение достигает предельной величины, якорек реле, преодолевая усилие пружины *2*, притягивается к сердечнику, и контакты *5* размыкаются. В этом случае ток от клеммы *Я* генератора может поступать в обмотку возбуждения *8* генератора лишь через резисторы *R2* и *R1*, что приводит к резкому уменьшению силы тока возбуждения и, следовательно, к снижению напряжения на клеммах генератора. При этом уменьшается сила тока в обмотке *6* сердечника реле и пружина *2* вновь замыкает контакты *5*.

Чем чаще повторяются описанные выше процессы, тем меньше колебания напряжения на клеммах генератора. При подключении управляющей обмотки *6* реле между двумя резисторами *R1* и *R2* частота срабатывания реле повышается.

При понижении температуры окружающего воздуха повышается зарядное напряжение $U_з$ на клеммах аккумуляторной батареи и расход электроэнергии. Соответственно необходимо повышать напряжение, вырабатываемое генератором. Такая корректировка регулируемого напряжения в зависимости от температуры воздуха осуществляется магнитным шунтом *10*. Шунт замыкает часть магнитного потока с сердечника *4* на ярмо *1*, ослабляя тем самым силу магнитного притяжения, действующую на якорек *3*. Магнитный шунт изготовляют из материала, магнитная проницаемость которого изменяется в зависимости от температуры воздуха: чем ниже температура, тем большая часть магнитного потока замыкается через шунт. При этом сила, необходимая для размыкания контактов *5*, создается при более высоком напряжении на клеммах генератора и напряжение в цепи повышается.

Регулирование напряжения, поддерживаемого регулятором, может быть достигнуто путем изменения натяжения пружины *2*. Чем больше усилие пружины, тем выше поддерживаемое регулятором напряжение.

Ограничитель тока (рис. 63, *б*) имеет управляющую обмотку *7*, включенную последовательно с обмоткой якоря генератора так, что через нее проходит весь

ток, вырабатываемый генератором. Такая обмотка называется последовательной (сериесной). Магнитное поле, воздействующее на якорек *3* реле, пропорционально силе тока генератора. Контакты *5* ограничителя тока так же, как контакты регулятора напряжения, включены в цепь обмотки *8* возбуждения генератора. Параллельно контактам реле включен резистор *R3*. Когда сила тока, поступающего от генератора, в цепи электрооборудования превышает установленную величину, якорек *3* реле под действием силы притяжения сердечника *4* размыкает контакты *5* и ток в обмотку *8* возбуждения поступает от якоря генератора только через резистор *R3*. При этом сила тока возбуждения уменьшается и соответственно понижается напряжение на клеммах генератора, а следовательно, и сила тока, поступающего в цепи электрооборудования от генератора.

Реле обратного тока (рис. 63, *в*) автоматически отключает генератор от аккумуляторной батареи, когда напряжение генератора оказывается ниже напряжения аккумуляторной батареи и включает генератор в цепь, когда его напряжение становится больше напряжения аккумуляторной батареи. Контакты *5* размыкаются под действием пружины *2*. На сердечнике *4* размещены две обмотки: обмотка *6*, включенная параллельно обмотке якоря генератора, и обмотка *7*, включенная последовательно с обмоткой якоря генератора.

В начале работы генератора его ток последовательно проходит через последовательную *7* и параллельную *6* обмотки реле на корпус, намагничивая сердечник. Когда напряжение генератора становится выше напряжения аккумуляторной батареи, магнитное поле сердечника *4*, преодолевая усилие пружины *2*, притягивает якорек *3* и контакты *5* замыкаются. Ток генератора проходит от клеммы *Я* через последовательную обмотку *7*, ярмо *1*, якорек *3*, контакты *5* реле и клемму *Б* в цепи аппаратов электрооборудования и к аккумуляторной батарее. Ток нагрузки, проходящий через последовательную обмотку *7*, дополнительно намагничивает сердечник и увеличивает силу прижатия контактов реле. Когда напряжение генератора становится меньше напряжения аккумуляторной батареи, через последовательную обмотку *7* начинает протекать ток обратного направления – от аккумуляторной батареи к генератору. Это приводит к размагничиванию сердечника, и контакты *5* размыкаются под действием пружины *2* (при протекании тока от генератора к аккумуляторной батарее параллельная и последовательная обмотки создают магнитное поле одного и того же направления; при протекании тока от аккумуляторной батареи к генератору эти обмотки создают магнитные поля противоположных направлений).

В генераторах переменного тока с ростом частоты вращения ротора увеличивается частота изменения направления тока. Это приводит к увеличению индуктивного сопротивления фазовых обмоток. Поэтому при частотах вращения ротора, обеспечивающих получение максимальной мощности генератора, сила тока не может превысить предельной величины. Это свойство генераторов переменного тока называют свойством «саморегулирования». Вследствие этого при применении генераторов переменного тока отпадает необходимость в ограничителях тока. Так как выпрямитель пропускает ток только в одном направлении – от генератора к аккумуляторной батарее, то отпадает необходимость и в реле обратного тока.

На рис. 64 показана схема двухступенчатого вибрационного регулятора напряжения РР380, устанавливаемого на автомобилях ВАЗ – 2103, ВАЗ – 2106 «Жигули», ВАЗ-2121 «Нива» и работающего совместно с генератором переменного тока. В начале работы генератора ток от аккумуляторной батареи поступает к обмотке возбуждения *6* генератора через выключатель зажигания *7* и замкнутые контакты *4* и *3* реле напряжения. Одновременно через резистор *R1* ток проходит к управляющей обмотке *1* реле напряжения. Когда напряжение на клеммах выпрямителя повышается,

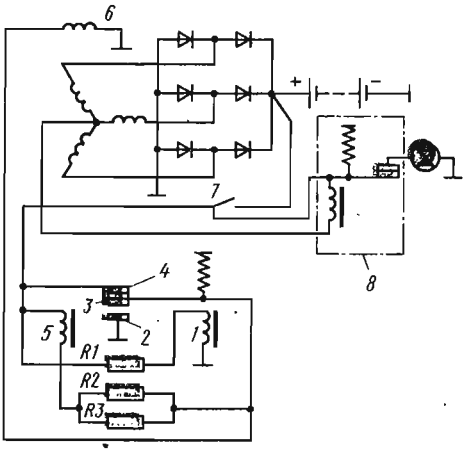


Рис. 64
Схема двухступенчатого вибрационного регулятора напряжения

увеличивается сила тока, проходящего через обмотку *1* реле напряжения, и контакты *3* и *4* размыкаются. При этом сила тока, поступающего к обмотке возбуждения, понижается, так как ток проходит через обмотку дросселя *5* и два резистора *R2* и *R3*. При еще большем увеличении напряжения контакт *3* притягивается к контакту *2*, соединенному с корпусом. Ток в обмотке возбуждения прекращается, так как оба ее конца подключены к корпусу. В процессе работы регулятора в обоих положениях контакт *3* прерывателя непрерывно вибрирует с большой частотой.

Дополнительное реле *8* выключает контрольную лампу, как только генератор начинает заряжать батарею.

В настоящее время все больше распространяются контактно-транзисторные регуляторы напряжения, работающие совместно с генераторами переменного тока. Они более надежны, так как не имеют контактов и подвижных частей (транзисторные регуляторы) или через контакты проходит только управляющий ток небольшой силы (контактно-транзисторные регуляторы).

В этих регуляторах ток возбуждения проходит от аккумуляторной батареи к обмотке возбуждения через транзистор, который запирается, как только напряжение, вырабатываемое генератором, превышает предельную величину.

В контактно-транзисторном регуляторе РР362 (рис. 65) транзистор *VT1* запирается при замыкании контактов электромагнитного реле напряжения. Управляющая обмотка *1* реле напряжения *РН* включена параллельно контактам выпрямителя, и, следовательно, сила тока в ней зависит от напряжения на этих контактах.

При невысоком напряжении в цепи ток от положительной клеммы выпрямителя через полупроводниковый диод *VD1* поступает на эмиттер транзистора *VT1* и через резистор *R4* проходит на корпус – транзистор открыт. От эмиттера транзистора ток через коллектор и управляющую обмотку *2* реле защиты *РЗ* проходит к обмотке возбуждения *5* генератора.

Когда контакты *РН* замыкаются, база транзистора соединяется с положительной клеммой выпрямителя через контакты, якорек и ярмо *РН*, минуя диод *VD1*; напряжение на базе становится больше, чем на эмиттере, и транзистор запирается. В этом случае ток в обмотку возбуждения генератора проходит че-

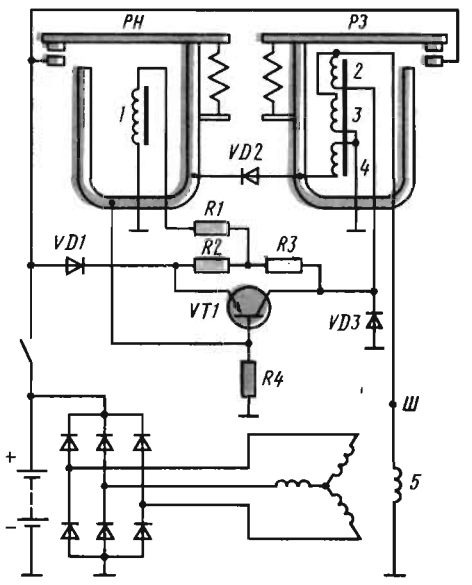


Рис. 65
Схема контактно-транзисторного регулятора напряжения РР362

рез два резистора *R2* и *R3*, включенных параллельно транзистору. Напряжение на клемме выпрямителя понижается, сила тока в обмотке *1* реле напряжения уменьшается, контакты реле размыкаются, и транзистор вновь отпирается.

Регулятор РР362 кроме реле напряжения имеет электромагнитное реле *Р3*, защищающее транзистор от чрезмерной силы тока при замыкании клеммы *Ш* на корпус или короткого замыкания в обмотке возбуждения генератора. При замыкании контактов *Р3*, вследствие увеличения силы тока в обмотке *2*, база транзистора через контакты, якорек и ярмо реле защиты, разделительный диод *VD2* и ярмо реле напряжения соединяется с положительной клеммой выпрямителя и транзистор запирается, а цепь обмотки возбуждения размыкается.

Сердечник реле защиты имеет три обмотки, причем обмотка *2* включена последовательно в цепь транзистор — обмотка возбуждения, обмотка *3* — параллельно обмотке возбуждения генератора *5* (направление ее витков противоположно направлению витков обмотки *2*) и обмотка *4* — последовательно с контактами реле защиты. При отсутствии тока короткого замыкания магнитные поля обмоток *2* и *3* направлены навстречу друг другу и контакты реле разомкнуты. При коротком замыкании в обмотке *5* оба конца обмотки *3* оказываются соединенными с корпусом, ток через нее не протекает и размагничивающее действие обмотки прекращается, а ток в обмотке *2* возрастает и контакты реле замыкаются. При этом ток через контакты, якорек и ярмо *Р3* поступает в обмотку *4*, которая удерживает контакты замкнутыми после запирания транзистора и прекращения тока в обмотке *2*. Ток самоиндукции, возникающий в обмотке возбуждения генератора при разрыве цепи (запирания транзистора), замыкается на корпус через обмотку *2* реле защиты и диод *VD3*. Разделительный диод *VD2* пропускает ток с ярма *Р3* на ярмо *РН* при срабатывании якоря *Р3* и не пропускает ток с ярма *РН* на ярмо *Р3* и в обмотку *4* при срабатывании якоря *РН*. Такие регуляторы применяются на автомобилях «Москвич-2140» и ГАЗ-53А.

На автомобили ГАЗ-24 «Волга» и ЗИЛ-130 устанавливают бесконтактный регулятор напряжения РР350А, электрическая схема и общий вид которого показаны на рис. 66.

В цепь обмотки возбуждения генератора последовательно включается транзистор *VT3*, который пропускает ток возбуждения, если напряжение в цепи ниже предельного, и прерывает ток возбуждения, как только напряжение в цепи становится выше предельного. Между транзистором *VT1* и делителем напряжения (резисторы *R1*, *R2*, *R3*, $R_п$, терморезистор *R* и дроссель *L*) включен стабилитрон *VD1*. Пока напряжение генератора не достигло предельного значения, стабилитрон *VD1* не пропускает тока базы транзистора *VT1* и он заперт. При этом через открытые транзисторы *VT2* и *VT3* проходят соответственно ток базы транзистора *VT3* и ток возбуждения генератора. Когда напряжение генератора превышает предельное значение, стабилитрон *VD1* пропускает ток базы транзистора *VT1*, в результате чего напряжение на базе транзистора *VT2* увеличивается и он запирается. При этом запирается и транзистор *VT3* и ток в обмотку возбуждения генератора может поступать только через резистор *R8*. Контур *R9 — C* в цепи регулятора служит для повышения частоты его срабатывания.

В последнее время получают распространение генераторы с встроенными транзисторными регуляторами напряжения на интегральных схемах Я112А, Я120, 11.3702 (размеры $38 \times 58 \times 12$ мм, масса 50 г). Эти регуляторы монтируют непосредственно на задней крышке генератора («Москвич-2140», на некоторые модели КамАЗ и МАЗ).

Принцип работы регулятора аналогичен работе регулятора РР350А. При напряжении на клеммах генератора меньше предельного транзистор, включенный последовательно с обмоткой возбуждения генератора, открыт и пропускает ток возбуждения. Если на-

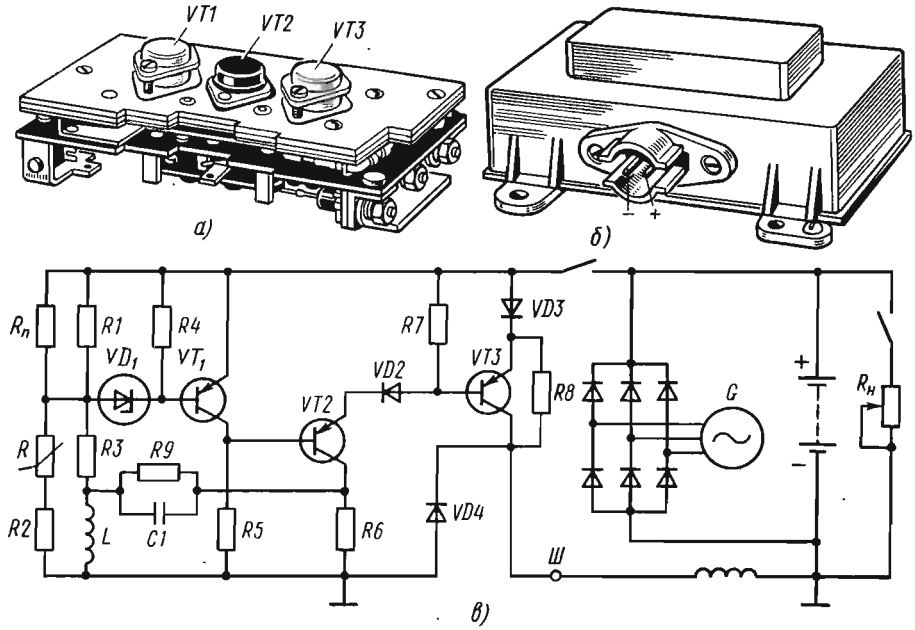


Рис. 66
Общий вид и электрическая схема транзисторного регулятора напряжения РР350:
а – вид панели без корпуса; *б* – общий вид; *в* – электрическая схема

пряжение превышает предельную величину, то транзистор запирается, резко изменяется сила тока в обмотке возбуждения генератора. Чувствительным элементом электронной системы управления транзисторами является стабилитрон.

Аккумуляторные батареи. Источником энергии для питания потребителей тока на автомобиле при неработающем двигателе или работающем с малой частотой вращения коленчатого вала является аккумуляторная батарея. Получили распространение свинцовые (кислотные) аккумуляторные батареи, состоящие из нескольких последовательно соединенных аккумуляторов. Применение кислотных аккумуляторов объясняется тем, что они обладают небольшим внутренним сопротивлением и способны в течение короткого промежутка времени (несколько секунд) отдавать ток силой в несколько сотен ампер, который необходим для питания стартера при пуске двигателя.

Свинцовый аккумулятор представляет собой сосуд, заполненный электролитом, в который опущены свинцовые электроды. Электролитом является раствор чистой серной кислоты в дистиллированной воде. Электроды выполнены в виде пластин, одна из которых изготовлена из губчатого свинца Pb, а вторая – из двуокиси свинца PbO_2. В результате взаимодействия электролита с электродами на них возникает разность потенциалов.

При подключении к электродам потребителя в аккумуляторе возникает разрядный ток. При этом ионы сернокислотного остатка SO_4 соединяются со свинцом электродов, образуют на них сернокислый свинец $PbSO_4$, а ионы водорода – с кислородом, который выделяется на положительной пластине, и образуют воду. Таким образом, в процессе разряда аккумулятора электроды покрываются сернокислым свинцом в результате соединения с серной кислотой электролита, который разбавляется образующейся водой. Таким образом, при разряде аккумулятора плотность электролита уменьшается, поэтому по плотности электролита можно определить степень заряженности аккумуляторной батареи.

При подводе тока к аккумулятору протекают обратные электрохимические процессы. Ионы водорода, образующиеся в результате распада воды, взаимодействуют с сернокислым свинцом электродов. Водород, соединяясь с сернокислым остатком, образует серную кислоту, а на электродах восстанавливается губчатый свинец. Выделяющийся из воды кислород соединяется со свинцом положительной пластины, образуя перекись свинца, содержание воды в электролите уменьшается, а содержание кислоты увеличивается, в результате чего плотность электролита повышается.

Когда прекращается восстановление свинца на электродах, процесс зарядки аккумулятора заканчивается. При дальнейшем подводе зарядного тока начинается процесс электролиза (распада) воды — аккумулятор «закипает», образуется взрывоопасная смесь газообразного водорода с кислородом.

Значения плотности электролита для различных климатических зон при разной степени разряженности аккумуляторной батареи приведены в табл. 1.

С уменьшением плотности электролита повышается температура его замерзания. Поэтому при низких температурах окружающего воздуха плотность электролита полностью заряженного аккумулятора должна быть больше. Это предотвратит возможность замерзания электролита в частично разряженном аккумуляторе.

Таблица 1

Климатические районы	Время года	Приведенная к 15 °С плотность электролита батареи		
		полностью заряженной	разряженной на	
			25 %	50 %
С резко-континентальным климатом (температура зимой ниже −40 °С)	Зима	1,310	1,270	1,230
	Лето	1,270	1,230	1,190
Северные (температура зимой до −40 °С)	Круглый год	1,290	1,250	1,210
Центральные (температура зимой до −30 °С)	То же	1,270	1,230	1,190
Южные	»	1,250	1,210	1,170

Электродвижущаяся сила на электродах кислотного аккумулятора возрастает с увеличением плотности электролита и меняется от 2,00 до 2,15 В в зависимости от степени заряженности аккумулятора. Напряжение на электродах аккумулятора при его заряде выше, а при разряде ниже ЭДС на величину падения напряжения на внутреннем сопротивлении аккумулятора. Это падение напряжения прямо пропорционально силе зарядного или разрядного тока. Для заряда аккумулятора напряжение на клеммах заряжающего источника тока должно быть выше ЭДС аккумулятора. Чем больше разница между этими величинами, тем больше сила зарядного тока. При постоянном напряжении источника тока по мере увеличения степени заряженности аккумулятора повышается его ЭДС и, следовательно, уменьшается сила зарядного тока. Таким образом, если напряжение на клеммах источника тока будет равно ЭДС полностью заряженного аккумулятора плюс ЭДС поляризации, то зарядный ток прекратится, как только аккумулятор полностью зарядится.

Среднее напряжение аккумулятора равно 2 В. Поэтому для того, чтобы напряжение аккумуляторной батареи соответствовало напряжению в цепях автомобильного электрооборудования (12 В), необходимо последовательно соединить шесть аккумуляторов. На автомобилях с дизелями для увеличения мощности стартера используется напряжение 24 В. В этом случае устанавливают аккумуляторную батарею, состоящую из двенадцати последовательно соединенных аккумуляторов, или две последовательно соединенные аккумуляторные батареи по 12 В каждая.

Важной характеристикой аккумулятора является его емкость, т. е. количество электрической энергии, которую способен отдать аккумулятор. Емкость характеризуется произведением силы

разрядного тока на продолжительность разряда (от полностью заряженного состояния до предельно допустимого разряженного) и измеряется в ампер-часах. Емкость аккумулятора зависит в первую очередь от площади электродов, вступающих в реакцию с электролитом. Поэтому для повышения емкости аккумулятора необходимо увеличивать площадь пластин и обеспечивать участие в реакции всей массы электродов, а не только их поверхности. С этой целью для электродов используют пористый материал. Увеличение площади пластин достигается параллельным включением нескольких пластин.

Емкость аккумулятора не является постоянной величиной, она зависит от силы разрядного тока и температуры электролита. При увеличении разрядного тока и понижении температуры электролита емкость аккумулятора уменьшается, что объясняется неполным протеканием химических реакций разряда в этих условиях, вследствие сокращения времени разряда и увеличения вязкости электролита при низких температурах.

Устройство аккумуляторной батареи показано на рис. 67, *а*. Аккумуляторная батарея представляет собой моноблок *2*, выполненный из кислотостойкой пластмассы. Моноблок разделен перегородками на отдельные банки, число которых равно числу аккумуляторов в аккумуляторной батарее. Каждая банка сверху закрывается эбонитовой крышкой *5* (рис. 67, *в*) с отверстиями *14* и *15* соответственно для заливки электролита и для сообщения с атмосферой. В каждой банке установлено несколько положительных и отрицательных пластин. Пластины одной полярности соединены между собой в одну группу — полублок. Положительных пластин *12* (рис. 67, *б*) на одну меньше, чем отрицательных *11*, так как во избежание коробления каждую положительную пластину помещают между двумя отрицательными. Для устранения возможности непосредственного контакта двух сосед-

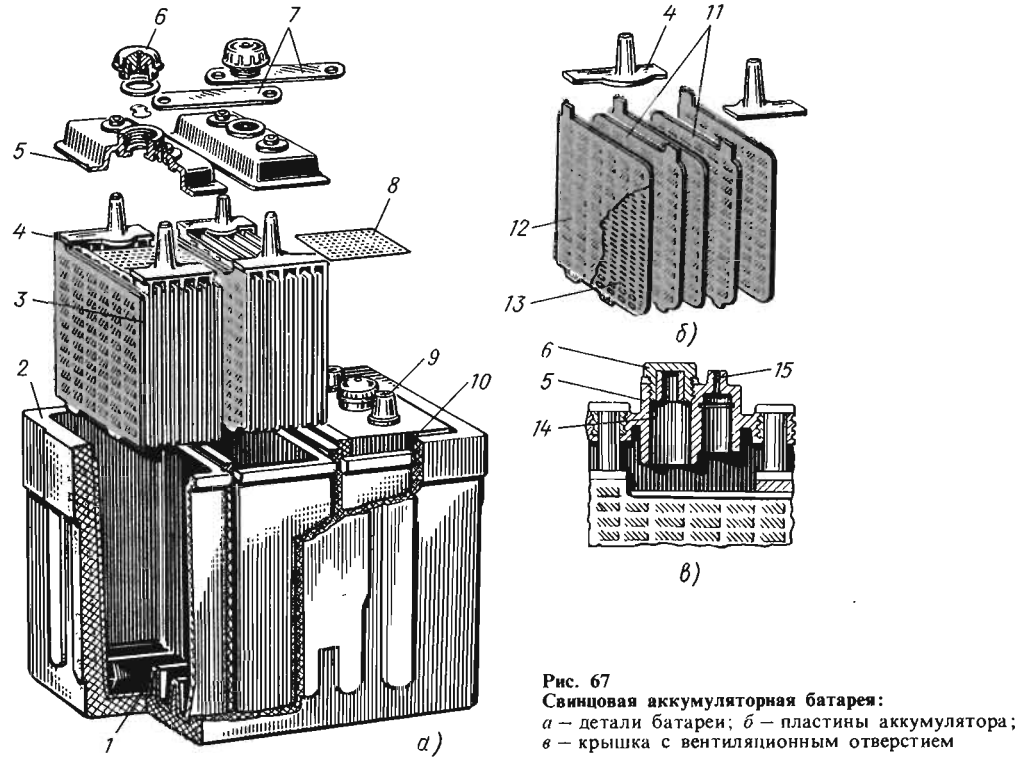


Рис. 67
Свинцовая аккумуляторная батарея:
а — детали батареи; *б* — пластины аккумулятора; *в* — крышка с вентиляционным отверстием

них пластин разной полярности между ними установлены кислотоупорные вставки из изоляционного материала — сепараторы *3*. Сепараторы изготовляют из древесного шпона, пористых пластмасс или комбинированные. Для циркуляции электролита между пластинами сепараторы должны быть пористыми.

Пластина представляет собой решетку *13*, ячейки которой заполнены активной массой. Решетки отлиты из свинца с небольшой примесью сурьмы (5—13%), что увеличивает прочность пластин. Активная масса состоит из порошкообразного сурика и свинцового глета, замешанных на растворе серной кислоты. В активной массе положительных пластин больше сурика, и поэтому они имеют красноватый оттенок. Отрицательные пластины содержат больше свинцового глета и имеют серую окраску. После заполнения ячеек решетки активной массой пластины просушивают, а затем подвергают формованию, т. е. нескольким последовательным циклам заряда-разряда.

Выступы пластин одной полярности приваривают к общей перемычке *4* с выводным штырем, образуется полублок. Два полублока разной полярности соединяют в блок, между пластинами устанавливают сепараторы, после чего блоки помещают в банки моноблока. Края крышки каждой банки заливают кислотоупорной мастикой *10*. Штыри полублоков разной полярности, расположенные в соседних банках моноблока, соединяют перемычками *7*, что обеспечивает последовательное включение аккумуляторов. Один из штырей у каждого из крайних аккумуляторов снабжают полюсными наконечниками *9*, к ним присоединяют провода внешней сети. Блоки пластин опираются на выступы *1*, сделанные на дне банок, чтобы активная масса, выпадающая из пластин в процессе работы, не соединяла между собой пластины, имеющие разную полярность. Сверху блоки пластин закрыты пластмассовыми кислотостойкими щитками *8*. Отверстие *15* в крышке, служащее для заливки электролита, закрыто резьбовой пробкой *6* с уплотнительной прокладкой. Для сообщения аккумулятора с атмосферой имеется отверстие в пробке или в специальном выступе на крышке рядом с заливным отверстием.

Уровень электролита в аккумуляторе должен быть на 10—15 мм выше кромки пластин. При заливке или пополнении дистиллированной водой современных аккумуляторов уровень электролита автоматически устанавливается на необходимой высоте (по нижней кромке заливной горловины).

В маркировке аккумуляторной батареи указывается: число последовательно соединенных аккумуляторов (элементов), что определяет ее напряжение; назначение батареи (СТ — стартерная); емкость батареи в ампер-часах при режиме разряда 20 ч; материал моноблока (Э — эбонит, Т — термопласт); материал сепараторов (М — мипласт, С — стекловолокно, Р — мипор). Буква Н в конце обозначения указывает, что батарея несухозаряженная. Например, автомобильная батарея марки 6СТ-60ЭМ-Н — стартерная, несухозаряженная, напряжение 12 В, емкость 60 $A \cdot$ ч, моноблок эбонитовый, сепараторы из мипласта.

§ 15. Система зажигания

Назначение и принцип действия. В цилиндре карбюраторного двигателя рабочая смесь воспламеняется электрической искрой, образующейся между электродами свечи зажигания. Для этого к ним в определенные моменты подводится высокое напряжение. Величина напряжения пробоя тем больше, чем больше зазор между электродами и чем выше давление в цилиндре, составляет примерно 8—12 кВ, но для повышения надежности воспламенения рабочей смеси создают напряжение 16—20 кВ.

Совокупность приборов и устройств, обеспечивающих воспламенение рабочей смеси в цилиндрах в соответствии с порядком и режимом работы двигателя, называется системой зажигания.

Схема контактной системы зажигания восьмицилиндрового двигателя предста-

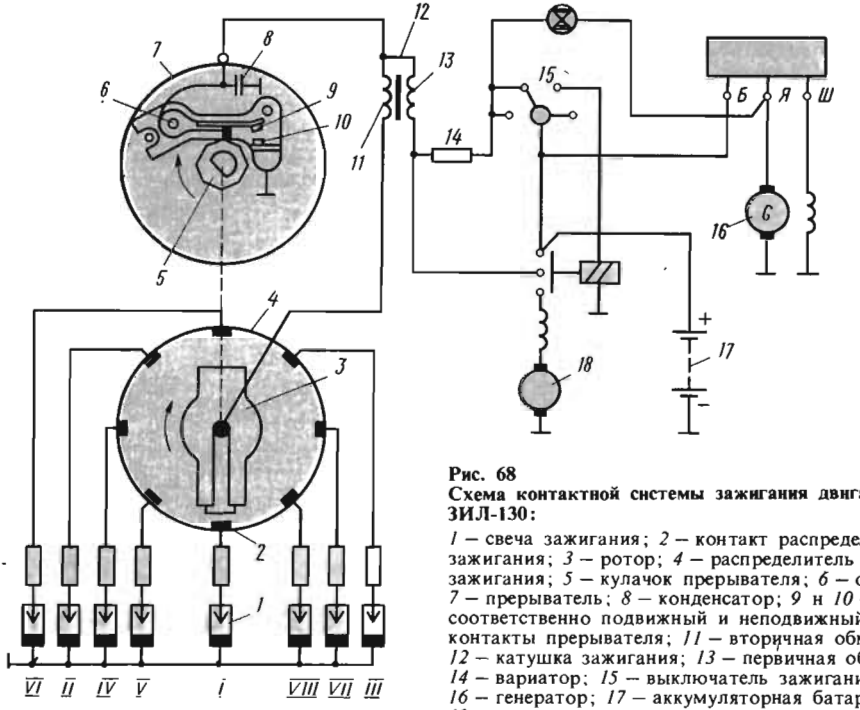


Рис. 68
Схема контактной системы зажигания двигателя ЗИЛ-130:

1 – свеча зажигания; *2* – контакт распределителя зажигания; *3* – ротор; *4* – распределитель зажигания; *5* – кулачок прерывателя; *6* – ось; *7* – прерыватель; *8* – конденсатор; *9* и *10* – соответственно подвижный и неподвижный контакты прерывателя; *11* – вторичная обмотка; *12* – катушка зажигания; *13* – первичная обмотка; *14* – вариатор; *15* – выключатель зажигания; *16* – генератор; *17* – аккумуляторная батарея; *18* – стартер

влена на рис. 68. В систему входят свечи *1* зажигания, установленные в камере сгорания каждого цилиндра; катушка *12* зажигания, представляющая собой трансформатор с первичной *13* и вторичной *11* обмотками; прерыватель *7* цепи тока низкого напряжения; распределитель *4* тока высокого напряжения; конденсатор *8* и вариатор *14* (дополнительный резистор), источники тока – генератор *16* и аккумуляторная батарея *17*. Включается система зажигания замком *15*.

При замыкании контактов выключателя зажигания ток от источников тока (батареи *17* или генератора *16*) поступает в первичную обмотку *13* катушки зажигания через вариатор *14* и далее на изолированный от корпуса (массы) подвижный контакт прерывателя *9*, с которого через неподвижный контакт *10* проходит на корпус. Подвижный контакт *9* находится на рычажке, который надет на ось *6* и нагружен пружиной, прижимающей подвижный контакт к неподвижному. На рычажок подвижного контакта через подушечку из изоляционного материала воздействует кулачок *5*, имеющий выступы, число которых равно числу цилиндров двигателя. Каждый из выступов кулачка, поочередно набегая на подушечку, размыкает контакты прерывателя в тот момент, когда в соответствующем цилиндре нужно воспламенить рабочую смесь. Так как за два оборота коленчатого вала в четырехтактном двигателе в каждом цилиндре происходит один рабочий ход, т. е. смесь нужно воспламенить 1 раз, то кулачок прерывателя должен вращаться в 2 раза медленнее, чем коленчатый вал, или с той же частотой что и распределительный вал. Поэтому обычно валик прерывателя приводится во вращение от распределительного вала двигателя.

Ток, проходящий по первичной обмотке катушки зажигания, создает магнитное поле. При размыкании цепи первичной обмотки прерывателем магнитное поле катушки исчезает, при этом его силовые линии пересекают витки

первичной *13* и вторичной *11* обмоток и во вторичной обмотке индуцируется ток высокого напряжения, а в первичной обмотке — ток самоиндукции. Последний имеет то же направление, что и прерываемый ток, т. е. замедляет исчезновение магнитного поля. В то же время вторичное напряжение зависит от скорости исчезновения магнитного поля, и поэтому желательно, чтобы оно исчезло как можно быстрее. Ток самоиндукции первичной обмотки вызывает также искрение между контактами прерывателя, что приводит к их обгоранию. Чтобы избежать эти отрицательные явления, параллельно контактам прерывателя включается конденсатор *8*.

При размыкании контактов прерывателя ток самоиндукции первичной обмотки заряжает конденсатор. При этом уменьшается искрение между контактами прерывателя. Разряжаясь через первичную обмотку, конденсатор создает в ней ток обратного направления, что ускоряет исчезновение магнитного поля. Таким образом, конденсатор повышает высокое напряжение во вторичной обмотке катушки.

На рис. 69 показано изменение по времени высокого напряжения во вторичной обмотке катушки зажигания при отсутствии пробоя искрового промежутка в свече зажигания (синяя кривая) и при пробое (красная кривая).

Работа расширения газов используется наиболее эффективно, если давление газов в цилиндре достигает максимального значения через 15—20° поворота коленчатого вала после ВМТ. Так как рабочая смесь сгорает не мгновенно, то ее следует воспламенять с некоторым опережением, т. е. раньше, чем поршень подошел к ВМТ. Опережение воспламенения смеси называют опережением зажигания и обычно измеряют в градусах угла поворота коленчатого вала.

Угол опережения зажигания должен меняться с изменением частоты вращения коленчатого вала и нагрузки двигателя (открытие дроссельной заслонки).

Это объясняется тем, что при увеличении частоты вращения коленчатого

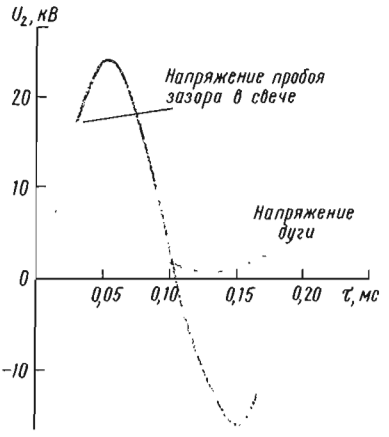


Рис. 69
Зависимость высокого напряжения от времени

вала сокращается время, отводимое на процесс сгорания, и воспламенять смесь необходимо раньше, т. е. с большим углом опережения зажигания. Таким образом, угол опережения зажигания должен увеличиваться при возрастании частоты вращения коленчатого вала двигателя и уменьшаться при ее понижении. При постоянной частоте вращения коленчатого вала угол опережения зажигания должен изменяться в зависимости от нагрузки двигателя. Во время работы двигателя с частичной нагрузкой в цилиндры поступает меньшее количество свежей смеси и, следовательно, содержание отработавших газов в ней выше. Количество этих газов практически не зависит от количества свежей смеси, поступающей в цилиндр двигателя. В то же время, чем больше свежая смесь разбавлена остаточными газами, тем ниже скорость ее сгорания и тем раньше нужно ее воспламенять. Таким образом, угол опережения зажигания в зависимости от нагрузки двигателя должен быть тем больше, чем меньше открыта дроссельная заслонка.

Изменение угла опережения зажигания в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя осуществляется с помощью центробежного регулятора, а в зависимости от нагрузки двигателя — вакуумного регулятора.

После замыкания контактов прерывателя сила тока в первичной обмотке катушки зажигания возрастает не сразу, а постепенно. Это объясняется наличием индуктивности в цепи первичной обмотки катушки. Чтобы сила тока в первичной обмотке была наибольшей, желательно, чтобы контакты прерывателя возможно большее время находились в замкнутом состоянии. Это время зависит от формы выступов кулачка, от зазора между контактами прерывателя в разомкнутом состоянии и от частоты размыканий, т. е. числа цилиндров двигателя и частоты вращения коленчатого вала. Обычно зазор между контактами устанавливают минимально допустимым (0,3—0,4 мм) из условия искрения между ними.

При увеличении частоты вращения коленчатого вала сила тока в цепи первичной обмотки катушки не успевает достигнуть максимального значения, и это приводит к снижению высокого напряжения. Таким образом, с ростом частоты вращения коленчатого вала высокое напряжение, а следовательно, и мощность искры в свече зажигания уменьшаются. Чтобы уменьшить разницу в мощности искры при разной частоте вращения вала, в цепь первичной обмотки катушки включают вариатор *14* (см. рис. 68). Вариатор изготовлен из материала, сопротивление которого возрастает с повышением температуры, т. е. с увеличением силы тока, проходящего через вариатор. Так как средняя сила тока, проходящего через первичную обмотку катушки, понижается с увеличением частоты вращения коленчатого вала, то сопротивление вариатора в этом случае соответственно уменьшается, что приводит к некоторому увеличению силы тока в цепи.

Для повышения мощности искры между электродами свечи зажигания при пуске двигателя стартером *18* выключатель стартера отключает вариатор, что приводит к увеличению силы тока в первичной обмотке.

Ток высокого напряжения, полученный во вторичной обмотке катушки зажигания, подводится к ротору *3* распределителя зажигания *4*. Ротор надет на кулачок прерывателя и вращается вместе с ним. В момент размыкания контактов прерывателя токоразносная пластина ротора подводит ток высокого напряжения к одному из контактов *2* распределителя зажигания, соединенному со свечой зажигания *1* того цилиндра, в котором в это время заканчивается процесс сжатия рабочей смеси. Контакты распределителя зажигания должны быть соединены со свечами в последовательности, соответствующей порядку работы двигателя.

Карбюраторный двигатель останавливают путем выключения зажигания. Для этой цели предусмотрен выключатель в первичной цепи катушки зажигания. Выключатель зажигания обычно выполнен за одно целое с замком зажигания, управляемым ключом. С помощью выключателя зажигания обычно не только включают зажигание, но одновременно и радиоприемник и контрольно-измерительные приборы. Часто при дополнительном не фиксируемом повороте ключа зажигания осуществляется включение стартера.

Конструкция аппаратов зажигания. *Искровая свеча зажигания* (рис. 70) состоит из металлического корпуса *5* с наружной резьбой и боковым электродом *8* и сердечника, представляющего собой керамический изолятор *1*, внутри кото-

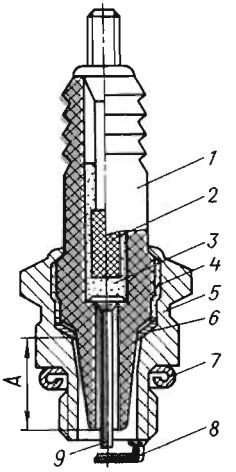


Рис. 70
Искровая свеча зажигания

рого размещены контактный стержень *2* и центральный электрод *9*. Сердечник уплотнен в корпусе медной теплопроводящей шайбой *6* и тальковым герметиком *4*. Для крепления сердечника в корпусе его края развальцовывают. Керамический изолятор изготовляют из уралита, борокорунда, синоксоля и других материалов и покрывают глазурью; центральный электрод — из хрома или хромотитанового сплава, а боковой электрод — из никельмарганцевого сплава. Центральный электрод *9* соединен с контактным стержнем *2* токопроводящим стеклогерметиком *3*. Свечу ввертывают в отверстие в головке блока цилиндров так, чтобы ее электроды омывались рабочей смесью. Под свечу помещают уплотнительную медно-асбестовую шайбу *7*. Зазор между электродами может изменяться в пределах 0,5—1,0 мм.

В процессе сгорания смеси на нижней части свечи откладывается нагар, который является проводником электрического тока. Утечка тока через нагар с центрального электрода на корпус снижает напряжение, подводимое к центральному электроду, и соответственно ухудшает искрообразование и воспламенение смеси. При достаточно высокой температуре нижней части изолятора центрального электрода (500—600 °С) оседающий на нем нагар сгорает и свеча самоочищается. Если нижняя часть изолятора чрезмерно нагрета (более 850 °С), то она может явиться источником преждевременного воспламенения рабочей смеси.

Температура нижней части изолятора центрального электрода зависит от конструктивных особенностей и режимов работы двигателей и от конструкции свечи. На двигателях разных марок, а также при работе их в различных условиях необходимо применять свечи с соответствующей тепловой характеристикой, которая определяется калильным числом, указываемым на изоляторе свечи. Чем выше калильное число, тем «холоднее» свеча, т. е. она может работать в более высоком тепловом режиме. Тепловая характеристика свечи в основном определяется длиной *А* нижней части изолятора центрального электрода. Чем она короче, тем лучше теплоотвод и «холоднее» свеча.

Свечи маркируют группой букв и цифр, например А20ДВ. Первая буква означает диаметр и шаг резьбы (А — 14 × 1,25 или М — 18 × 1,5); одна или две цифры указывают калильное число свечи; следующая за цифрой буква определяет длину резьбы на корпусе (Н — 11 мм, Д — 19 мм; если длина резьбы равна 12 мм, то она не указывается); последующие буквы — соответственно выступает ли нижняя часть изолятора из корпуса (В) и применяется ли в свече герметизация термогерметиком (Т).

Катушка зажигания (рис. 71) имеет сердечник, который для уменьшения вихревых токов набран из пластин электротехнической стали толщиной 0,35 мм, изолированных одна от другой окалиной. Сердечник заключен в картонную трубку *5*, на которую намотана вторичная обмотка *6*, содержащая обычно 18—26 тыс. витков эмалированной проволоки диаметром 0,07—0,09 мм. Между слоями обмоток проложена изолирующая конденсаторная бумага. На вторичную обмотку намотана первичная обмотка *8*, содержащая 270—330 витков эмалированной проволоки диаметром 0,72—0,86 мм. Между обмотками проложена картонная трубка *7*. Такое расположение обмоток улучшает отвод теплоты от первичной обмотки, которая сильнее нагревается. Снаружи первичная обмотка обернута трансформаторной бумагой. На дне корпуса *2* катушки уложен керамический изолятор *9*. Между корпусом и первичной обмоткой помещен магнитопровод *3* из электротехнической стали. Катушка сверху закрыта карболитовой крышкой *13*. В крышке укреплены три клеммы низкого напряжения *17—19* и клемма высокого напряжения *16*. К клеммам *17* и *18* подведены концы первичной обмотки. Между клеммами *17* и *19* включен вариатор *10*. К клемме *16* через латунную пластину *1* подведен один из концов вторичной обмотки катушки.

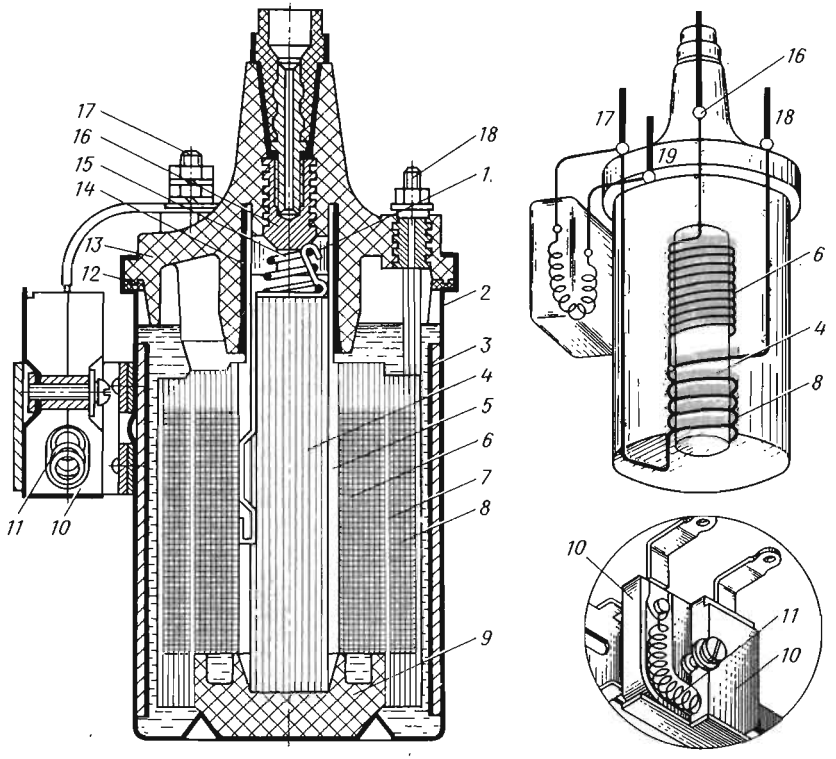


Рис. 71
Катушка зажигания Б-115 с вариатором

Второй конец вторичной обмотки соединен с концом первичной обмотки. Крышка в корпусе уплотнена резиновым кольцом *12*. Для лучшего теплоотвода в корпус заливается трансформаторное масло (маслонаполненные катушки). Пружина *15* прижимает пластину *1* к клемме *16*, а сердечник к изолятору *9*. Место подключения проводов к клемме *16* в крышке дополнительно защищено изоляционной втулкой *14*.

Вариатор представляет собой резистор *11*, размещенный между двумя керамическими держателями. Вариатор прикреплен к кронштейну катушки. Клемма *19* катушки соединяется с источником тока, а клемма *18* – с распределителем. Во время пуска двигателя ток подводится к первичной обмотке катушки непосредственно через клемму *17*, минуя вариатор.

Распределитель зажигания (рис. 72) обычно выполнен в одном общем корпусе с прерывателем. Они расположены один над другим и приводятся в движение от общего вала *12*.

В нижней металлической части корпуса *13* находится площадка *7*, на которой укреплены контакты прерывателя. Кулачок *5* прерывателя приводится в движение от вала *12* через центробежный регулятор опережения зажигания. Ток от первичной обмотки катушки зажигания подводится к изолированному подвижному контакту прерывателя через клемму *14*. Неподвижный контакт через площадку *7* соединен с корпусом (массой) распределителя. Неподвижный контакт укреплен на пластине, которая с помощью эксцентрика *26* может перемещаться относительно площадки *7*, что позволяет регулировать зазор между контактами прерывателя в разомкнутом состоянии. Положение пластины относительно площадки фиксируется винтом *25*. Параллельно контактом прерывателя включается конденсатор *15* емкостью 0,17–0,35 мкФ. Конденсатор

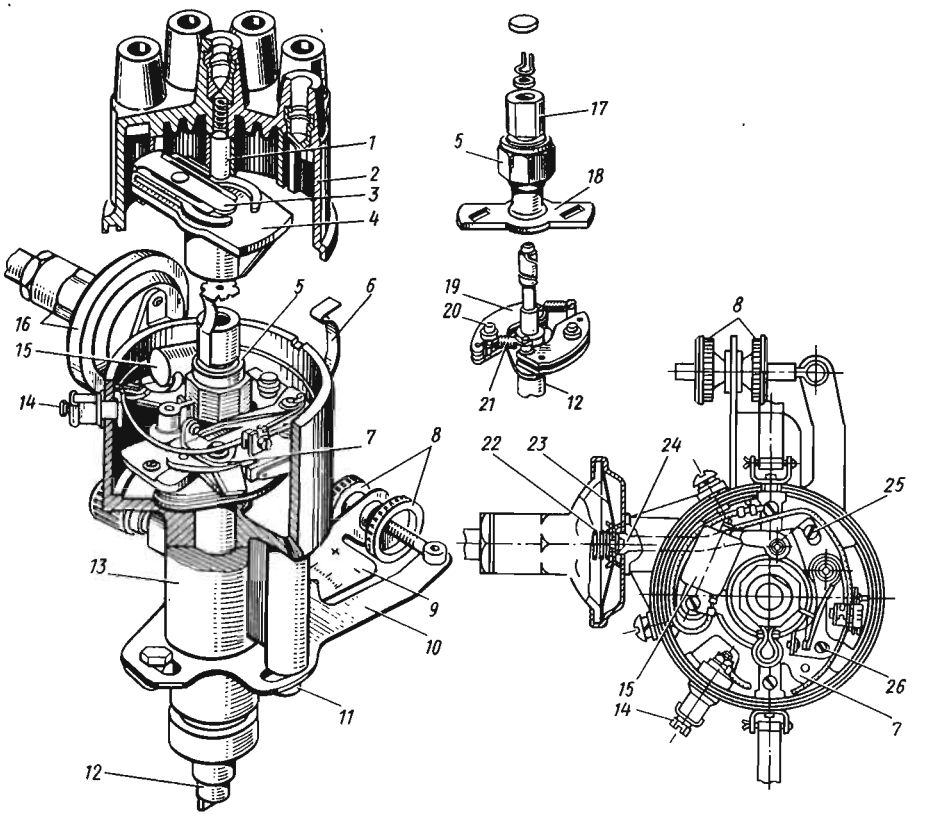


Рис. 72
Распределитель Р4-Д

состоит из двух полосок лакированной конденсаторной бумаги, на которую гальваническим способом нанесен тонкий слой олова, а поверх него слой цинка. Таким образом, получают две токопроводящие, разделенные изолирующим слоем бумаги обкладки, которые затем свертывают в рулон. Одна из обкладок соединена с металлическим корпусом конденсатора, а вторая – с подвижным контактом прерывателя.

Центробежный регулятор угла опережения зажигания имеет пластину, напресованную на вал *12*. На ее осях шарнирно установлены грузики *19*, стягиваемые к центру пружинами *21*. Штифты *20* грузиков входят в косые пазы траверсы *18*, соединенной с кулачком *5*. При увеличении частоты вращения вала грузики расходятся и поворачивают траверсу с кулачком по направлению вращения вала, в результате чего момент соприкосновения выступа кулачка с подушечкой подвижного контакта прерывателя наступает раньше. Следовательно, раньше размыкаются контакты и воспламеняется рабочая смесь в цилиндрах.

Вакуумный регулятор опережения зажигания *16* имеет мембрану *23*, помещенную в металлическом корпусе. Мембрана с одной стороны нагружена пружиной *22*, а с другой соединена тягой *24* с площадкой *7*, на которой находятся контакты прерывателя. Площадка состоит из двух дисков, соединенных шариковым подшипником. Верхний диск может поворачиваться на некоторый угол относительно нижнего, жестко связанного с корпусом распределителя. Со стороны пружины на мембрану действует разрежение, которое передается из впускного трубопровода двигателя. При уменьшении открытия дроссельной заслонки разрежение за карбюратором

увеличивается, мембрана прогибается, сжимая пружину, и перемещает площадку с прерывателем в направлении, противоположном направлению вращения вала. Это приводит к более раннему размыканию контактов прерывателя и увеличению угла опережения зажигания.

На рис. 73 показано, как изменяется угол опережения зажигания центробежным регулятором при полной нагрузке двигателя (кривая *1*) и как дополнительно увеличивается угол опережения зажигания при работе двигателя с частичными нагрузками (кривые *2*).

Распределитель тока высокого напряжения (см. рис. 72) состоит из карболитового ротора *4*, имеющего латунную токоразносную пластину *3*, и карболитовой крышки *2* с контактными гнездами для проводов высокого напряжения. В центре крышки имеется гнездо, к которому подводится ток от катушки зажигания, а по периферии – гнезда для проводов, ведущих к свечам зажигания. Ротор надевают на хвостовик кулачка *5* в положении, определяемом лыской *17*. При вращении ротора его токоразносная пластина подходит (зазор 0,2–0,3 мм) к выступающим внутрь крышки латунным контактам каждого

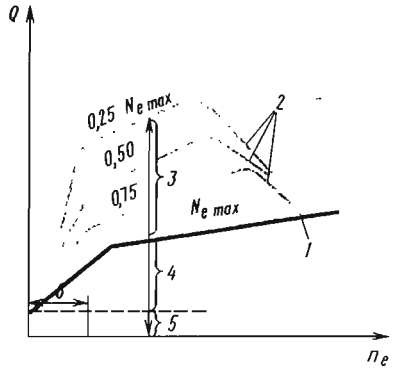


Рис. 73
График совместной работы центробежного и вакуумного регулятора опережения зажигания:
1 – характеристика центробежного регулятора; *2* – характеристики вакуумного регулятора; *3* – изменение угла вакуумным регулятором; *4* – изменение угла центробежным регулятором; *5* – начальная установка угла опережения; *6* – зона частоты вращения, соответствующей режиму холостого хода двигателя

из периферийных контактных гнезд. Центральное контактное гнездо соединяется с токоразносной пластиной с помощью угольного контакта *1*, прижимаемого к пластине пружиной.

Крышка распределителя закреплена на корпусе с помощью двух пружинных зажимов *6* так, чтобы выступ на крышке вошел в углубление в корпусе *13*.

Распределитель закреплен на двигателе с помощью двух пластин *9* и *10* октан-корректора. Нижняя пластина *9* с нанесенной на ней шкалой жестко прикреплена к блоку двигателя прижимным болтом, а верхняя пластина – к корпусу прерывателя-распределителя винтом *11*. Прорезь для винта *11* в пластине *10* позволяет поворачивать корпус на некоторый угол по отношению к этой пластине, что необходимо для первоначальной установки зажигания. Вертикальное ребро пластины *9* зажато между двумя гайками *8* горизонтального винта, шарнирно связанного с пластиной *10*. При повороте гаек в одну или другую сторону пластина *10* перемещается вместе с корпусом прерывателя-распределителя относительно закрепленной на двигателе пластины *9*. Это позволяет корректировать первоначальную установку угла опережения зажигания в зависимости от свойств (октанового числа) применяемого топлива.

Транзисторные системы зажигания. Для повышения топливной экономичности автомобилей в современных двигателях увеличивают степень сжатия и обедняют рабочую смесь. Устойчивое воспламенение такой смеси требует увеличения искрового зазора между электродами свечи зажигания. Для надежного искрообразования в условиях высокого давления конца сжатия и увеличенного искрового зазора необходимо увеличивать вторичное напряжение, которое зависит от силы тока в первичной обмотке катушки зажигания. Однако сила тока ограничена надежностью работы контактов прерывателя, которые обгорают при искрообразовании в момент их размыкания. Эти недостатки в значительной мере могут быть устранены при применении контактно-тран-

зисторных и бесконтактно-транзисторных систем зажигания, которые получают все большее распространение.

В этих системах в цепь первичной обмотки катушки зажигания последовательно включен транзистор, который запирается в момент искрообразования (прерывает ток в цепи первичной обмотки катушки зажигания). Преимуществом таких систем является также меньшее ослабление мощности искры с ростом частоты вращения коленчатого вала двигателя, чем в обычных системах зажигания, вследствие некоторого изменения электрических характеристик катушки зажигания и возможности использования большой силы тока в цепи ее первичной обмотки.

В контактно-транзисторной системе зажигания управление транзистором осуществляется с помощью прерывателя, включенного в цепь базы транзистора. При этом через контакты прерывателя протекает ток базы небольшой силы, и срок их службы резко увеличивается.

Принципиальная схема контактно-транзисторной системы зажигания показана на рис. 74. Кроме распределителя *4* и катушки зажигания *3* система имеет еще транзисторный коммутатор *2*, который включен в цепь между первичной обмоткой катушки зажигания и прерывателем. Катушка зажигания имеет увеличенное число витков вторичной обмотки, уменьшенное число витков первичной; один конец вторичной обмотки непосредственно соединен с корпусом. В прерывателе отсутствует конденсатор для гашения искры при размыкании контактов, так как сила тока, проходящего через них, невелика. В цепь первичной обмотки включены два резистора *R3* и *R4*, один из которых замыкается накоротко на время пуска двигателя стартером для увеличения мощности искры при пуске.

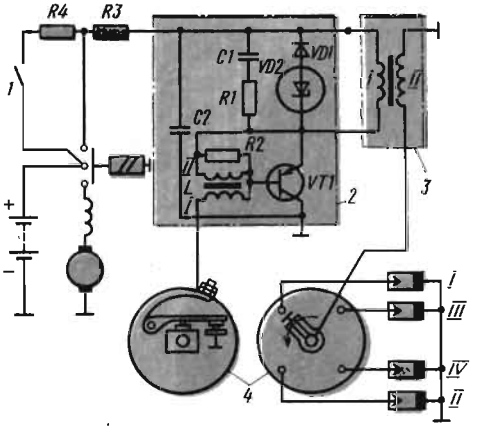


Рис. 74
Схема контактно-транзисторной системы зажигания:
1 — выключатель зажигания; *2* — транзисторный коммутатор; *3* — катушка зажигания; *4* — распределитель; *I—IV* — номера цилиндров

Когда контакты прерывателя замкнуты, ток от аккумуляторной батареи через выключатель зажигания *1*, резисторы и первичную обмотку катушки зажигания *3* поступает на эмиттер транзистора *VT1* и далее через базу, первичную обмотку импульсного трансформатора *L* и контакты прерывателя на корпус. Транзистор открыт, и ток от первичной обмотки катушки зажигания проходит через коллектор транзистора непосредственно на корпус.

Когда контакты прерывателя разомкнуты, прерывается цепь тока базы. При этом транзистор запирается, ток в первичной обмотке исчезает, а во вторичной обмотке катушки зажигания индуцируется ток высокого напряжения. Напряжение, возникающее во вторичной обмотке *L* импульсного трансформатора и на резисторе *R2*, при размыкании контактов прерывателя способствует более эффективному запиранию транзистора. Для защиты транзистора от перенапряжений в результате действия токов самоиндукции, возникающих в первичной обмотке катушки зажигания, параллельно ей включен стабилитрон *VD2*. Чтобы стабилитрон не вызывал короткого замыкания первичной обмотки катушки, последовательно с ним включен германиевый диод *VD1*.

Цепь *R1 — C1* облегчает переходные процессы при появлении и прекращении тока в первичной обмотке катушки. Конденсатор *C2* защищает транзистор от перенапряжений, которые могут возникнуть в цепи питания. Германиевый

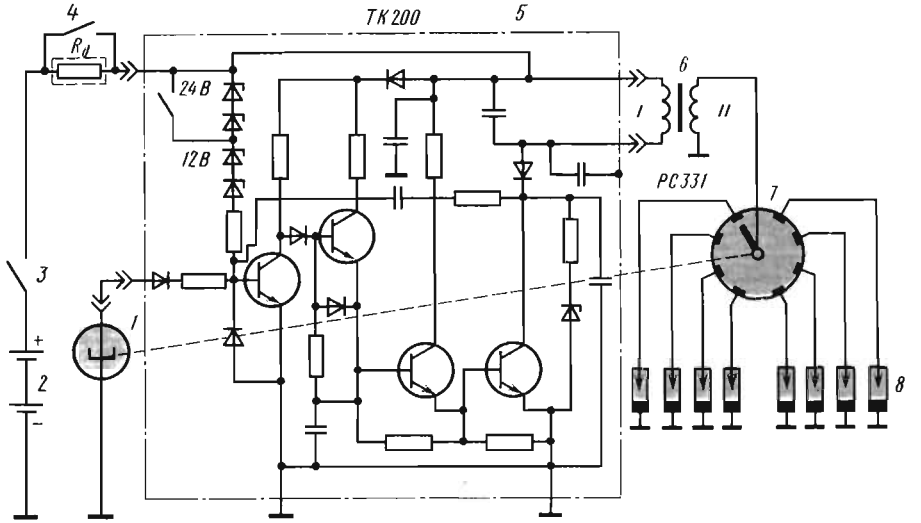


Рис. 75
Схема бесконтактно-транзисторной системы зажигания

транзистор, примененный в транзисторном коммутаторе, должен работать при температуре окружающего воздуха не выше 65 °С, поэтому коммутатор следует размещать не под капотом двигателя, а в кабине водителя и по возможности ближе к дверным проемам.

Наряду с контактно-транзисторными системами зажигания применяются транзисторные системы зажигания с бесконтактным управлением. В этих системах транзисторный коммутатор, прерывающий цепь первичной обмотки катушки зажигания, срабатывает под воздействием электрического импульса, создаваемого бесконтактным датчиком обычно магнитоэлектрического типа.

В нашей стране выпускается бесконтактно-транзисторная система зажигания «Искра», применяемая на автомобилях ЗИЛ-131 и «Урал-375Д». Принципиальная схема системы показана на рис. 75. Она включает магнитоэлектрический датчик *1*, конструктивно выполненный совместно с распределителем высокого напряжения *7*, катушку зажигания *6*, электронный коммутатор *5*, вариатор *4*, свечи зажигания *8*, выключатель зажигания *3* и аккумуляторную батарею *2*.

Такая система обеспечивает более высокое напряжение во вторичной цепи, что позволяет увеличивать зазоры между электродами свечей зажигания, получать более мощный и длительный разряд и более устойчивое воспламенение смеси на различных режимах работы двигателя. Вследствие отсутствия в прерывателе трущихся изнашиваемых элементов момент зажигания в такой системе не изменяется в зависимости от срока работы системы, что характерно для контактной системы зажигания.

§ 16. Система пуска

Принцип действия стартера. Для пуска двигателя необходимо провернуть ко-

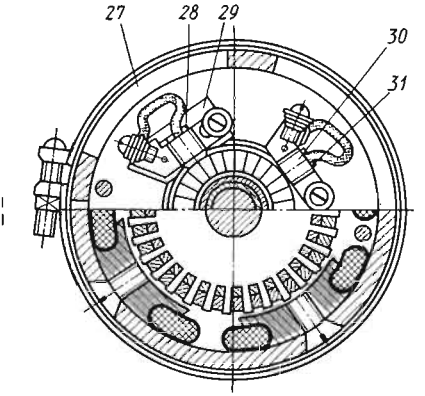
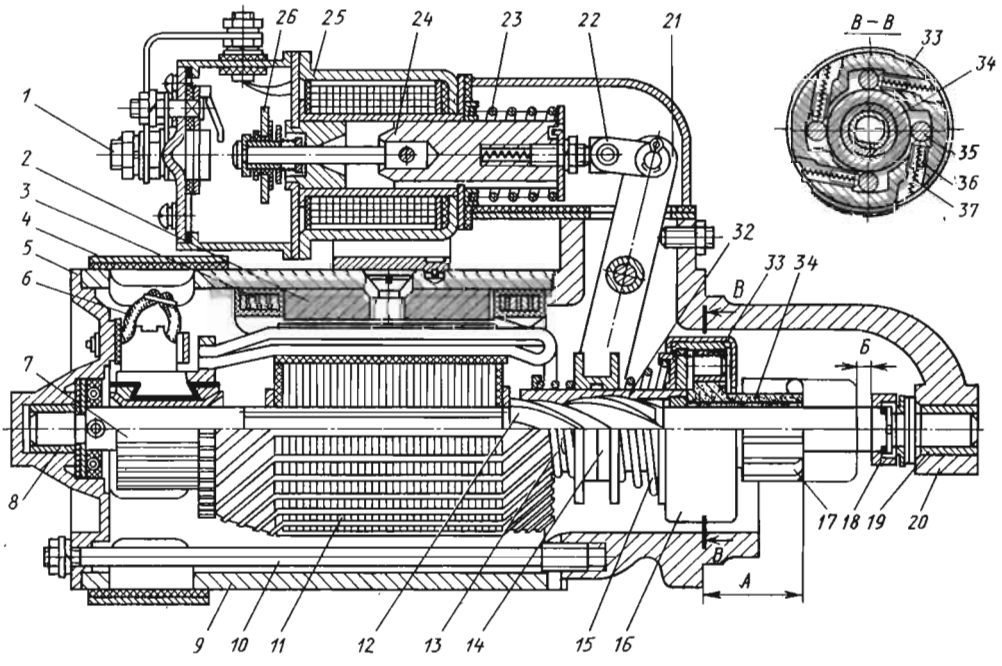


Рис. 76
Стартер СТ-130А2

ленчатый вал, чтобы обеспечить вспышку рабочей смеси в одном из цилиндров. На современных автомобилях для проворачивания коленчатого вала двигателя при пуске используют электродвигатели постоянного тока — стартеры. Особенность стартера по сравнению с генератором постоянного тока в том, что его обмотка возбуждения соединена последовательно с обмоткой якоря. Такие электродвигатели называются сериесными. В них наибольший крутящий момент развивается при малой частоте вращения якоря. При этом сила тока в обмотке стартера также достигает наибольшего значения и может составлять 300—400 А. По мере увеличения частоты вращения якоря сила тока в обмотках уменьшается и соответственно уменьшается момент на валу якоря. Такой закон изменения крутящего момента наиболее благоприятен для пуска двигателя, так как в начале проворачивания коленчатого вала момент сопротивления наибольший.

Мощность стартера зависит от момента сопротивления проворачиванию коленчатого вала и минимальной частоты вращения коленчатого вала, при которой в цилиндрах начинаются вспышки (пусковая частота) Момент сопротивления проворачиванию пропорционален рабочему объему двигателя, пусковая частота зависит от условий смесеобразования и зажигания. Так, минимальная пусковая частота современных карбюраторных двигателей равна 40—50 об/мин, а дизелей 100—250 об/мин. Обычно стартеры имеют четыре магнитных полюса и четыре щетки (две положительные и две отрицательные). Каждая из двух параллельно включенных обмоток возбуждения намагничивает по два полюса. Современные стартеры имеют дистанционное управление — включаются с помощью электромагнитов.

Конструкция и работа стартера. Стартер (рис. 76) состоит из корпуса (статора) *9* и якоря *11*. В металлическом корпусе *9* укреплены четыре полюса *2*, вокруг которых размещены изолированные обмотки возбуждения *3*, выполненные из медных шин. Один конец обмотки возбуждения подключен к изолированной клемме на корпусе, а второй — к изолированным положительным щеткам. Сердечник якоря на-



бран из пластин, выштампованных из мягкой стали. Для снижения вихревых токов в сердечнике пластины покрыты изолирующим лаком. В пазах сердечника уложена обмотка якоря, выполненная из изолированных медных шин, соединенных с ламелями коллектора *7*.

К коллектору пружинами прижимаются четыре щетки *28*, *30*, размещенные в щеткодержателях *29*, *31*. Щеткодержатели укреплены на торцовой крышке *5* стартера. Два щеткодержателя изолированы от крышки (корпуса), а два других подключены к корпусу. Положительные щетки медным проводом *6* соединены с обмоткой возбуждения, а отрицательные — с корпусом стартера. Под задней фасонной крышкой *20* стартера размещена шестерня *17* привода. Крышки соединены между собой и с корпусом стяжными болтами *10*.

Вал *12* якоря вращается в бронзографитовых втулках *8* и *19*, установленных в отверстиях крышек *5* и *20* стартера. Для осмотра коллектора в корпусе стартера сделаны окна *27*, закрываемые стальной лентой *4* со стяжным болтом. Задняя крышка *20* стартера вставляется в отверстие в картере маховика и крепится к нему болтами. На корпусе стартера закреплен электромагнит (тяговое реле) *25* приводного механизма.

Якорь *24* тягового реле через серьгу *22* связан с вилкой *21*, перемещающей поводковую муфту *14* и муфту *16* свободного хода. Контактная пластина *26*, соединенная с якорем *24*, при его перемещении замыкает контакты *1*. Муфта *16* свободного хода передает вращение от вала стартера к маховику двигателя при его пуске и отключает стартер от двигателя сразу после его пуска. Это необходимо, чтобы якорь стартера не вращался с большой частотой, что может вызвать его разрушение (выход обмоток из пазов якоря и его заклинивание в корпусе). Муфта состоит из втулки *32*, жестко связанной с наружной обоймой *33* и внутренней обоймы *34*, выполненной как одно целое с шестерней *17* стартера. В фасонных пазах между обоймами *33* и *34*, размещены ролики *35*, отжимаемые в узкую часть паза с помощью плунжеров *36* и пружин *37*.

Втулка *32* через шлицы связана с валом *12* стартера, а обойма *34* свободно установлена на нем. При передаче вращения от вала стартера маховику ролики заклиниваются в пазах и втулка *32* оказывается связанной с шестерней *17*. Как только после пуска двигателя шестерня *17* начинает вращаться быстрее вала якоря, ролики силой трения отодвигаются в более широкую часть паза и шестерня *17* отсоединяется от втулки *32*.

Стартер включается с помощью реле включения кнопкой или путем замыкания специальных контактов в выключателе зажигания при дополнительном повороте ключа от положения «Включение зажигания». При этом ток от аккумуляторной батареи поступает в управляющую обмотку *21* (рис. 77) реле включения *5* стартера и далее через неработающий генератор *1* на корпус. Контакты *6* реле замыкаются, и ток от батареи через контакты *6*, якорь *4* и ярмо *3* реле поступает во втягивающую *11* и удерживающую *10* обмотки тягового реле *9*, а затем на корпус (с удерживающей обмотки — непосредственно, а с втягивающей обмотки — через обмотки стартера).

В начале включения стартера необходимо большое усилие для втягивания якоря тягового реле и поэтому работают две его обмотки (втягивающая и удерживающая). При втягивании якоря *12* тягового реле шестерня *15* стартера перемещается вилкой *13* по валу *16* и входит в зацепление с зубчатым венцом *17* маховика, а контактная пластина *8* соединяет между собою два контакта *20* и контакт *7*. Ток от аккумуляторной батареи через пластину *8* поступает в обмотку возбуждения *19*, а затем в обмотку якоря стартера *18*, в результате чего якорь начинает вращаться. Одновременно соединение контактов *20* замыкает втягивающую обмотку тягового реле, а через контакт *7* ток поступает в первичную обмотку катушки зажигания, минуя вариатор. Вращение якоря стартера через муфту свободного

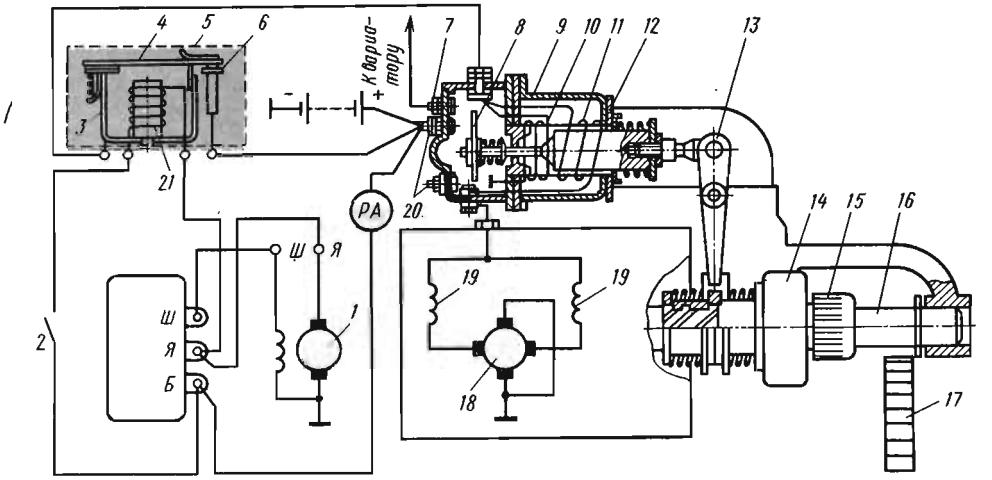


Рис. 77
Схема включения стартера с помощью реле включения

хода *14* и шестерню *15* передается на зубчатый венец маховика. Передача вращения шестерни на якоре стартера к зубчатому венцу *17* (колесо) на маховике увеличивает крутящий момент, подводимый к коленчатому валу двигателя.

Когда двигатель начинает работать, создается напряжение на клемме *Я* генератора. Разность потенциалов на концах управляющей обмотки *21* реле включения уменьшается, а следовательно, уменьшается и сила тока в ней. Контакты *6* реле *5* размыкаются, и стартер автоматически выключается, даже если кнопка *2* удерживается во включенном состоянии. Это устройство предотвращает также случайное включение стартера при работающем двигателе. При размыкании контактов реле включения прерывается цепь удерживающей обмотки *10* и якорь *12* выдвигается пружиной из тягового реле, вследствие чего шестерня *15* выходит из зацепления, а контактная пластина *8* отходит от контактов *20* и цепь обмоток стартера размыкается.

При выключении стартера пружина *23* (см. рис. 76) возвращает якорь *24* тягового реле и вилку *21* в исходное положение.

Винтовые шлицы на валу стартера, через которые передается вращение с вала якоря на муфту свободного хода, способствуют сдвигу шестерни *17* стартера до упора в ограничительную шайбу *18*, обеспечивая полное зацепление зубьев шестерни *17* и зубчатого венца маховика. Для облегчения включения стартера на зубьях шестерни *17* сделаны скосы. Однако возможны случаи, когда зуб шестерни стартера упрется в зуб венца маховика. Тогда вилка *21* продолжает перемещать поводковую муфту *14*, расположенную между пружинами *13* и *15*, за счет сжатия пружины *15*, что позволяет контактной пластине *26* замкнуть контакты *1* и включить стартер. Как только якорь стартера начинает вращаться, шестерня привода входит в зацепление с зубчатым венцом маховика под действием усилия пружины *15*.

§ 17. Освещение, сигнализация и контрольно-измерительные приборы

Приборы освещения. Для освещения дороги, внутреннего помещения кабины или пассажирского отделения кузова, обозначения габаритов автомобиля, а также указания маневров, выполняемых автомобилем, на нем установлен целый ряд наружных фонарей, вну-

тренних плафонов и ламп освещения приборов.

К приборам наружного освещения автомобиля относятся фары, обеспечивающие освещение дороги перед автомобилем на достаточном расстоянии для обеспечения безопасного движения с высокой скоростью; передние белые и задние красные габаритные фонари; фонарь освещения заднего номерного знака; фонари сигнала торможения, расположенные сзади и загорающиеся при торможении автомобиля; указатели поворота с белыми или оранжевыми рассеивателями, указывающие мигающим светом направление поворота автомобиля; белый фонарь, освещающий дорогу при движении задним ходом.

Фары должны освещать дорогу перед автомобилем на расстоянии не менее 100 м. Чтобы создать мощный направленный световой поток, нить накаливания лампы фар устанавливают в фокусе отражателя, представляющего собой параболоид. В этом случае отраженные лучи направлены параллельно. Такой отражатель устанавливают с некоторым наклоном вниз относительно вертикальной плоскости, чтобы обеспечить освещение полотна дороги. Для равномерного освещения пучок света, направляемый отражателем, должен быть несколько рассеян, для чего используется рассеиватель из рифленого стекла. Одновременно рассеиватель защищает отражатель от загрязнения. Полученный таким образом пучок света называется дальним светом фар. Поток дальнего света, излучаемый фарами, ослепляет водителей встречных автомобилей. Чтобы избежать этого при разъездах автомобилей, световой поток фар должен быть направлен вниз и вправо для лучшего освещения края дороги. В таком случае нормальное освещение дороги должно быть обеспечено на расстоянии около 30 м от автомобиля (ближний свет).

Получение ближнего света фар достигается с помощью второй нити накали-

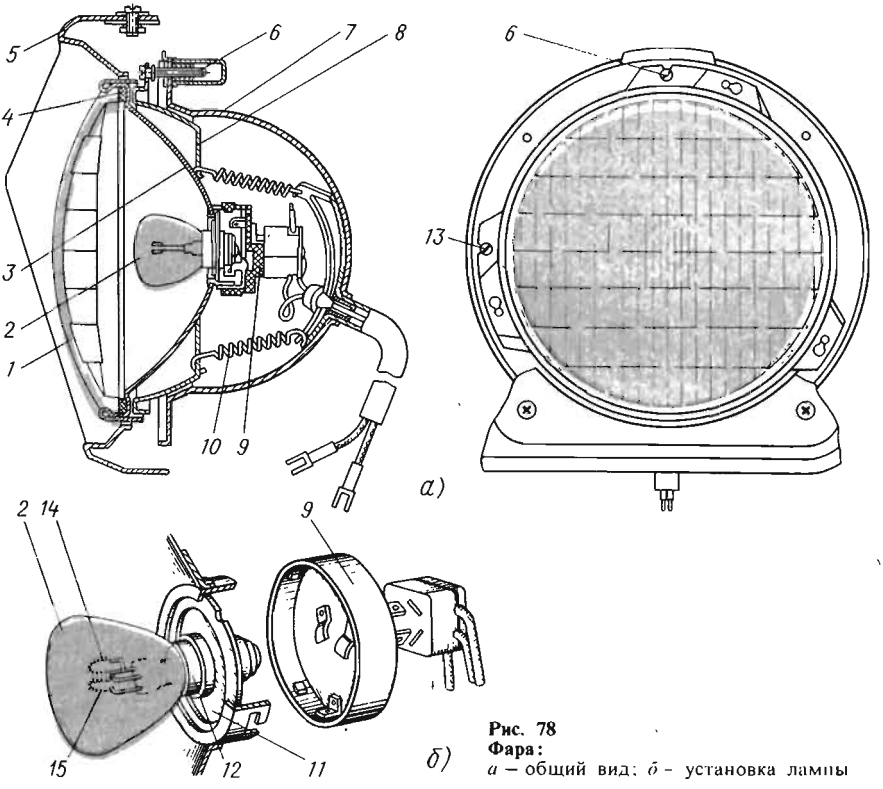


Рис. 78
Фара:
а – общий вид; *б* – установка лампы

вания в лампе фары, которая смещена относительно фокуса отражателя вверх и влево (американская система), или путем установки под нитью ближнего света расположенной выше нити дальнего света металлического щитка (европейская система). В обоих случаях отраженный пучок света направляется вниз и вправо.

Устройство фары приведено на рис. 78, *а*. В штампованном металлическом корпусе *7* размещено установочное кольцо *8*, прижимаемое к корпусу пружинами *10*. На установочном кольце винтами укреплен оптический элемент, состоящий из отражателя *3*, рассеивателя *1*, лампы *2* и патрона *9*. На внутреннюю поверхность штампованного отражателя электролитически нанесен слой алюминия, отполированный до зеркального блеска. Между отражателем и рассеивателем устанавливается резиновая прокладка *4*, герметизирующая оптический элемент, чтобы отражатель не загрязнился. Установочное кольцо вместе с оптическим элементом дополнительно соединено с корпусом фары винтами *6* и *13*. Поворачивая винты, можно менять положение оптического элемента в вертикальной и горизонтальной плоскостях, т. е. регулировать направление луча фары. К цоколю *12* двухнитевой лампы фары припаян фланец *11* для более точной установки нитей относительно фокуса отражателя (рис. 78, *б*).

Лампу вставляют в оптический элемент через отверстие в отражателе фары и закрепляют патроном *9*. Снаружи фары установлен облицовочный ободок *5*. В цепь фар включен переключатель, с помощью которого переключают свет фар с дальнего на ближний (нити *14*, *15*) и обратно. На некоторых автомобилях при одном из положений центрального переключателя света переключатель включает передние габаритные фонари или ближний свет фар, при другом – дальний или ближний свет фар.

Фонари системы освещения состоят из корпуса *3* (рис. 79) с патроном *4* и рассеивателя *1* с герметизирующей прокладкой *2*.

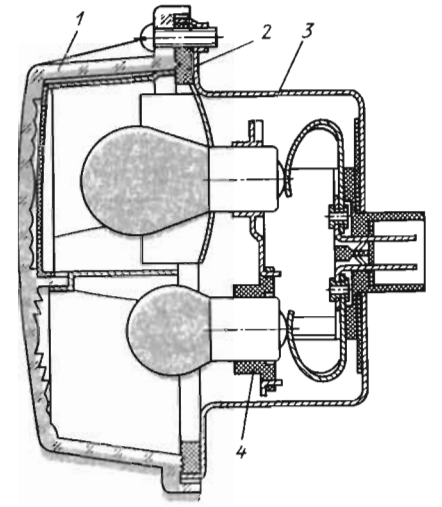


Рис. 79
Передний фонарь ПФ-130

Управление внешними световыми приборами автомобиля обычно осуществляется трехпозиционным центральным переключателем света. В позиции 1 переключателя световые приборы выключены, в позиции 2 включены габаритные огни, в позиции 3 – габаритные огни и фары. В положении 2 и 3 включается также освещение щитка приборов. В цепи освещения имеются плавкие или тепловые контактные предохранители, защищающие источники тока и цепи от перегрузок в случае коротких замыканий.

Фонарь освещения дороги при движении задним ходом автоматически включается при включении передачи заднего хода, а сигнал торможения – при нажатии на тормозную педаль.

Контрольно-измерительные приборы. Удобство применения электрических контрольно-измерительных приборов для замера неэлектрических величин заключается в том, что датчик (элемент, реагирующий на изменение контролируемого параметра) связан с указателем лишь электрическим проводом. Поэтому эти два элемента измерительного прибора могут быть расположены на любом расстоянии один от другого в местах, где это необходимо и удобно. Датчик должен преобразовать регистри-

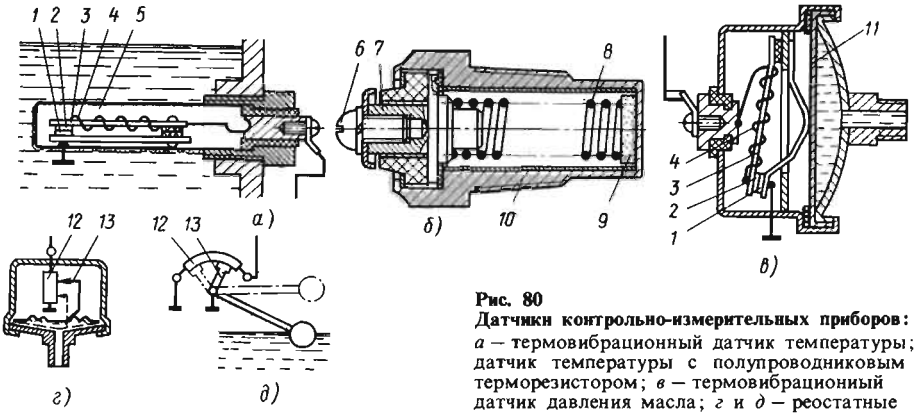


Рис. 80
Датчики контрольно-измерительных приборов:
а – термовибрационный датчик температуры; *б* – датчик температуры с полупроводниковым терморезистором; *в* – термовибрационный датчик давления масла; *г* и *д* – реостатные датчики соответственно давления масла и уровня топлива в баке

руемую величину в электрический сигнал, передаваемый на измерительный прибор (указатель).

На автомобилях обычно установлены следующие контрольно-измерительные приборы: указатели уровня топлива в баке, температуры охлаждающей жидкости в системе охлаждения и давления масла в смазочной системе двигателя. Кроме того, имеется ряд сигнальных ламп: отсутствия зарядного тока аккумуляторной батареи, включения стояночного тормоза, включения указателей поворота, включения дальнего света фар и т. д.

Датчики, применяемые в контрольно-измерительных приборах автомобилей, показаны на рис. 80. В термовибрационных (рис. 80, *а*) датчиках изменяется соотношение времени, в течение которого контакты датчика поочередно находятся в замкнутом и разомкнутом состоянии. В результате изменяется средняя по времени сила тока, протекающего через датчик и указатель.

В термовибрационном датчике температуры контакты *1* и *2* размыкаются вследствие изгиба биметаллической пластины *3* при ее нагреве электрическим током, протекающим через обмотку *4*, охватывающую пластину. При повышении температуры воды, окружающей корпус *5* датчика, биметаллическая пластина *3* быстрее изгибается и дольше остывает, соответственно сокращается время замкнутого состояния контактов *1*, *2* и увеличивается время их разомкнутого состояния, вследствие чего уменьшается средняя сила тока в цепи прибора.

В датчике температуры воды с полупроводниковым терморезистором (рис. 80, *б*) при изменении температуры среды, окружающей баллон *10*, меняется сила тока вследствие изменения сопротивления полупроводниковой шайбы (терморезистора) *9*. С ростом температуры сопротивления шайбы *9* уменьшается и сила тока, проходящего через датчик и указатель, возрастает. От контактного винта *6* ток идет на корпус *10* (баллон) через клемму *7*, пружину *8* и терморезистор *9*.

В термовибрационном датчике давления масла (рис. 80, *в*) при повышении давления прогибается мембрана *11* и плотнее сжимаются контакты *1* и *2* датчика. В этом случае для прогиба биметаллической пластины *3* и размыкания контактов требуется более продолжительно нагревать пластины током, протекающим по обмотке *4*. Следовательно, время замкнутого состояния контактов увеличивается, а разомкнутого сокращается. Средняя по времени сила тока в датчике и измерителе возрастает.

В реостатных датчиках давления масла (рис. 80, *г*) и уровня топлива в баке (рис. 80, *д*) при изменении измеряемой величины перемещается ползунок *13* реостата *12* и, следовательно, изменяется

сила тока, проходящего через датчик. В датчике давления масла ползун реостата связан с мембраной, а в датчике указателя уровня топлива — с поплавком.

Указатель, работающий совместно с термовибрационным датчиком, должен иметь большую инертность, чтобы не было колебаний стрелки при периодических размыканиях и замыканиях контактов датчика. Такими свойствами обладают приборы, в которых положение стрелки определяется прогибом биметаллической пластинки при изменении ее температуры (рис. 81, *а*). При увеличении силы тока, протекающего через датчик *8* и обмотку *2* указателя, биметаллическая пластина *3* изгибается, передвигая стрелку *4* указателя влево.

Датчики других типов работают совместно с электромагнитными (лагометрическими) указателями (рис. 81, *б*). Стрелка указателя соединена с постоянным магнитом. В приборе имеются четыре обмотки; две из них создают магнитное поле одного направления, а две других, расположенных перпендикулярно двум первым, создают магнитные поля, направленные навстречу одно другому. Положение стрелки указателя определяется суммарным воздействием магнитных полей всех четырех обмоток. При изменении сопротивления датчика меняется соотношение магнитных полей обмоток и, следовательно, направление суммарного магнитного поля и положение стрелки указателя. Когда сопротивление датчика *8* велико, ток проходит через обмотки всех четырех электромагнитов. С уменьшением сопротивления датчика сила тока в обмотках *6* и *7* увеличивается, а в обмотке *5* уменьшается. Это вызывает перемещение стрелки указателя. Постоянный магнит в приборе служит для удержания стрелки в нулевом положении при отсутствии тока. Контрольно-измерительные приборы включаются при включении выключателя зажигания *1*.

На автомобилях устанавливается и еще целый ряд электрических приборов, таких, как звуковые сигналы, стеклоочистители, вентиляторы системы отопления, электромагнитные муфты привода вентилятора, радиоприемники, а на автомобилях высшего класса — электрические стеклоподъемники, регуляторы положения сидений, телевизоры, установки для кондиционирования воздуха и т. д.

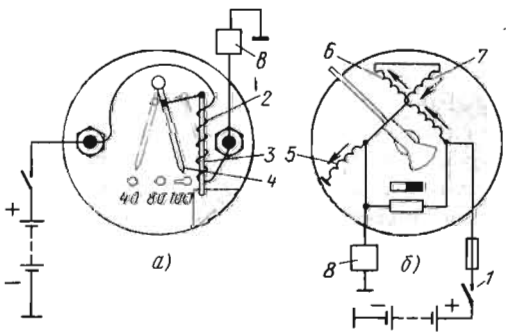


Рис. 81
Указатели контрольно-измерительных приборов:
а — термобиметаллический; *б* — электромагнитный

§ 18. Электронные системы

Наряду с рассмотренными ранее электронными приборами на автомобилях получают распространение электронные системы с микропроцессорами или микро-ЭВМ для управления некоторыми процессами, когда необходимо учитывать несколько влияющих на них факторов (системы впрыскивания топлива, системы электронного зажигания, антиблокировочные тормозные системы, системы управления переключением передач и др.). В качестве примера ниже рассмотрены схемы системы регулирования подачи топлива, электронной системы зажигания и антиблокировочной системы тормозов (АБС).

На рис. 82, *а* приведена структурная схема электронного управления впрыскиванием топлива дизельного двигателя, регулирующая количество подаваемого топлива и момент его впрыскивания. В электронный блок *ЭБ* поступают данные от датчиков *Д1* — *Д8* положения поршня в ВМТ, атмосферного давления и давления наддува, температуры топлива, воздуха во впускном трубопроводе и атмосферного воздуха, момента начала впрыскивания, частоты враще-

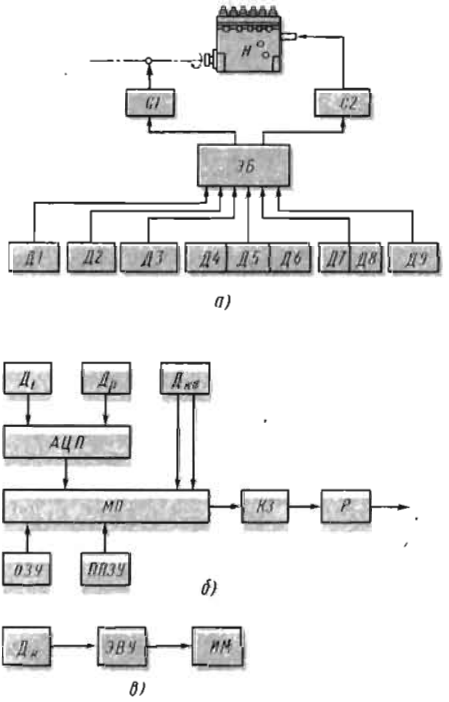


Рис. 82
Структурные схемы электрониой аппаратуры:
а – впрыскивания топлива; *б* – системы зажигания; *в* – АБС

ния коленчатого вала и положения педали подачи топлива. На основании полученной от датчиков информации электронный блок выдает команды на соленоиды *С2* управления количеством подаваемого насосом топлива и *С1* угла опережения впрыскивания.

Структурная схема электронной системы зажигания приведена на рис. 82, *б*. Сигналы датчиков температуры $Д_t$ и разрежения во впускном трубопроводе (нагрузки) $Д_р$ через аналого-цифровой преобразователь АЦП, а с датчика частоты вращения коленчатого вала $Д_{кв}$ непосредственно поступают в микропроцессор *МП*, связанный с постоянно программирующим запоминающим устройством *ППЗУ* и оперативно запоминающим устройством *ОЗУ*. После обработки результатов микропроцессор выдает команду на катушку зажигания *КЗ*, откуда ток высокого напряжения через распределитель *Р* поступает к свечам зажигания.

Антиблокировочная система тормозов (АБС) предотвращает блокировку колес при резком торможении. Это улучшает устойчивость автомобиля, особенно на скользкой дороге. Начало блокировки колеса определяется по резкому изменению углового ускорения колеса. Структурная схема АБС показана на рис. 82, *в*. Частота вращения колеса регистрируется колесным электромагнитным датчиком $Д_к$, сигнал с колесного датчика подается в электронно-вычислительное устройство *ЭВУ*, которое по изменению частоты вращения колеса определяет его угловое ускорение и сравнивает полученную величину с заданным пороговым значением. По результатам сравнения ЭВУ выдает команду исполнительному механизму *ИМ* на изменение давления в тормозном механизме автомобиля. Периодические изменения тормозного усилия позволяют удержать колесо на границе блокировки.

ГЛАВА 4

Трансмиссия

§ 19. Назначение и основные типы трансмиссий

§ 20. Сцепление

§ 21. Коробка передач

§ 22. Карданная передача

§ 23. Главная передача

§ 24. Дифференциал

§ 25. Привод к ведущим колесам

§ 26. Раздаточная коробка

§ 19. Назначение и основные типы трансмиссий

Трансмиссия предназначена для передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колесам автомобиля. При передаче крутящего момента происходит его изменение и распределение между ведущими колесами. Изменение крутящего момента в трансмиссии можно оценивать ее передаточным числом, равным отношению частот вращения коленчатого вала двигателя и ведущих колес, если не учитывать потери энергии в трансмиссии.

Разделив крутящий момент, подведенный к ведущим колесам, на радиус колес, получим силу тяги $P_т$, т. е. силу, обеспечивающую движение автомобиля в результате взаимодействия колес с дорогой. Сила тяги затрачивается на преодоление сил сопротивления движению: силы сопротивления качению колес, силы сопротивления воздуха, силы сопротивления подъему и силы сопротивления разгону. Сумма сил сопротивления движению может меняться в широких пределах в зависимости от условий движения. Соответственно должна изменяться сила тяги на ведущих колесах, главным образом вследствие изменения крутящего момента в трансмиссии. Сила тяги ограничивается сцеплением ведущих колес с дорогой. Максимальная сила тяги равна произведению коэффициента сцепления колеса с дорогой на сцепной вес, т. е. на часть веса автомобиля, приходящуюся на ведущие колеса. Наибольшая сила тяги может быть реализована при наличии на автомобиле привода ко всем колесам. Для движения по дорогам с твердым покрытием достаточно двух ведущих колес.

Трансмиссии по характеру связи между двигателем и ведущими колесами разделяют на механические, гидрообъемные, электрические и комбинированные (гидромеханические, электромеханические).

Наибольшее распространение на современных автомобилях получили механические трансмиссии, которые могут

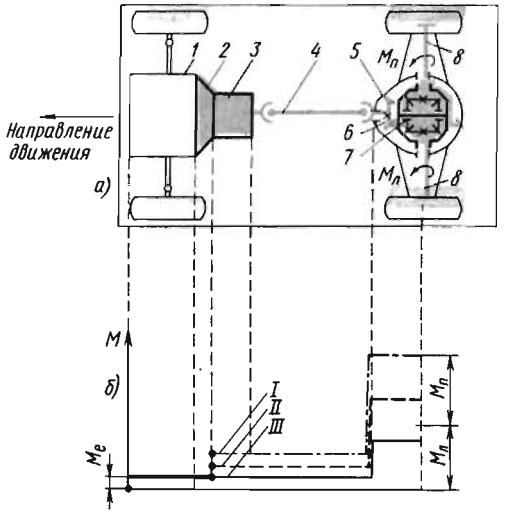


Рис. 83
Трансмиссия автомобиля 4 × 2:
а – схема трансмиссии; *б* – эпюра моментов; *I–III* – передачи

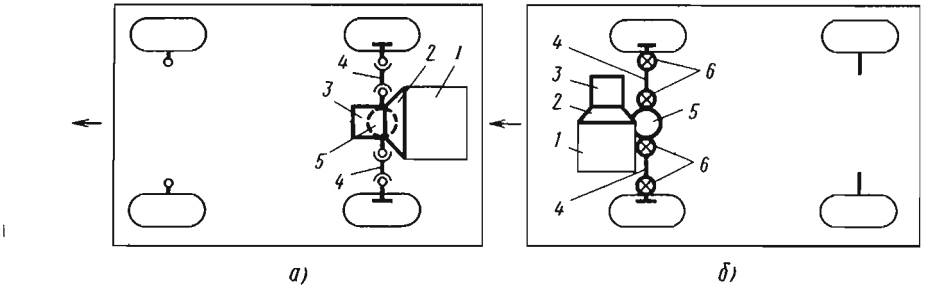
быть выполнены по различным схемам в зависимости от назначения автомобиля, расположения на нем двигателя и ведущих колес. Для оценки трансмиссии и для характеристики автомобиля применяют колесную формулу (см. § 2).

Механические трансмиссии. Для автомобилей с колесной формулой 4 × 2 наиболее часто применяется схема с передним размещением двигателя, задними ведущими колесами и с центральным относительно продольной оси расположением основных частей трансмиссии (ВАЗ-2105 «Жигули», ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-53А, МАЗ-5335 и др.). Крутящий момент от двигателя *1* (рис. 83, *а*) через сцепление *2* передается к коробке передач *3*.

В коробке передач крутящий момент изменяется в соответствии с включенной передачей (рис. 83, *б*). Водитель выбирает передачу в зависимости от условий движения. Сцепление и коробка передач обычно конструктивно объединены в один блок с двигателем, образуя силовой агрегат. От коробки передач крутящий момент через карданную передачу *4* (рис. 83, *а*) передается к главной передаче *6*, в которой он увеличивается, и далее через дифференциал *7* и полуоси *8* подводится к ведущим колесам. Дифференциал распределяет момент между правым и левым колесами (моменты $M_п$ и $M_л$). Главная передача, дифференциал и полуоси, размещенные в общем картере, составляют ведущий мост *5*.

Механические трансмиссии легковых автомобилей с колесной формулой 4 × 2 часто выполняют по другой схеме: с расположением двигателя, сцепления и коробки передач непосредственно у ведущего моста: задние ведущие колеса и двигатель сзади, как у автомобиля ЗАЗ-968М «Запорожец» (рис. 84, *а*) или передние ведущие колеса и двигатель впереди, как у автомобиля ВАЗ-2108 «Спутник» (рис. 84, *б*). При такой схеме трансмиссии не нужна карданная пере-

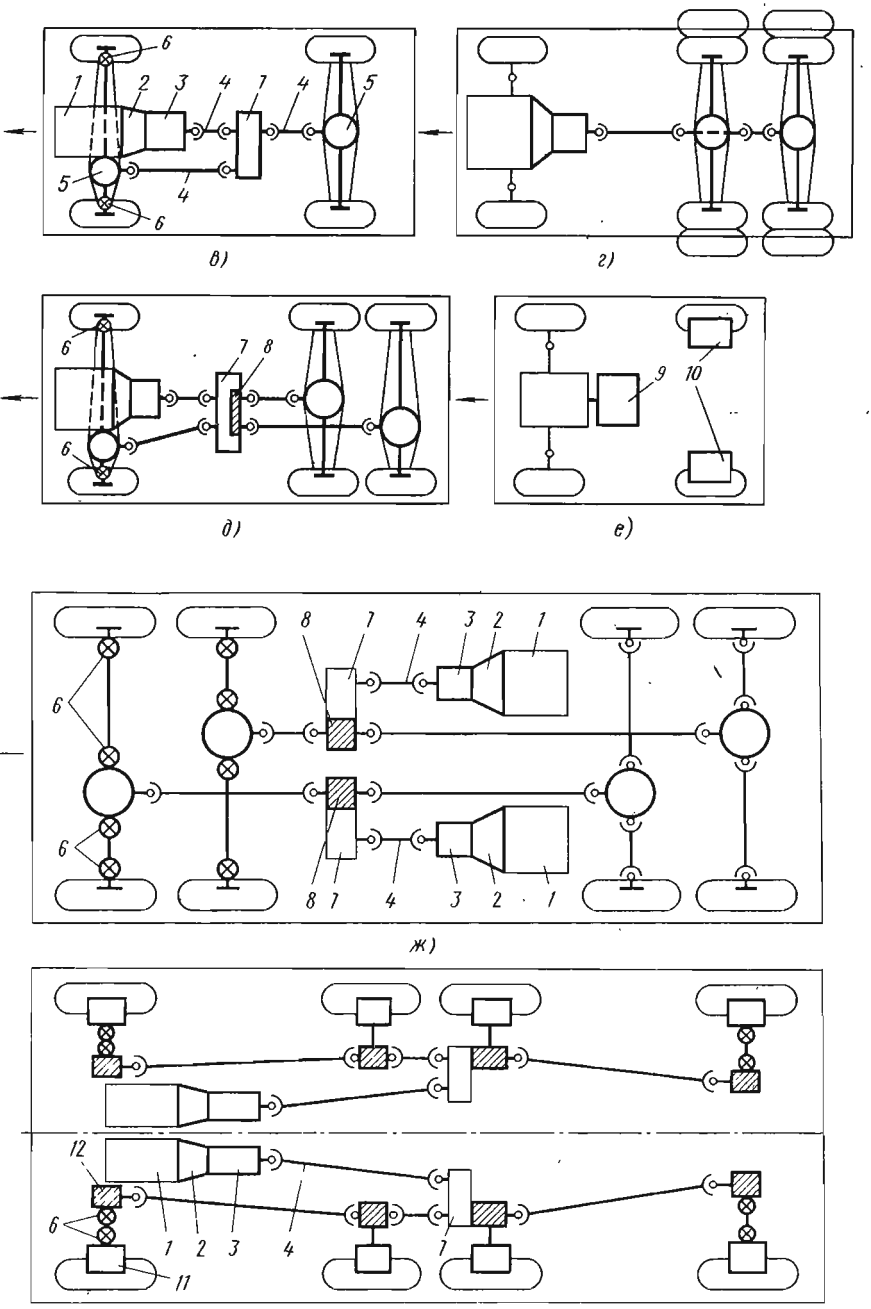
Рис. 84
Схемы трансмиссий:
а, *б* – механической автомобиля 4 × 2; *в* – механической автомобиля 4 × 4; *г* – механической автомобиля 6 × 4; *д* – механической автомобиля 6 × 6; *е* – гидрообъемной и электрической автомобиля 4 × 2; *ж* и *з* – механической автомобиля 8 × 8; обозначение позиций *1–5* см на рис. 83



а) *б*)

дача между коробкой передач и ведущим мостом. Привод ведущих колес осуществляется не полуосями, а карданными передачами. В приводе к ведущим управляемым колесам устанавливают карданные шарниры *б* равных угловых скоростей.

На рис. 84, *в* показана механическая трансмиссия автомобиля 4 × 4. По сравнению с трансмиссией автомобиля



4 × 2 в нее дополнительно входят раздаточная коробка *7*, от которой крутящий момент подводится как к переднему, так и к заднему ведущим мостам отдельными карданными передачами *4*. Передний ведущий мост кроме главной передачи, дифференциала и полуосей в приводе колес имеет карданные шарниры *6*, которые обеспечивают возможность подведения крутящего момента к передним ведущим управляемым колесам. Иногда в раздаточных коробках устанавливают межосевой дифференциал *8* (рис. 84, *д*), распределяющий крутящий момент между ведущими мостами в определенной пропорции.

В механических трансмиссиях трехосных автомобилей крутящий момент к промежуточному и заднему ведущим мостам может подводиться одним общим валом (рис. 84, *г*) или раздельно двумя валами (рис. 84, *д*). В первом случае главная передача промежуточного моста имеет проходной ведущий вал. В раздаточных коробках трехосных автомобилей со всеми ведущими колесами предусмотрено устройство для выключения привода переднего моста (ЗИЛ-131) или установлен межосевой дифференциал («Урал-375»), распределяющий крутящий момент в определенной пропорции между передним и двумя другими ведущими мостами. При раздельном приводе промежуточного и заднего мостов раздаточная коробка может иметь межосевой дифференциал, распределяющий крутящий момент между этими двумя мостами. В трансмиссиях некоторых трехосных автомобилей, выполненных по схеме (рис. 84, *г*), межосевой дифференциал иногда установлен в картере промежуточного моста (КамАЗ-5320).

У автомобилей с колесной формулой 8 × 8 при необходимости увеличения базы (расстояния между крайними осями) применяют обычно потележечное расположение ведущих мостов, т. е. сближают первый мост со вторым и третий с четвертым. Управляемыми выполняют колеса двух передних мостов. При этом необходимы три раздаточных коробки с дифференциалами: одна межтележечная и две межосевые, соединенные карданными передачами. На таких автомобилях иногда применяют два двигателя (рис. 84, *ж*). В этом случае не нужна межтележечная раздаточная коробка, но необходимы два сцепления и две коробки передач. Межосевые раздаточные коробки целесообразно ставить не между мостами тележек, а между первым — третьим и вторым — четвертым мостами, как показано на рис. 84, *ж*. При двух двигателях имеется возможность движения при одном работающем двигателе.

Оригинальная схема трансмиссии применена у автомобиля БАЗ-135Л (рис. 84, *з*) — бортовая, а не мостовая, как у всех описанных выше автомобилей с механической трансмиссией. При мостовой схеме крутящий момент подводится к каждому ведущему мосту, а затем распределяется между левым и правым ведущими колесами данного моста. При бортовой схеме крутящий момент сначала подводится к каждому борту (через межбортовую раздаточную коробку), а затем распределяется между колесами данного борта. При двух двигателях межбортовая раздаточная коробка не нужна, но нужны две бортовые раздаточные коробки, через которые от правого двигателя крутящий момент подводится к колесам правого борта, а от левого двигателя — к колесам левого борта. В трансмиссии БАЗ-135Л нет ни одного дифференциала. При этом главная передача размещается у каждого ведущего колеса и состоит из колесного редуктора *11* и бортовой передачи *12*. У автомобиля БАЗ-135Л управляемыми выполнены колеса первой и четвертой осей, поэтому колеса средних осей сближены, а крайних — разнесены.

Все более широкое распространение на автомобилях получают гидромеханические коробки передач, в которые входят гидротрансформатор и механическая коробка передач. Гидротрансформатор устанавливают вместо сцепления *2* (см. рис. 83, *а*). Крутящий момент от гидротрансформатора передается к механической коробке передач, в которой

передачи включаются с помощью фрикционных механизмов (ЗИЛ-114, БелАЗ-540, автобусы ЛиАЗ-677 и др.). Такая трансмиссия называется комбинированной (гидромеханической).

Гидрообъемные и электрические трансмиссии. Структурные схемы таких трансмиссий одинаковы. В первом случае насос *9* (рис. 84, *е*), приводимый в работу от двигателя внутреннего сгорания, соединен трубопроводами с гидромоторами *10*, валы которых соединены с ведущими колесами автомобиля. Гидростатический напор жидкости, создаваемый насосом, реализуется в виде крутящего момента на валах гидромоторов. В электрических трансмиссиях двигателем внутреннего сгорания приводится в работу генератор *9* (рис. 84, *е*), ток от которого поступает к электродвигателям *10*. Ведущие колеса с гидромоторами или электродвигателями, устанавливаемыми в них, называют гидромотор-колесами или электромотор-колесами. При применении быстроходных гидромоторов и электродвигателей в ведущих колесах используют зубчатые понижающие передачи – колесные редукторы.

Трансмиссии автопоездов. На автопоездах, состоящих из тягача и прицепа (полуприцепа) и предназначенных для движения по дорогам с твердым покрытием, трансмиссию имеет только автомобиль-тягач. На автопоездах, предназначенных для движения по бездорожью, для повышения проходимости прицепы (полуприцепы) часто имеют ведущие мосты, мощность к которым подводится от двигателя тягача через механическую, гидравлическую или электрическую передачи.

Привод дополнительного оборудования, например лебедки, насоса подъема платформы и т. д., осуществляют с помощью коробки отбора мощности, которую присоединяют к коробке передач.

§ 20. Сцепление

Назначение и основные типы сцеплений. Сцепление предназначено для кратковременного разобщения коленчатого вала двигателя от трансмиссии и последующего их плавного соединения, необходимого при трогании автомобиля с места и после переключения передач во время движения.

Вращающиеся детали сцепления относят или к ведущей части, соединенной с коленчатым валом двигателя, или к ведомой части, разобщаемой с ведущей при выключении сцепления. В зависимости от характера связи между ведущей и ведомой частями различают фрикционные, гидравлические и электромагнитные (порошковые) сцепления.

Наиболее распространены фрикционные сцепления, у которых крутящий момент передается с ведущей части на ведомую силами трения, действующими на поверхностях соприкосновения этих частей. У гидравлических сцеплений (гидромуфт) связь ведущей и ведомой частей осуществляется потоком жидкости, движущимся между этими частями, а у электромагнитных сцеплений – магнитным полем.

Крутящий момент передается через сцепления без преобразования – момент на ведущей части M_1 равен моменту на ведомой части M_2.

Фрикционное сцепление показано на рис. 85. К ведущей части относят маховик *3* двигателя, кожух *1* и нажимной диск *2*, к ведомой – ведомый диск *4*. Нажимной диск *2* соединен с кожухом *1* упругими пластинами *5* или какой-то другой подвижной связью. Это обеспе-

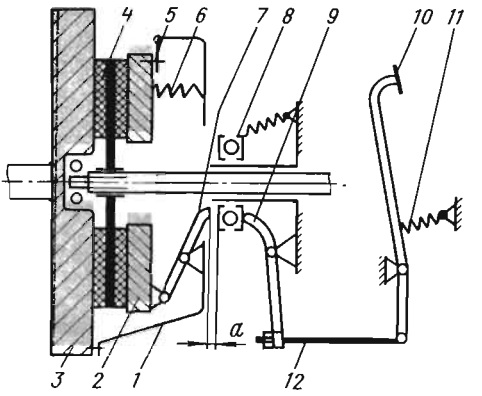


Рис. 85
Схема фрикционного сцепления

чивает передачу крутящего момента от кожуха на нажимной диск и перемещение нажимного диска *2* в осевом направлении при включении и выключении сцепления. Кроме того, во фрикционном сцеплении выделяют группу деталей, осуществляющих включение — выключение и привод сцепления.

Включение сцепления происходит под действием силы, создаваемой пружинами *6*, а выключение — в результате преодоления этой силы при повороте рычагов *7* (обычно их три или четыре) относительно точек их крепления к кожуху *1*. Рычаги *7* вращаются вместе с кожухом, поэтому для передачи на них воздействия от невращающихся деталей используется муфта выключения с выжимным подшипником *8*. Муфта перемещается вилкой *9*. К приводу сцепления относят педаль *10*, тягу *12*, пружину *11*, вилку *9*.

Если педаль *10* отпущена, то сцепление включено, так как ведомый диск *4* зажат между маховиком *3* и нажимным диском *2* усилием пружин *6*. Крутящий момент передается от ведущей части на ведомую через поверхности соприкосновения ведомого диска с маховиком и нажимным диском. При нажатии на педаль *10* сцепление выключается, так как муфта выключения с подшипником *8*, перемещаясь вдоль оси по направлению к маховику, поворачивает рычаги *7* и они отодвигают нажимной диск *2* от ведомого диска *4*.

Рассмотрим процесс трогания автомобиля с места. Выключив сцепление, включают необходимую для движения передачу в коробке передач. Если автомобиль стоит на месте, то при включении передачи ведомый диск сцепления соединяется через валы трансмиссии с неподвижными колесами автомобиля. Отпуская педаль, соединяют вращающийся маховик и нажимной диск с неподвижным ведомым диском. За счет сил трения на ведомый диск передается крутящий момент. Когда он станет достаточным для преодоления сил сопротивления движению, ведомый диск и колеса начнут вращаться, автомобиль тронется с места и начнет разгоняться.

При включении сцепления некоторое время происходит проскальзывание ведомого диска относительно прижимаемых к нему поверхностей маховика и нажимного диска, сопровождаемое выделением значительного количества теплоты. При этом частота вращения ведомого диска увеличивается, а частота вращения маховика обычно уменьшается. Чтобы избежать остановки двигателя, необходимо, плавно отпуская педаль сцепления, одновременно плавно нажимать на педаль подачи топлива, увеличивая момент на маховике и его частоту вращения.

Слишком медленное отпускание педали сцепления, хотя и обеспечивает очень плавное трогание автомобиля с места, но приводит к перегреву сцепления из-за длительного буксования. Автомобиль при этом разгоняется очень медленно. При слишком быстром отпускании педали сцепления очень резко нарастает передаваемый на колеса крутящий момент, что приводит к резкому трогании автомобиля с места. Следовательно, при включении сцепления плавность трогания автомобиля с места и интенсивность его разгона в начальной фазе в значительной степени зависят от мастерства водителя. Нагрузки и буксование при включении сцепления после переключения передач гораздо меньше, чем при трогании автомобиля с места.

С целью интенсификации отвода теплоты, выделяемой при включении сцепления, в кожухе и в картере выполняют отверстия для циркуляции воздуха. Большие массы маховика и нажимного диска также позволяют снизить температуру сцепления.

Для выключения сцепления необходимо, чтобы зазор с каждой стороны ведомого диска составлял 0,8 — 1 мм (перемещение нажимного диска 1,6 — 2 мм). Этому обычно соответствует рабочий ход педали, равный 70 — 130 мм. Полный ход педали сцепления (100 — 180 мм) составляет рабочий ход и свободный ход (30 — 50 мм). Наличие свободного хода гарантирует полное включение сцепления. Величина свободного хода педали определяется в основном

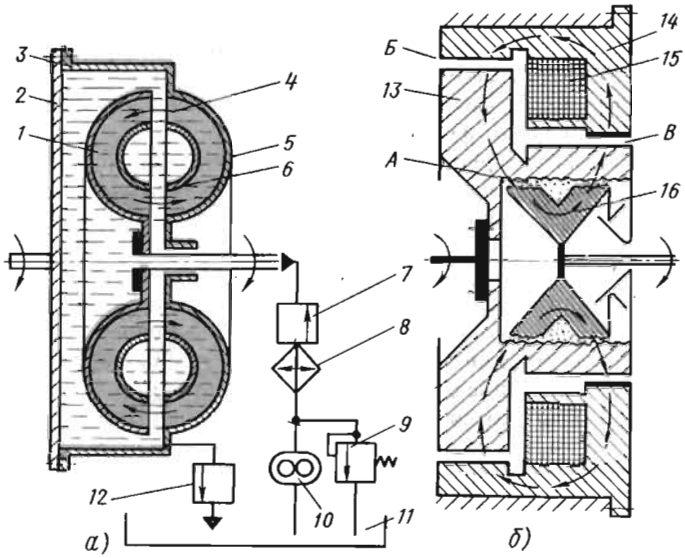


Рис. 86
Схемы сцеплений:
а — гидравлического; *б* — электромагнитного порошкового

зазором *а* между рычагами *7* выключения сцепления и подшипником *8*.

Фрикционные сцепления по числу ведомых дисков делят на однодисковые, двухдисковые и многодисковые. Для включения фрикционных сцеплений используют усилие одной центральной пружины или нескольких периферийных, а иногда давление жидкости, магнитное поле, центробежные силы.

Привод фрикционного сцепления может быть механическим, гидравлическим, электромагнитным. На большинстве отечественных легковых и грузовых автомобилей применены механические или гидравлические приводы. Электромагнитные приводы используют при автоматизации управления сцеплением главным образом на легковых автомобилях. Для облегчения управления сцеплением устанавливают механические (сервопружины), пневматические или вакуумные усилители.

Гидравлическое сцепление (гидромуфта) имеет ведущую и ведомую части. Ведущая часть состоит из насосного колеса *3* (рис. 86, *а*) и крышки *2*, которые образуют резервуар, заполненный рабочей жидкостью — маслом малой вязкости. Ведомой частью является турбинное колесо *1*. Насосное и турбинное колеса имеют лопасти *4*, которые установлены между наружным *5* и внутренним *6* торами и образуют совместно с ними межлопастные каналы для рабочей жидкости. Лопасти гидромуфт обычно выполняют плоскими радиальными. Турбинное колесо расположено предельно близко к насосному колесу.

Если двигатель работает, то насосное колесо вращается. Его лопасти, оказывая силовое воздействие на жидкость, находящуюся в межлопастных каналах, отбрасывают ее к периферии. Жидкость, выходя из межлопастных каналов насосного колеса, попадает в межлопастные каналы турбинного колеса. Пройдя их, она вновь попадает в межлопастные каналы насосного колеса. Образуется замкнутый кольцевой поток жидкости (на рис. 86, *а* показан стрелками), движущийся по межлопастным каналам с большой скоростью и одновременно вращающийся вместе с насосным (или турбинным) колесом. Жидкость, получив энергию от лопастей насосного колеса, переносит ее к турбинному колесу и, оказывая силовое воздействие на его лопасти, передает этому колесу крутящий момент. Чем быстрее вращается насосное колесо, тем больший крутя-

щий момент может передать гидромуфта.

При вращении лопастных колес для полного выключения гидромуфты необходимо удалить из нее жидкость, а для включения заполнить жидкостью. Для этого нужны клапаны *12* опорожнения, бак *11*, насос *10* питания с предохранительным клапаном *9*, клапаны *7* заполнения, а иногда радиатор *8* для охлаждения жидкости. Время включения и выключения такой гидромуфты велико.

В трансмиссии автомобилей гидромуфты применяют в качестве устройств, повышающих плавность трогания автомобиля с места, долговечность трансмиссии и двигателя и т. п. Их устанавливают совместно с фрикционным сцеплением, что позволяет не применять устройств для наполнения и опорожнения.

При неподвижном автомобиле и включенной передаче двигатель не останавливается, если в трансмиссии применена гидромуфта. В этом случае насосное колесо вращается, а турбинное неподвижно. При нажатии на педаль подачи топлива возрастает частота вращения насосного колеса, а следовательно, плавно увеличивается передаваемый гидромуфтой крутящий момент. Автомобиль плавно трогается с места.

Частота вращения турбинного колеса может стать больше, чем насосного, например, при движении под уклон. Тогда направление движения жидкости по кругу циркуляции меняется на обратное. Крутящий момент передается от турбинного колеса к насосному, и тем самым достигается торможение двигателем.

Электромагнитное порошковое сцепление имеет три основные части: неподвижный корпус *14* (рис. 86, *б*) с обмоткой возбуждения *15*, закрепленный в картере сцепления, ведущую часть *13*, соединенную с коленчатым валом двигателя, и ведомую часть *16*, передающую крутящий момент на ведущий вал коробки передач.

При прохождении электрического тока по обмотке возбуждения вокруг нее возникает замкнутый кольцевой магнитный поток (показан стрелками), который проходит через зазоры *А*, *Б* и *В*. Силовое взаимодействие деталей через магнитный поток, пересекающий зазоры, ничтожно мало, но оно возрастает во много раз, если их заполнить специальным железным порошком. Этим порошком заполнен зазор *А* между ведущей и ведомой частями сцепления. При прохождении магнитного потока через порошок его частицы концентрируются вдоль магнитных силовых линий, образуя «жесткие нити», соединяющие ведущую и ведомую части. При выключении электромагнита порошок вновь приобретает подвижность и сцепление выключается.

Автоматические и полуавтоматические сцепления обеспечивают автоматическое управление процессами выключения и включения. Сигнал на выключение и включение подается в полуавтоматических сцеплениях водителем при перемещении рычага переключения передач или нажатием на специальную кнопку. В автоматических сцеплениях сигнал поступает от системы автоматического управления сцеплением.

Конструкция сцеплений. *Однодисковые фрикционные* сцепления широко распространены на отечественных автомобилях. К маховику *1* (рис. 87) двигателя при помощи болтов присоединен стальной штампованный кожух *3* сцепления. Чугунный нажимной диск *2* соединен с кожухом четырьмя парами пружинных пластин *4*, передающих окружное усилие с кожуха на нажимной диск. Между кожухом и нажимным диском установлены пружины *5*. Каждая пружина центрируется выступами, выполненными на нажимном диске и кожухе. Между пружинами и нажимным диском размещены теплоизолирующие шайбы.

Четыре рычага *9* выключения сцепления при помощи осей с игольчатыми подшипниками соединены с нажимным диском и вилками *11*. Опорами вилок на кожухе служат сферические гайки, позволяющие вилкам совершать качательное движение при перемещении нажимного диска. При сборке сцепления

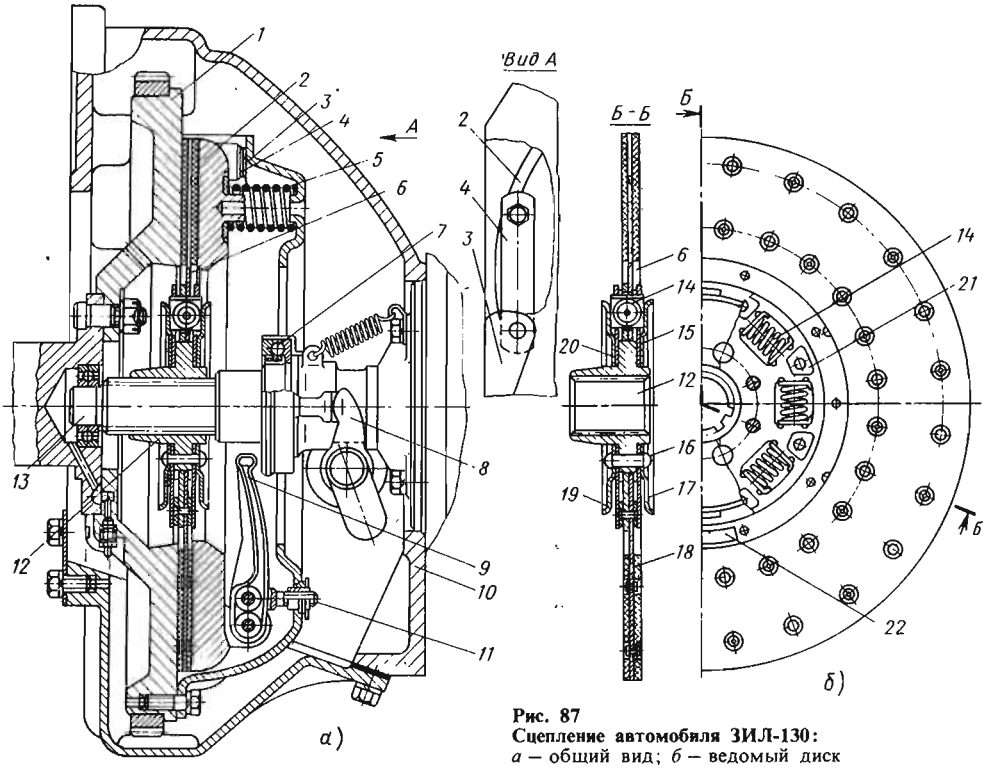


Рис. 87
Сцепление автомобиля ЗИЛ-130:
а — общий вид; *б* — ведомый диск

этими гайками регулируют положение рычагов выключения.

Муфта выключения сцепления снабжена упорным подшипником *7*, который имеет постоянный запас смазочного материала, не пополняемый в процессе эксплуатации. Вилка *8* поворачивается в картере *10* на втулках.

Пружинно-фрикционный гаситель крутильных колебаний (демпфер) установлен в ведомом диске *6* сцепления. К тонкому стальному диску *6* с обеих сторон приклепаны фрикционные накладки *18* из прессованной металлоасбестовой композиции. Диск соединен со ступицей *12*, установленной на ведущем валу *13* коробки передач, восемью пружинами *14* гасителя крутильных колебаний. Пружины размещены в совмещенных окнах дисков *15* и *20* и фланца ступицы с предварительным сжатием. Диски *15* и *20* присоединены заклепками *16* с обеих сторон к ступице вместе с маслоотражателями *17* и *19* и прижаты к сухарям *21*, закрепленным на диске *6*.

Гаситель крутильных колебаний предохраняет трансмиссию от крутильных колебаний, возникающих в результате пульсации крутящего момента двигателя. При колебаниях крутящего момента пружины гасителя позволяют диску перемещаться относительно ступицы. Они сжимаются при увеличении крутящего момента и разжимаются при уменьшении. При этом происходит трение дисков *15* и *20* о сухари *21* и энергия крутильных колебаний превращается в теплоту. В целом гаситель крутильных колебаний повышает долговечность трансмиссии, особенно зубчатых колес и карданных валов. Кроме того, он повышает плавность включения сцепления.

В однодисковом сцеплении, показанном на рис. 88, *а*, применена центральная диафрагменная пружина *7*. В свободном состоянии она имеет вид усеченного конуса с радиальными прорезями, идущими от ее внутреннего края. Диафрагменная пружина *7* с помощью

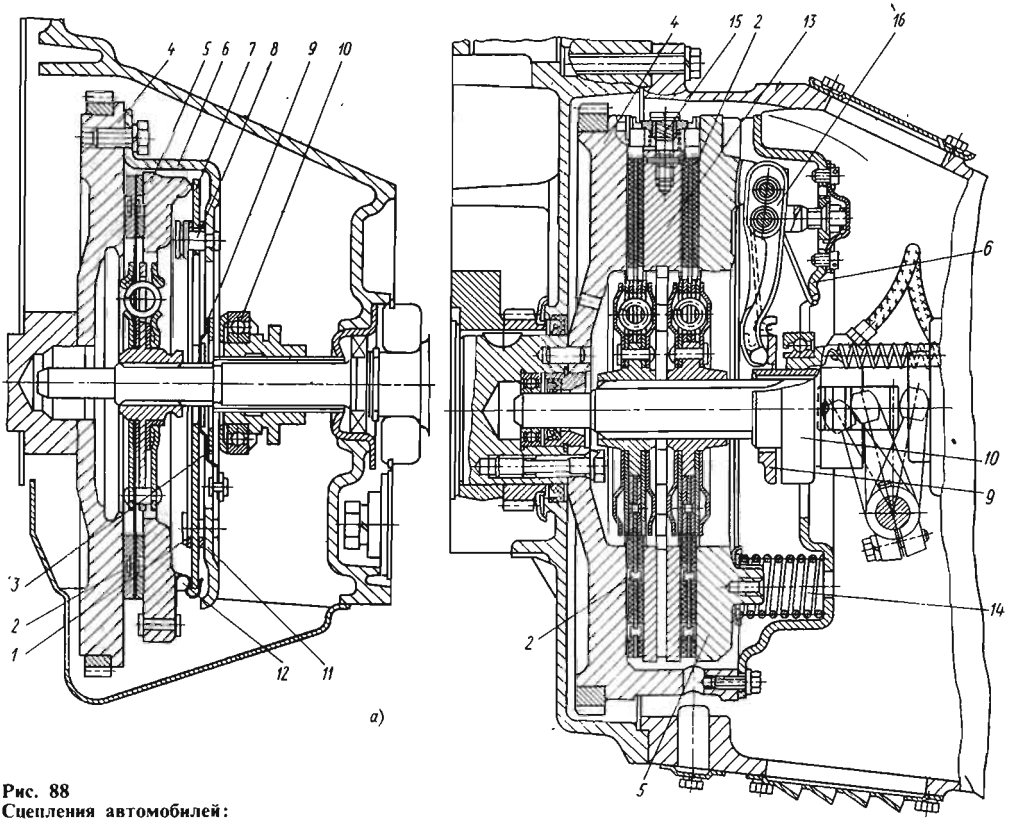


Рис. 88
Сцепления автомобилей:
а – ВАЗ-2101; *б* – КамАЗ-5320

заклепок *8* и двух опорных колец *1* и *11* закреплена на кожухе *6* сцепления. При этом наружный край диафрагменной пружины, соприкасающийся с нажимным диском *5*, передает усилие от пружины на диск *5*.

При нажатии на педаль подшипник *10* упирается во фрикционное кольцо *9*, прижимает упорный фланец *3* к внутреннему краю пружины и перемещает его в сторону маховика *4*. Пружина выгибается в обратную сторону, ее наружный край фиксаторами *12* отводит нажимной диск *5* от ведомого диска *2*, и сцепление выключается.

Двухдисковое сцепление (рис. 88, *б*) имеет следующие детали, относящиеся к ведущей части: маховик *4*, средний ведущий диск *13*, нажимной диск *5* и кожух *6*. К ведомой части относятся два ведомых диска *2* с гасителями крутильных колебаний. Усилие, сжимающее диски, создается нажимными пружинами *14*. Момент от двигателя передается посредством четырех пазов на маховике, в которые входят выступы дисков *13* и *5*, перемещающиеся в осевом направлении относительно маховика при включении и выключении сцепления.

На среднем ведущем диске *13* установлен рычажный механизм *15*. Его пружина поворачивает Z-образный рычаг при выключении сцепления, а рычаг, упираясь своими концами в маховик *4* и нажимной диск *5*, обеспечивает расположение среднего ведущего диска *13* на одинаковом расстоянии от маховика и нажимного диска. Рычаги выключения *16* соединены с упорным кольцом *9*, в которое при выключении сцепления упирается наружная обойма подшипника *10* муфты выключения сцепления.

Основные вращающиеся детали сцеплений подвергают статической балан-

сировке. Кроме того, сцепление балансируют в сборе с маховиком и коленчатым валом двигателя. Точность балансировки зависит от размеров сцепления и быстроходности двигателя. Нажимной диск в сборе с кожухом балансируют высверливанием металла из его бобышек, ведомый диск – установкой на него балансировочных пластин *22* (см. рис. 87). При снятии сцепления с маховика необходимо отметить их взаимное положение, чтобы при последующей сборке не нарушать их совместной балансировки.

Механический привод сцепления применяется обычно при размещении педали вблизи от сцепления. Рычаг *6* (рис. 89), укрепленный на валу вилки *7* выключения сцепления, соединен тягой *3* с рычагом *2* педали *1*. Вилка воздействует на муфту с упорным подшипником *8*. При включенном сцеплении между подшипником и упорным кольцом *9* рычагов выключения имеется зазор *а*. Сервопружина *10* механического усилителя удерживает детали привода в исходном положении, при котором педаль упирается в пол кабины или в ограничитель хода. В начале хода педали сервопружина противодействует ее перемещению. Когда ось сервопружины окажется ниже оси педали, усилие сервопружины будет способствовать выключению сцепления. Сервопружина снижает максимальное усилие на педали на 20–40 %.

Гидравлический привод сцепления обеспечивает передачу усилия от педали к вилке выключения сцепления через жидкость, находящуюся в главном цилиндре *3* (рис. 90), исполнительном цилиндре *10* и соединяющем их трубопроводе *11*. Полость главного цилиндра

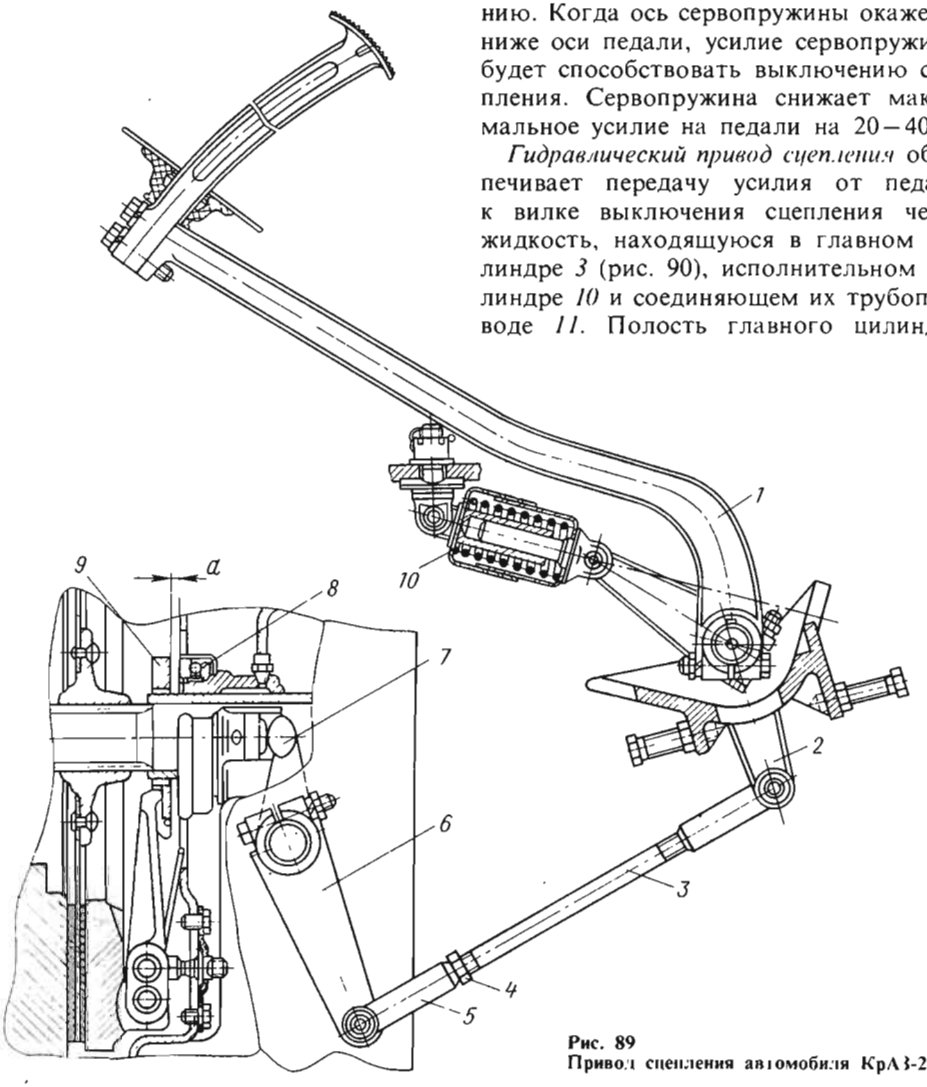


Рис. 89
Привод сцепления автомобиля КрАЗ-255Б

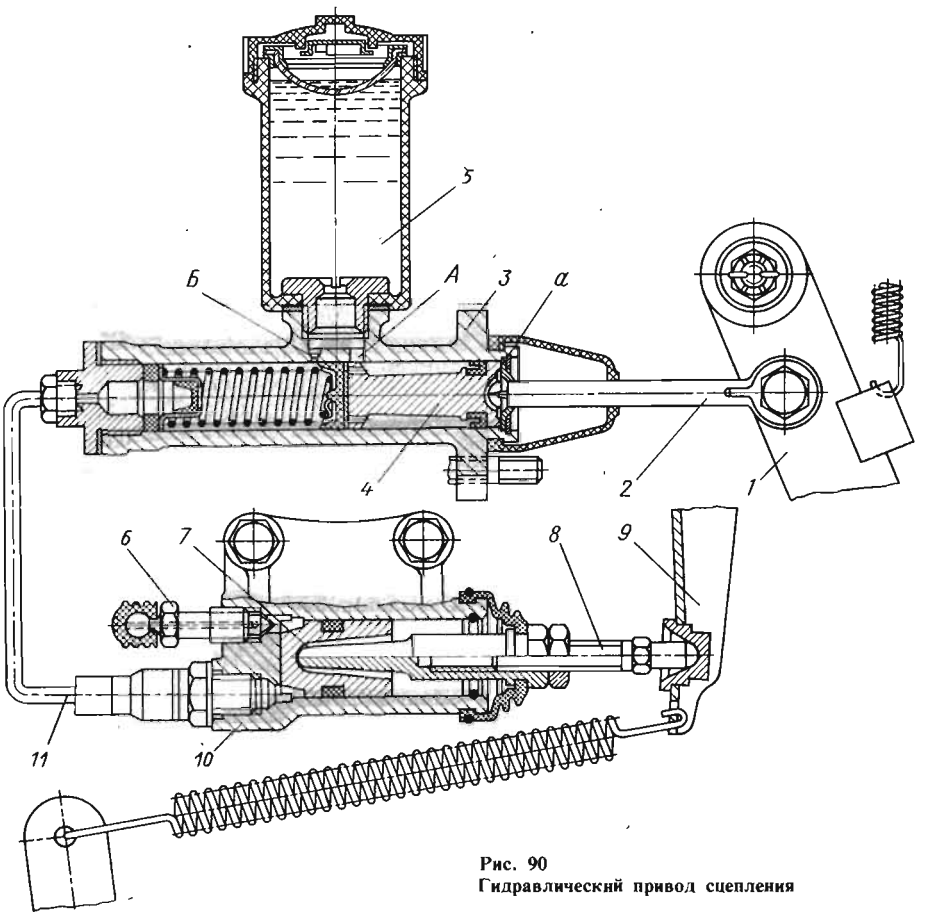


Рис. 90
Гидравлический привод сцепления

сообщается с бачком *5* через перепускное *А* и компенсационное *Б* отверстия.

При нажатии на педаль *1* сцепления поршень *4* главного цилиндра перемещается справа налево и после перекрытия компенсационного отверстия *Б* вытесняет жидкость через трубопровод в исполнительный цилиндр. Поршень *7* цилиндра через шток *8* поворачивает вилку *9* выключения сцепления. Усилие, создаваемое на педали, преобразуется в давление жидкости в главном цилиндре и через жидкость передается на вилку выключения сцепления.

При отпускании педали детали возвращаются в исходное положение, сцепление включается и давление жидкости в трубопроводе и цилиндрах уменьшается до атмосферного.

При резком отпускании педали в главном цилиндре может возникнуть разрежение, если жидкость, поступая из трубопровода, не успеет заполнить освобождающееся слева от поршня *4* пространство. Тогда часть жидкости из бачка через перепускное отверстие *А*, отжимая края уплотнительной манжеты и поршня *4*, поступает в пространство слева от поршня. Тем самым устраняется опасность появления паров жидкости из-за разрежения. По мере поступления жидкости по трубопроводу избыточная жидкость вытекает из главного цилиндра через компенсационное отверстие *Б* обратно в бачок *5*.

В исполнительном цилиндре имеется клапан *6* для выпуска воздуха при прокачивании гидросистемы во время технического обслуживания.

Пневматический усилитель (рис. 91), установленный в гидравлическом приводе сцепления, состоит из трех основных частей: источника энергии (в данном случае компрессора и ресиверов со сжатым воздухом), исполнительного механизма – исполнительного цилиндра *13* и распределительного устройства *6*, управляющего работой цилиндра *13*.

Корпус пневмоусилителя выполнен из двух частей *12* и *18*, между которыми установлена мембрана *10* следящего устройства. К последнему относятся также поршень *3*, клапан *4*, седло 5, выпускной *7* и впускной *8* клапаны.

Исполнительный цилиндр *16* гидравлического привода встроен в корпус пневмоусилителя. Жидкость от главного цилиндра, шток которого соединен с педалью сцепления, подводится в исполнительный цилиндр с комбинированным уплотнением *2* и к торцу поршня *3* через отверстие *14*. Сжатый воздух подводится к клапану *8* через отверстие *9*. Когда педаль отпущена, клапан *8* закрыт, а клапан *7* открыт.

При нажатии на педаль сцепления давление жидкости передается на поршень *17* и от него на толкатель *1* вилки выключения сцепления. Одновременно давление жидкости воспринимается поршнем *3*, который через седло *5* закрывает выпускной клапан *7* и открывает впускной клапан *8*. Давление воздуха справа от поршня *11* устанавливается пропорционально усилию на педали. Усилие от поршня *11* через шток *15* передается на поршень *17*. Поэтому сила на толкателе *1*, двигающая его влево и тем самым обеспечивающая выключение сцепления, складывается из двух составляющих: силы от давления жидкости в цилиндре *16*, пропорционального усилию на педали, и силы от давления воздуха в исполнительном цилиндре *13*. Последняя также пропорциональна усилию на педали.

Клапан *4* позволяет сжатому воздуху выходить из пневмоусилителя, когда открывается клапан *7*, предохраняя пневмоусилитель от попадания снаружи пыли, грязи, влаги.

Электровакуумное управление сцеплением, применяемое на некоторых легковых автомобилях (рис. 92), встроено в гидравлический привод сцепления, который включает в себя педаль *2*, главный цилиндр *3* с бачком *1*, исполнительный цилиндр *4* и трубопроводы. Электровакуумное управление состоит из сервокамеры *8*, электромагнита *7* с блоком автоматики *17* и выключателем *16*, а также управляющего гидроцилиндра *9*.

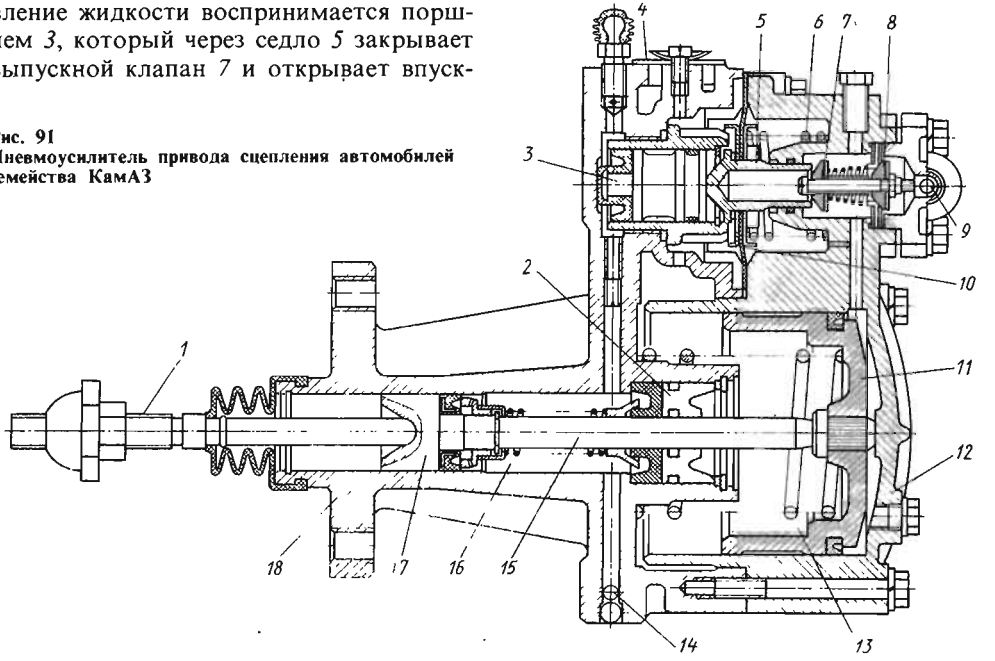


Рис. 91
Пневмоусилитель привода сцепления автомобилей семейства КамАЗ

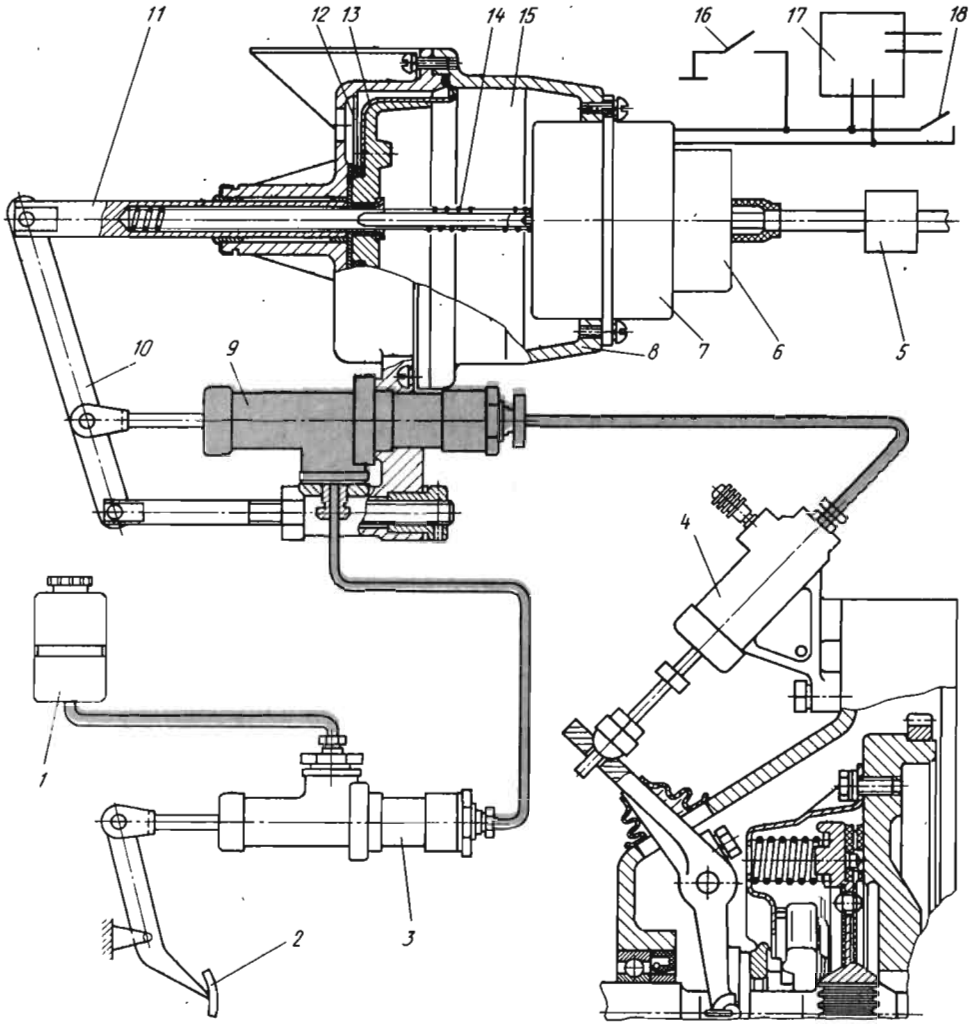


Рис. 92
Электровакуумный привод сцепления автомобиля ЗАЗ-968МР

Уплотняющая мембрана *13* с поршнем разделяет сервокамеру на две полости: атмосферного давления *12* и регулируемого давления *15*. Полость *15* через клапан *6* и обратный клапан *5* может соединяться с впускным коллектором двигателя. Электромагнит *7*, воздействуя на клапан *6* с помощью блока автоматики *17*, осуществляет автоматическое управление процессом включения сцепления через шток *11*, рычаг *10* и поршень управляющего гидроцилиндра *9*. Поршень последнего, управляя постепенным перетеканием жидкости из исполнительного цилиндра *4* в управляющий гидроцилиндр *9*, обеспечивает плавное включение сцепления. Сигнал на включение и выключение подается водителем нажатием на кнопку выключателя *16*, установленную на рычаге переключения передач или на щитке приборов.

Между штоком *11* и якорем электромагнита расположены две пружины *14*. По мере втягивания штока *11* внутрь камеры происходит сжатие этих пружин и возрастает сила их воздействия на якорь электромагнита. Пока усилие,

развиваемое электромагнитом, больше усилия пружин *14*, его якорь, соединенный с подвижным седлом клапана *6*, смещен в сторону поршня, вследствие чего полость *15* регулируемого давления сервокамеры перестает сообщаться с атмосферой и соединяется через отверстие в клапане *6* и обратный клапан *5* с впускным коллектором двигателя. Если же усилие пружин *14* превысит усилие, развиваемое электромагнитом, то его якорь смещается в сторону клапана. При этом полость *15* сообщается с атмосферой.

Усилие, развиваемое электромагнитом, зависит от силы тока, проходящего через его обмотку. Сила тока с помощью блока автоматики *17* уменьшается по мере повышения частоты вращения коленчатого вала двигателя. Чем меньше сила тока в обмотке электромагнита, тем при меньшем сжатии пружин *14* достигается равенство их усилия усилию, развиваемому электромагнитом. С другой стороны, усилие пружин *14* уменьшается по мере выхода штока *11* из сервокамеры. Поэтому по мере возрастания частоты вращения коленчатого вала двигателя шток *11* постепенно выдвигается из сервокамеры, за счет чего осуществляется постепенное прижатие ведомого диска к маховику двигателя и тем самым обеспечивается плавное включение сцепления.

При оборудовании автомобиля электровакуумным управлением сохраняется возможность управления сцеплением и обычным способом – с помощью педали *2* сцепления, воздействующей на главный цилиндр *3*, связанный с бачком *1*. Для этого только необходимо с помощью имеющегося выключателя *18* отключить блок автоматики.

Все узлы электровакуумного управления являются навесными, не имеют механической связи с серийными агрегатами и поэтому могут располагаться в любом месте автомобиля без изменения конструкции серийных агрегатов. При использовании электровакуумного управления обеспечивается полуавтоматическое включение сцепления.

Регулировка свободного хода педали сцепления необходима вследствие изнашивания поверхностей трения, в результате чего зазор между рычагами и подшипником выключения, а следовательно, и свободный ход педали сцепления уменьшается. Если зазор исчезнет и рычаги включения упрутся в подшипник муфты, то усилие, сжимающее диски, и момент, передаваемый сцеплением, уменьшаются, так как сцепление полностью не выключается. При этом ведомые диски сцепления пробуксовывают относительно ведущих. Длительная эксплуатация автомобиля при пробуксовывании сцепления приводит к интенсивному изнашиванию фрикционных накладок ведомых дисков, их короблению из-за сильного нагрева, преждевременному износу подшипника муфты выключения сцепления. При чрезмерном увеличении зазора и соответственно свободного хода педали сцепление выключается не полностью.

Размер зазора между подшипником муфты и рычагами выключения при механическом приводе оценивают по свободному ходу педали сцепления. Зазор регулируют изменением длины тяги *3* (см. рис. 89), ввертывая в нее вилку *5*, после чего затягивают контргайку *4*.

Свободный ход педали сцепления при гидроприводе определяется зазором между подшипником муфты и рычагами выключения, зазором *а* (см. рис. 90) между поршнем и штоком поршня главного цилиндра и диаметром компенсационного отверстия *Б*. Первый зазор проверяют по свободному ходу штока *8* и регулируют изменением его длины. Этот зазор определяет большую часть свободного хода педали. Меньшую часть свободного хода педали сцепления определяет зазор *а* между штоком и поршнем главного цилиндра, который регулируют изменением длины штока *2*.

В приводе сцепления автомобиля ГАЗ-3102 пружина, прижимающая вилку *9* (см. рис. 90) к штоку *8*, заменена пружиной, установленной в исполнительном цилиндре *10* и прижимающей шток *8* к вилке *9*. Поэтому в сцеплении ГАЗ-3102 нет зазора между подшипником муфты и упорным кольцом. Такой

привод сцепления не требует регулировок в эксплуатации, и шток *8* не имеет регулировочных гаек. Компенсация износа накладок ведомого диска осуществляется автоматически смещением поршня в исполнительном цилиндре *10* при помощи установленной в нем пружины.

§ 21. Коробка передач

Назначение и основные типы коробок передач. Коробка передач предназначена для изменения сил тяги на ведущих колесах и скоростей движения автомобиля путем увеличения или уменьшения передаточного числа. Кроме того, коробка передач позволяет осуществить движение автомобиля задним ходом и разобщить коленчатый вал двигателя от ведущих колес на продолжительное время, необходимое при работе двигателя на стоянке или при движении накатом.

Передаточное число коробки передач равно отношению частот вращения ее ведущего и ведомого валов. Необходимость изменения передаточного числа определяется тем, что сопротивление движению автомобиля, зависящее от дорожных условий, меняется в широком диапазоне, а крутящий момент поршневого двигателя при максимальной подаче топлива – всего на 10–30%. Для быстрого разгона при трогании автомобиля с места и для преодоления значительных сил сопротивления движению, например при движении на подъеме, нужно увеличить силу тяги в несколько раз по сравнению с тем значением, которое соответствует максимальному моменту двигателя. Такое увеличение силы тяги обеспечивают изменением передаточного числа.

В зависимости от характера изменения передаточного числа различают коробки передач ступенчатые, бесступенчатые и комбинированные. По характеру связи между ведущим и ведомым валами коробки передач делят на механические, гидравлические, электрические, комбинированные, а по способу управления – на автоматические и неавтоматические. Ступенчатые коробки передач различают по числу передач переднего хода (четырехступенчатые, пятиступенчатые и т. д.).

Ступенчатые механические коробки передач с зубчатыми механизмами наиболее распространены в настоящее время. Число изменяемых передаточных чисел (передач) в таких коробках передач обычно равно четырем-пяти, а иногда восьми и более. Чем больше число передач, тем лучше используется мощность двигателя и выше топливная экономичность, однако при этом усложняется конструкция коробки передач и затрудняется выбор передачи, оптимальной для данных условий движения.

Зубчатые механизмы автомобильных коробок передач состоят обычно из цилиндрических зубчатых колес и выполняются или с неподвижными геометрическими осями зубчатых колес, или планетарными (геометрические оси некоторых зубчатых колес могут вращаться вокруг общей оси механизма). Из двух находящихся в зацеплении зубчатых колес меньшее называют шестерней, большее – колесом.

Рассмотрим схему (рис. 93) трехвальной соосной ступенчатой коробки передач с неподвижными осями зубчатых колес. Ведущий *1*, ведомый *8* и промежуточный *15* валы установлены в картере *16* на подшипниках, причем ведомый и ведущий валы соосны. На ведомом валу жестко закреплена шестерня *2*, находящаяся в зацеплении с колесом *14*

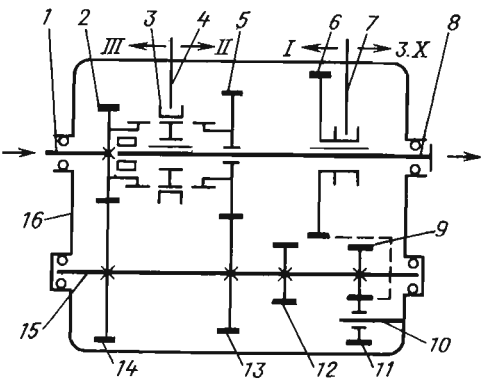


Рис. 93
Схема трехступенчатой коробки передач

промежуточного вала. Другие шестерни *9*, *12* и *13* также жестко закреплены на промежуточном валу. Колесо-каретка *6* ведомого вала соединено с валом шлицами так, что его можно смещать вдоль вала. Также возможно перемещение вдоль вала зубчатой муфты *3*, установленной на ведомом валу. Колесо *5* установлено на этом валу свободно.

Для включения первой передачи колесо-каретку *6* смещают вилкой *7* вдоль вала и вводят в зацепление с шестерней *12*. Крутящий момент с ведущего вала передается на ведомый последовательно через зубчатые колеса *2*, *14*, *12* и *6*. Если обозначить число зубьев через z, то передаточное число этой передачи будет

$$u_{\mathrm{I}} = (z_{14}/z_2)(z_6/z_{12}).$$

Вторую передачу включают перемещением зубчатой муфты *3* вилкой *4* вправо до соединения зубьев муфты с зубчатым венцом, выполненным как одно целое с колесом *5*. При этом колесо *5* жестко соединяется с ведомым валом, крутящий момент на который последовательно передается от ведущего вала через зубчатые колеса *2*, *14*, *13* и *5*. Передаточное число второй передачи

$$u_{\mathrm{II}} = (z_{14}/z_2)(z_5/z_{13})$$

меньше, чем первой передачи.

Третью передачу включают перемещением зубчатой муфты *3* влево для соединения ее зубьев с зубчатым венцом шестерни *2*. Крутящий момент с ведущего вала передается непосредственно на ведомый. В этом случае крутящий момент в коробке передач не изменяется. Такая передача называется прямой. Ее передаточное число равно 1. Наличие прямой передачи является характерной особенностью коробки передач, выполненной по трехвальной схеме. Движение автомобиля происходит в основном на прямой передаче. Низшие передачи служат для разгона автомобиля или движения в тяжелых дорожных условиях, требующих преодоления больших сил сопротивления движению.

Передача заднего хода включается перемещением в крайнее правое положение колеса каретки *6*, зубья которого входят в зацепление с зубьями шестерни *11*, установленной на оси *10*. Момент от ведущего вала на ведомый передается последовательно через зубчатые колеса *2*, *14*, *9*, *11* и *6*. Ведомый вал вращается в противоположном направлении по отношению к ведущему валу.

Зубчатые колеса-каретки и каретки зубчатых муфт перемещают с помощью механизма переключения передвижением рычага переключения, который обычно расположен на полу, а иногда на рулевой колонке или на щитке приборов.

Каждое переключение передач происходит при выключенном сцеплении. В это время крутящий момент от двигателя не передается на ведущие колеса, т. е. переключение происходит с разрывом силового потока. Время переключения обычно составляет 1—2 с, но и за столь малое время при большом сопротивлении движению скорость автомобиля может существенно уменьшиться. В некоторых коробках передач вместо зубчатых колес-кареток и зубчатых муфт применяют для переключения передач фрикционы (многодисковые фрикционные сцепления), которые могут обеспечить переключение передач без разрыва силового потока. Это осуществляется благодаря тому, что включение фрикциона включаемой передачи происходит одновременно с выключением фрикциона выключаемой передачи. Применение фрикционного переключения позволяет исключить из трансмиссии сцепление.

Применение зубчатых колес-кареток упрощает конструкцию коробки передач, но при этом в момент включения торцы зубьев подвергаются ударной нагрузке, причем удар сосредоточен на одном зубе. При использовании для включения зубчатой муфты зубчатые колеса находятся в постоянном зацеплении. Их можно выполнить косозубыми, что позволяет снизить шум при работе и изнашивание, а ударная нагрузка в этом случае распределяется на все зубья зубчатой муфты. Кроме того, для безударного включения зубчатых муфт и сокращения времени переключения применяют синхронизаторы. Синхрони-

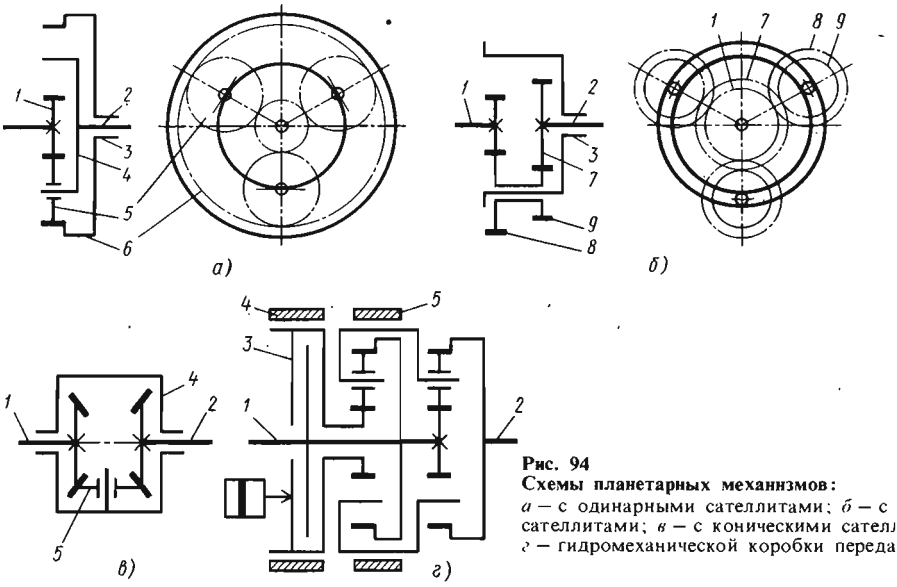


Рис. 94
Схемы планетарных механизмов:
а – с одинарными сателлитами; *б* – с двойными сателлитами; *в* – с коническими сателлитами; *г* – гидромеханической коробки передач ЗИЛ-114

затор уравнивает (с помощью поверхностей трения) скорости соединяемых деталей, не позволяя (с помощью блокирующего устройства) зубьям двух частей зубчатой муфты войти в соприкосновение до тех пор, пока частоты вращения соединяемых деталей не станут равными, после чего включается зубчатая муфта.

В механизмах переключения ступенчатых коробок передач применяют вспомогательные устройства: 1) фиксаторы – для фиксации включенного или выключенного положения, что устраняет возможность самопроизвольного выключения или включения передач при движении автомобиля; 2) устройство, затрудняющее включение передачи заднего хода, – для предупреждения ошибочного включения заднего хода при движении передним ходом; 3) блокирующее устройство (замок) – для предотвращения одновременного включения двух передач.

Таким образом, в коробке передач происходит преобразование крутящего момента, в результате которого крутящий момент на ведомом валу M_2 больше, чем на ведущем M_1. Картер коробки передач воспринимает реактивный момент M_3, равный разности (в некоторых случаях сумме) моментов M_2 и M_1, т. е. $M_1 + M_2 + M_3 = 0$.

Планетарные (**с подвижными осями некоторых зубчатых колес**) *механизмы* применяют часто в гидромеханических коробках передач. Зубчатое колесо, называемое солнечным (рис. 94, *а*), трехвального планетарного механизма, состоящего из цилиндрических зубчатых колес, установлено на валу *1*. С ним входят в зацепление несколько зубчатых колес *5*, называемых сателлитами, оси которых соединены водилом *4*, установленным на валу *2*. Сателлиты входят также в зацепление с зубчатым колесом *6*, имеющим внутренние зубья и называемым коронным. Оно закреплено на валу *2*.

Если один вал (любой из трех) будет ведущим, другой – ведомым, а третий неподвижным, воспринимающим реактивный момент, то планетарный механизм превращается в планетарный редуктор с определенным передаточным числом. Если соединены между собой любые два вала планетарного механизма, то он оказывается заблокированным: все валы будут вращаться как одно целое (прямая передача).

На рис. 94, *б* показан трехвальный планетарный механизм со сдвоенными

сателлитами, имеющий только внешнее зубчатое зацепление цилиндрических зубчатых колес. В этом механизме колесо *7* (больших размеров) условно называют коронным, а соосную шестерню меньших размеров – солнечной. Первое установлено на валу *2*, а вторая – на валу *1*. На валу *3* закреплено водило. Сателлиты представляют собой блок зубчатых колес *8* и *9*.

На рис. 94, *в* дана схема трехвального планетарного механизма с коническими зубчатыми колесами. Шестерня *5* – сателлит, ее ось закреплена на водиле *4*.

На рис. 94, *г* дана схема планетарного механизма двухступенчатой гидромеханической коробки передач, состоящего из двух одинаковых трехвальных механизмов. Крутящий момент передается с вала *1* на ведомый вал *2* при включении одного из фрикционов: *4* – первая передача, *3* – вторая (прямая) передача, *5* – передача заднего хода.

Крутящие моменты на валах *1*, *2* и *3* планетарных механизмов (без учета потерь) находятся в соотношении

$$M_1 : M_2 : M_3 = 1 : \alpha : -(1 + \alpha),$$

где α – передаточное число планетарного механизма при остановленном водиле, взятое с обратным знаком, причем $\alpha = z_6/z_1 = 1{,}4 \div 5$ (см. рис. 94, *а*); $\alpha = (z_8/z_1)(z_7/z_9) = -(1 \div 8)$ (см. рис. 94, *б*); $\alpha = 1$ (см. рис. 94, *в*). Кроме того, $M_1 + M_2 + M_3 = 0$.

Угловые скорости валов связаны зависимостью

$$\omega_1 + \alpha\omega_2 - (1 + \alpha)\omega_3 = 0.$$

Достоинствами планетарных коробок передач по сравнению с коробками передач, имеющими неподвижные оси зубчатых колес, являются возможность получения больших передаточных чисел при небольшом числе зубчатых колес, а также меньшие масса и габаритные размеры. Однако планетарные коробки передач имеют более высокую стоимость.

Дополнительные коробки передач (делитель, демультипликатор) обычно двухступенчатые, часто применяют на автомобилях-тягачах, присоединяя их к основной коробке передач. На автомобилях повышенной проходимости применяют демультипликаторы, совмещенные с раздаточной коробкой.

Делитель имеет соотношение передаточных чисел около 1,2–1,3. Облегченное переключение позволяет использовать делитель на каждой передаче основной коробки передач. У демультипликатора автомобиля-тягача соотношение передаточных чисел 3 и более и обычно равно силовому диапазону (отношению передаточных чисел низшей и высшей передач) основной коробки передач. Движение автомобиля начинается при включенной низшей передаче в демультипликаторе. Разгон происходит с переключением передач только в основной коробке. При определенной скорости включают высшую передачу в демультипликаторе и низшую в основной коробке передач. Затем разгон продолжается также с переключением передач только в основной коробке. У автомобилей повышенной проходимости низшую передачу демультипликатора обычно используют для движения по бездорожью, а высшую – по дорогам с твердым покрытием.

Картер *9* (рис. 95, *а*) делителя присоединен спереди к картеру основной коробки передач. На ведущем валу *8* делителя имеется зубчатая муфта *2* и свободно вращается шестерня *1*, находящаяся в зацеплении с колесом *6*. Вал

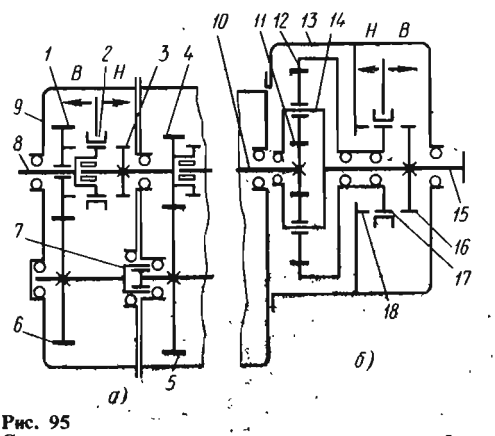


Рис. 95
Схемы двухступенчатых дополнительных коробок передач:
а – делитель; *б* – демультипликатор

колеса *6* имеет шлицевое соединение *7* с промежуточным валом основной коробки передач.

Для включения низшей передачи *Н* делителя зубчатую муфту *2* перемещают вправо, соединяя ее с зубчатым венцом *3* ведущего вала основной коробки передач. При этом крутящий момент передается от вала *8* на ведущий вал основной коробки передач без изменения. Для включения высшей передачи *В* делителя зубчатую муфту *2* перемещают влево, соединяя ее с зубчатым венцом шестерни *1*. При этом крутящий момент передается от вала *8* через зубчатую пару *1* и *6* делителя и шлицевое соединение *7* на промежуточный вал основной коробки передач. Передаточное число зубчатой пары *1* и *6* делителя меньше, чем передаточное число зубчатой пары *4* и *5* постоянного зацепления основной коробки передач.

Картер *13* (рис. 95, *б*) демультипликатора присоединен сзади к картеру основной коробки передач. На ведомом валу *10* основной коробки передач установлена солнечная шестерня *11* планетарного механизма демультипликатора. Водило *14* соединено с ведомым валом *15* демультипликатора, на котором имеется зубчатый венец *16*. Коронное колесо *12* соединено с зубчатым венцом *17*.

Для включения низшей передачи *Н* демультипликатора его зубчатую муфту перемещают влево, соединяя зубчатый венец *17* с зубчатым венцом *18*, закрепленным на картере *13*. При этом коронное колесо *12* остановлено и крутящий момент передается от солнечной шестерни *11* на ведомый вал *15* через сателлиты и водило *14*. Для включения высшей передачи *В* демультипликатора его зубчатую муфту перемещают вправо, соединяя зубчатые венцы *16* и *17*. При этом планетарный механизм заблокирован. Передаточное число демультипликатора в этом случае равно единице.

Бесступенчатые коробки передач. Применение таких коробок передач позволяет получить в некотором ограниченном диапазоне любое передаточное число. Бесступенчатые коробки передач могут быть механическими (импульсными, фрикционными и т. п.), гидравлическими (гидродинамическими, гидрообъемными), электрическими, комбинированными. Наиболее распространены комбинированные гидромеханические коробки передач, состоящие из гидродинамической бесступенчатой передачи (гидротрансформатора) и последовательно присоединенной к ней механической ступенчатой коробки передач.

Гидротрансформатор (рис. 96, *а*) состоит из лопастных колес. В отличие от гидромуфты у гидротрансформатора кроме ведущего (насосного) *1* и ведомого (турбинного) *2* колес есть неподвижное лопастное колесо – реактор *3*, воспринимающее реактивный момент.

Каждое лопастное колесо закреплено на своем валу. Сумма всех внешних крутящих моментов на валах

$$M_н + M_р + M_т = 0,$$

где $M_р$, $M_н$ и $M_т$ – соответственно моменты на валах реактора, насосного и турбинного колес.

Рассмотрим процесс возникновения крутящих моментов на лопастных колесах гидротрансформатора и выясним, почему момент на турбинном колесе равен сумме моментов на насосном колесе и реакторе, а также почему момент на турбинном колесе уменьшается с увеличением частоты его вращения.

При работающем двигателе воздействие лопастей насосного колеса на жидкость заставляет ее не только вращаться вместе с ним, но и перемещаться вдоль лопастей по направлению от входа к выходу. Выйдя из насосного колеса, поток жидкости проходит через турбинное колесо, затем через реактор и возвращается к входу в насосное колесо – образуется замкнутый круг циркуляции. При этом насосное колесо передает энергию потоку жидкости, а он – турбинному колесу. Величина передаваемой потоком энергии и силового воздействия на лопасти зависит от величины и направления абсолютной скорости жидкости.

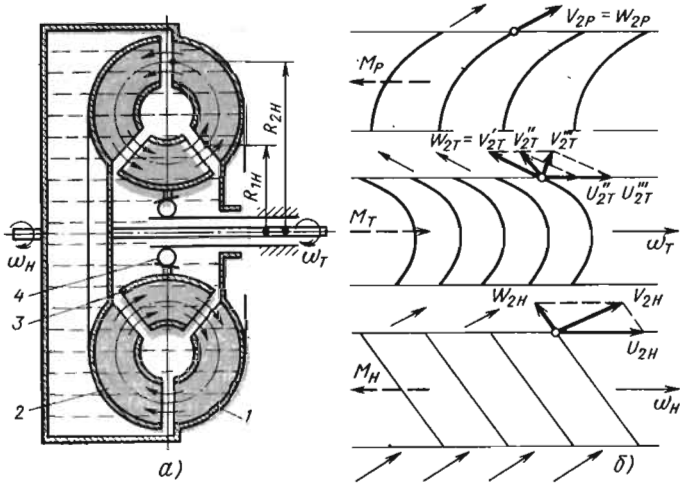


Рис. 96
Гидротрансформатор:
а — схема; *б* — развертка лопастей

На рис. 96, *б* приведены развертки лопастей по средней струйке круга циркуляции, обозначенной штрихпунктирной линией. Поток жидкости выходит из любого лопастного колеса по направлению абсолютной скорости v. Абсолютная скорость v жидкости в любой точке равна геометрической сумме окружной скорости u, с которой вращается данная точка вместе с лопастным колесом, и относительной скорости w, с которой жидкость движется вдоль лопастей.

Силовое воздействие потока на лопасти каждого из лопастных колес складывается из двух сил: активной силы, с которой поток воздействует на лопастное колесо при входе в него, и реактивной силы, с которой поток воздействует на лопастное колесо при выходе из него. Направление силы на входе любого лопастного колеса соответствует направлению абсолютной скорости на выходе из предыдущего лопастного колеса. Направление силы на выходе обратно направлению абсолютной скорости на выходе из данного лопастного колеса. Поэтому лопасти турбинного колеса делают выпуклыми в сторону направления вращения насосного колеса, а лопасти реактора — выпуклыми в обратную сторону. При такой форме лопастей на турбинном колесе от воздействия потока жидкости возникает крутящий момент $M_т$ (рис. 96, *б*), стремящийся вращать его в направлении вращения насосного колеса, а на реакторе момент $M_р$, стремящийся вращать его в противоположном направлении. Проходящая через насосное колесо жидкость при любой форме его лопастей оказывает сопротивление вращению насосного колеса. Поэтому крутящие моменты на насосном колесе и реакторе направлены в одну и ту же сторону, т. е. $M_н + M_р = M_т$, и обеспечивают увеличение крутящего момента на турбинном колесе в $M_т/M_н = K$ раз.

Момент $M_р$ складывается с моментом $M_н$. Если исключить реактор из гидротрансформатора, тогда его режим работы будет соответствовать гидромуфте. При этом поток жидкости на входе в насосное колесо будет не разгружать его, а нагружать, так как вместо вектора V_{2P}, направленного вправо, на входе в насосное колесо теперь будет вектор V_{2T}, направленный влево. Таким образом, если исключить реактор, тогда момент M_T не изменится, а момент M_H возрастет до значения, равного моменту M_T.

При увеличении угловой скорости ω_T турбинного колеса (разгон автомобиля) возрастает его окружная скорость U_{2T}. Поэтому вектор абсолютной скорости V_{2T} меняет свое направле-

ние таким образом, что уменьшается силовое воздействие потока на реактор и турбинное колесо. Следовательно, при повышении ω_T плавно и непрерывно уменьшаются моменты M_P и M_T.

Отношение $M_T/M_H = K$, называемое коэффициентом трансформации, достигает наибольшего значения $K = 2 \div 4$ при $\omega_T = 0$. На этом режиме передаточное число $u_T = \omega_H/\omega_T = \infty$. При увеличении скорости автомобиля передаточное число плавно и бесступенчато уменьшается, приближаясь к единице.

У автомобильных гидротрансформаторов реактор соединяют с его неподвижным валом через роликовый механизм свободного хода *4*. При изменении направления момента M_P (из-за увеличения угловой скорости ω_T) реактор отключается и вращается свободно, не воспринимая реактивного крутящего момента. Гидротрансформатор в этом случае работает как гидромуфта при $M_T = M_H (K = 1)$. С уменьшением угловой скорости турбинного колеса ω_T механизм свободного хода заклинивается, затем реактор снова останавливается и начинает воспринимать крутящий момент. Такие гидротрансформаторы называются комплексными. Для повышения КПД при $K = 1$ гидротрансформаторы иногда блокируют, соединяя насосное и турбинное колеса с помощью фрикционного сцепления.

Гидротрансформатор не обеспечивает требуемого для движения автомобиля диапазона передаточных чисел при высоком КПД, отключения ведущего вала от ведомого и движения автомобиля задним ходом. Поэтому обычно гидротрансформаторы применяют в сочетании с механическими ступенчатыми коробками передач – комбинированные гидромеханические коробки передач.

Гидромеханическая коробка передач состоит из гидротрансформатора, механической ступенчатой коробки передач с механизмами переключения и системы управления. Механические ступенчатые коробки передач выполняют планетарными или с неподвижными осями зубчатых колес, а системы управления чаще всего гидравлическими или гидроэлектрическими.

На рис. 97, *а* приведена схема двухступенчатой гидромеханической коробки передач. В нее входят комплексный гидротрансформатор *21*, система управления (на рис. 97, *а* не показана) и механическая ступенчатая коробка передач, к которой относятся: ведущий *22*, ведомый *9*, промежуточный *16* валы с зубчатыми колесами, многодисковые фрикционные сцепления *2*, *3*, *20* (фрикционы), зубчатые венцы *4* и *6*, а также зубчатая муфта *5*, перемещаемая через поводок пружиной *7* или сжатым воздухом, впускаемым в цилиндр *8*. Кроме того, на схеме показаны передний *19* и задний *18* шестеренные насосы, а также центробежный регулятор *12*.

В нейтральном положении фрикционы *2*, *3*, *20* выключены, и крутящий момент на вал *9* не передается. На первой (понижающей) передаче системой управления включается фрикцион *2*. Крутящий момент передается через гидротрансформатор, фрикцион *2*, зуб-

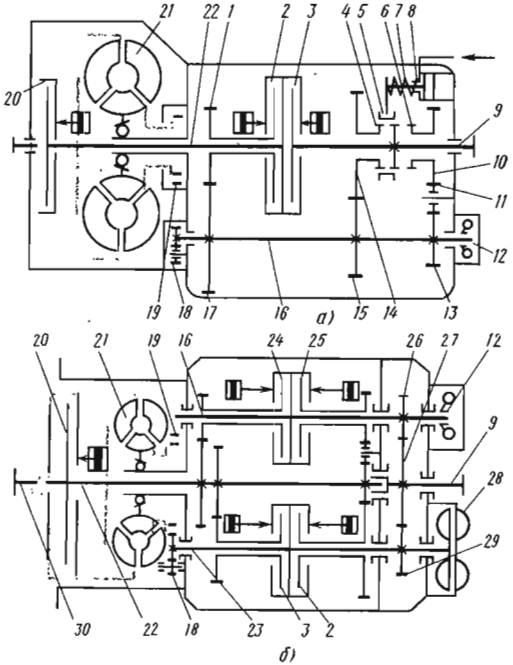


Рис. 97
Схемы гидромеханических коробок передач:
а – двухступенчатой; *б* – трехступенчатой

чатые колеса *1*, *17*, *15* и *14*, зубчатую муфту *5* на ведомый вал *9*. Переключение на вторую (прямую) передачу происходит автоматически с одновременным выключением фрикциона *2* и включением фрикциона *3*. Момент от вала *22* передается через фрикцион *3* на вал *9*. При включении фрикциона *20* соединяются насосное и турбинное колеса гидротрансформатора.

Для движения задним ходом зубчатая муфта *5* перемещается в правое положение. Затем включается фрикцион *2*. Крутящий момент передается через гидротрансформатор, фрикцион *2*, зубчатые колеса *1*, *17*, *13*, *11*, *10*, зубчатую муфту *5* на ведомый вал *9*. Последний вращается в направлении, противоположном вращению вала *22*.

На рис. 97, *б* приведена схема трехступенчатой гидромеханической коробки передач городского автобуса. Она состоит из комплексного гидротрансформатора *21*, системы управления (на рис. 97, *б* не показана) и механической ступенчатой коробки передач. В последнюю входят: ведущий *22*, ведомый *9*, промежуточные *16* и *23* валы с зубчатыми колесами и фрикционы *2*, *3*, *20*, *24* и *25*. На схеме показаны также передний *19* и задний *18* шестеренные насосы, центробежный регулятор *12* и гидродинамический тормоз-замедлитель *28*. Насосное колесо гидротрансформатора соединено с валом *30* и получает вращение от маховика двигателя. Промежуточные валы *16* и *23* через зубчатые колеса *26*, *27* и *29* постоянно соединены с ведомым валом *9*.

В этой гидромеханической коробке передач, в отличие от двухступенчатой, все передачи, в том числе и заднего хода, включаются только фрикционами.

В нейтральном положении все фрикционы выключены и крутящий момент на вал *9* не передается. При трогании с места включается фрикцион *2* первой передачи. При достижении определенной скорости движения фрикцион *2* автоматически выключается и включается фрикцион *3* второй передачи. При дальнейшем разгоне также автоматически выключается фрикцион *3* и включается фрикцион *24* третьей передачи, а затем – фрикцион *20* блокировки гидротрансформатора. При уменьшении скорости движения переключения передач происходят автоматически в обратном порядке. Для движения задним ходом рычаг переключения передач перемещают в положение «Задний ход». При этом включается фрикцион *25*.

Гидроэлектрическая система управления двухступенчатой гидромеханической коробкой передач (рис. 98) состоит из большого переднего *16* и малого заднего *19* шестеренных насосов; редукционного клапана *18*; главного клапана *9* с микропереключателем *8*; клапана блокировки *21*; периферийных клапанов *5*, управляемых соленоидами *3* и *4*; центробежного (скоростного) регулятора *14*, соединенного с главным клапаном *9* и педалью *11* подачи топлива (педаль является силовым регулятором); электропневматического клапана *28* цилиндра *27* включения заднего хода; радиатора *22* с клапаном слива *23*.

В систему управления, кроме того, входят не показанные на схеме контроллер с рычагом переключения передач, расположенным на рулевой колонке, и электрической системой, а также контрольные приборы (манометр, датчик которого установлен в главной магистрали, термометр с датчиком, размещенным в поддоне коробки передач, указатель аварийного перегрева масла с датчиком в клапане слива) и фильтр очистки масла.

Шестерня переднего насоса приводится в движение от вала двигателя через насосное колесо гидротрансформатора, а шестерня заднего насоса – от колес автомобиля через промежуточный вал коробки передач. Масло из поддона коробки передач через маслоприемник *15* и обратный клапан *17* нагнетается в главную магистраль (на рис. 98 заштрихована) передним насосом при работающем двигателе, а при движении автомобиля – также и задним насосом (через обратный клапан *20*). Редукционный клапан *18* поддерживает давление 0,6 – 0,65 МПа в главной магистрали и отключает передний насос, когда

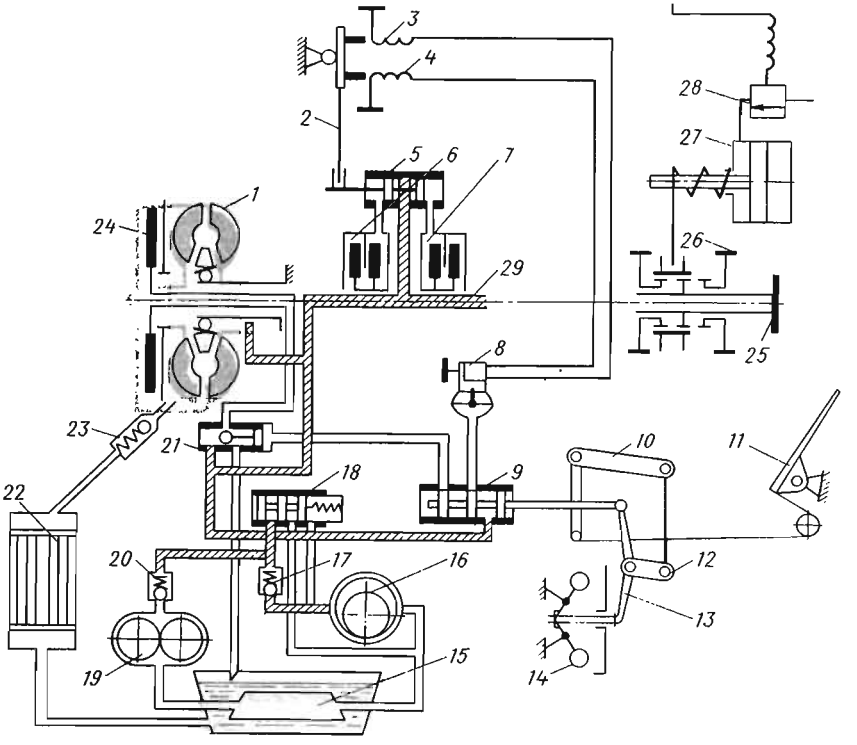


Рис. 98
Схема системы управления двухступенчатой гидромеханической коробки передач

подача заднего насоса достаточна для работы системы.

На корпусе контроллера отмечено четыре положения: ЗХ – задний ход; Н – нейтральное, А – движение с автоматическим переключением передач; ПП – движение только на первой передаче. Пуск двигателя можно осуществить только тогда, когда рычаг контроллера установлен в положение Н. При этом ток через цепи управления коробкой передач не проходит. При перемещении рычага контроллера из положения Н в положение А при работе двигателя и неподвижном автомобиле замыкаются цепи соленоида *3* первой передачи. Соленоид *3* с помощью поводка *2* перемещает периферийные клапаны *5* в крайнее левое положение. Масло под давлением проходит из главной магистрали через периферийные клапаны в цилиндр фрикциона *6* первой передачи, которым включается первая (понижающая) передача, и автомобиль начинает движение.

С увеличением скорости автомобиля возрастает частота вращения грузиков центробежного регулятора *14*. Их перемещение через рычаг *13* вызывает смещение влево золотника главного клапана *9*. При достижении автомобилем определенной скорости это смещение оказывается достаточным для прохода масла под давлением из главной магистрали через клапан *9* к клапану микропереключателя *8*. Цепь соленоида *3* размыкается, а соленоида *4* замыкается. Периферийные клапаны *5* перемещаются поводком *2* в крайнее правое положение. Масло под давлением поступает в цилиндр фрикциона *7*, который включает вторую (прямую) передачу. В это время из цилиндра фрикциона *6* масло стекает в поддон.

При дальнейшем увеличении скорости автомобиля еще больше смещается влево золотник клапана *9*, обеспечивая проход масла под давлением к клапану

21 блокировки. Цилиндр фрикциона *24* блокировки сообщается со сливом, и фрикцион включается, блокируя лопастные колеса гидротрансформатора *1*, т. е. соединяя турбинное колесо с насосным. Автоматические переключения при разгоне происходят при скорости автомобиля тем большей, чем большая подача топлива установлена педалью *11*, соединенной тягой и рычагами *10* и *12* с рычагом *13*. При уменьшении скорости движения в результате увеличения сопротивления движению автомобиля автоматически переключаются передачи в обратном порядке: сначала выключается фрикцион блокировки, а если скорость движения продолжает понижаться, то происходит переключение со второй передачи на первую.

При перемещении рычага контроллера в положение ЗХ выключаются фрикционы *6* и *7*, шестерня *26* соединяется с ведомым валом *25* благодаря перемещению зубчатой муфты под действием сжатого воздуха, подводимого в цилиндр *27* через электропневматический клапан *28*. После этого включается фрикцион *6*.

Гидрообъемная коробка передач состоит из насосов и гидромоторов, соединенных трубопроводами. Бесступенчатое изменение передаточного числа обеспечивается плавным изменением рабочего объема насоса, а иногда и рабочих объемов гидромоторов. В неподвижном корпусе регулируемого насоса *3* (рис. 99) вращается соединенный валом *5* с маховиком двигателя блок цилиндров *2*. Поршни *7* и *1*, находящиеся в цилиндрах, упираются торцами в наклонную шайбу *8*. За половину оборота вала *5* поршень *7* перемещается в положение, занимаемое поршнем *1*. Рабочая жидкость из линии всасывания *6* (от гидромоторов) входит в цилиндр. За следующую половину оборота жидкость из цилиндра выталкивается в линию нагнетания *4* и поступает к гидромотору *12*, вал *11* которого соответствует ведомому валу коробки передач. Насос питания *9* восполняет утечки жидкости, собираемой в баке *10*.

Изменяя угол наклона шайбы *8*, при-

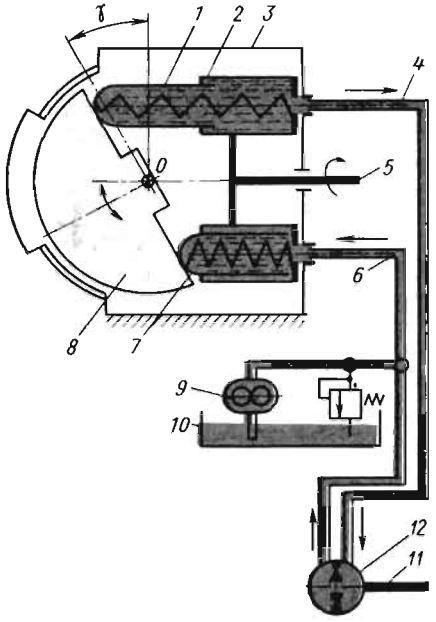


Рис. 99
Схема гидрообъемной коробки передач

чем $\gamma > 0$, меняют подачу насоса при постоянной угловой скорости вала *5*. При $\gamma = 0$ насос не перекачивает жидкость; двигатель работает на режиме холостого хода. При наклоне шайбы в обратную сторону ($\gamma < 0$) изменяется направление движения жидкости в трубопроводах, чем обеспечивается движение автомобиля задним ходом.

Гидромоторы можно разместить непосредственно в ведущих колесах автомобиля. Это позволяет исключить карданные передачи, главные передачи, дифференциалы (см. рис. 84, *е*).

Бесступенчатые механические передачи. *Клиноременная передача* (рис. 100, *а*) относится к фрикционным бесступенчатым передачам. Крутящий момент от двигателя через центробежное сцепление передается конической шестерне *1* реверс-редуктора. С шестерней *1* находятся в зацеплении колеса *2* и *5*, соединяемые с поперечным валом *3* кулачковой муфтой *4*, перемещающейся на шлицах.

На обоих концах поперечного вала закреплены ведущие шкивы *6* клинорем-

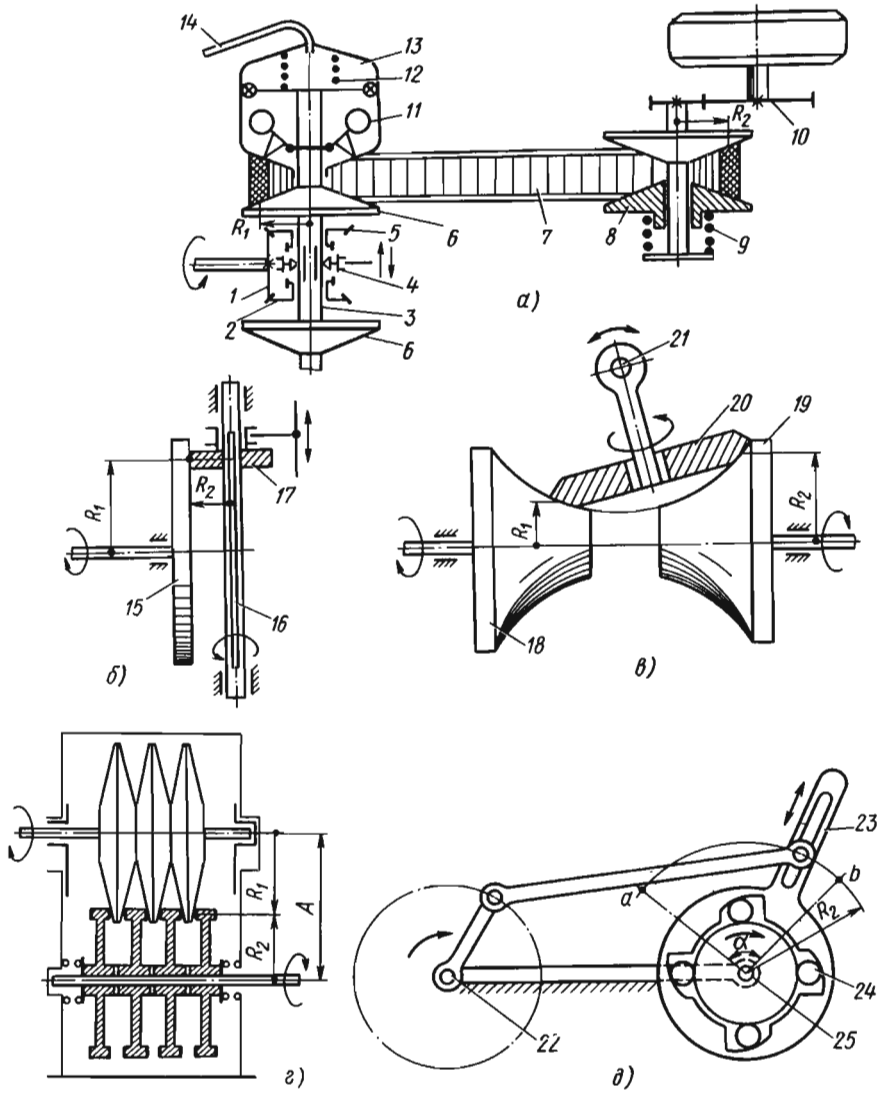


Рис. 100
Схемы бесступенчатых механических передач:
а – клиноременной; *б* – лобового трансформатора; *в* – тороидного трансформатора; *г* – многодисковой фрикционной; *д* – импульсной

менной передачи, от которых крутящий момент через ремни *7* передается на ведомые шкивы *8* и далее, через колесные редукторы *10*, – на ведущие колеса автомобиля. Ремни имеют трапецеидальное сечение и выполнены зубчатыми для большей гибкости при высокой поперечной жесткости. Натяжение ремня осуществляется сильной пружиной *9*, сдвигающей подвижную половину ведомого шкива к неподвижной, и пружиной *12*, раздвигающей половины ведущего шкива. Передаточное число равно отношению рабочих радиусов шкивов $R_2 : R_1$.

При трогании автомобиля с места пружины *9* и *12* обеспечивают получение наибольшего передаточного числа. Половины ведомого шкива сдвинуты, а ведущего – раздвинуты. При разгоне автомобиля действуют силы от грузов *11* центробежного регулятора, пропорциональные скорости вращения колен-

чатого вала двигателя, и силы от разряжения в полости *13*, соединенной с впускным коллектором двигателя трубопроводом *14*. Сумма этих сил, преодолевая силу пружин *9* и *12*, сдвигает половины ведущего шкива и раздвигает — ведомого. Таким образом происходит бесступенчатое изменение передаточного числа.

Эта передача выполняет также функции дифференциала повышенного трения, позволяя ведущим колесам вращаться с различной частотой вращения при движении автомобиля на повороте. Она применяется на некоторых моделях легковых автомобилей.

Фрикционные передачи других типов устанавливались на автомобилях лишь в виде экспериментальных образцов. На рис. 100, *б* приведена схема лобового трансформатора. Перемещая по шпонке ведомого вала *16* фрикционное колесо *17*, прижатое к торцу ведущего фрикционного колеса *15*, можно изменять расстояние R_1, а значит, и передаточное число, равное отношению радиусов R_2 к R_1.

Тороидный трансформатор (рис. 100, *в*) состоит из ведущего *18* и ведомого *19* тороидных колес, к рабочим поверхностям которых прижат конический ролик *20*. Поворачивая ролик *20* вокруг оси *21*, можно изменять передаточное число, равное отношению радиусов R_2 к R_1. Тороидный трансформатор соответствует планетарному механизму с остановленным водилом, но составленному не из зубчатых, а из тороидных фрикционных колес.

Существенным недостатком фрикционных передач является ускоренное изнашивание рабочих поверхностей в местах контакта их колес, так как в этом случае необходимо применять большие прижимные силы. Можно существенно уменьшить прижимные силы без увеличения размеров передачи при использовании многодисковых фрикционных передач с внешним (рис. 100, *г*) или внутренним контактом.

У любой фрикционной передачи крутящий момент от ведущего звена на ведомое передается за счет сил трения на поверхностях соприкасающихся твердых тел, причем для изменения передаточного числа необходима специальная система управления. Проскальзывание поверхностей трения снижает КПД передачи.

Импульсные передачи (рис. 100, *д*) основаны на преобразовании вращательного движения коленчатого вала *22* двигателя в качательное движение (отклонение на угол α) промежуточной детали *23*, которое вновь преобразуется с помощью механизма свободного хода *24* во вращательное движение ведомого вала *25*. Передаточное число меняется путем изменения амплитуды качания (размера R_2) промежуточного звена. Возвратное движение этого звена не передается механизмом свободного хода на ведомый вал *25*. Однако если на валу *25* установить несколько таких механизмов с деталями *23*, размещенными равномерно по окружности, то вращение вала *25* будет непрерывным.

Импульсные передачи, выполненные по схеме, сходной с приведенной на рис. 100, *д*, должны иметь систему управления для изменения передаточного числа. В этом случае возможна реализация оптимальной загрузки двигателя.

В импульсных передачах часто используют грузы, вращающиеся вокруг осей, не совпадающих с общей осью вращения, как в планетарных передачах. Такие передачи, называемые инерционно-импульсными, обладают, как и гидродинамические передачи, внутренней автоматичностью, но в отличие от последних они имеют более высокий КПД при диапазоне изменения передаточного числа от 0 до 7—10.

Однако существенным недостатком всех импульсных передач является ускоренное изнашивание и разрушение деталей, в основном механизма свободного хода, из-за очень больших (раз в 10—20 превышающих передаваемый момент) и чередующихся с большой частотой ударных нагрузок, сопровождающих передачу крутящего момента импульсами. Пока существуют только экспериментальные образцы.

В настоящее время из всех бесступен-

чатых и комбинированных передач нашли довольно широкое применение только гидромеханические передачи. Общая тенденция — увеличение автоматизации в агрегатах и системах автомобиля, по-видимому, несмотря на более жесткие требования к топливной экономичности и использование электроники для автоматизации обычной механической коробки передач со сцеплением, — способствует расширению применяемости гидромеханических передач.

Конструкция коробок передач. *Четырехступенчатая коробка передач грузового автомобиля* имеет чугунный литой картер *18* (рис. 101, *а*), который шпильками прикреплен к картеру сцепления. Сверху картер закрыт крышкой *26*, в ней размещен механизм управления коробкой передач. С левой стороны картера на высоте, соответствующей нормальному уровню масла, выполнено маслозаливное отверстие. Для слива масла служит отверстие в нижней части картера.

В картере на подшипниках установлены ведущий *23*, ведомый *10* и промежуточный *20* валы. Осевые усилия, действующие на валы, воспринимаются шариковыми подшипниками *22*, *9* и *11*, наружные обоймы которых закреплены в картере. Ведущий вал выполнен как одно целое с шестерней *24*, зубчатым венцом и конусом. На ведомом валу установлены: на шлицах подвижное колесо-каретка *6* первой передачи, на бронзовых втулках колесо *4* третьей и колесо *5* второй передач и на шлицах ступица синхронизатора *21*. Промежуточный вал представляет собой блок четырех зубчатых колес. Колесо *19* находится в постоянном зацеплении с шестерней ведущего вала, а шестерни третьей *17* и второй *16* передач — с колесами *4* и *5* ведомого вала. На оси *13* установлен блок зубчатых колес *14* и *15* заднего хода. Зубчатые колеса коробки передач, за исключением *6*, *12*, *14* и *15*, имеют косые зубья и находятся в постоянном зацеплении.

Первая передача включается перемещением зубчатого колеса-каретки *6* вправо и введением ее в зацепление с шестерней *12*. Для включения второй передачи зубчатое колесо-каретку перемещают влево, вводя внутренний зубчатый венец в зацепление с наружным зубчатым венцом колеса *5*. На третьей передаче синхронизатор *21* соединяет колесо *4* с ведомым валом, а на четвертой передаче — ведомый вал с ведущим. Задний ход включается перемещением блока зубчатых колес заднего хода влево. При этом входят в зацепление зубчатые колеса *12* и *14*, а шестерня *15* — с колесом-кареткой *6*.

Муфта *34* (рис. 101, *б*) синхронизатора может перемещаться по зубчатой ступице *39*, закрепленной на ведомом валу. В трех пазах ступицы расположены сухари *38*, входящие выступами в кольцевую проточку зубьев муфты под действием двух кольцевых пружин *40*. По сторонам муфты установлены бронзовые блокирующие кольца *37* и *41*, имеющие наружные зубчатые венцы и внутреннюю коническую поверхность с таким же углом конусности, как у конических поверхностей *35* соответственно ведущего вала *23* и колеса *4* третьей передачи. В пазы на торцах блокирующих колец с окружным зазором, равным половине толщины зуба зубчатых венцов, входят концы сухарей *38*.

При включении передачи, например третьей, муфту *34* вилкой *3* перемещают в сторону колеса *4*. В начале движения муфты сухари сдвигают блокирующее кольцо *37* до соприкосновения с конической поверхностью *35* колеса *4* третьей передачи. Под действием сил трения на конических поверхностях блокирующее кольцо *37* поворачивается относительно муфты, и ее зубья упираются в зубья кольца *37* (рис. 101, *в*), препятствуя дальнейшему перемещению муфты. Когда частоты вращения колеса *4* и ведомого вала выравняются, исчезнут силы, препятствующие перемещению зубчатой муфты *34*, и она войдет в зацепление с зубьями венца *36*.

Механизм переключения коробки передач состоит из вилок *3*, *7*, *8* (см. рис. 101, *а*), закрепленных на ползунах *27—29*, рычага *1* переключения, прижимаемого пружиной *2* к сферической по-

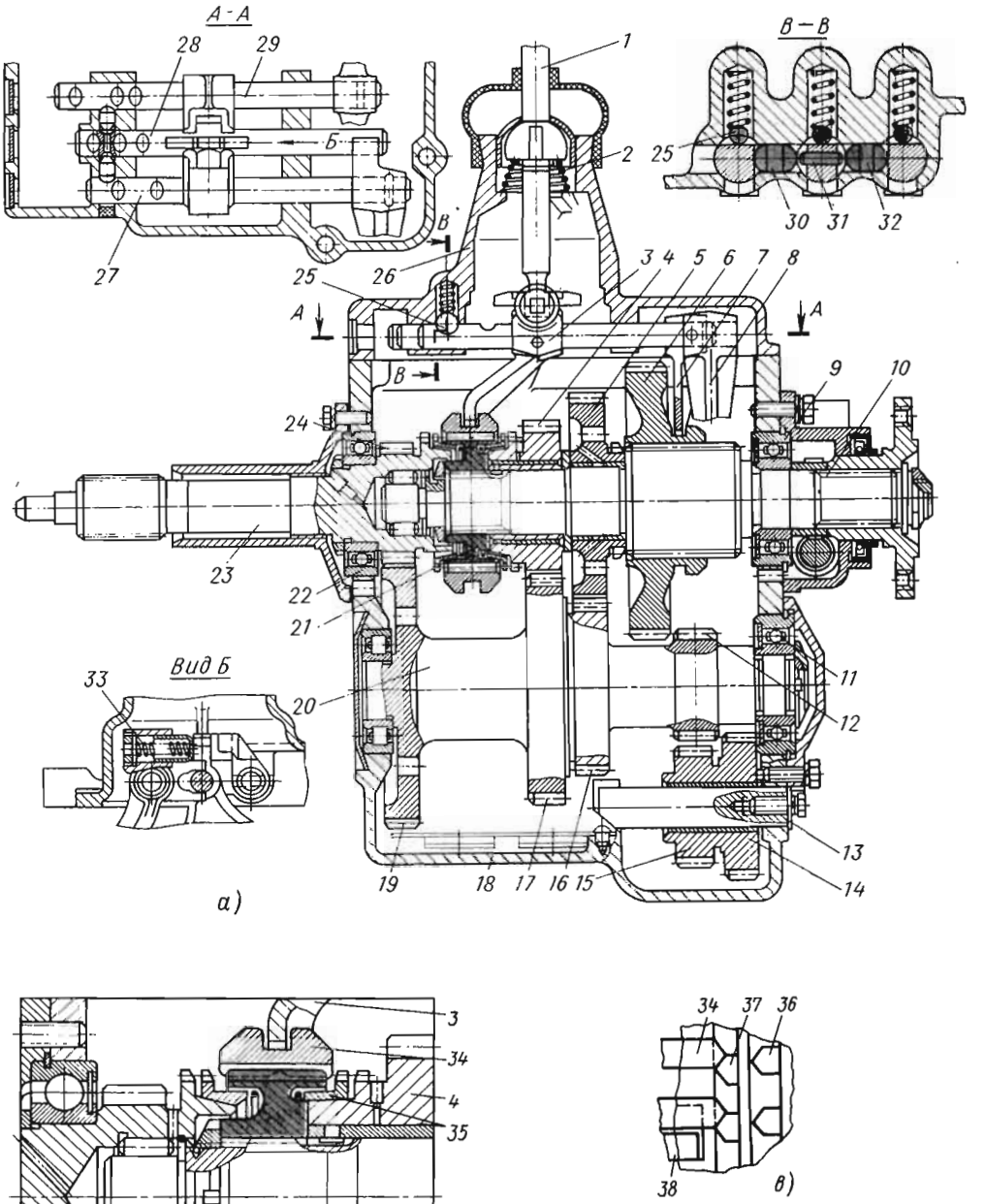


Рис. 101
Коробка передач автомобиля ГАЗ-53А:
а — общий вид; *б* — синхронизатор; *в* — положение зубьев синхронизатора при блокировке

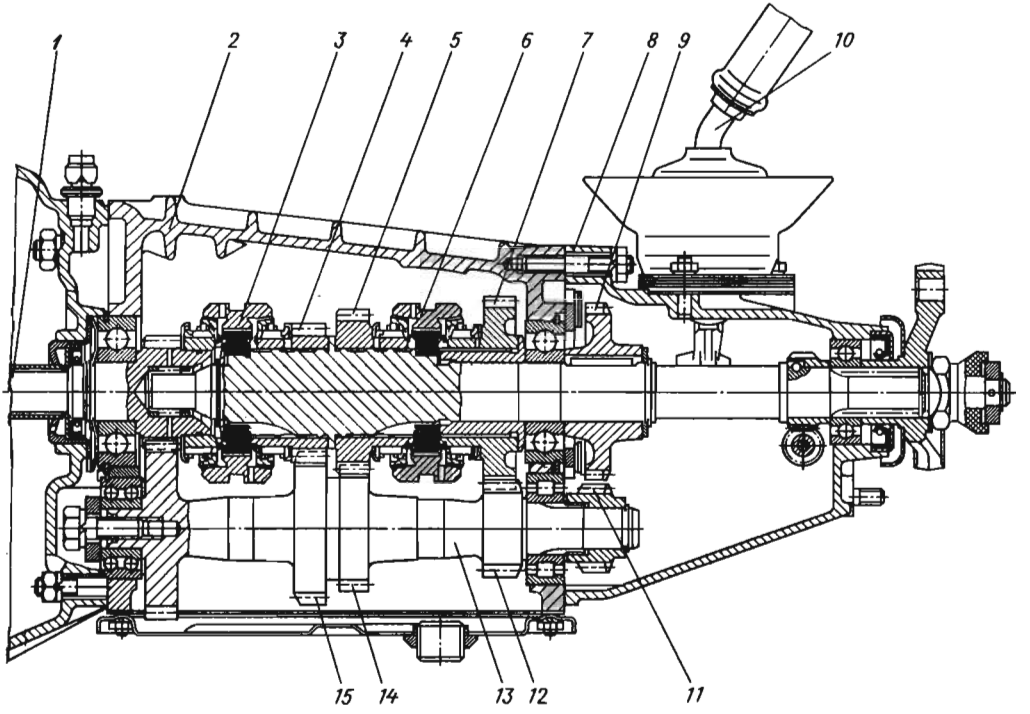


Рис. 102
Коробка передач автомобиля ВАЗ-2101 «Жигули»:
1 — ведущий вал; *2* — картер; *3* и *6* — синхронизаторы; *4* и *15* — зубчатые колеса третьей передачи; *5* и *14* — зубчатые колеса второй передачи; *7* и *12* — зубчатые колеса первой передачи; *8* — задняя крышка; *9* — зубчатое колесо передачи заднего хода; *10* — рычаг; *11* — шестерня передачи заднего хода; *13* — промежуточный вал

верхности крышки *26*, шариковых фиксаторов *25*, предотвращающих самопроизвольное включение и выключение передач, замка, исключающего одновременное включение двух передач, и пружинного предохранителя, затрудняющего включение передачи заднего хода.

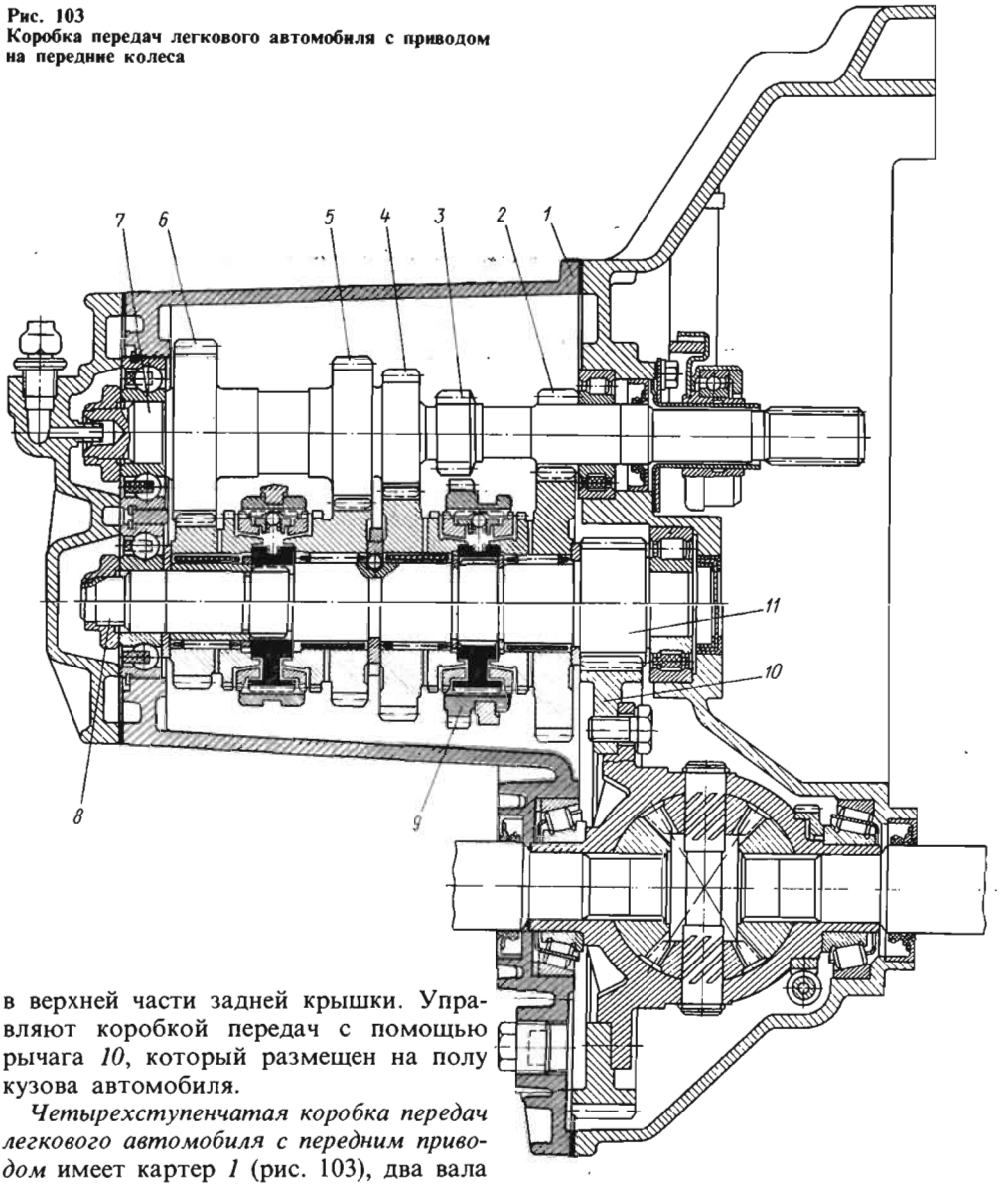
Замок состоит из двух сухарей *30* и *32*, размещенных в горизонтальном отверстии крышки между средним и крайним ползунами, и штифта *31*, находящегося в отверстии среднего ползуна. При перемещении среднего ползуна оба сухаря выходят из его углублений и запирают крайние ползуны, исключая их смещение. При перемещении одного из крайних ползунов сухарь выходит из его углубления, запирает средний ползун и, действуя через штифт на другой сухарь, запирает также и другой крайний ползун.

В головке ползуна *27* заднего хода установлен пружинный предохранитель *33*, состоящий из плунжера, нагруженного пружиной, которая препятствует введению в паз головки рычага *1* и тем самым затрудняет включение передачи заднего хода.

По числу ползунов коробка передач с таким механизмом переключения называется трехходовой.

Четырехступенчатая коробка передач легкового автомобиля для включения передач переднего хода имеет два синхронизатора *3* и *6* (рис. 102). Их устройство и работа аналогичны описанному выше синхронизатору. В задней крышке *8* коробки передач на ведомом и промежуточном валах установлены зубчатое колесо *9* и шестерня *11* заднего хода. При включении передачи заднего хода с этими зубчатыми колесами входит в зацепление промежуточное зубчатое колесо заднего хода (на рис. 102 не показано), перемещаемое вдоль своей оси. Механизм переключения смонтирован

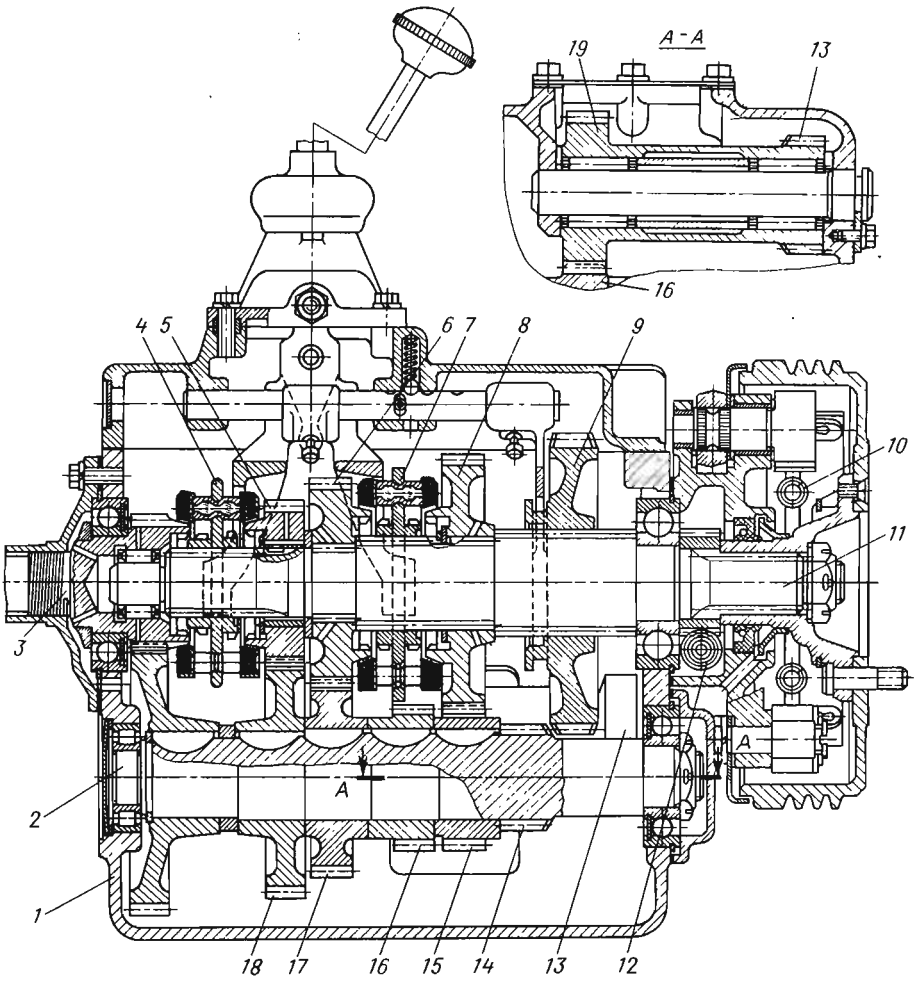
Рис. 103
Коробка передач легкового автомобиля с приводом на передние колеса



в верхней части задней крышки. Управляют коробкой передач с помощью рычага *10*, который размещен на полу кузова автомобиля.

Четырехступенчатая коробка передач легкового автомобиля с передним приводом имеет картер *1* (рис. 103), два вала с зубчатыми колесами: ведущий *7* и ведомый *8*, а также механизм переключения передач (на рис. 103 не показан). На правом конце ведомого вала за одно целое с ним изготовлена цилиндрическая шестерня *11* главной передачи, находящаяся в зацеплении с цилиндрическим колесом *10*. Цифрами *2—6* обозначены шестерни соответственно первой, заднего хода, второй, третьей, четвертой передач. Все передачи переднего хода включаются с помощью синхронизаторов. Муфта *9* синхронизатора первой и второй передач является одновременно зубчатым колесом передачи заднего хода. Последняя включается введением в зацепление с зубчатыми колесами *3* и *9* промежуточного зубчатого колеса заднего хода.

Пятиступенчатая коробка передач грузового автомобиля выполнена с со-



а)

осными ведущим и ведомым валами. Все зубчатые колеса, кроме *14* и *16* блока заднего хода и колеса-каретки *9* (рис. 104, *а*), имеют косые зубья. Вторая, третья, четвертая и пятая передачи включаются инерционными синхронизаторами *4* и *7*. Первая передача и задний ход включаются передвижением колеса-каретки *9*.

Зубчатые колеса промежуточного вала закреплены шпонками, а шестерня *14* первой передачи выполнена как одно целое с валом. Колеса второй *8* и третьей *6* передач установлены на ведомом валу без втулок, шестерня четвертой передачи *5* — на стальной втулке, застопоренной от проворачивания на валу штифтом. Чтобы предотвратить заедание трущихся поверхностей и обеспечить их надежное смазывание, шейки ведомого вала в месте установки колес и стальная втулка имеют продольные лыски, а их рабочие поверхности фосфатированы. Синхронизаторы одинаковы по устройству и отличаются размерами: синхронизатор *4* четвертой и пятой передач меньше синхронизатора *7* второй и третьей передач.

Каретка *21* (рис. 104, *б*) синхронизатора второй и третьей передач установлена на шлицах ведомого вала *11*. По обоим концам ступицы каретки имеют-

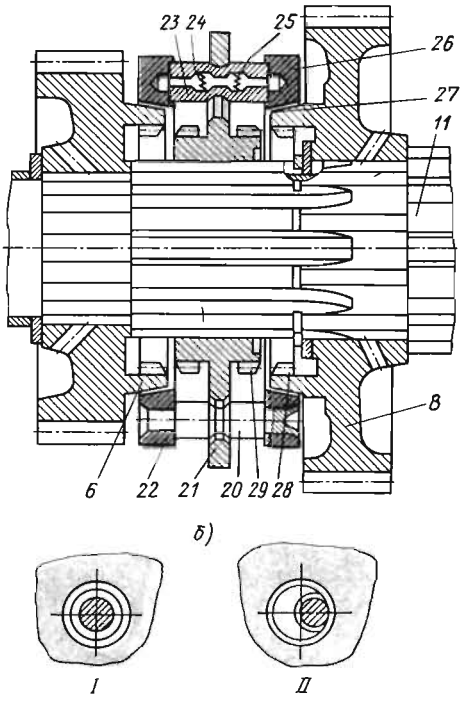


Рис. 104
Коробка передач автомобиля ЗИЛ-130:
а — общий вид; *б* — синхронизатор; *1* — картер; *2* — промежуточный вал; *3* — ведущий вал; *4* и *7* — синхронизаторы; *5* и *18* — зубчатая пара четвертой передачи; *6* и *17* — зубчатые колеса третьей передачи; *8* и *15* — зубчатые колеса второй передачи; *9* — колесо-каретка первой передачи и передачи заднего хода; *10* — стояночный тормоз; *11* — ведомый вал; *12* — шестерня привода спидометра; *13* и *19* — блок зубчатых колес заднего хода; *14* — шестерня первой передачи; *16* — шестерня заднего хода; *20* — блокирующий палец; *21* — каретка синхронизатора; *22* и *26* — конусные кольца; *23* и *24* — части фиксирующего пальца; *25* — пружина; *27* — конусная поверхность; *28* и *29* — зубчатые венцы; *I* и *II* — положения блокирующего пальца соответственно нейтральное и блокировки

ся зубчатые венцы *29*. Фланец каретки входит в паз вилки переключения передач. Во фланце выполнены шесть отверстий, края которых обработаны на конус. В трех отверстиях фланца установлены с зазором блокирующие пальцы *20*, жестко связывающие между собой два конусных кольца *22* и *26*. В средней части каждого блокирующего пальца выполнена выточка с коническими боковыми поверхностями. В трех других отверстиях фланца каретки установлены фиксирующие пальцы. Каждый фиксирующий палец состоит из двух штампованных половин *23* и *24*, раздвигаемых в радиальном направлении двумя пружинами *25*. Фиксирующие пальцы связывают нежестко конусные кольца с кареткой. Поэтому конусные кольца вместе с блокирующими пальцами могут смещаться относительно каретки.

В нейтральном положении каретки фиксирующие пальцы выточками прижимаются к наружным стенкам отверстий фланца и препятствуют перемещению конусных колец относительно каретки. Между конусными кольцами и конусными поверхностями колес *6* и *8* имеются зазоры. Блокирующие пальцы *20* в положении *I* не соприкасаются со стенками отверстий фланца.

При включении второй передачи каретку сдвигают по шлицам, и конусное кольцо *26* синхронизатора соприкасается с конусной поверхностью *27* колеса *8*. Вследствие разности их угловых скоростей возникают силы трения, под действием которых поворачиваются на некоторый угол оба конусных кольца относительно каретки, преодолевая усилия пружин фиксирующих пальцев. Подвижная половина *23* фиксирующих пальцев смещается к неподвижной *24*, сжимая пружины *25*. В положении *II* блокирующие пальцы выточками упираются в стенки отверстий (рис. 104, *б*) фланца каретки, препятствуя дальнейшему ее передвижению в осевом направлении. Как только частоты вращения колеса и ведомого вала сравняются, исчезнут силы, прижимающие к отверстиям фланца каретки *21* блокирующие пальцы *20*. Они перестанут удерживать каретку, и ее зубья *29* безударно войдут в зацепление с зубьями *28* колеса *8*, т. е. будет включена вторая передача. При включении третьей передачи зубья каретки *21* входят в зацепление с зубьями колеса *6*.

Дополнительная коробка передач-делитель (рис. 105, *а*) имеет картер *6*, отлитый как одно целое с картером сцепления, ведущий *4* и промежуточный *1* валы, два зубчатых колеса *2* и *3* постоянного зацепления и зубчатую муфту с синхронизатором *5* для включения

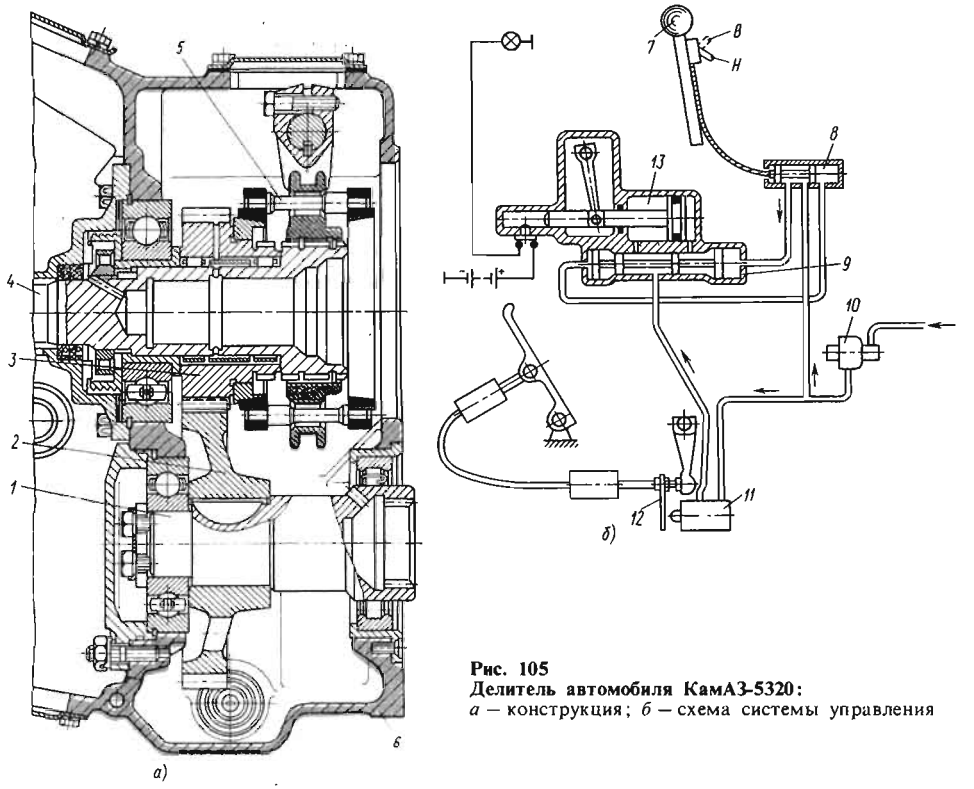


Рис. 105
Делитель автомобиля КамАЗ-5320:
а — конструкция; *б* — схема системы управления

низшей — прямой и высшей — повышающей (передаточное число 0,815) передач.

Механизмом переключения передач делителя управляет пневматическая система (рис. 105, *б*), которая состоит из переключателя, установленного на рычаге *7* основной коробки передач, редукционного клапана *10*, пневмоцилиндра *13*, воздухораспределителя *9*, клапана *11* включения делителя, крана *8* и трубопроводов.

При установке переключателя в положение *Н* (низшая передача) или *В* (высшая передача) тросом перемещается золотник крана *8* и сжатый воздух от редукционного клапана *10* подводится к соответствующей (левой или правой) полости воздухораспределителя *9*, устанавливая его золотник в нужном положении.

При нажатии на педаль сцепления упор *12*, закрепленный на толкателе рычага выключения сцепления, открывает клапан *11*. Сжатый воздух через клапан *11* и воздухораспределитель *9* проходит в нужную (левую или правую) полость пневмоцилиндра *13*, перемещая его поршень и включая передачу в делителе. Таким образом, переключатель можно включить заранее, но переключение передач в делителе произойдет только при нажатии на педаль сцепления. Такое полуавтоматическое переключение передач делителя облегчает его использование. Передаточные числа основной и дополнительной коробок передач располагаются в такой последовательности: 1Н — 1В — 2Н — 2В — 3Н — 3В — ..... и т. д.

Восьмиступенчатая коробка передач грузового автомобиля (рис. 106, *а*) состоит из четырехступенчатой основной коробки передач и двухступенчатой дополнительной коробки передач — демультипликатора, установленного сзади основной коробки передач.

Основная коробка передач и ее механизм переключения в основном аналогичны описанной выше пятиступенчатой

коробке передач. Она состоит из картера *1*, ведущего *2*, ведомого *3* и промежуточного *4* валов с зубчатыми колесами, а также механизма переключения *5*. В основной коробке передач имеется насос *18* для принудительного смазывания деталей и шестерня привода механизма отбора мощности.

Демультипликатор состоит из картера *7* зубчатого механизма с зубчатыми колесами *8, 16, 14, 11*, выходным валом *13*, промежуточным валом *15* и механизма переключения передач с пневмоцилиндром *12*, клапаном управления *6* и дисковыми синхронизаторами *9* и *10*. Шестерня *8* изготовлена как одно целое с ведомым валом *3* основной коробки передач.

Если поршень пневмоцилиндра *12* передвинут вправо, тогда включается низшая передача *Н* в демультипликаторе с передаточным числом 3,95. При этом крутящий момент с вала *3* передается через зубчатые колеса *8, 16, 14, 11* на вал *13*. Если поршень пневмоцилиндра *12* передвинут влево, тогда включается высшая передача *В* в демультипликаторе с передаточным числом 1, так как при этом вал *3* соединяется непосредственно с валом *13*. Передаточные числа основной и дополнительной коробок передач имеют такую последовательность: 1Н — 2Н — 3Н — 4Н — 1В — 2В — .... и т. д.

Восьмиступенчатая коробка передач грузового автомобиля-самосвала (рис. 106, *б*) состоит из основной четырехступенчатой коробки передач и двухступенчатого встроенного делителя. С правой стороны картера *19* коробки передач расположен закрытый крышкой люк для установки коробки отбора мощности. Отбор мощности для привода масляного насоса гидросистемы самосвальной установки осуществляется от промежуточного вала *22*. Смазка коробки передач комбинированная: разбрызгиванием и принудительная с помощью насоса *29*.

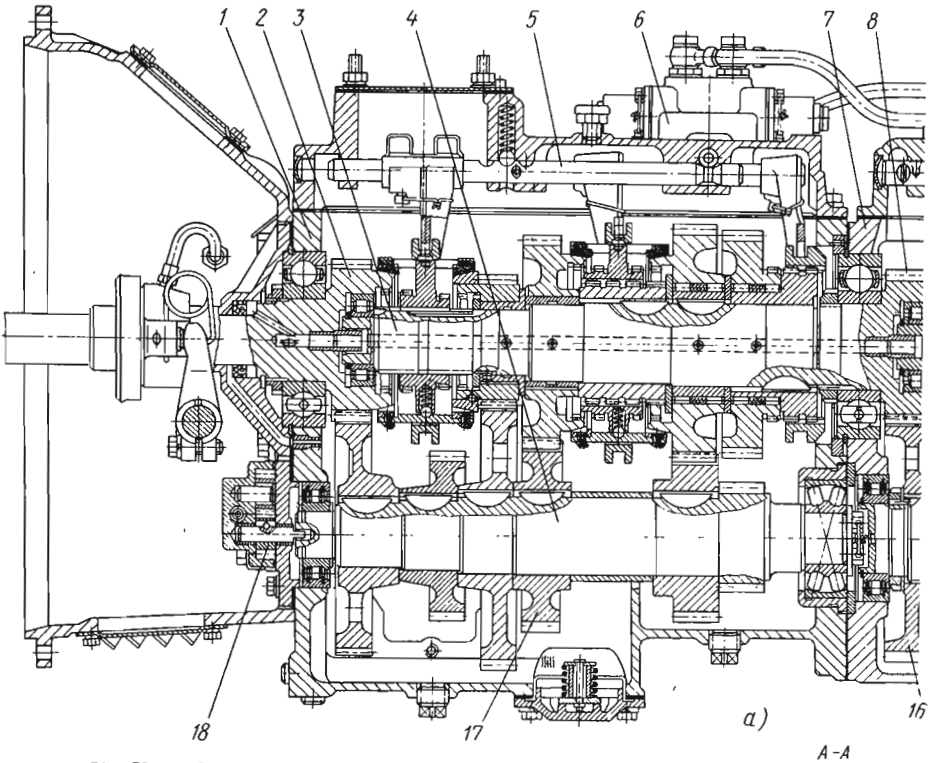
В картере коробки передач установлены ведущий *30*, ведомый *39* и промежуточный *22* валы, а также ось *24* шестерни *23* заднего хода. На валу *22* нарезаны зубья шестерни первой передачи и заднего хода.

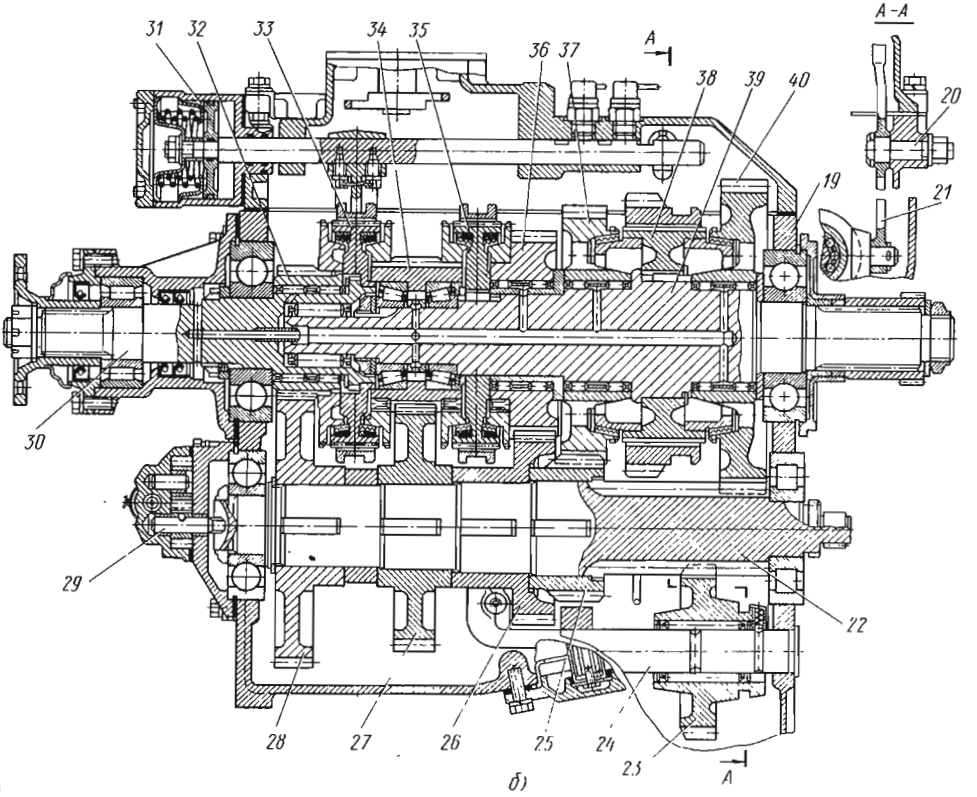
На заднем конце ведущего вала имеется шлицевой венец, к которому присоединена ступица синхронизатора *33* делителя. Смещение каретки синхронизатора *33* в сторону шестерни *32* обеспечивает соединение этой шестерни с ведущим валом. Тем самым включается низшая передача Н в делителе, и крутящий момент от ведущего вала *30* передается через зубчатые колеса *32* и *28* на промежуточный вал *22*. С промежуточного вала крутящий момент передается на ведомый вал *39* через пары зубчатых колес: *22* и *40* — первая передача, *25* и *37* — вторая передача, *26* и *36* — третья передача, *27* и *34* — четвертая передача — в зависимости от положения кареток синхронизаторов *35* и *38* основной коробки передач.

Смещение каретки синхронизатора *33* делителя в сторону шестерни *34* обеспечивает соединение этой шестерни с ведущим валом. Тем самым включается высшая передача *В* в делителе, и крутящий момент от ведущего вала *30* передается через зубчатые колеса *34* и *27* на промежуточный вал *22* и с вала *22* на ведомый вал *39* через пары зубчатых колес: *22* и *40*, *25* и *37*, *26* и *36* — в зависимости от положения кареток синхронизаторов *35* и *38*. Четвертая передача 4В — прямая, так как смещение каретки синхронизатора *35* в сторону шестерни *34* обеспечивает соединение ведомого *39* и ведущего *30* валов через шестерню *34* и синхронизатор *33* делителя.

Включение передачи заднего хода обеспечивается смещением зубчатого колеса *23* вдоль оси *24* при помощи рычага *21*, установленного на оси *20*. Зубчатое колесо *23* входит в зацепление с зубчатым колесом, нарезанным на каретке синхронизатора *38*, и крутящий момент с промежуточного вала *22* передается на вторичный вал *39* через зубчатые колеса *23* и *38*.

Переключение передач основной коробки водитель осуществляет, перемещая рычаг переключения передач. Переключение делителя — электропневматическое, осуществляется пневмоцилин-


1
2
3
4
5
6
7
8
18
17
16
а)


31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
А
А-А
20
21
19
30
29
22
28
27
26
25
24
23
А
б)

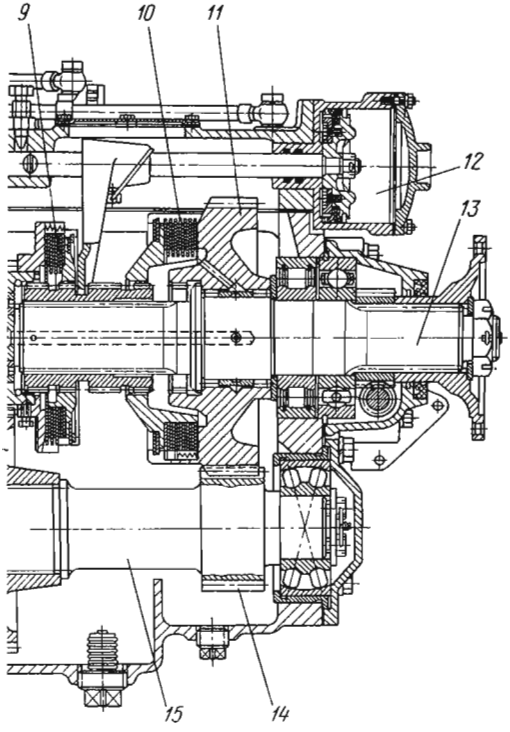


Рис. 106
Коробки передач:
а – ЯМЗ-238А; *б* – КАЗ-4540

дром *31* с электропневматическими клапанами, управляемыми двухпозиционным переключателем, находящимся на рычаге переключения передач.

Двухступенчатая гидромеханическая коробка передач городского автобуса состоит (рис. 107) из гидротрансформатора *21*, механической ступенчатой коробки передач, имеющей ведущий *22*, ведомый *9* и промежуточный *16* валы с зубчатыми колесами, фрикционы *2*, *3* и *20*, зубчатую муфту *5*, а также из системы управления (см. рис. 98). Схема этой коробки передач приведена на рис. 97, *а*.

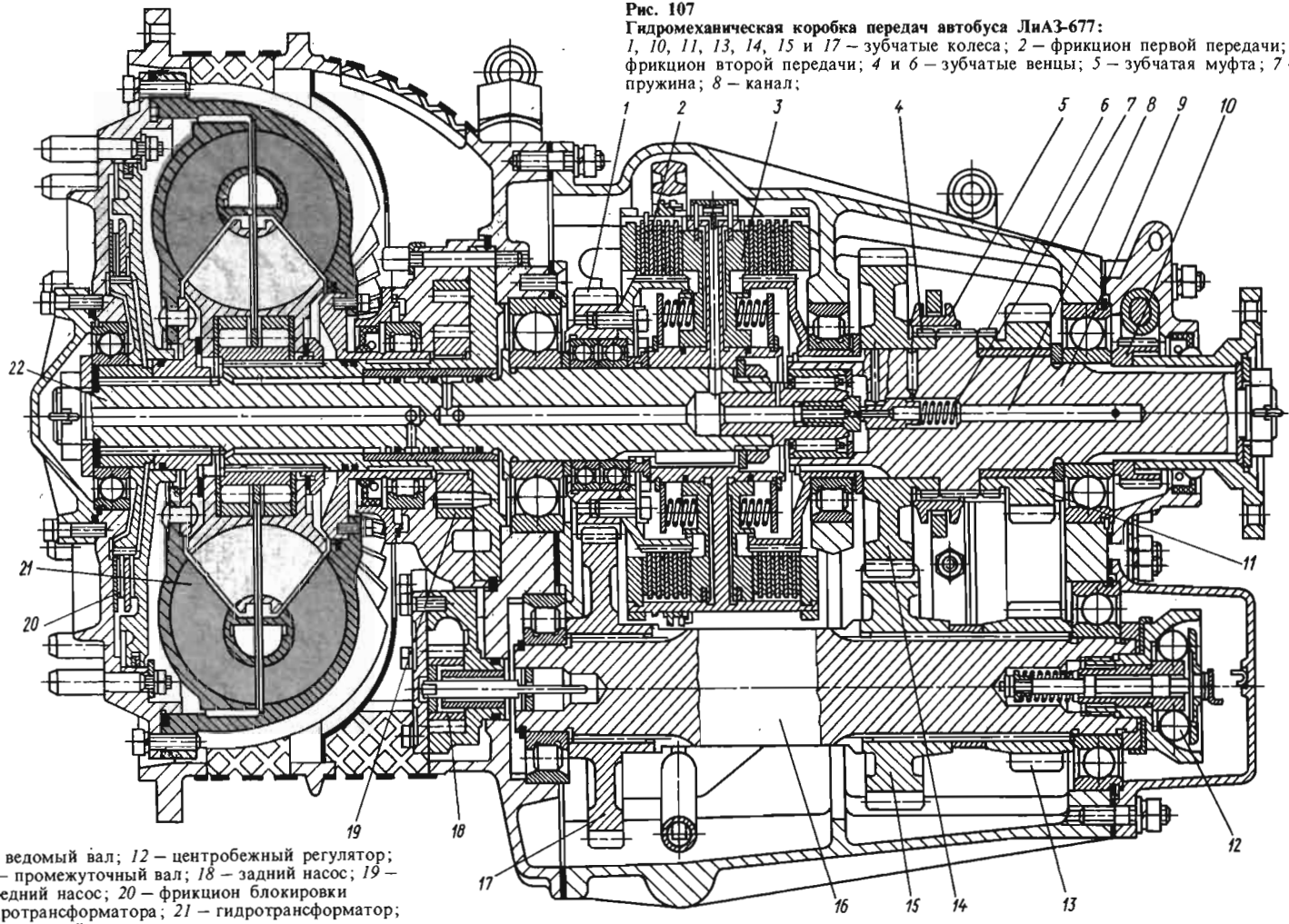
Первая (понижающая) передача включается фрикционом *2*, вторая (прямая) – фрикционом *3*, блокировка гидротрансформатора – фрикционом *20*. При движении вперед зубчатая муфта *5* находится в крайнем переднем положении, как показано на рис. 107. При движении задним ходом зубчатая муфта находится в крайнем заднем положении. Кроме того, включен фрикцион *2*.

Двухступенчатая гидромеханическая коробка передач легкового автомобиля состоит из комплексного гидротрансформатора *1* (рис. 108), механической ступенчатой (планетарной) коробки передач с одним многодисковым фрикционом *3* и двумя ленточными тормозами *2* и *4*, а также гидравлической системы управления с кнопочным переключателем передач (кнопки соответственно: *Н* – нейтральное положение; ЗХ – задний ход; П – первая передача; Д – движение с автоматическим переключением передач). В механической коробке передач (рис. 94, *г*) применены два одинаковых трехвальных планетарных механизма *5* и *8*, выполненных по схеме, приведенной на рис. 94, *а*.

В нейтральном положении фрикцион *3* выключен, тормоза *2* и *4* отпущены. Трогание автомобиля с места происходит при включенной первой передаче. При этом масло под давлением подводится в цилиндр тормоза *2*, лента которого затягивается, и солнечная шестерня переднего планетарного механизма останавливается. Если включена кнопка Д, то при разгоне автомобиля происходит автоматическое переключение на вторую передачу, что обеспечивается одновременным выключением тормоза *2* и включением фрикциона *3*. При этом оба планетарных механизма блокируются и вращаются, как одно целое. Для движения задним ходом включается только тормоз *4*. К системе управления относятся задний *6* и передний *11* насосы, центробежный регулятор *7*, маслоприемник *9*, блок клапанов *10*.

Оба шестеренных насоса системы управления (рис. 109) питаются через общий маслоприемник *7* с фильтрующей сеткой, расположенный в поддоне. Масло от насосов поступает к клапану *4* главного давления. Давлением масла золотник клапана смещается, сжимая пружину, и устанавливает в системе заданное давление. На всех режимах, кроме движения задним ходом, это давление равно 0,7–0,75 МПа. С увеличением подачи заднего насоса *9* из-за

Рис. 107
Гидромеханическая коробка передач автобуса ЛиАЗ-677:
1, 10, 11, 13, 14, 15 и *17* – зубчатые колеса; *2* – фрикцион первой передачи; *3* – фрикцион второй передачи; *4* и *6* – зубчатые венцы; *5* – зубчатая муфта; *7* – пружина; *8* – канал;



9 – ведомый вал; *12* – центробежный регулятор; *16* – промежуточный вал; *18* – задний насос; *19* – передний насос; *20* – фрикцион блокировки гидротрансформатора; *21* – гидротрансформатор; *22* – ведущий вал

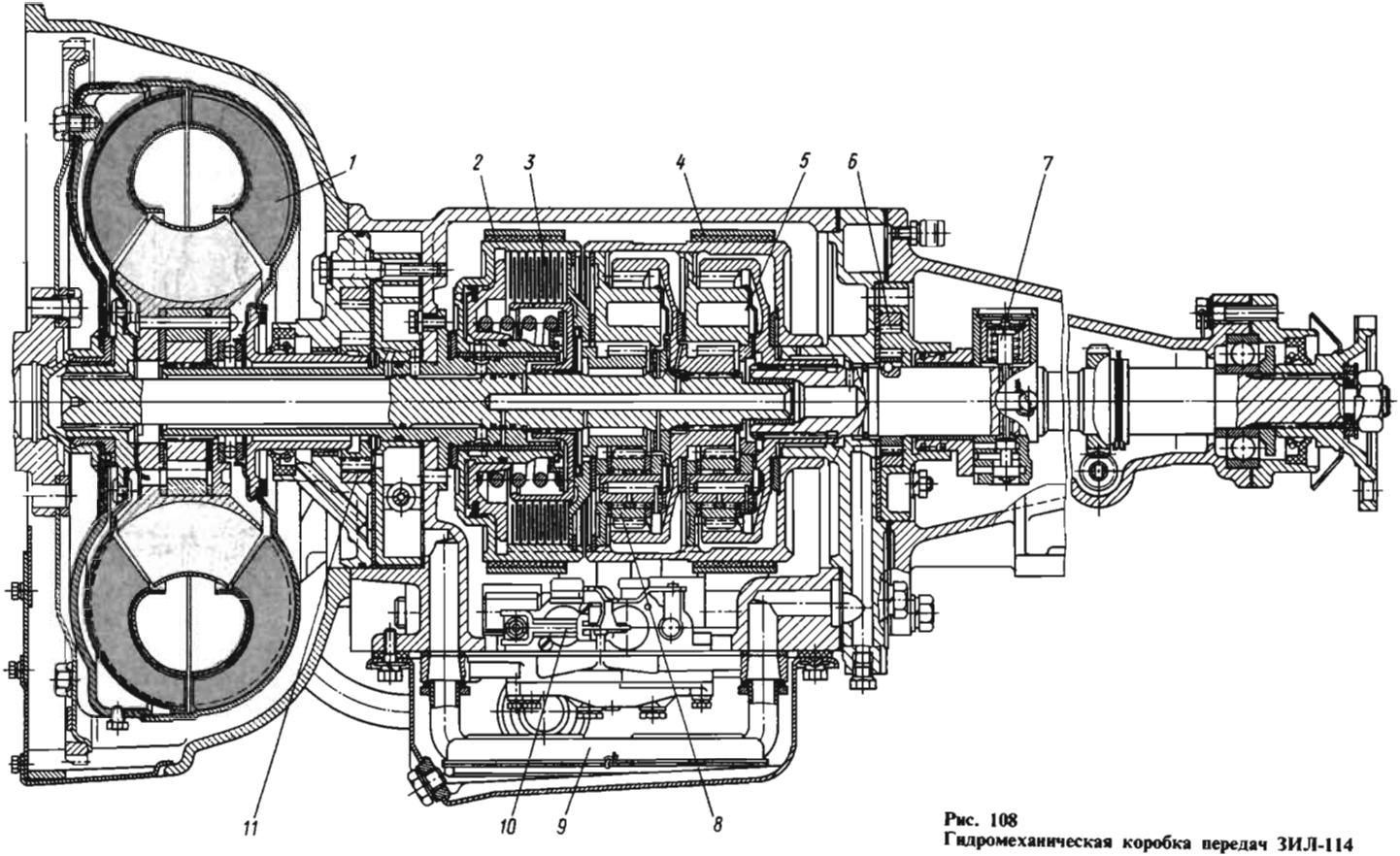


Рис. 108
Гидромеханическая коробка передач ЗИЛ-114

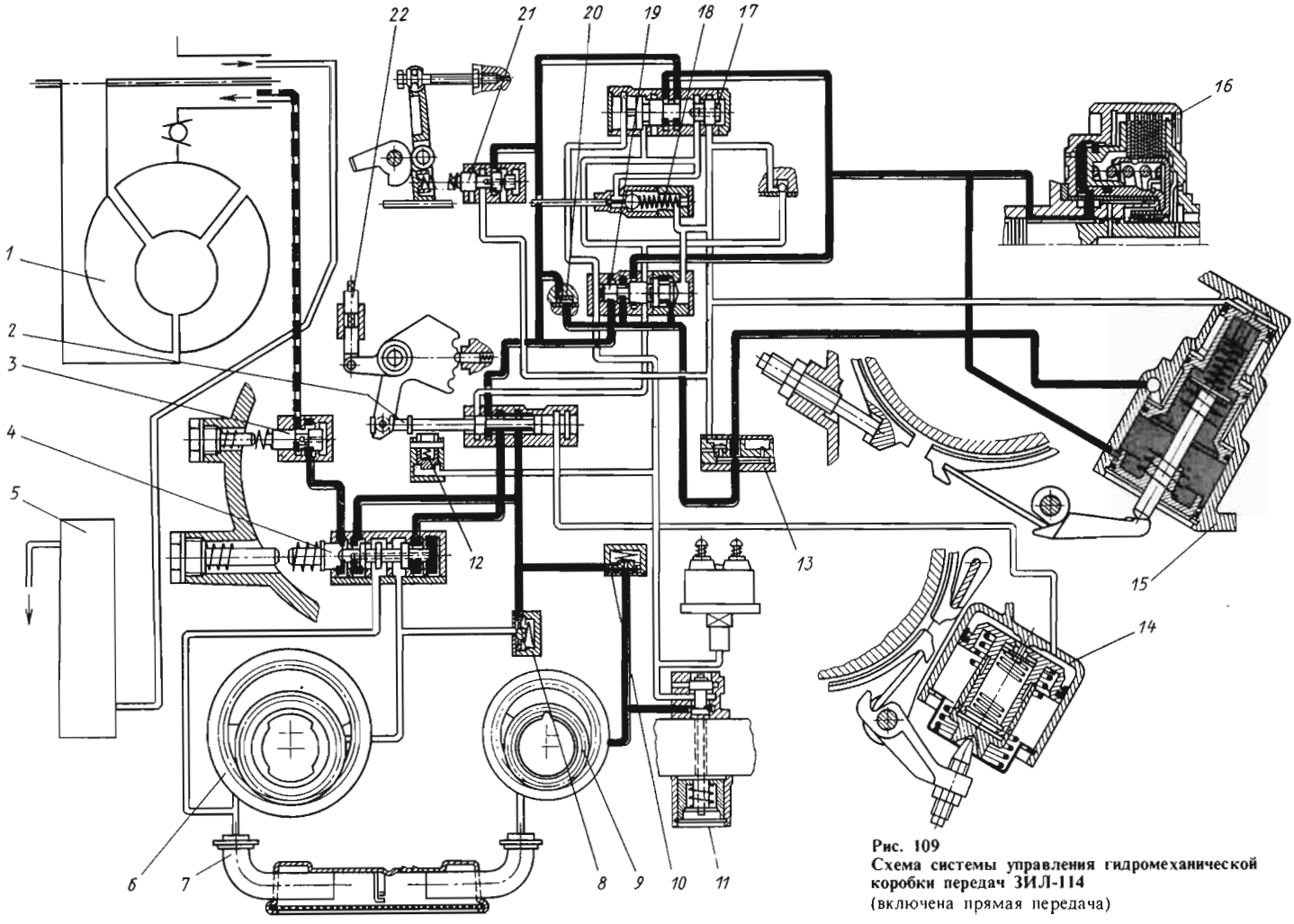


Рис. 109
Схема системы управления гидромеханической коробки передач ЗИЛ-114
(включена прямая передача)

увеличения скорости движения автомобиля, золотник клапана *4* смещается и разгружает передний насос *6*, соединяя его полости нагнетания и всасывания. Обратный клапан *8* переднего насоса отсекает этот насос от системы управления. Обратный клапан *10* предотвращает разгрузку переднего насоса через задний насос *9* при движении задним ходом.

Масло от редукционного клапана *4* поступает к редукционному клапану *3* гидротрансформатора, который поддерживает в гидротрансформаторе *1* давление равное 0,35 МПа. Масло, прошедшее гидротрансформатор, через калиброванное отверстие и радиатор *5* подается для смазывания зубчатых колес и подшипников.

На ведомом валу закреплен центробежный клапан *11*. С увеличением частоты вращения ведомого вала золотник перемещается к оси вращения вала, устанавливая на выходе из центробежного клапана изменяемое с изменением частоты вращения вала давление (называемое центробежным).

Остальные клапаны расположены в панели управления, которую присоединяют к нижней плоскости картера коробки передач. Основными клапанами панели управления являются: клапан *2* ручного переключения передач, клапан *17* переключения передач и дроссельный редукционный клапан *21*.

Клапан *2* ручного переключения передач может занимать одно из четырех положений, включая при этом последовательно передачу заднего хода, нейтральное положение, режим «движения» и понижающую передачу. Передвижение клапана осуществляется рычажком, ось которого выведена наружу и соединена с тросом *22* переключения передач. Рычажок имеет сектор, служащий для фиксирования положений клапана *2*.

Дроссельный клапан *21* подает в систему управления масло, давление которого (называемое дроссельным) возрастает с увеличением открытия дроссельных заслонок карбюратора от 0,06 до 0,6 МПа при их полном открытии. Это происходит под действием сжатия пружины клапана кулачком, соединенным с педалью подачи топлива.

Клапан *17* переключения передач осуществляет переключение с понижающей передачи на прямую и обратно. С одной стороны на его золотник действуют пружина и дроссельное давление, с другой – центробежное давление. Соотношение этих давлений и определяет то или иное крайнее положение золотника, а следовательно, и включение прямой или понижающей передачи.

Кроме того, в панели управления имеются клапан *19* плавности переключения передач, клапан *18* принудительного включения понижающей передачи и другие, назначение и работа которых будут описаны ниже.

При включении кнопки *Н* (нейтральное положение) цилиндры *14* и *15* тормозных лент и фрикциона *16* соединены со сливом. Редукционные клапаны *3* и *4* обеспечивают питание гидротрансформатора и смазывание деталей гидропередачи.

При включении кнопки *Д* у неподвижного автомобиля клапан *17* переключения передач находится под действием пружины в крайнем левом положении. Масло от дроссельного клапана *21* поступает в верхнюю полость цилиндра тормозной ленты понижающей передачи, а от редукционного клапана *4* главного давления через жиклер закрытого магистрального клапана *20*, а также клапан *19* плавности переключения передач и открытый ограничительный клапан *13* понижающей передачи – в кольцевую полость цилиндра *15*. Лента тормоза затягивается, обеспечивая включение понижающей передачи.

По мере разгона автомобиля давление за центробежным клапаном *11* увеличивается. В определенный момент, зависящий от величины дроссельного давления, клапан *17* переключения передач начинает перемещаться направо, соединяя с насосами нижнюю полость цилиндра *15* понижающей передачи и фрикцион *16*. При этом клапан, начав перемещаться, быстро приходит в крайнее положение, так как его правая полость, к которой через жиклер подведе-

но дроссельное давление, соединяется через второй жиклер со сливом и давление в ней падает.

Одновременно с включением фрикциона *16* по мере нарастания в нем давления, а следовательно, и передаваемого момента освобождается тормозная лента понижающей передачи. Этим обеспечивается плавное включение прямой передачи без разрыва потока передаваемой мощности.

При снижении скорости автомобиля момент переключения с прямой передачи на понижающую определяется соотношением усилия пружины клапана *17* переключения передач и усилия, вызываемого давлением за центробежным клапаном *11*. Клапан переключения передач, начав перемещаться, не может задержаться, так как уже при небольшом сдвиге к его правой полости подключается дроссельное давление. Фрикцион и нижняя полость цилиндра понижающей передачи разгружаются и снова включается понижающая передача.

При полном нажатии на педаль подачи топлива кулачок дроссельного клапана воздействует на стержень, открывающий шарик клапана *18* принудитель-

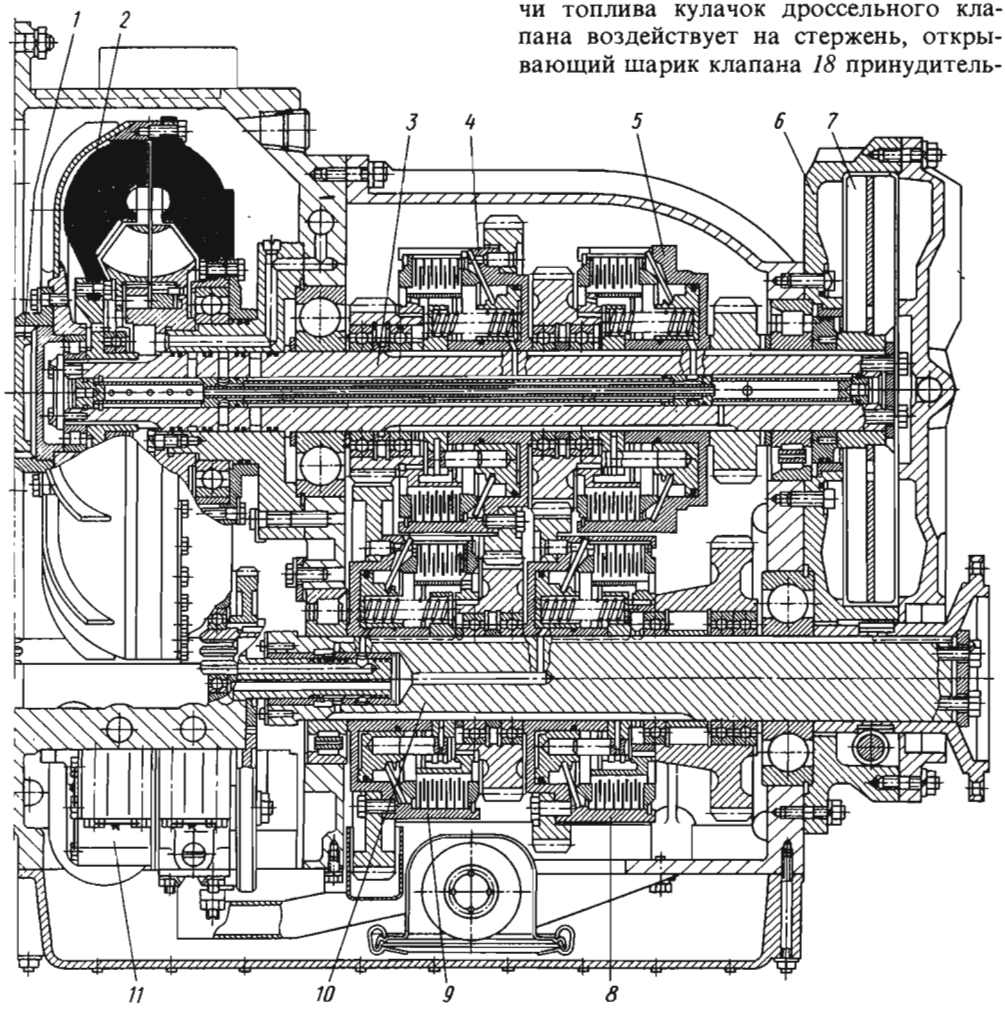


Рис. 110
Гидромеханическая коробка передач автомобиля БелАЗ-540:
1 — вал согласующего редуктора; *2* — гидротрансформатор; *3* — ведущий вал; *4* — фрикцион первой передачи; *5* — фрикцион второй передачи; *6* — корпус тормоза-замедлителя; *7* — ротор; *8* — фрикцион передачи заднего хода; *9* — фрикцион третьей передачи; *10* — ведомый вал; *11* — насос

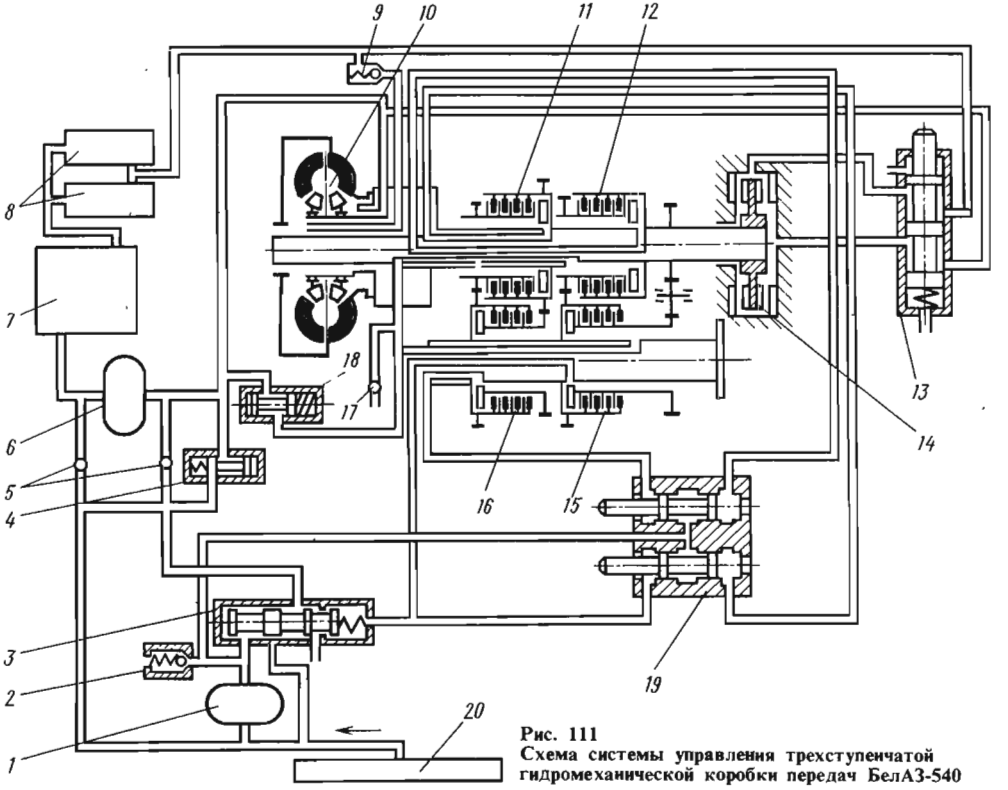


Рис. 111
Схема системы управления трехступенчатой гидромеханической коробки передач БелАЗ-540

ного включения понижающей передачи. В случае движения автомобиля на прямой передаче это вызывает переключение на понижающую передачу, так как к правой полости клапана переключения передач подводится дроссельное давление и он перемещается налево.

При движении на понижающей передаче резкое отпускание педали подачи топлива вызывает переключение на прямую передачу, так как дроссельное давление уменьшается и клапан переключения передач перемещается направо.

Для переключения передач плавно и без толчков служит клапан *19*, состоящий из двух золотников, разводимых пружинами. Для улучшения плавности включения понижающей передачи служит ограничительный клапан *13*, снижающий скорость ее включения при уменьшении дроссельного давления.

При движении автомобиля вперед со скоростями, превышающими 16 км/ч, передача заднего хода не может быть включена. Это обеспечивается выдвижением поршня клапана блокировки *12* вверх под действием повышенного центробежного давления, что не позволяет передвинуть золотник ручного управления *2* в положение, соответствующее включению передачи заднего хода.

В последние годы вместо двухступенчатой гидромеханической коробки передач применяется более совершенная трехступенчатая, имеющая также два одинаковых планетарных механизма.

Трехступенчатая гидромеханическая коробка передач автомобиля-самосвала состоит из комплексного гидротрансформатора *2* (рис. 110), механической ступенчатой коробки передач и гидроэлектрической системы управления. Переключение передач неавтоматическое. Механическая коробка передач имеет ведущий *3* и ведомый *10* валы, три пары зубчатых колес переднего хода и три зубчатых колеса заднего хода,

а также четыре фрикциона. Каждая передача включается одним фрикционом: первая передача – фрикционом *4*, вторая – *5*, третья (повышающая) – *9*, передача заднего хода – *8*. На ведущем валу установлен гидродинамический тормоз-замедлитель с корпусом *6* и ротором *7*.

Система управления (рис. 111) обеспечивает неавтоматическое переключение передач и состоит из главного шестеренного насоса *1* и шестеренного насоса *6* гидротрансформатора *10*, радиатора *7* и фильтра *8*, включенных в линию насоса *6*, трех редукционных клапанов: *18* – для смазывания (0,5 ÷ 0,1 МПа), *4* – для питания гидротрансформатора (0,4 МПа), *3* – для включения фрикционов (1 МПа – для переднего хода и 1,5 МПа – для заднего хода), а также клапанов *19* ручного переключения передач. Верхний на схеме клапан обеспечивает включение фрикционов второй *12* и третьей *16* передач, нижний – фрикционов первой передачи *11* и передачи заднего хода *15*. Эти клапаны соединены тягами с рычагом переключения, установленным на рулевой колонке.

Тормоз-замедлитель *14* управляется клапаном *13*. На рис. 111 также показаны поддон *20*, обратные клапаны *5, 9, 17* и предохранительный клапан *2*.

В последние годы производство трехступенчатой коробки передач постепенно заменяется более совершенной пятиступенчатой, выполненной по схеме, сходной со схемой, показанной на рис. 97, *б*.

§ 22. Карданная передача

Назначение и принцип действия карданной передачи. Карданная передача предназначена для передачи крутящего момента от одного механизма к другому, если оси их валов изменяют взаимное положение или не лежат на одной прямой.

Карданная передача чаще всего соединяет ведомый вал коробки передач (см. рис. 83) или раздаточной коробки (см. рис. 84, *в*) с ведущим валом главной передачи моста. Коробка передач (или раздаточная коробка) закреплена на раме или на кузове, а ведущий мост присоединен к раме через подвеску и может перемещаться относительно рамы. Поэтому взаимное положение этих механизмов при движении автомобиля изменяется. Карданные передачи устанавливают также в приводе к передним ведущим управляемым колесам и в приводе ведущих неуправляемых колес при независимой подвеске (см. рис. 84, *а, б*).

В общем случае карданная передача состоит из карданных шарниров *1, 4, 6* (рис. 112, *а*), карданных валов *2* и *5*, промежуточной опоры *3* и компенсирующего соединения *7*.

Компенсирующее соединение обеспечивает изменение длины карданного ва-

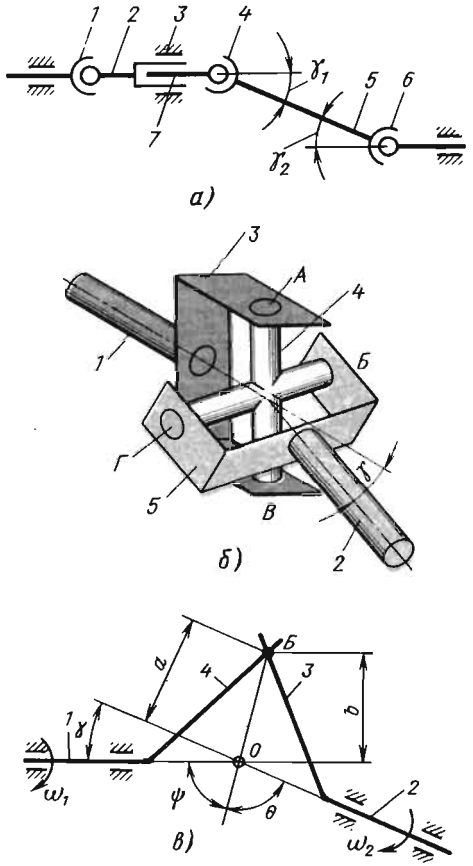


Рис. 112
Схемы карданной передачи:
а – общая; *б* – жесткого карданного шарнира неравных угловых скоростей; *в* – карданного шарнира равных угловых скоростей

ла, если при перемещении одного механизма относительно другого меняется расстояние между ними, как, например, между ведущим мостом и коробкой передач.

Карданные шарниры обеспечивают передачу крутящего момента между валами, оси которых пересекаются под углом. Различают карданные шарниры равных и неравных угловых скоростей. Карданные шарниры неравных угловых скоростей делят на упругие и жесткие. Карданные шарниры равных угловых скоростей по конструкции бывают шариковые с делительными канавками, шариковые с делительным рычажком, кулачковые и сдвоенные.

Упругие карданные шарниры передают момент между валами с осями, пересекающимися под углом $2-3°$ или несколько больше, в результате упругой деформации соединительных элементов и выполняют функции дополнительного гасителя крутильных колебаний.

Жесткий карданный шарнир неравных угловых скоростей передает крутящий момент от одного вала к другому через подвижные соединения жестких деталей. Он состоит из двух вилок *3* и *5* (рис. 112, *б*), в цилиндрические отверстия которых вставлены концы *А*, *Б*, *В* и *Г* соединительного элемента — крестовины *4*. Вилки жестко закреплены на валах *1* и *2*. При вращении валов концы *Б* и *Г* крестовины покачиваются относительно плоскости, перпендикулярной к оси вала *1*.

При повороте вала *1* вокруг своей оси на угол α вал *2* поворачивается вокруг своей оси на угол β. Соотношение между углами поворота валов *1* и *2* определяется выражением $\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\beta\cos\gamma$. Из этого выражения следует, что угол β то больше угла α, то равен ему. Равенство этих углов наступает через каждые 90° поворота вала *1*. Следовательно, при равномерном вращении вала *1* частота вращения вала *2* неравномерна и изменяется по синусоидальному закону в зависимости от времени. Она то больше, то меньше частоты вала *1*. Неравномерность вращения тем больше, чем больше угол γ между осями валов. В результате неравномерного вращения вала, расположенного за карданным шарниром неравных угловых скоростей, в трансмиссии возникают дополнительные пульсирующие нагрузки. Эти нагрузки тем больше, чем больше неравномерность вращения. При $\gamma = 5 \div 10°$ дополнительные нагрузки сравнительно невелики, но при увеличении γ до $15-20°$ они превышают нагрузки от крутящего момента двигателя. Чтобы избежать неравномерного вращения ведущих колес автомобиля, в карданной передаче два карданных шарнира устанавливают так, чтобы углы γ_1 и γ_2 (см. рис. 112, *а*) были равны, вилки карданных шарниров, закрепленные на неравномерно вращающемся валу *5*, должны быть расположены в одной плоскости. Неравномерность вращения ведущих колес устраняют также применением карданного шарнира равных угловых скоростей.

Принцип действия карданного шарнира равных угловых скоростей может быть проиллюстрирован схемой рис. 112, *в*. Валы *1* и *2* соединены между собой рычагами *3* и *4*. Рычаги контактируют в точке *Б*, линейная скорость которой одинакова для обоих рычагов, т. е. $v = \omega_1 b = \omega_2 a$. Равенство угловых скоростей $\omega_1 = \omega_2$ возможно, если $b = a$. Это условие выполнимо, если угол θ равен углу ψ, т. е. если точка *Б* контакта рычагов лежит на биссектрисе угла $180° - \gamma$. При вращении валов точка *Б* должна перемещаться в биссекторной плоскости. Конструктивно это условие можно обеспечить разными способами.

Конструкция карданных передач. Карданная передача грузового автомобиля (рис. 113) состоит из трех жестких карданных шарниров *10*, *8* и *21*, промежуточного *3* и основного *9* валов, промежуточной опоры *16*, а также компенсирующего шлицевого соединения *18*, *19*.

Карданные шарниры неравных угловых скоростей, применяемые на отечественных автомобилях, устроены в основном одинаково. Одна из вилок *1* карданного шарнира имеет фланец, а другая *2* приварена к трубе карданного вала *3*. Шипы крестовины *13* входят

в проушины обеих вилок с игольчатыми подшипниками *12*. Каждый подшипник удерживается в проушине вилки крышкой *14*, которая присоединена к вилке двумя болтами, стопорящимися усиками шайбы *11*. В некоторых карданных шарнирах подшипники закреплены в вилках стопорными кольцами. Для удержания смазочного материала в подшипнике и защиты его от попадания грязи и влаги предназначено комбинированное уплотнение *15*, которое состоит из однокромочного сальника, вмонтированного в обойму подшипника, и торцового уплотнения, напрессованного на шипы крестовины. При такой конструкции не требуется пополнения смазочного материала в процессе эксплуатации. В крестовинах, выпускавшихся ранее, имелась масленка *7* для смазывания подшипников крестовин.

В некоторых карданных шарнирах рабочая нагруженная пружиной кромка резинового сальника обращена в сторону подшипника. Поэтому в крестовине предусмотрен предохранительный клапан, защищающий сальники от повреждения под действием давления нагнетаемого в крестовину масла. Карданные шарниры автомобилей новых моделей обычно заправляют при сборке консистентным смазочным материалом и в эксплуатации его не заменяют.

Максимальный угол между осями валов при использовании жестких карданных шарниров неравных угловых скоростей зависит в основном от конструкции вилок и не превышает 15—20°. Если угол между осями валов менее 2° и при передаче крутящего момента изменяется незначительно, то шипы крестовины деформируются иглами и быстро разрушается карданный шарнир. Чтобы избежать этого, в карданных шарнирах иногда применяют подшипники скольжения в виде втулок.

Карданные валы выполняют из тонкостенных труб, к которым приваривают вилки карданных шарниров, шлицевые втулки или наконечники. Для уменьшения поперечных нагрузок валы динамически балансируют в сборе с карданными шарнирами. Дисбаланс карданных

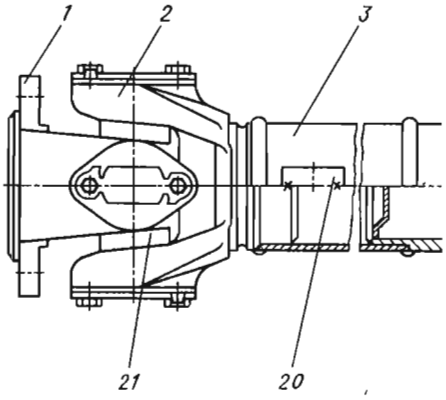
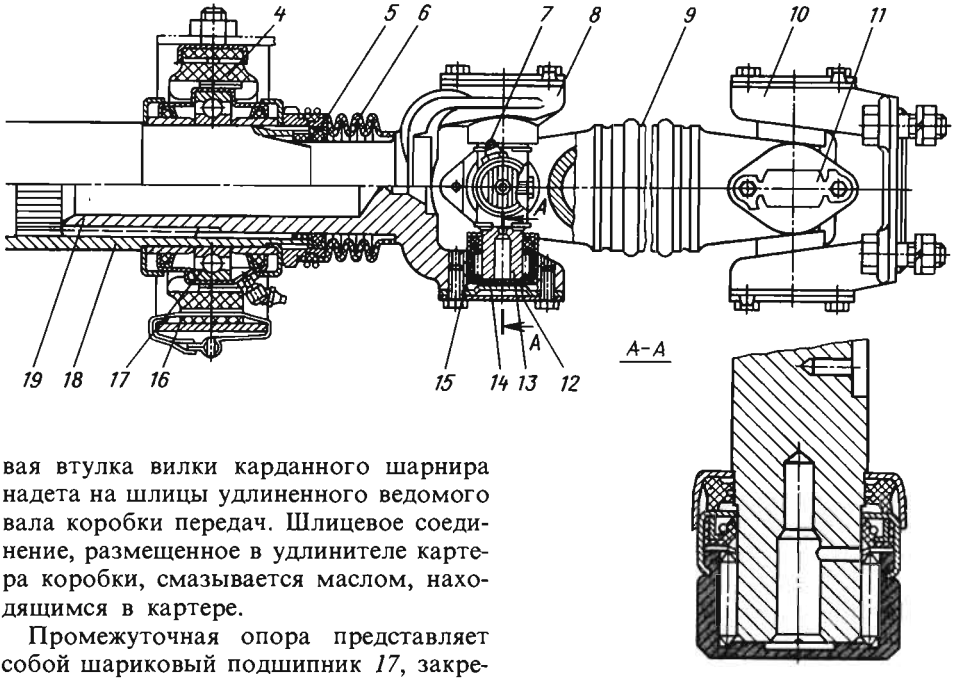


Рис. 113
Карданная передача автомобиля ЗИЛ-130

валов устраняют, приваривая к концам трубы вала балансировочные пластины *20*, а иногда устанавливая балансировочные пластины под крышки подшипников карданных шарниров. Взаимное положение деталей шлицевого соединения после сборки и балансировки карданного вала на заводе отмечается специальными метками. При нарушении балансировки из-за изгиба вала, износа подшипников и других причин возникают дополнительные поперечные нагрузки и вибрации валов, что снижает срок службы как карданных передач, так и механизмов, соединяемых ими.

Компенсирующее соединение карданной передачи выполняют обычно в виде шлицевого соединения. Оно обеспечивает изменение длины карданной передачи, если при перемещении одного агрегата относительно другого меняется расстояние между ними, как, например, между ведущим мостом и коробкой передач. Шлицевой наконечник *19* вилки карданного шарнира входит в шлицевую втулку *18*, приваренную к валу *3*. В шлицевое соединение при сборке закладывают смазочный материал. Для защиты от вытекания смазочного материала и загрязнения установлены войлочный сальник *5* и чехол *6*. У легковых автомобилей шлицевое соединение карданной передачи иногда выполняется в картере коробки передач. Например, на автомобиле ГАЗ-24 «Волга» шлице-



вая втулка вилки карданного шарнира надета на шлицы удлиненного ведомого вала коробки передач. Шлицевое соединение, размещенное в удлинителе картера коробки, смазывается маслом, находящимся в картере.

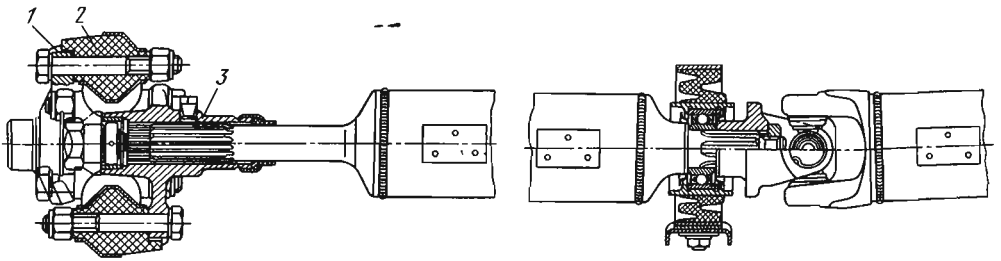
Промежуточная опора представляет собой шариковый подшипник *17*, закрепленный на промежуточном карданном валу. Подшипник закрыт с обеих сторон крышками с войлочными сальниками и установлен в упругой резиновой обойме *4*, которая размещена в кронштейне, укрепленном на раме. Упругая обойма подшипника снижает вибрацию и предотвращает возникновение в промежуточном карданном валу нагрузок, обусловленных неточностью монтажа опоры и деформациями рамы.

Карданная передача легкового автомобиля ВАЗ-2101 «Жигули» с приводом на задние колеса (рис. 114) состоит из деталей, аналогичных деталям карданной передачи грузового автомобиля, но передний карданный шарнир, расположенный между коробкой передач и промежуточной опорой, выполнен упругим. Он состоит из вилок *1* и *3*, массивных резиновых соединительных деталей *2*, а также болтов с гайками и шайбами.

Карданные шарниры равных угловых скоростей устанавливают в приводе к управляемым ведущим колесам.

Шариковый карданный шарнир с делительными канавками имеет два кулака *2* и *4* (рис. 115, *а*), изготовленные как одно целое с валами *1* и *5*. В каждом кулаке выполнено по четыре канавки, в которые закладываются четыре шарика *3*. Пятый шарик *6* расположен между торцами кулаков и обеспечивает их

Рис. 114
Карданная передача автомобиля ВАЗ-2101 «Жигули»



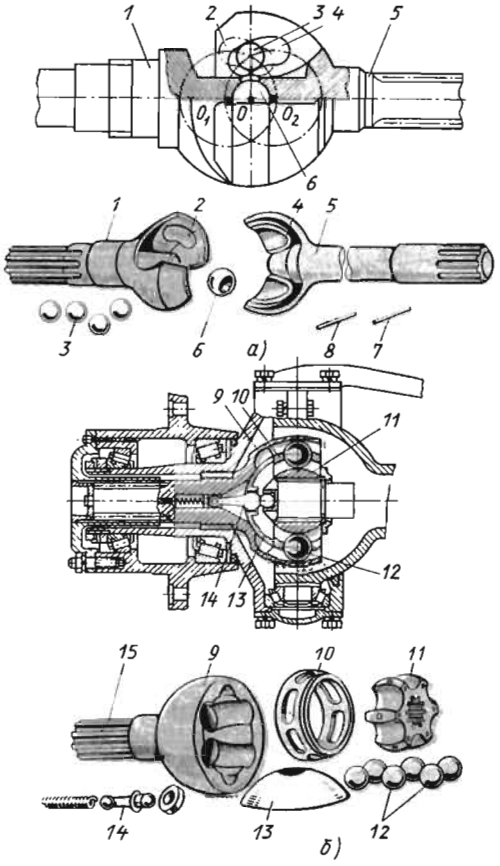


Рис. 115
Шариковые карданные шарниры равных угловых скоростей:
а — с делительными канавками; *б* — с делительным рычажком

центрирование. Для установки четвертого шарика *3* при сборке карданного шарнира на центрирующем шарике *6* сделана лыска. После сборки карданного шарнира центрирующий шарик поворачивают лыской в сторону торца вала кулака *2* и фиксируют в этом положении штифтом *8*, входящим в отверстие шарика *6* и вала кулака *2*. Штифт *8*, в свою очередь, фиксируют другим штифтом *7*.

При вращении валов *1* и *5* в любую сторону крутящий момент передается от одного кулака к другому только через два шарика. Каждый из четырех периферийных шариков лежит одновременно в канавках обоих кулаков, а его центр при этом располагается на пересечении осей канавок в точке, которая лежит в плоскости, проходящей через точку *О*. Вследствие этого при вращении валов и изменении угла между их осями шарики *3* всегда устанавливаются в биссекторной плоскости.

Простота конструкции и достаточная надежность в работе карданных шарниров с делительными канавками позволяет применять их на многих отечественных автомобилях (УАЗ-469, ГАЗ-66, ЗИЛ-131). Такие шарниры могут работать при углах поворота колес до 30—32°. Их недостатком является необходимость точной фиксации валов в осевом направлении, а также высокие давления на контактных поверхностях, что снижает долговечность таких шарниров и ограничивает их применение на автомобилях большой грузоподъемности.

В шариковом карданном шарнире с делительным рычажком *14* (рис. 115, *б*) связь между ведущей звездочкой *11* и сферической чашкой *9*, выполненной как одно целое с валом *15*, осуществляется шестью шариками *12*, заключенными в сепаратор *10*. При повороте вала *15* относительно вала ведущей звездочки делительный рычажок через направляющую чашку *13* поворачивает сепаратор, устанавливая шарики в биссекторной плоскости. Крутящий момент в таком шарнире передается через все шарики как при переднем, так и при заднем ходе. Поэтому нагрузка на шарик меньше, чем у карданного шарнира с делительными канавками. При одинаковых габаритных размерах карданные шарниры с делительным рычажком могут передавать больший момент, чем карданные шарниры с делительными канавками. Они работают при углах до 38°.

На рис. 116 показан привод переднего колеса автомобиля «Урал-375» с кулачковым карданным шарниром равных угловых скоростей. В пазах вилок *4* и *7* валов *1* и *6* полуосей могут поворачиваться кулаки *5* и *8*. Кулаки шарнирно соединяются между собой диском *9*, входящим в их вырезы. При передаче

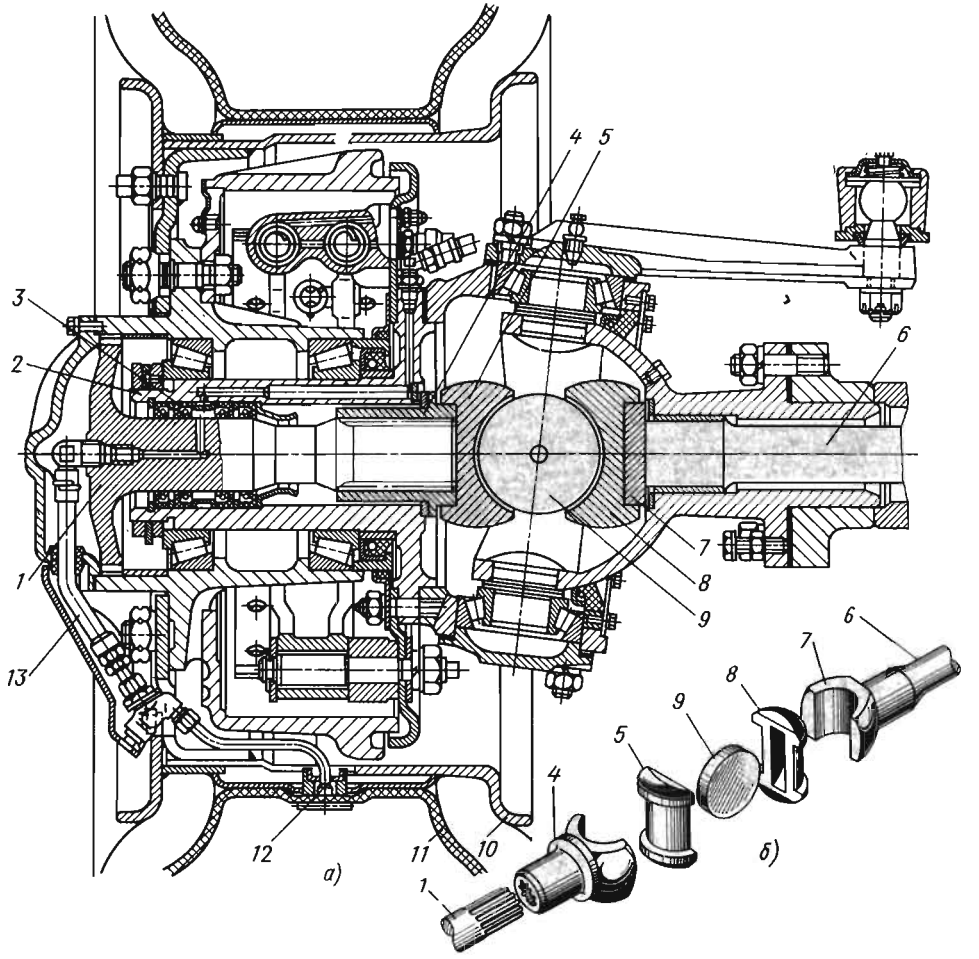


Рис. 116
Привод переднего колеса автомобиля «Урал-375»:
а – общий вид привода; *б* – детали кулачкового карданного шарнира; *1* – наружная полуось; *2* – поворотная цапфа; *3* – уплотнительные манжеты; *4* и *7* – вилки; *5* и *8* – кулаки; *6* – внутренняя полуось; *9* – диск; *10* – обод колеса; *11* – шина; *12* – соединительная муфта; *13* – трубопровод

вращения, когда валы *1* и *6* расположены под углом, каждый из кулаков *5* и *8* поворачивается одновременно относительно оси паза вилки и оси диска. Оси пазов вилок лежат в одной плоскости, которая проходит через среднюю плоскость диска *9*. Эти оси расположены на равных расстояниях от точки пересечения осей валов и всегда перпендикулярны осям валов, поэтому точка их пересечения при любом положении вилок располагается в биссекторной плоскости.

Кулачковые карданные шарниры могут работать при углах до 50°. Благодаря большой контактной поверхности деталей, через которые передаются усилия, кулачковый карданный шарнир имеет небольшие размеры. Основной его недостаток – более низкий, чем у шариковых карданных шарниров, КПД и, как следствие, больший нагрев при работе.

Если передние управляемые колеса легкового автомобиля ведущие, то их привод осуществляется карданными передачами, имеющими обычно два карданных шарнира *1* и *7* равных угловых скоростей и вал *4* (рис. 117, *а*). Долговечность карданных шарниров в значи-

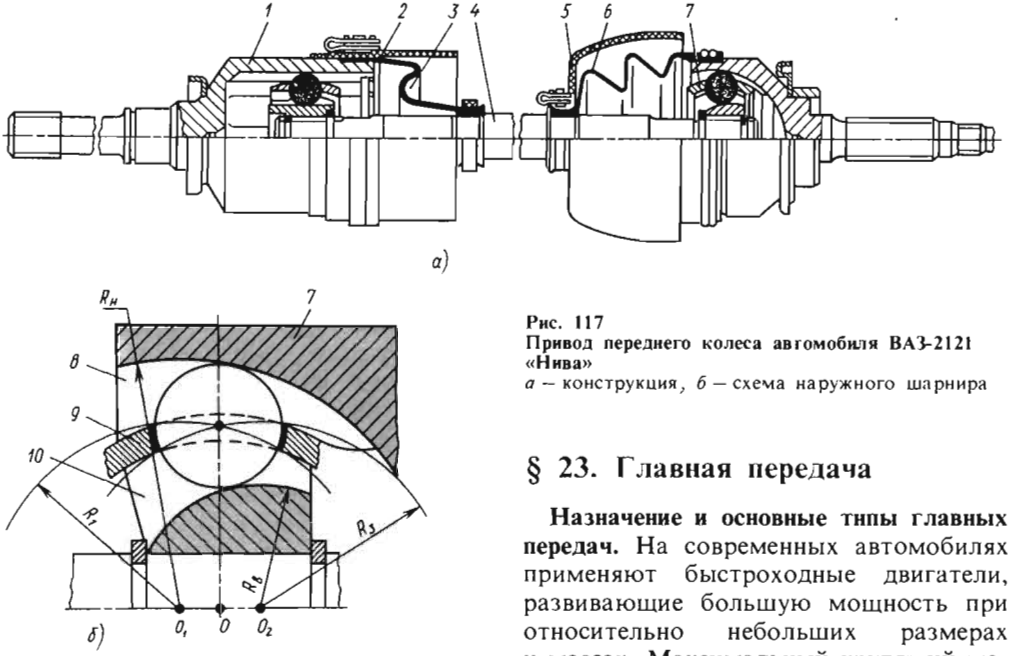


Рис. 117
Привод переднего колеса автомобиля ВАЗ-2121 «Нива»
а – конструкция, *б* – схема наружного шарнира

тельной мере зависит от наличия в них смазки и защиты их от влаги и грязи. С этой целью оба карданных шарнира закрыты защитными чехлами *3, 6* и кожухами *2, 5*.

Наружный (ближний к колесу) карданный шарнир (рис. 117, *б*), как и шарнир, показанный на рис. 115, *а*, представляет собой шарнир с делительными канавками ($OO_1 = OO_2$, $R_1 = R_3$), но здесь канавки не боковые, а внутренние *10*, ограниченные радиусом $R_в$, и наружные *8*, ограниченные радиусом $R_н$, как у шарнира с делительным рычажком (см. рис. 115, *б*). Такой шарнир может работать при углах γ до 35°. Центрирование (поворот вокруг центра *O*) осуществляется сепаратором *9*.

Внутренний (дальний от колеса) карданный шарнир может работать при углах γ не более 18°, но при любом значении γ возможно перемещение всей внутренней части шарнира вдоль оси его наружной обоймы. Таким образом, внутренний карданный шарнир осуществляет функции компенсирующего устройства. У обоих шарниров крутящий момент передают все шарики.

§ 23. Главная передача

Назначение и основные типы главных передач. На современных автомобилях применяют быстроходные двигатели, развивающие большую мощность при относительно небольших размерах и массах. Максимальный крутящий момент у них в несколько раз меньше, а частота вращения в несколько раз больше, необходимой для ведущих колес при движении автомобиля. Главная передача предназначена для увеличения крутящего момента и уменьшения частоты вращения до необходимых ведущим колесам значений.

Передаточное число главной передачи зависит в основном от мощности и быстроходности двигателя, массы и назначения автомобиля (обычно у грузовых автомобилей 6,5 – 9,0; у легковых автомобилей 3,5 – 5,5).

В зависимости от числа зубчатых пар главные передачи делят на одинарные, имеющие одну зубчатую пару, и двойные, состоящие из двух пар. Одинарные главные передачи могут быть с цилиндрическими (см. рис. 103), коническими (рис. 118, *а*), гипоидными (рис. 118, *б*) зубчатыми колесами или червячными (рис. 118, *в*). Двойные главные передачи (рис. 119) обычно состоят из пары конических и пары цилиндрических зубчатых колес. Их делят на центральные (рис. 119, *а*) и разнесенные (рис. 119, *б*). Колесные редукторы *1* разнесенных главных передач соединены

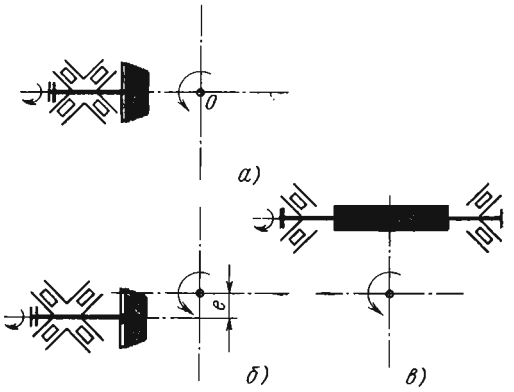


Рис. 118
Схемы одинарных главных передач

полуосями с парой конических зубчатых колес *2*. При разделении главной передачи на две части снижаются нагрузки на полуоси и детали дифференциала, а также уменьшаются размеры средней части ведущего моста. Кроме того, применение колесных редукторов позволяет увеличить на величину А (рис. 119, *б*) дорожный просвет Н и тем самым повысить проходимость автомобиля.

Особенностью работы конической передачи (рис. 118, *а*) являются значительные усилия, действующие на опоры валов в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Под действием этих усилий валы зубчатых колес стремятся сместиться. Вместе с тем долговечность конической главной передачи зависит от правильного зацепления зубьев, когда вершины их начальных конусов лежат в точке *О*. При смещении вершин начальных конусов резко ухудшаются условия работы, что сопровождается ускорением изнашивания и повышением

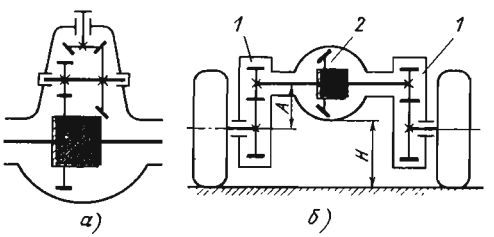


Рис. 119
Схемы двойных главных передач

шума. Для обеспечения правильного зацепления зубчатых колес устанавливают подшипники с предварительным натягом, создают дополнительные опоры валов и зубчатых колес, увеличивают жесткость картера.

В гипоидной главной передаче оси шестерни и колеса не пересекаются. Ось шестерни расположена обычно ниже оси колеса на величину *е* (рис. 118, *б*).

Вследствие большого угла спирали длина зуба шестерни гипоидной передачи больше, чем у конической. При одинаковых диаметрах колеса и передаточных числах диаметр шестерни гипоидной передачи также больше, чем у конической. Все это повышает прочность и долговечность гипоидной передачи, обусловливает плавность зацепления ее зубчатых колес и меньший шум при работе. Однако из-за повышенного скольжения зубьев для смазывания гипоидной передачи применяют специальное гипоидное масло.

Червячные главные передачи отличаются небольшими размерами при больших передаточных числах и отсутствием шума при работе. Однако из-за меньшего КПД по сравнению с коническими и гипоидными передачами, необходимости применения дорогостоящих материалов и высокой стоимости производства червячные главные передачи получили ограниченное распространение.

Конструкция главных передач. *Конические главные передачи* обычно имеют зубчатые колеса с криволинейными — спиральными зубьями. Шестерня *10* (рис. 120) одинарной конической главной передачи грузового автомобиля изготовлена как одно целое с валом, который для уменьшения прогиба установлен в трех подшипниках, размещенных с обеих сторон шестерни. К фланцу *7* ведущего вала присоединяют карданную передачу. Радиально-упорные роликовые подшипники *8* и *9* с кольцом *6* закреплены в стакане *4* и на ведущем валу, радиальный роликовый подшипник *11* — только на ведущем валу и свободно установлен в картере *12*. Колесо *14* приклепано к фланцу корпуса

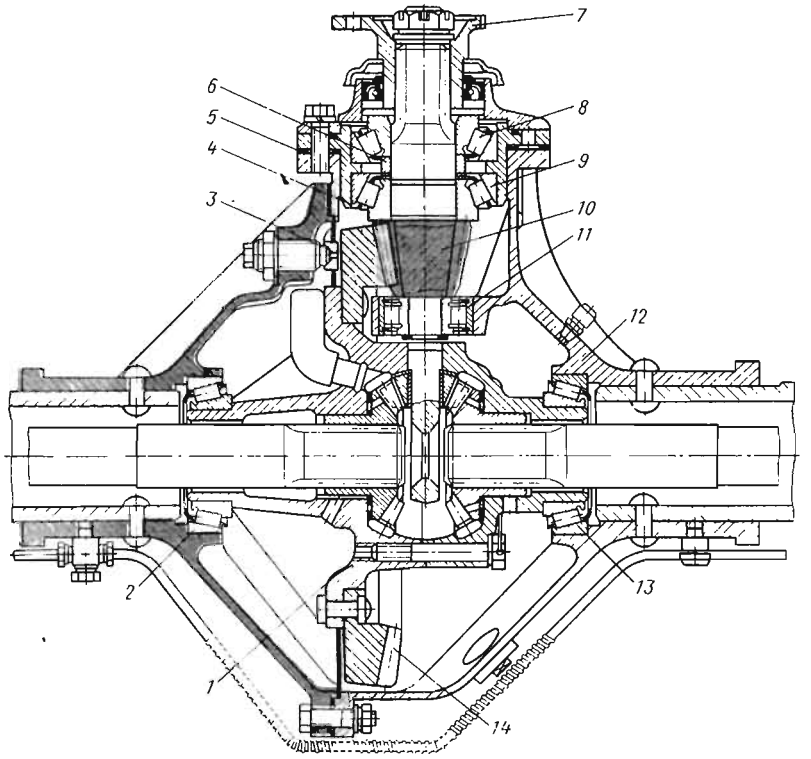


Рис. 120
Главная передача и дифференциал автомобиля ГАЗ-52

1 дифференциала, который вращается в двух радиально-упорных роликовых подшипниках *2* и *13*.

При передаче больших крутящих моментов осевая сила, действующая на колесо *14*, создает момент, вызывающий его перекос. Поэтому чтобы предотвратить нарушение зацепления, предусмотрен регулируемый упор *3*, на который опирается торцом колесо при больших нагрузках. Радиально-упорные роликовые подшипники установлены с предварительным натягом.

Зубчатые колеса главной передачи подбирают на заводе и прирабатывают одно к другому на специальных станках. Их зацепление регулируют при сборке только перемещением шестерни относительно колеса за счет изменения толщины прокладок *5* между фланцем стакана и картером.

Гипоидная главная передача устанавливается на всех отечественных легковых автомобилях и на некоторых грузовых автомобилях (ГАЗ-53А). Ось шестерни *2* (рис. 121) смещена относительно оси колеса *1*. Угол спирали зубьев шестерни больше угла спирали колеса. Радиально-упорные роликовые подшипники шестерни и колеса установлены с предварительным натягом. При вращении колеса *1* масло забрасывается в карман *3*, чем обеспечивается надежное смазывание подшипника *4*. От подшипника масло удаляется по каналу *5*.

Двойная центральная главная передача позволяет получить большое передаточное число при достаточно большом дорожном просвете под картером моста. Картер *20* главной передачи, показанной на рис. 122, закреплен на балке *10* заднего ведущего моста, к которой приварена крышка *11*. На балке с помощью радиально-упорных роликовых подшипников установлены ступицы *16* ведущих колес и закреплены фланцем *19* опоры *18* тормозных колодок.

Главная передача состоит из пары конических зубчатых колес *1* и *8* со спи-

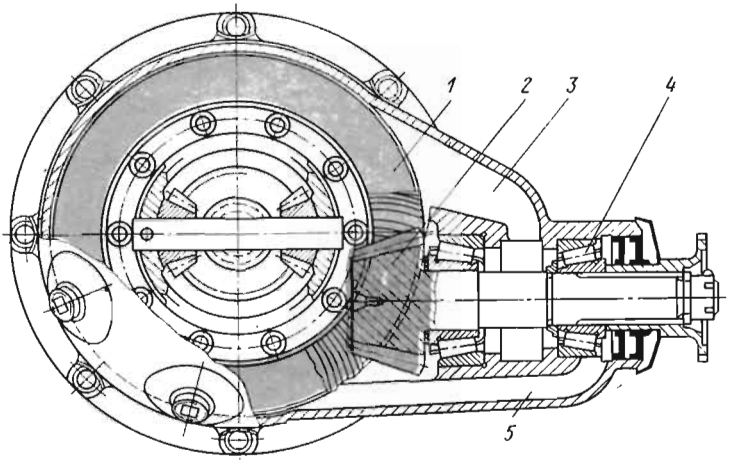


Рис. 121
Главная передача и дифференциал автомобиля ГАЗ-24 «Волга»

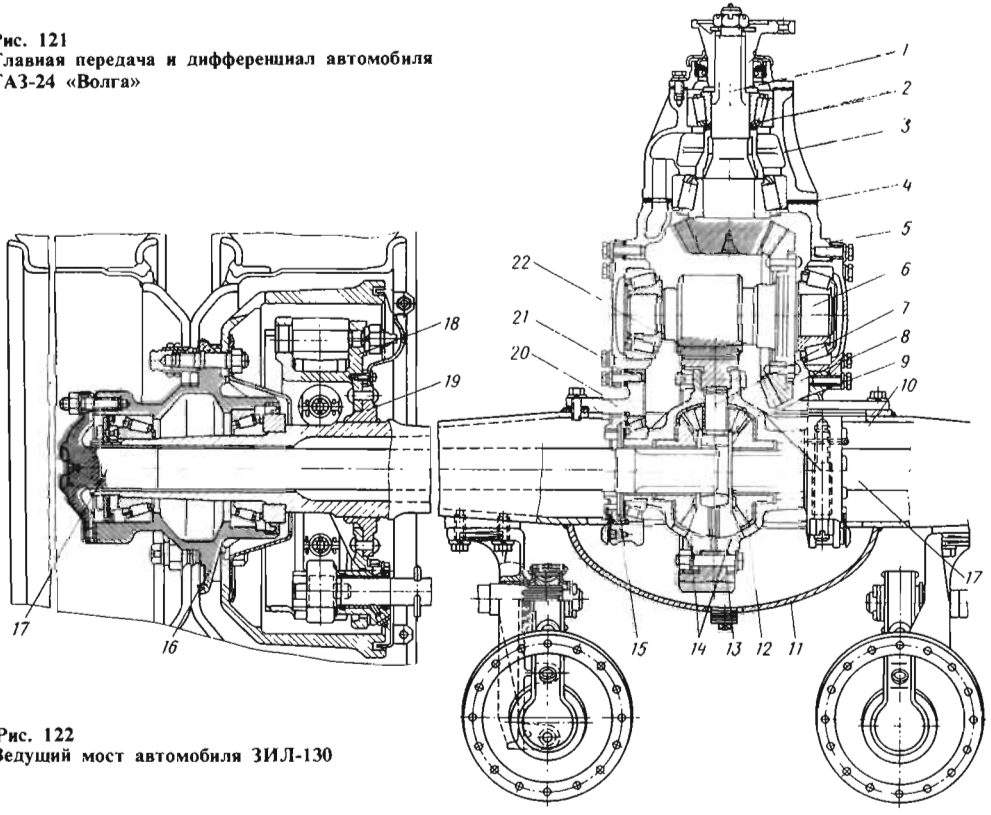


Рис. 122
Ведущий мост автомобиля ЗИЛ-130

ральными зубьями и пары цилиндрических *13* и *22* с косыми зубьями. Коническая шестерня выполнена как одно целое с валом и установлена в стакане *3* на двух радиально-упорных роликовых подшипниках. Между подшипниками поставлены распорная втулка и шайбы *2* для регулировки предварительного натяга подшипников. Коническое колесо *8* напрессовано на вал *6* и прикреплено к его фланцу заклепками. Вал *6* выполнен как одно целое с цилиндрической шестерней *22* и вращается на двух радиально-упорных роликовых

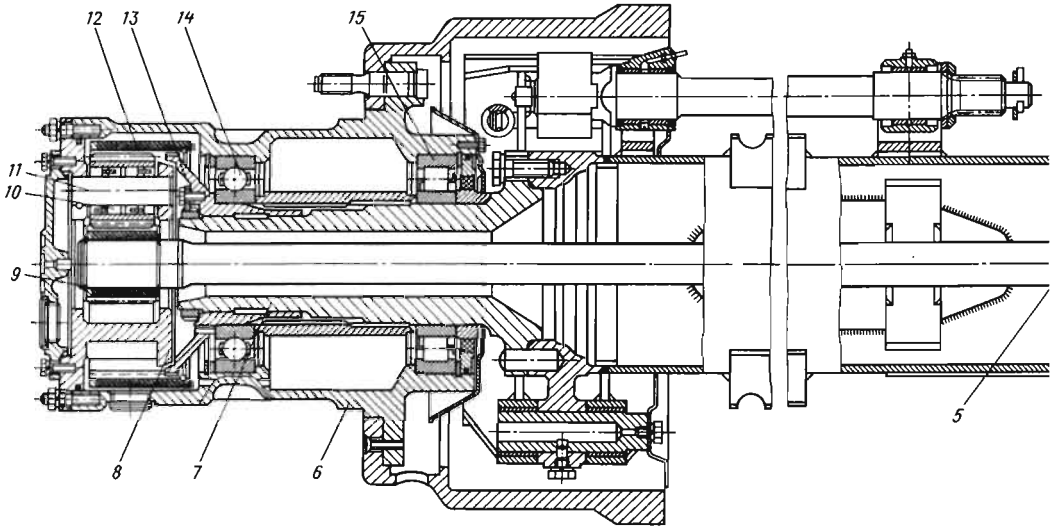


Рис. 123
Ведущий мост автобуса ЛиАЗ-677

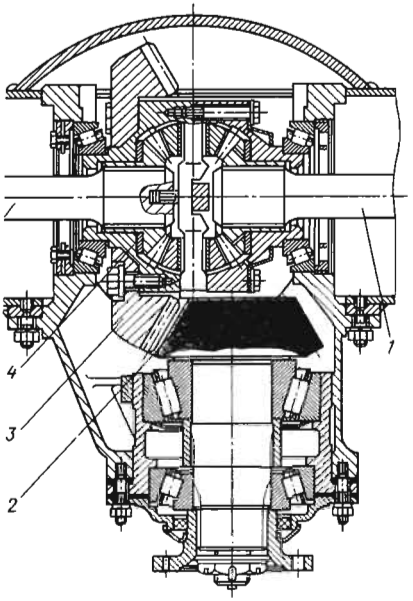
подшипниках, установленных также с предварительным натягом. Цилиндрическое колесо *13* закреплено болтами на корпусе дифференциала, образованном двумя чашками *14*, эти болты стягивают также чашки корпуса дифференциала. Опорами корпуса дифференциала служат два роликовых подшипника, расположенных в гнездах картера.

В картере выполнены специальные карманы, в которые при вращении зубчатых колес попадает масло. Из карманов масло поступает к подшипникам валов конической пары, улучшая смазывание.

В двойной разнесенной главной передаче крутящий момент увеличивается в основном в колесных редукторах. Центральный редуктор главной передачи имеет пару зубчатых колес с коническими спиральными зубьями (рис. 123). Вал шестерни *2* опирается на два радиально-упорных роликовых подшипника, установленных с предварительным натягом. Коническое колесо *3* закреплено на корпусе *4* дифференциала, который вращается в двух радиально-упорных роликовых подшипниках, установленных также с предварительным натягом.

Колесный редуктор выполнен планетарным. Зубчатые колеса планетарного механизма цилиндрические с прямыми зубьями. Крутящий момент от дифференциала двумя полуосями *1* и *5* подводится к солнечным шестерням *9*. От солнечной шестерни крутящий момент передается трем сателлитам *10*, установленным с помощью радиальных роликовых подшипников на осях *11*, концы которых запрессованы в отверстия водила *8*. Водило шпильками соединено со ступицей *6* колеса, вращающейся на шариковом *14* и радиальном роликовом *15* подшипниках. Неподвижное коронное колесо *12* стопорится зубчатой опорой *13*, которая соединена с цапфой *7*.

Регулировка радиально-упорных роликовых подшипников и конических зубчатых колес главных передач. В главных передачах на заводах при сборке или после ремонта регулируют предварительный натяг радиально-упорных роликовых подшипников и зацепление конических зубчатых пар. Характерным признаком нарушения регулировок главной передачи является повышенный шум при ее работе, проявляющийся как постоянный гул при движении автомобиля. При равномерном движении, накате или при торможении характер шума меняется, но шум не исчезает.



Предварительный натяг подшипников вала шестерни и подшипников промежуточного вала в двойных главных передачах проверяют по величине крутящего момента, необходимого для провертывания валов. Предварительный натяг подшипников корпуса дифференциала контролируют по величине затяжки гаек подшипников от положения, соответствующего отсутствию в подшипниках зазора. Необходимый предварительный натяг восстанавливают, например, для главной передачи, показанной на рис. 122, изменением толщины шайб *2*, комплектов прокладок *5* и *21*, а также затяжкой гаек *15*.

После регулирования предварительного натяга радиально-упорных роликовых подшипников регулируют зубчатое зацепление по пятну контакта зубьев «на краску». При правильном зацеплении пятно контакта, составляющее у новых зубчатых колес $^2/_3$ длины зуба, смещено к узкой части зуба. Положение зубчатых колес регулируют изменением числа прокладок *4* или перекладыванием прокладок *5* и *21* из-под одной крышки под другую. Добиваясь необходимого положения пятна контакта на зубе шестерни, контролируют также величину зазора между зубьями.

Боковой зазор между зубьями конической пары и гипоидных передач, увеличивающийся вследствие изнашивания зубьев, уменьшать регулированием положения зубчатых колес недопустимо. В случае проведения такой регулировки будет нарушено зацепление приработавшихся зубчатых колес, что приведет к появлению шума, быстрому изнашиванию и может явиться причиной поломки зубьев. Если боковой зазор между зубьями в результате износа превышает 0,8 – 0,9 мм, то зубчатые колеса конических и гипоидных передач заменяют новым комплектом, подобранным на заводе.

§ 24. Дифференциал

Назначение и основные типы дифференциалов. Дифференциал предназначен для распределения крутящего момента между ведущими колесами, которым он позволяет вращаться с неодинаковыми частотами при движении автомобиля на поворотах или по неровностям.

При движении на повороте (рис. 124) каждое колесо двухосного автомобиля движется по своей траектории, характеризуемой определенным радиусом R; ведущее наружное (относительно центра поворота) – радиусом $R_н$, ведущее внутреннее – радиусом $R_в$. Следовательно, чтобы не было проскальзывания колес относительно дороги, они должны вращаться с разными частотами. У неведу-

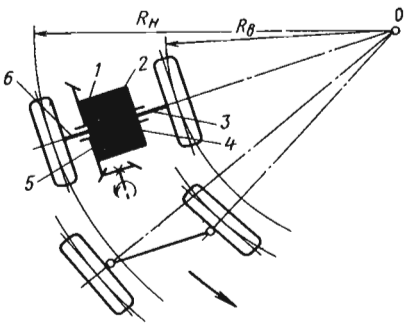


Рис. 124
Схема поворота автомобиля 4 × 2

щих колес это обеспечивается тем, что каждое из них вращается независимо от другого, они не соединены общим валом. К ведущим колесам нужно передать крутящий момент от главной передачи, но если соединить их общим валом, они будут проскальзывать относительно дороги на повороте. Поэтому необходим дифференциал.

Дифференциал состоит из корпуса *1*, сателлитов *2*, полуосевых шестерен *4* и *5*. Полуосевые шестерни соединены полуосями *3* и *6* с ведущими колесами автомобиля. Дифференциал — планетарный механизм, у которого ведущим звеном является корпус *1* (водило), а ведомыми звеньями — равные по размерам полуосевые шестерни.

В дифференциалах устанавливают чаще всего конические шестерни. По месту расположения дифференциалы делят на межколесные (распределяющие крутящий момент между ведущими колесами одной оси) и межосевые (распределяющие крутящий момент между главными передачами ведущих мостов); по соотношению крутящих моментов на ведомых валах — на симметричные (моменты одинаковые) и несимметричные.

У симметричного межколесного дифференциала числа зубьев левой и правой полуосевых шестерен равны, поэтому для такого планетарного механизма параметр α (см. § 21) равен единице. Это и определяет его свойства:

1) сумма угловых скоростей левой и правой полуосевых шестерен (ведущих колес) равна удвоенной угловой скорости корпуса дифференциала, т. е. $\omega_л + \omega_п = 2\omega_к$;

2) при любых соотношениях угловых скоростей левой и правой полуосевых шестерен их крутящие моменты равны (как и моменты левого и правого колес автомобиля), т. е. $M_л = M_п$.

Рассмотрим, как проявляются эти свойства дифференциала при движении автомобиля. При прямолинейном движении по ровной поверхности левое и правое колеса вращаются с одинаковой угловой скоростью. С такой же угловой скоростью вращается корпус дифференциала ($\omega_л = \omega_п = \omega_к$). Сателлиты не совершают относительного движения.

При повороте, например, налево в результате относительного вращения сателлитов правое колесо автомобиля должно вращаться быстрее корпуса дифференциала, а левое медленнее ($\omega_л < \omega_п$). Уменьшение угловой скорости левого колеса равно увеличению угловой скорости правого колеса. Чем меньше радиус поворота, тем больше разница в угловых скоростях левого и правого колес. Однако сумма угловых скоростей ведущих колес автомобиля неизменна — не изменяется угловая скорость корпуса дифференциала, зависящая при включенной передаче в коробке передач от угловой скорости коленчатого вала двигателя.

Если одно из колес остановлено, другое вращается в 2 раза быстрее корпуса дифференциала (например, $\omega_л = 0$; $\omega_п = 2\omega_к$). Это наблюдается в случае буксования одного из ведущих колес при неподвижном автомобиле.

Если при движении автомобиля быстро остановить корпус дифференциала ($\omega_к = 0$), например стояночным трансмиссионным тормозом, то ведущие колеса должны также остановиться или вращаться в разном направлении ($\omega_л = -\omega_п$) и автомобиль может занести. Поэтому запрещается использовать стояночный трансмиссионный тормоз для остановки движущегося автомобиля.

Распределение крутящих моментов поровну между левым и правым колесами является благоприятным при движении автомобиля по дорогам с твердым покрытием и относительно малым сопротивлением. В частности, это свойство межколесного конического дифференциала обеспечивает хорошую управляемость и устойчивость автомобиля. Однако если одно из двух ведущих колес, например правое, при трогании автомобиля с места находится на скользком участке дороги, то крутящий момент на нем уменьшается до значения, ограниченного коэффициентом сцепления колеса с дорогой. Такой же кру-

тящий момент будет и на левом колесе, хотя оно и находится на поверхности с высоким коэффициентом сцепления. Если суммарного момента будет недостаточно для движения автомобиля, то автомобиль не тронется с места, и левое колесо будет неподвижным, а правое будет буксовать. Для устранения этого недостатка дифференциалов применяют принудительную блокировку, жестко соединяя одну из полуосей с корпусом дифференциала. При заблокированном дифференциале крутящий момент, подводимый к колесу с лучшим сцеплением, увеличивается и этим создается большая суммарная сила тяги на обоих ведущих колесах.

Для повышения проходимости на некоторых автомобилях, предназначенных для движения по бездорожью и грунтовым дорогам, применяют дифференциалы или с принудительной блокировкой или самоблокирующиеся, которые большую часть крутящего момента передают на колесо, вращающееся с меньшей частотой (отстающее колесо). Если одно из колес автомобиля попадает на участок дороги с недостаточными сцепными свойствами, то это колесо начинает вращаться быстрее корпуса дифференциала (становится забегающим). Уменьшается передаваемый этим колесом крутящий момент. В этом случае большая часть момента подводится к отстающему колесу, находящемуся на участке дороги с лучшими сцепными свойствами, и тем самым повышается сила тяги.

Конструкция дифференциалов. Конические симметричные дифференциалы применяются как межколесные, так и межосевые.

Межколесный конический симметричный дифференциал имеет корпус, состоящий из двух половин *14* (см. рис. *122*) — чугунных чашек, скрепленных болтами. В плоскости разъема корпуса зажата крестовина *7*, на шипах которой свободно установлены четыре конических сателлита *9*. Каждый сателлит находится в зацеплении с двумя коническими полуосевыми шестернями *12*, установленными ступицами в корпусе дифференциала. Все шестерни дифференциала имеют прямые зубья. Для уменьшения трения между корпусом дифференциала и торцовыми поверхностями сателлитов и полуосевых шестерен установлены упорные шайбы. Торцовые поверхности сателлитов и их шайб выполнены сферическими, что обеспечивает центрирование сателлитов и их правильное зацепление с полуосевыми шестернями. Шайбы подбирают определенной толщины при сборке дифференциала на заводе.

К трущимся поверхностям дифференциала масло поступает из картера главной передачи через окна, выполненные в чашках корпуса. Для того чтобы к торцовым поверхностям полуосевых шестерен поступало достаточное количество масла, в них сделаны отверстия, а в упорных шайбах — канавки для сбора масла.

Межколесные конические симметричные дифференциалы различных автомобилей отличаются в основном конструкцией корпуса и числом сателлитов. Корпус дифференциала легковых автомобилей выполняют обычно неразъемным, а так как через такой дифференциал передается небольшой крутящий момент, то в нем на оси (см. рис. 121) размещают два сателлита.

Межосевой конический симметричный дифференциал 5 (рис. 125) имеет крестовину *6*, установленную на шлицах ведущего вала *11*. Крутящий момент от крестовины через четыре сателлита *7* подводится к двум коническим шестерням. Передняя ведомая коническая шестерня дифференциала выполнена в одном блоке с ведущим цилиндрическим косозубым зубчатым колесом *8* главной передачи. На ведущем зубчатом колесе *8* имеется венец с прямыми зубьями, который при помощи муфты *9* блокировки дифференциала жестко соединяется с ведущим валом *11*. Зубчатое колесо *8* находится в постоянном зацеплении с ведомым цилиндрическим зубчатым колесом *12*, которое напрессовано на вал шестерни *1* гипоидной главной передачи промежуточного моста грузового автомобиля.

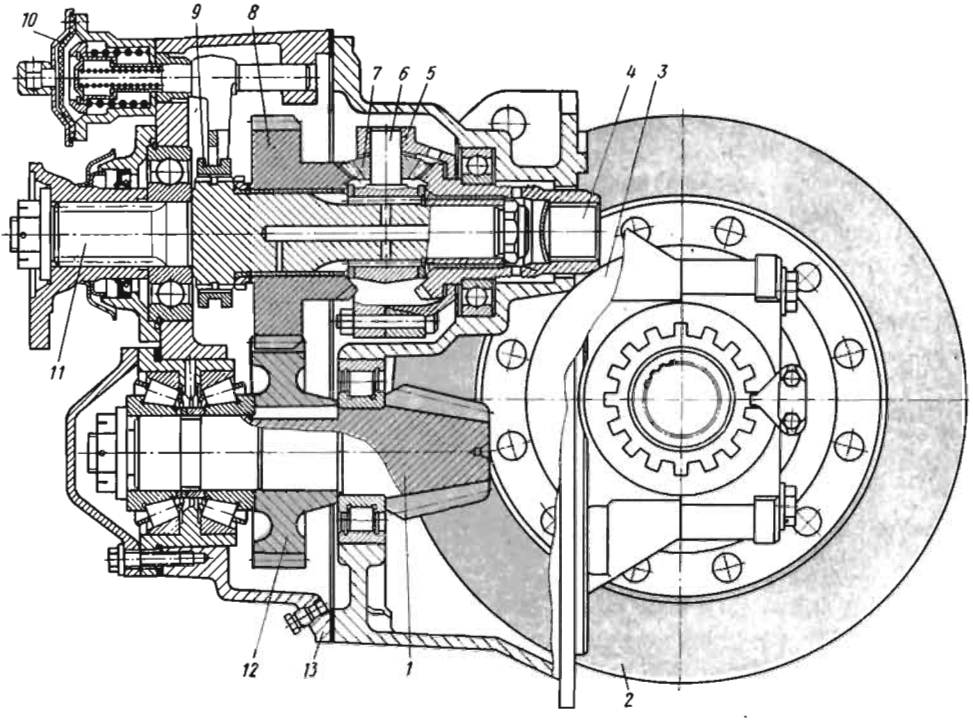


Рис. 125
Промежуточный ведущий мост автомобиля ЗИЛ-133Г:
1 – коническая шестерня главной передачи; *2* – коническое колесо главной передачи; *3* – межколесный дифференциал; *4* – вал привода заднего моста; *5* – корпус межосевого дифференциала; *6* – крестовина; *7* – сателлит; *8* – цилиндрическая шестерня промежуточного моста; *9* – муфта блокировки межосевого дифференциала; *10* – камера; *11* – ведущий вал; *12* – цилиндрическое колесо; *13* – картер главной передачи

Такой межосевой дифференциал распределяет поровну крутящий момент между промежуточным и задним мостами автомобиля. К заднему мосту момент подводится от задней ведомой конической шестерни дифференциала через вал *4*. Для повышения проходимости автомобиля на труднопреодолеваемых участках дороги межосевой дифференциал принудительно блокируют, подавая сжатый воздух в камеру *10*. При этом зубчатая муфта *9* соединяет зубчатое колесо *8* с ведущим валом *11*.

Конструкция межосевого конического симметричного блокируемого дифференциала легкового автомобиля с колесной формулой 4 × 4 показана на рис. 131. Схема межосевого цилиндрического несимметричного дифференциала грузового автомобиля с колесной формулой 6 × 6 приведена на рис. 129, *в*, конструкция – на рис. 132.

Дифференциал повышенного трения (кулачковый) установлен между колесами ведущих мостов автомобиля ГАЗ-66. В сепараторе *6* (рис. 126, *а*), выполненном вместе с крышкой корпуса дифференциала, в радиальных отверстиях свободно размещены в два ряда двадцать четыре сухаря *4*. К крышке прикреплено колесо *5* главной передачи. Торцы сухарей находятся в постоянном контакте с рабочими поверхностями кулачков звездочек *1* и *2*. Чтобы предотвратить проворачивание сухарей в гнездах, они с одной стороны имеют лыски, а сепаратор – специальные кольца. Рабочие поверхности кулачков построены по дугам окружностей. Кулачки наружной звездочки выполнены по всей ширине ее внутренней поверхности. Кулачки внутренней звездочки расположены в два ряда со смещением в рядах на половину шага.

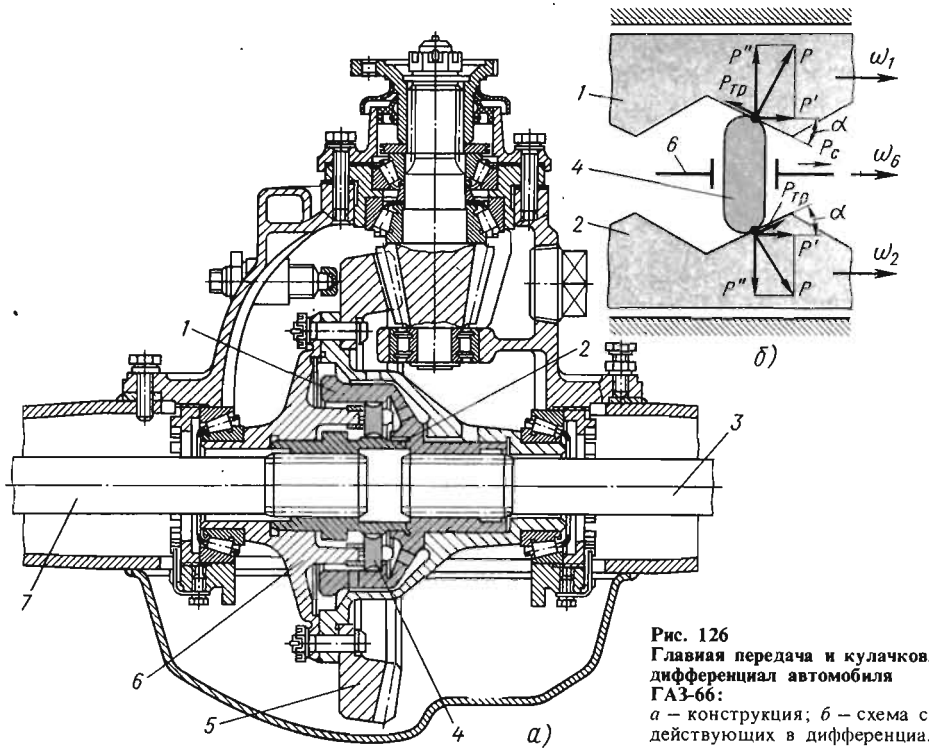


Рис. 126
Главная передача и кулачковый дифференциал автомобиля ГАЗ-66:
а – конструкция; *б* – схема сил, действующих в дифференциале

Сдвиг на половину шага кулачков в рядах внутренней звездочки и такой же сдвиг в рядах сухарей обеспечивают передачу усилия от сухарей к звездочкам при любом направлении вращения. Если сухари одного ряда находятся в положении, при котором передача усилий от сухарей к звездочкам невозможна, то сухари другого ряда будут находиться в рабочем положении и передавать усилие.

Когда угловые скорости обеих ведомых звездочек одинаковы, т. е. $\omega_1 = \omega_2$, то сухари относительно поверхностей звездочек не перемещаются, т. е. $\omega_6 = \omega_1 = \omega_2$. Сепаратор, воздействуя на каждый сухарь, находящийся в рабочем положении, прижимает его к поверхностям кулачков наружной и внутренней звездочек, от которых крутящий момент подводится к ведущим колесам.

Когда угловые скорости звездочек *1* и *2* различны, тогда сухари, вращаясь вместе с сепаратором, передвигаются в его гнездах в радиальном направлении от звездочки, имеющей меньшую угловую скорость (отстающей), к звездочке, вращающейся с большей скоростью (забегающей). При этом рабочие поверхности сухарей скользят относительно поверхностей кулачков. На кулачках отстающей звездочки скорость скольжения сухаря направлена в сторону вращения элемента, а на кулачках забегающей звездочки – в противоположную сторону. Вследствие этого на сколько уменьшается угловая скорость отстающего колеса, на столько возрастает угловая скорость забегающего.

Возникающие при скольжении сухарей на поверхностях кулачков силы трения $P_{тр}$ (рис. 126, *б*) увеличивают тангенциальную составляющую реакции на отстающей звездочке ($P_{от} = P' + P_{тр}\cos\alpha$) и уменьшают на забегающей ($P_{заб} = P' - P_{тр}\cos\alpha$). Вследствие этого перераспределяются моменты между звездочками и валами *3* и *7*. Момент на отстающем колесе становится в 3–5 раз больше, чем момент на забегающем колесе.

Высокая износостойкость кулачкового

дифференциала достигается применением для изготовления сепараторов обеих звездочек и сухарей высококачественных легированных сталей.

§ 25. Привод к ведущим колесам

Крутящий момент от дифференциала к ведущим колесам передается валами, называемыми полуосями. Помимо крутящего момента полуоси могут быть нагружены изгибающими моментами. На ведущее колесо автомобиля действуют: реакция дороги R_z от веса, приходящегося на колесо; сила тяги $P_т$ (при торможении тормозная сила); боковая сила R_y, возникающая при повороте и заносе и т. п. Все эти силы могут создавать изгибающие моменты, которые передаются на полуось. В зависимости от характера установки полуосей в картере моста они могут быть полностью или частично разгружены от изгибающих моментов, возникающих под действием перечисленных сил.

Полуразгруженными (рис. 127, *а*) называются полуоси, непосредственно опирающиеся на подшипник, установленный в балке заднего моста. Они воспринимают изгибающие моменты от всех перечисленных сил и, кроме того, передают крутящий момент на ведущее колесо. Полуразгруженные полуоси

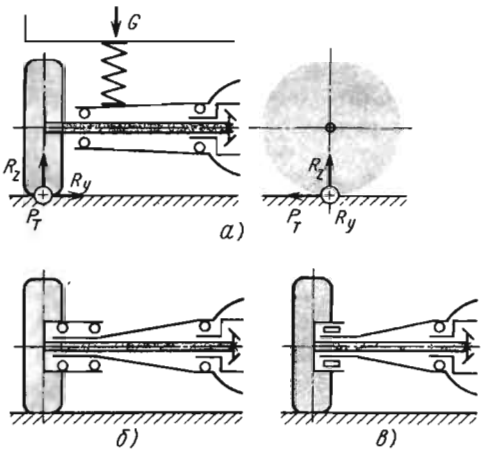


Рис. 127
Схемы полуосей:
а — полуразгруженной; *б* — полностью разгруженной; *в* — разгруженной на три четверти

применяют в задних мостах легковых автомобилей и грузовых автомобилей малой грузоподъемности (УАЗ-452 и др.).

Разгруженные полуоси имеют ступицу колеса, установленную на балке моста на двух подшипниках (рис. 127, *б*). В результате все изгибающие моменты от сил $P_т$, R_z и R_y передаются от колеса непосредственно на балку моста. Полуось передает только крутящий момент. Разгруженные полуоси *17* (см. рис. 122) применяют в ведущих мостах автобусов и грузовых автомобилей средней и большой грузоподъемности.

Разгруженные на три четверти полуоси воспринимают лишь частично моменты от сил $P_т$, R_z и R_y. Основная часть изгибающих моментов передается балке моста через подшипник (рис. 127, *в*). Такие полуоси применяются ограниченно в ведущих мостах легковых автомобилей и грузовых автомобилей малой грузоподъемности.

Если ведущие неуправляемые колеса имеют независимую подвеску, а картер главной передачи жестко закреплен на раме (или кузове), тогда привод к ним осуществляют карданными передачами, имеющими обычно по два шарнира неравных угловых скоростей (см. рис. 84, *а*).

В приводе к управляемым ведущим колесам к карданному шарниру равных угловых скоростей крутящий момент подводится от дифференциала внутренней полуосью *6* (см. рис. 116, *а*). Наружная полуось *1* имеет фланец, от которого момент передается на ступицу колеса. Ступица колеса установлена на поворотной цапфе на двух радиально-упорных роликовых подшипниках, передающих все изгибающие моменты от указанных выше сил. Полуоси *1* и *6* нагружены только крутящим моментом.

Такая конструкция соответствует схеме рис. 128, *а*, когда применена зависимая подвеска с неразрезной балкой ведущего моста. При независимой подвеске обычно устанавливают два шарнира *1* равных угловых скоростей (рис. 117 и 128, *б*) или два шарнира *2* неравных угловых скоростей и один шарнир *1* равных угловых скоростей

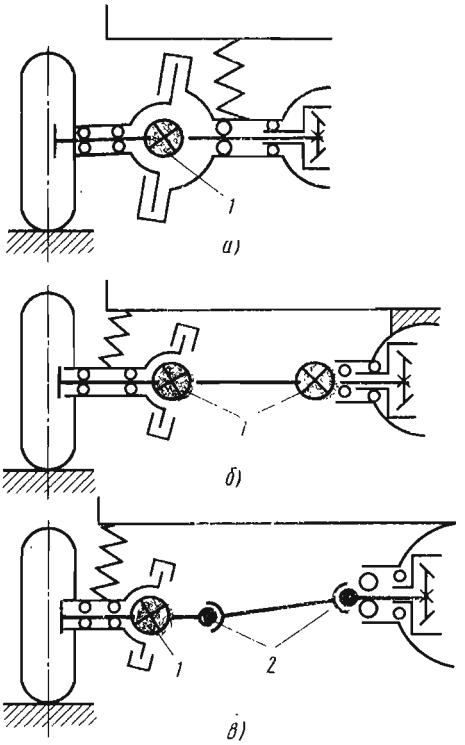


Рис. 128
Схемы привода ведущих управляемых колес:
а — при зависимой подвеске; *б* и *в* — независимой подвеске

(рис. 128, *в*). Во всех случаях центр шарнира (точка пересечений осей валов) равных угловых скоростей должен располагаться на оси, вокруг которой поворачивается управляемое колесо.

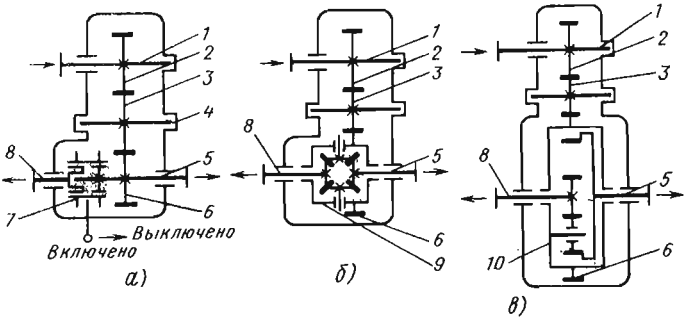
Рис. 129
Схемы раздаточных коробок:
а — с блокированным приводом; *б* и *в* — с дифференциальным приводом

§ 26. Раздаточная коробка

Назначение и основные типы раздаточных коробок. Раздаточная коробка предназначена для распределения крутящего момента между ведущими мостами.

В тех случаях, когда применяется только один ведущий мост, или ведущие мосты расположены по одну сторону от коробки передач и выполнены проходными, как у многих автомобилей с колесной формулой 6 × 4 (см. рис. 84, *г*), раздаточная коробка не нужна. Она не нужна и тогда, когда передний и задний мосты — ведущие, но коробка передач выполнена с несоосным нижним расположением ведомого вала, имеющего с обеих сторон присоединительные фланцы. В этом случае функции раздаточной коробки выполняет коробка передач. Расположение раздаточной коробки в трансмиссии показано на рис. 84.

Простейшая раздаточная коробка (рис. 129, *а*) состоит из ведущего *1*, промежуточного *4* и ведомого *5* валов, вала *8* привода переднего моста, зубчатых колес *2*, *3*, *6* и зубчатой муфты *7* включения переднего моста. Крутящий момент от коробки передач подводится к ведущему валу *1*. Вал *5* постоянно соединен с главной передачей ведущего заднего моста автомобиля. При включении привода переднего моста валы *8* и *5* соединяются между собой зубчатой муфтой *7* и вращаются с одинаковыми угловыми скоростями. Соотношение между крутящими моментами, подводимыми к главным передачам переднего и заднего мостов, при такой



схеме раздаточной коробки соответствует соотношению сил сопротивления движению автомобиля на колесах этих мостов.

При движении на повороте передние управляемые колеса проходят больший путь и должны вращаться быстрее, чем задние неуправляемые. Поэтому при жестком соединении валов *5* и *8*, при так называемом блокированном приводе, неизбежно проскальзывание колес относительно дороги, вследствие чего возрастает расход топлива и происходит перегрузка деталей трансмиссии. Для устранения этих вредных явлений передний мост отключают при движении по дорогам с твердым покрытием и включают только на трудных участках дороги.

Устранить перечисленные отрицательные явления можно применением в раздаточной коробке межосевого дифференциала (рис. 129, *б, в*). Он позволяет валам *5* и *8* вращаться с неодинаковыми частотами. Распределение крутящих моментов между валами *5*, *8* будет всегда одинаковым – 1 : 1 для симметричного дифференциала *9* (рис. 129, *б*), а у несимметричного дифференциала *10* (рис. 129, *в*) больший момент будет подводиться к валу *5*. Для повышения проходимости автомобилей межосевые дифференциалы иногда выполняют с принудительной блокировкой или самоблокирующимися.

Для движения автомобилей со всеми ведущими колесами в тяжелых дорожных условиях требуется, чтобы к ведущим колесам была приложена большая сила тяги. Для увеличения крутящего момента, подводимого к ведущим мостам, раздаточные коробки выполняют двухступенчатыми, совмещая дополнительную коробку (демультипликатор) с раздаточной коробкой.

Таким образом раздаточная коробка может также выполнять функции дополнительной коробки передач, дифференциала (при дифференциальном приводе), а если передаточное число ее высшей передачи больше единицы, то и главной передачи.

Конструкция раздаточных коробок. *Раздаточная коробка с блокированным приводом* на передний и задний мосты автомобиля показана на рис. 130. Картер *3* раздаточной коробки прикреплен

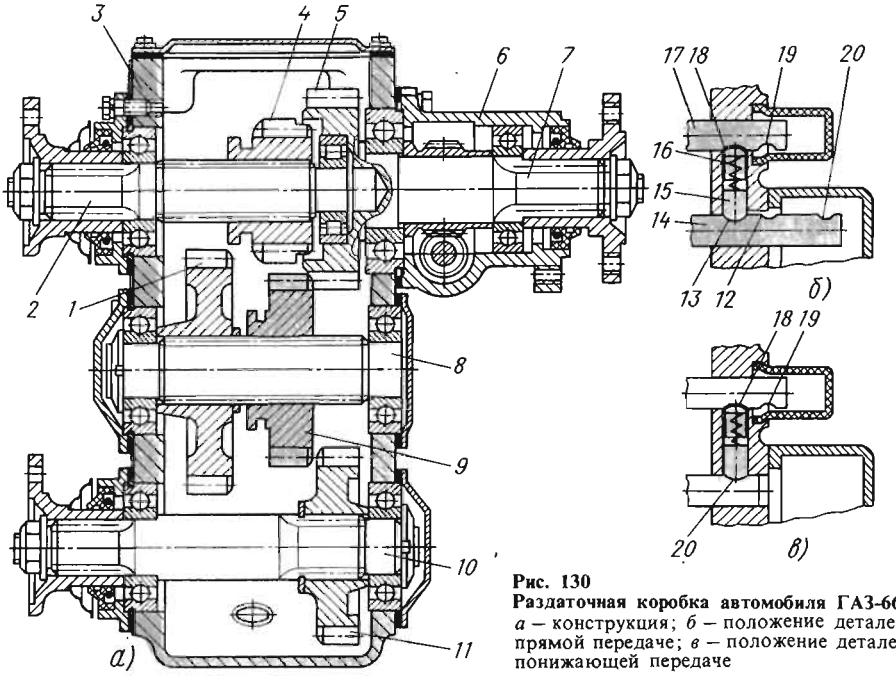


Рис. 130
Раздаточная коробка автомобиля ГАЗ-66:
а – конструкция; *б* – положение деталей замка на прямой передаче; *в* – положение деталей замка на понижающей передаче

к поперечине рамы автомобиля. В гнездах картера на шариковых подшипниках установлены ведущий вал *2*, вал *7* привода заднего моста, промежуточный вал *8*, вал *10* привода переднего моста. Кроме того, опорой ведущего вала служит радиальный роликовый подшипник, расположенный в гнезде вала *7* привода заднего моста, а опорой вала *7* — шариковый подшипник, размещенный в крышке *6*. Зубчатые колеса раздаточной коробки — прямозубые.

Когда шестерня *4* перемещена в крайнее правое положение и ее зубья введены в зацепление с внутренним венцом шестерни *5*, в раздаточной коробке включена вторая — прямая передача. Крутящий момент от вала *2* передается непосредственно на вал *7*, а от него на задний ведущий мост автомобиля. Так как шестерня *9* занимает положение, показанное на рис. 130, крутящий момент на передний мост не передается.

Для включения переднего моста шестерню *9* перемещают вправо, вводя ее в зацепление с колесом *11*. При этом крутящий момент от ведущего вала *2* через зубчатые колеса *4, 5, 9* и *11* передается на вал *10* привода переднего моста.

Первую — понижающую передачу — включают перемещением шестерни *4* в крайнее левое положение, вводя ее в зацепление с колесом *1*. Крутящий момент от ведущего вала через шестерню *4* будет передаваться на колесо *1*, вал *8* и шестерней *9* соответственно на колеса *5* и *11* и на валы *7* и *10*.

Механизм переключения передач раздаточной коробки имеет блокирующее устройство — замок, препятствующий включению первой передачи, когда выключен привод переднего моста, а также выключению этого привода при включенной первой передаче. Такой замок предохраняет механизмы привода колес заднего ведущего моста автомобиля от больших нагрузок, уменьшая вероятность их поломок. Замок имеет два сухаря *15* и *16*, установленных в канале картера между ползунами *14* и *17*. Под действием разжимной пружины сухари входят в углубления ползунов. На ползуне *14* переключения передач выполнено три углубления. В среднее углубление *12* сухарь *15* входит при нейтральном положении шестерни *4*, в крайние *13* и *20* меньшей глубины — при включении соответственно прямой или понижающей передач. Между углублениями *12* и *13* на ползуне *14* сделана лыска. На ползуне *17* включения переднего моста выполнено два углубления: *18* (увеличенной глубины) для включения переднего моста и *19* для выключения переднего моста. В положении ползунов, показанном на рис. 130, *б*, включены вторая — прямая передача и передний мост, а в положении, данном на рис. 130, *в*, — первая понижающая передача и передний мост. Выключить передний мост во втором случае невозможно, так как зазор между сухарями замка меньше углубления *18*. При выключенном приводе переднего моста сухарь *15* из углубления *12* можно переместить только в углубление *13* по лыске на ползуне *14*, имеющейся между этими углублениями.

Привод управления раздаточной коробкой имеет два рычага: рычаг переключения передач, соединенный с ползуном *14*, и рычаг включения переднего моста, связанный с ползуном *17*. Включать передний мост можно без выключения сцепления, так как угловые скорости зубчатых колес *9* и *11* практически одинаковы.

Раздаточная коробка с дифференциальным приводом (с межосевым дифференциалом) на передний и задний мосты представлена на рис. 131. Крутящий момент от коробки передач поступает на ведущий вал *2*, на котором свободно установлены шестерня *5* низшей и шестерня *3* высшей передач, находящиеся в постоянном зацеплении с соответствующими колесами промежуточного вала *6*. Колесо высшей передачи промежуточного вала находится также в постоянном зацеплении с колесом *12*, установленным на корпусе межосевого симметричного дифференциала. Сателлиты *9*, вращающиеся на оси *10*, находятся в зацеплении с шестернями *8* и *11* дифференциала.

Коническая шестерня *11* дифференциала установлена на валу *14* привода переднего моста, а другая коническая шестерня *8* — на валу *7* привода заднего моста. Блокируют дифференциал муфтой *13*, а включают высшую или низшую передачи муфтой *4*.

Раздаточная коробка с дифференциальным приводом на передний и остальные два (промежуточный и задний) ведущие мосты показана на рис. 132. В ней крутящий момент от ведущего вала *4* к валу *1* привода переднего моста и к валу *12* привода промежуточного и заднего мостов передается через несимметричный дифференциал. Все зубчатые колеса раздаточной коробки имеют косые зубья и находятся в постоянном зацеплении. Включение низшей передачи в раздаточной коробке осуществляется перемещением муфты *6* вправо, а высшей — влево.

Межосевой дифференциал раздаточной коробки выполнен по схеме, представленной на рис. 129, *в*. На корпусе дифференциала закреплено зубчатое колесо *13* (рис. 132), получающее вращение от шестерни *9* промежуточного вала *10*. С корпусом дифференциала соединено водило *15*, на осях которого установлены четыре сателлита *11*. Сателлиты находятся в зацеплении с солнечной шестерней *16* и коронным зубчатым колесом *14*. От шестерни *16* крутящий момент передается на вал привода переднего моста, а от колеса *14* — на вал привода промежуточного и заднего мостов.

В данной конструкции дифференциала одна треть момента передается на передний мост и две трети — на задний и промежуточный мосты. При необходимости дифференциал может блокироваться муфтой *17*. Наличие межосе-

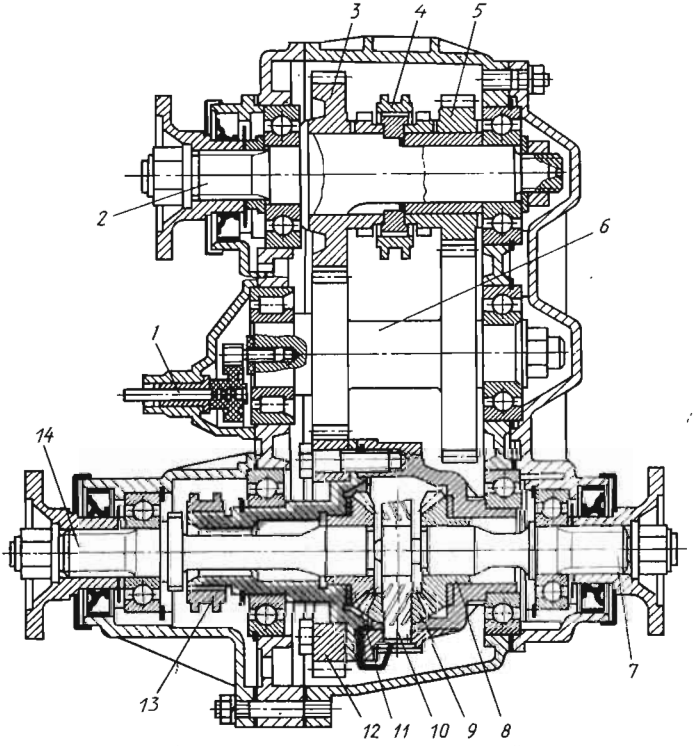


Рис. 131
Раздаточная коробка автомобиля ВАЗ-2121 «Нива»:
1 — привод спидометра; *2* — ведущий вал; *3* — шестерня высшей передачи; *4* — муфта включения передач; *5* — шестерня низшей передачи; *6* — промежуточный вал, *7* — вал привода заднего моста; *8* и *11* — шестерни дифференциала; *9* — сателлит дифференциала; *10* — ось сателлита; *12* — зубчатое колесо корпуса дифференциала; *13* — муфта блокировки дифференциала; *14* — вал привода переднего моста

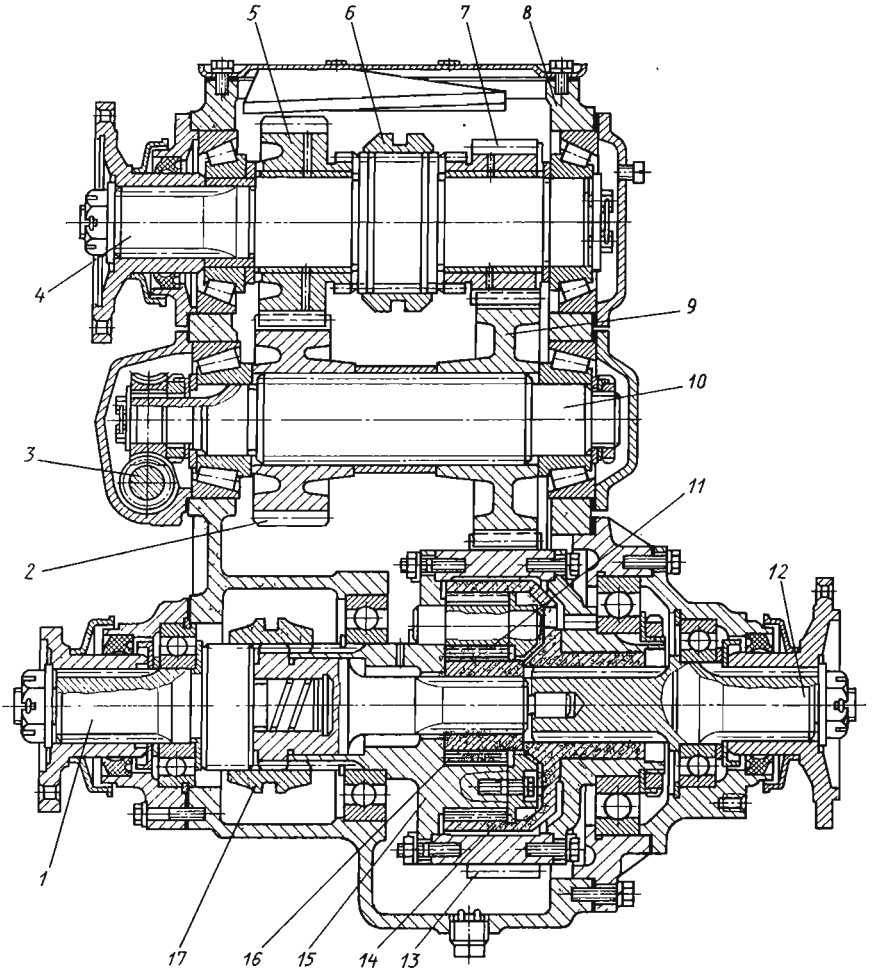


Рис. 132
Раздаточная коробка автомобиля «Урал-375»:
1 — вал привода переднего моста; *2* и *9* — зубчатые колеса промежуточного вала; *3* — шестерни спидометра; *4* — ведущий вал; *5* и *7* — шестерни ведущего вала; *6* — муфта включения передач; *8* — картер; *10* — промежуточный вал; *11* — сателлит дифференциала; *12* — вал привода промежуточного и заднего мостов; *13* — зубчатое колесо корпуса дифференциала; *14* — коронное зубчатое колесо дифференциала; *15* — водило дифференциала; *16* — солнечная шестерня дифференциала; *17* — муфта блокировки дифференциала

вого дифференциала в раздаточной коробке не исключает в этой конструкции дополнительных нагрузок между промежуточным и задним мостами.

При установке в трансмиссии раздаточной коробки привод зубчатых колес *3* спидометра осуществляется от одного из ее валов.

ГЛАВА 5

Колеса. Мосты. Подвеска

§ 27. Колеса

§ 28. Мосты

§ 29. Подвеска

§ 27. Колеса

Назначение колес. Колеса осуществляют связь автомобиля с дорогой. Они обеспечивают движение автомобиля, его подрессоривание, изменение направления движения и передачу вертикальных нагрузок от автомобиля на дорогу.

В зависимости от выполняемых функций колеса разделяются на ведущие, управляемые, комбинированные (ведущие и управляемые) и поддерживающие.

Ведущие колеса преобразуют крутящий момент, подводимый от двигателя через трансмиссию, в силу тяги, а свое вращение – в поступательное движение автомобиля. Ведомые колеса, воспринимающие толкающее усилие от рамы, преобразуют поступательное движение автомобиля в свое качение.

Автомобильное колесо в сборе (рис. 133) состоит из пневматической шины *1*, обода *4*, ступицы *3* и соединительного элемента *2*.

Пневматическая шина является наиболее важным элементом. При качении жесткого колеса по твердой дороге его ось копирует профиль дороги, удары колеса о неровности дороги в этом случае полностью передаются подвеске. Иной характер имеет качение колеса по жесткой дороге на пневматической шине. В нижней части и особенно в месте контакта эластичная шина деформируется. При этом небольшие неровности увеличивают деформацию шины и не влияют на положение оси колеса. Значительные неровности и сильные толчки вызывают увеличенную деформацию шины и плавное перемещение оси колеса. Такая способность пневматической шины плавно изменять характер воздействия дороги на ось колеса называется сглаживающей.

Сглаживающая способность обеспечивается упругими свойствами сжатого воздуха, находящегося в шине. Сжатый воздух способен поглощать значительную энергию удара шины о неровность дороги при сравнительно небольшом размере шины. Причем восприятие

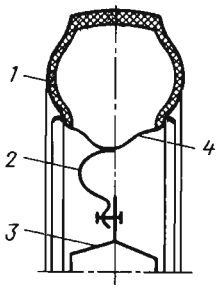


Рис. 133
Схема автомобильного колеса

энергии удара сопровождается незначительным временным возрастанием внутреннего давления воздуха, а также повышением его температуры. Чем ниже внутреннее давление воздуха (до определенного предела), тем лучше шина поглощает толчки от неровностей дороги.

В процессе качения колеса шина деформируется под воздействием различных непрерывно изменяющихся сил. Когда часть шины выходит из контакта с дорогой, часть энергии, затраченной на деформацию шины, теряется на внутреннее трение в резине, превращаясь в теплоту. Нагрев вредно отражается на свойствах шины, и ее изнашивание ускоряется. Потери энергии зависят от конструкции шины, внутреннего давления воздуха в ней, нагрузки, скорости движения и передаваемого крутящего момента. Чем больше деформация шины, тем больше потери на внутреннее трение и тем большая мощность затрачивается на движение автомобиля. Для уменьшения деформации и необратимых потерь давление воздуха в шине надо увеличивать.

Для удовлетворения требований по обеспечению высокой сглаживающей способности шины, с одной стороны, и по уменьшению необратимых потерь на внутреннее трение, с другой стороны, давление воздуха в шинах каждого типа устанавливают с учетом их конструктивных особенностей и условий эксплуатации.

Давление воздуха в шинах является их важнейшим эксплуатационным параметром, обеспечивающим длительный срок службы пневматических шин и экономичный расход топлива. Максимально допустимое давление воздуха в шинах легковых и грузовых автомобилей малой грузоподъемности 0,2—0,27 МПа, грузовых автомобилей, автобусов и прицепов 0,5—0,7 МПа. На автомобилях высокой проходимости используются шины с переменным (регулируемым) давлением воздуха, которое в зависимости от дорожных условий может изменяться от 0,05 до 0,35 МПа.

Пневматическая шина устанавливается на жесткую посадочную часть колеса. Ею является металлический обод, который через диск соединяется со ступицей.

Ступицу обычно устанавливают на двух конических роликовых подшипниках на поворотной цапфе (передние мосты) или на кожухе полуоси (задние мосты). В некоторых случаях, когда ступица отсутствует (задние колеса легковых автомобилей), вращающейся посадочной частью колеса является фланец полуоси, размещенной в балке моста на подшипниках.

Конструкция пневматической шины. Шины относят к числу наиболее важных и дорогостоящих частей автомобиля. Так, стоимость комплекта шин составляет примерно 20—30% первоначальной стоимости автомобиля, а в процессе эксплуатации из общих расходов около 10—15% приходится на расходы по восстановлению шин.

Камерная шина (рис. 134, *а*) состоит из покрышки *9*, камеры *10* и ободной ленты *7* (в шинах легковых автомобилей ободная лента отсутствует).

Покрышка шины воспринимает давление сжатого воздуха, находящегося в камере, предохраняет камеру от повреждений и обеспечивает сцепление колеса с дорогой. Покрышки шин изготовляют из резины и специальной ткани корда. Резина, идущая для производства покрышек, состоит из каучука (натурального, синтетического), к которому добавляются сера, сажа, смола, мел, переработанная старая резина и другие примеси и наполнители. Покрышка со-

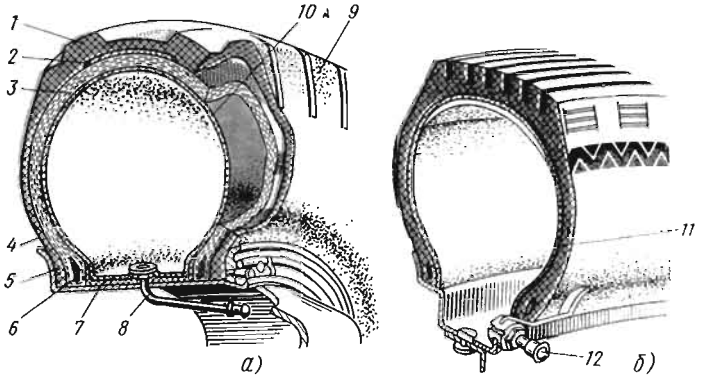


Рис. 134
Пневматическая шина:
а – камерная; *б* – бескамерная

стоит из протектора *1*, подушечного слоя (брекера) *2*, каркаса *3*, боковин *4* и бортов *5* с сердечниками *6*. Каркас служит основой покрышки: он соединяет все ее части в одно целое и придает покрышке необходимую жесткость, при этом обладает высокой эластичностью и прочностью. Каркас покрышки выполнен из нескольких слоев корда толщиной 1 – 1,5 мм. Число слоев корда является четным для равнопрочности конструкции и составляет обычно 4 – 6 для шин легковых и 6 – 14 для шин грузовых автомобилей и автобусов. С увеличением числа слоев корда повышается прочность шины, но одновременно увеличивается ее масса и возрастает сопротивление качению.

Корд представляет собой специальную ткань, состоящую в основном из продольных нитей диаметром 0,6 – 0,8 мм с очень редкими поперечными нитями. В зависимости от типа и назначения шины корд может быть хлопчатобумажный, вискозный, капроновый, перлоновый, нейлоновый и металлический. Наиболее дешевым из всех является хлопчатобумажный корд, но он имеет наименьшую прочность, которая к тому же существенно уменьшается при нагреве шины. Прочность капронового корда приблизительно в 2 раза выше, чем хлопчатобумажного, а перлонового и нейлонового кордов еще выше. Наиболее прочным является металлический корд, нити которого скручены из высококачественной стальной проволоки диаметром 0,15 мм. По сравнению с хлопчатобумажным кордом прочность металлического корда выше более чем в 10 раз, и она не снижается при нагреве шины. Шины из такого корда имеют небольшое число слоев (1 – 4), меньшие массу и потери на качение, они более долговечны. Нити корда располагают под некоторым углом к плоскости, проведенной через ось колеса. Угол наклона нитей зависит от типа и назначения шин. Он составляет 50 – 52° для обычных шин, 56 – 58 для арочных шин и пневмокатков, 0° для шин типа Р и РС.

Протектор обеспечивает сцепление шины с дорогой и предохраняет каркас от повреждения. Его изготовляют из прочной, твердой, износостойкой резины. В нем различают расчлененную часть (рисунок) и подканавочный слой. Ширина протектора составляет 0,7 – 0,8 ширины профиля шины, а толщина примерно 10 – 20 мм для шин легковых и 15 – 30 мм для шин грузовых автомобилей. Рисунок протектора зависит от типа и назначения шины. Рисунок протектора может быть дорожный, универсальный, повышенной проходимости, карьерный и зимний.

Подушечный слой (брекер) связывает протектор с каркасом и предохраняет каркас от толчков и ударов, воспринимаемых протектором от неровностей дороги. Он обычно состоит из несколь-

ких слоев разреженного обрезиненного корда, толщина резинового слоя в котором значительно больше, чем у каркасного корда. Толщина подушечного слоя равна 3–7 мм, а число слоев корда зависит от типа и назначения шины. Наибольшее число слоев имеют шины высокой проходимости. У шин легковых автомобилей подушечный слой иногда отсутствует. Подушечный слой работает в наиболее напряженных температурных условиях (до 110–120 °С) по сравнению с другими элементами шины.

Боковины предохраняют каркас от повреждения и действия влаги. Их обычно изготовляют из протекторной резины толщиной 1,5–3,5 мм.

Борта надежно укрепляют покрышку на ободе. Снаружи борта имеют один-два слоя прорезиненной ленты, предохраняющей их от истирания об обод и от повреждений при монтаже и демонтаже шины. Внутри бортов заделаны стальные проволочные сердечники *б*. Они увеличивают прочность бортов, предохраняют их от растягивания и предотвращают соскакивание шины с обода колеса. Шина с поврежденным сердечником непригодна для эксплуатации.

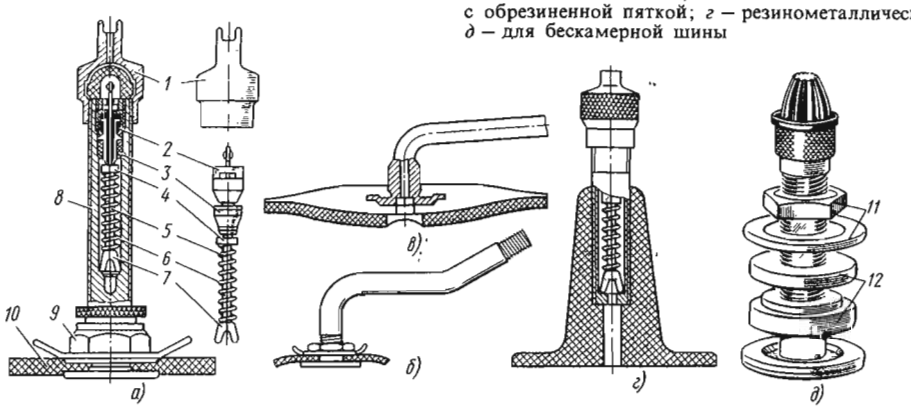
Камера удерживает сжатый воздух внутри шины. Она представляет собой эластичную резиновую оболочку в виде замкнутой трубы. Для плотной посадки (без складок) внутри шины размеры камеры несколько меньше, чем внутренняя полость покрышки. Поэтому заполненная воздухом камера находится в покрышке в растянутом состоянии. Толщина стенки камеры обычно составляет 1,5–2,5 мм для шин легковых и 2,5–5 мм для шин грузовых автомобилей и автобусов. На наружной поверхности камеры делаются радиальные риски, которые способствуют отводу наружу воздуха, остающегося между камерой и покрышкой после монтажа шины. Камеры изготовляют из высокопрочной резины.

Для накачивания и выпуска воздуха камера имеет специальный клапан – вентиль *8*. Он позволяет нагнетать воздух внутрь камеры и автоматически перекрывает его выход из камеры.

В зависимости от типа и размера обода колеса, одинарной или сдвоенной установки шин вентили выпускают разной длины и формы (прямые и изогнутые), но с взаимозаменяемыми деталями. Вентили могут быть металлические, металлические с обрезиненной пяткой и резинометаллические. Вентили металлические и с обрезиненной пяткой используют для камер грузовых шин, а резинометаллические – легковых шин.

Вентиль состоит из корпуса *8* (рис. 135, *а*), золотника *2* и колпачка *1*. Корпус металлического вентиля (рис. 135, *а–в*) представляет собой прямую или изогнутую латунную трубку. Нижним концом он прикреплен к камере *10*

Рис. 135
Вентили пневматических шин:
а и *б* – металлические; *в* – металлический с обрезиненной пяткой; *г* – резинометаллическии; *д* – для бескамерной шины



с помощью шайбы и гайки *9*. Для крепления вентиля на камере имеется специальная площадка овальной или круглой формы, привулканизированная к камере. Внутрь корпуса ввернут золотник *2* с резиновой уплотнительной втулкой *3*. Через золотник проходит стержень *5* с клапаном *4* и скобой *7*. Клапан через резиновое кольцо плотно прижимается к золотнику пружиной *6*. При накачивании камеры клапан открывается под давлением воздуха, перепуская его внутрь камеры. Для выпуска воздуха из камеры необходимо нажать на стержень и открыть клапан. На верхний конец вентиля навертывают колпачок *1*, который предохраняет вентиль от загрязнения и одновременно служит ключом для ввертывания и вывертывания золотника. Металлический вентиль с обрезиненной пяткой (рис. 135, *в*) имеет более надежное крепление к камере, чем металлический, так как он привулканизирован к камере. Резинометаллический вентиль (рис. 135, *г*) состоит из прямого резинового корпуса, внутри которого заделана металлическая втулка. Втулка имеет внутреннюю резьбу для ввертывания стандартного золотника и наружную – для навертывания колпачка-ключа. Нижняя часть корпуса вентиля имеет резиновую пятку, с помощью которой вентиль привулканизовывают к камере. Резинометаллические вентили по сравнению с прямыми металлическими более просты по конструкции, имеют меньшую общую массу и более низкую стоимость в производстве, обеспечивают лучшую герметичность.

Ободная лента *7* (см. рис. 134, *а*) шины предохраняет камеру от повреждений и трения об обод колеса и борта покрышки. Лента исключает также возможность защемления камеры между бортами покрышки и ободом. Она выполнена из резиновой профилированной ленты и имеет форму кольца, внутренний диаметр которого несколько больше диаметра обода колеса. Толщина ленты в средней части составляет 3—10 мм и уменьшается к краям до 1 мм. Такой поперечный профиль ленты обеспечивает лучшее прилегание ее к бортам покрышки и ободу. В ободной ленте имеется отверстие для вентиля камеры. Ободная лента устанавливается между ободом колеса и камерой шины. На ободных лентах указаны размеры, соответствующие шинам, для которых они предназначены.

Бескамерная шина (рис. 134, *б*) не имеет камеры и ободной ленты и выполняет одновременно функции покрышки и камеры. По устройству она близка к покрышке камерной шины и по внешнему виду почти не отличается от нее. Особенностью бескамерной шины является наличие на ее внутренней поверхности герметизирующего воздухонепроницаемого резинового слоя *11* толщиной 1,5—3,5 мм. Герметизирующий слой привулканизирован к внутренней поверхности покрышки. Он изготовлен из смеси натурального и синтетического каучука, обладающей повышенной газонепроницаемостью. На бортах шины, кроме того, имеется уплотняющий резиновый слой, обеспечивающий необходимую герметичность в местах соединения бортов и обода колеса. Материал каркаса бескамерной шины также характеризуется высокой воздухонепроницаемостью, так как для него используют вискозный, капроновый или нейлоновый корд, воздухонепроницаемость которого в 5—6 раз выше, чем у хлопчатобумажного корда. Посадочный диаметр бескамерной шины уменьшен, она монтируется на герметичный обод. Вентиль *12* шины гайкой с шайбой *11* (рис. 135, *д*) герметично закреплен на двух резиновых уплотняющих шайбах *12* непосредственно в ободе колеса.

Бескамерные шины по сравнению с камерными повышают безопасность движения, легко ремонтируются, во время работы меньше нагреваются, более долговечны, проще по конструкции, имеют меньшую массу. При потере герметичности обода или самих шин их используют как обычные покрышки. При применении бескамерных шин необходимость в запасном колесе на автомобиле практически отпадает.

Повышение безопасности движения объясняется меньшей чувствительностью бескамерных шин к проколам и другим повреждениям. При повреждении камерной шины камера не охватывает прокалывающий предмет, так как находится в растянутом состоянии. Воздух через образовавшееся отверстие поступает внутрь покрышки и свободно выходит через неплотности между ее бортами и ободом колеса. При повреждениях бескамерной шины прокалывающий предмет плотно охватывается нерастянутым герметизирующим слоем резины и воздух выходит из шины очень медленно. В результате этого обеспечивается возможность остановки автомобиля. В некоторых случаях, когда проколовший предмет остался в шине, воздух из нее вообще не выходит.

Легкость ремонта бескамерных шин объясняется тем, что многие повреждения (проколы диаметром до 10 мм) могут быть устранены без снятия шин с колес, что особенно важно в дорожных условиях. При ремонте в место повреждения вводят посредством специальной иглы уплотнительные пробки. Меньший нагрев бескамерных шин объясняется лучшим отводом теплоты через обод колеса, который не закрыт камерой, и отсутствием трения между покрышкой и камерой, свойственного камерным шинам. Улучшение теплового режима является одной из причин повышенной долговечности бескамерных шин, срок службы которых на 10–20% больше, чем у камерных шин. Однако стоимость бескамерных шин более высока, чем камерных. Такие шины требуют специальных ободьев, а монтаж и демонтаж их сложнее, для выполнения этих операций нужны специальные приспособления и устройства.

Большое влияние на движение автотранспортных средств оказывает тип рисунка протектора пневматической шины.

Дорожный рисунок протектора (рис. 136, *а*) имеют шины, предназначенные для работы на дорогах с твердым покрытием. Он обычно представляет собой продольные зигзагообразные ребра и канавки. Рисунок такого типа придает протектору высокую износостойкость, обеспечивает бесшумность работы шины и достаточную сопротивляемость заносу. Общая площадь выступов дорожного рисунка составляет 65–80% всей площади беговой дорожки протектора (рабочей части, соприкасающейся с поверхностью дороги).

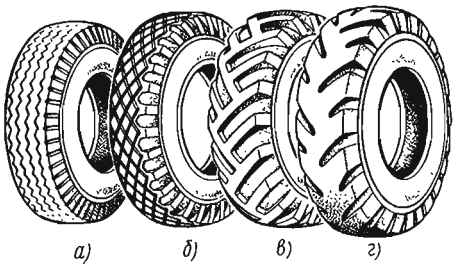


Рис. 136
Рисунок протектора шины:
а – дорожный; *б* – универсальный; *в* – повышенной проходимости; *г* – карьерный

Универсальный рисунок протектора (рис. 136; *б*) используется для шин автомобилей, эксплуатируемых на дорогах смешанного типа (с твердым покрытием и грунтовых). Протектор с таким рисунком имеет мелкую насечку в центральной части и более крупную в боковой. При движении по мягкому грунту боковые выступы входят в зацепление с ним, в результате чего улучшается проходимость. Однако при таком рисунке протектора ускоряется его изнашивание во время движения по сухим твердым дорогам. Общая площадь выступов универсального рисунка составляет примерно 55–60% всей площади беговой дорожки протектора.

Рисунок повышенной проходимости (рис. 136, *в*) на протекторе предназначен для шин, работающих в тяжелых дорожных условиях и по бездорожью. Он характеризуется высокими грунтозацепами. Протектор с таким рисунком обеспечивает хорошее сцепление с грунтом и хорошее самоочищение колес от грязи и снега, защемляемых между грунтозацепами. При движении по дорогам с твердым покрытием ускоряется

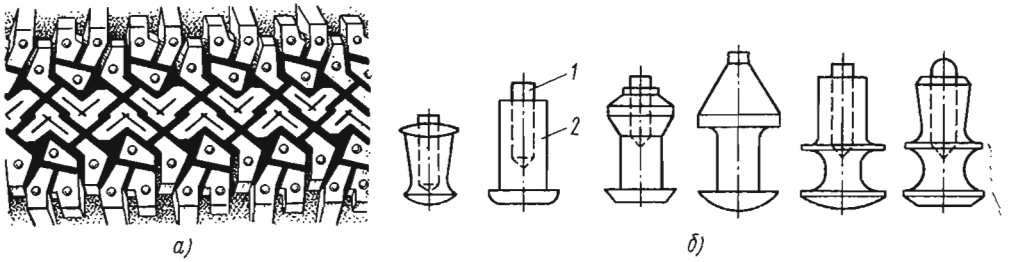


Рис. 137
Зимние шины:
а — рисунок протектора; *б* — шипы противоскольжения

изнашивание шин с этим рисунком протектора, возрастает шум, ухудшается плавность хода и устойчивость автомобиля. Общая площадь грунтозацепов рисунка повышенной проходимости составляет около 40—50% всей площади беговой дорожки протектора.

Карьерный рисунок протектора (рис. 136, *г*) имеют шины, предназначенные для работы в карьерах, на лесозаготовках и т. п. Этот рисунок аналогичен рисунку повышенной проходимости, но имеет более широкие выступы и более узкие канавки. Выступы выполняются массивными, широкими в основании и суживающимися кверху. Общая площадь выступов карьерного рисунка составляет примерно 65—80% всей площади беговой дорожки протектора. Карьерный рисунок протектора обеспечивает высокое сопротивление шины механическим повреждениям и изнашиванию.

Зимний рисунок протектора (рис. 137, *а*) предназначен для шин, эксплуатируемых на заснеженных и обледенелых дорогах. Он состоит обычно из отдельных резиновых блоков угловатой формы, расчлененных надрезами, и достаточно широких и глубоких канавок. Площадь выступов зимнего рисунка составляет примерно 60—70% площади беговой дорожки протектора. Протектор с зимним рисунком обладает хорошей самоочищаемостью и интенсивным отводом влаги и грязи из зоны контакта. При движении по сухим дорогам с твердым покрытием, особенно в летнее время, шины с зимним рисунком протектора ускоренно изнашиваются, имеют значительное сопротивление качению и большую шумность. Эти шины допускают движение с максимальными скоростями на 15—35% ниже, чем обычные шины.

Зимний рисунок протектора обеспечивает возможность установки шипов противоскольжения для повышения безопасности движения на обледенелых и укатанных заснеженных дорогах. С этой целью в протекторе шины делают гнезда для шипов. Ошипованные шины повышают сцепление колес на скользких и обледенелых дорогах, на 40—50% сокращают тормозной путь, значительно повышают безопасность криволинейного движения и сопротивление заносу. Ошипованные шины должны устанавливаться на всех колесах автомобиля. Частичная установка их на автомобиле приводит к нарушению безопасности движения. Давление в шинах с шипами на 0,02 МПа больше, чем в обычных шинах.

На рис. 137, *б* показаны шипы противоскольжения, применяемые на современных пневматических шинах. Шип состоит из корпуса *2* и сердечника *1*. Сердечник делают из твердого сплава, обладающего высокой износостойкостью и вязкостью. Корпус выполняют обычно из сплава стали и свинца. Его оцинковывают, хромируют для защиты от коррозии. Иногда корпус шипа изготовляют пластмассовым. Диаметр шипа зависит от его назначения. Для шин легковых автомобилей применяют шипы диаметром 8—9 мм, грузовых — диаметр шипов возрастает с увеличением грузоподъемности и достигает 15 мм. Длина шипов зависит от толщины протектора шин и составляет 10—30

мм. Число шипов, устанавливаемых в шине, зависит от массы автомобиля, мощности двигателя и условий эксплуатации. В месте контакта колеса с дорогой должно быть 8—12 шипов. Наиболее эффективно, если длина выступающей части шипов составляет 1—1,5 мм для легковых шин и 3—5 мм для грузовых.

Основные типы автомобильных шин. Автомобильные пневматические шины разделяют по назначению, форме профиля, габаритам, конструкции и принципу герметизации.

По назначению шины делят на две группы: для легковых и для грузовых автомобилей. Первые применяют на легковых автомобилях, грузовых автомобилях малой грузоподъемности, микроавтобусах и прицепах к ним. Шины для легковых автомобилей предназначены для эксплуатации во всех климатических зонах страны при температуре окружающей среды от минус 45 до плюс 55 °С. Шины для грузовых автомобилей применяются на грузовых автомобилях, прицепах, полуприцепах и автобусах. Они предназначены для эксплуатации на дорогах различных категорий при температуре окружающей среды до минус 45 °С.

По форме профиля шины бывают обычного профиля, широкопрофильные, низкопрофильные, сверхнизкопрофильные, арочные и пневмокатки. По габаритам шины делятся на крупногабаритные, среднегабаритные и малогабаритные. По конструкции шины бывают диагональные, радиальные, со съемным протектором и с регулируемым давлением. По принципу герметизации шины делятся на камерные и бескамерные.

Шины обычного профиля (тороидные) выполняются камерными и бескамерными. Их профиль близок к окружности. Отношение высоты H профиля шины к его ширине B более 0,9. Тороидные шины являются наиболее распространенными. Их устанавливают на легковых и грузовых автомобилях, автобусах, автоприцепах, т. е. на автомобилях, эксплуатируемых преимущественно на

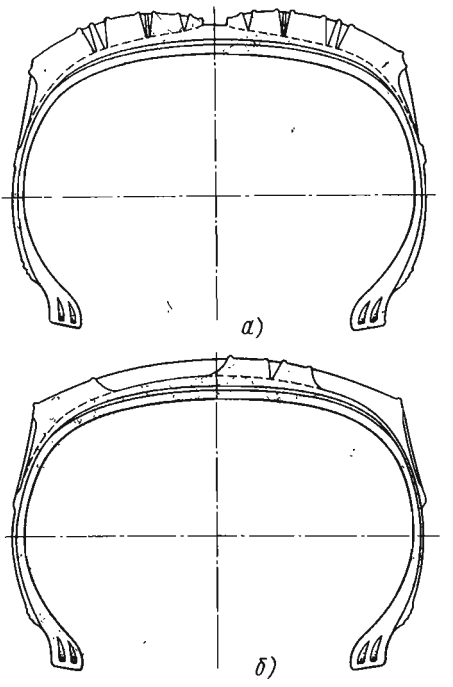


Рис. 138
Широкопрофильные шины:
а — с двумя беговыми дорожками; *б* — с одной беговой дорожкой

благоустроенных дорогах. Средний эксплуатационный пробег тороидных шин составляет 40—80 тыс. км.

Широкопрофильные шины (рис. 138) имеют профиль овальной формы, $H/B = 0{,}6 \div 0{,}9$, имеют камерное и бескамерное исполнение. Они могут работать с постоянным или переменным давлением воздуха и выполняются с одной или двумя выпуклыми беговыми дорожками. Нормальное внутреннее давление воздуха для широкопрофильных шин примерно в 1,5 раза ниже, чем для обычных шин. Широкопрофильные шины с регулируемым давлением и одной беговой дорожкой применяются на автомобилях для повышения проходимости, а с постоянным давлением и двумя беговыми дорожками — на автомобилях обычной проходимости. Последние предназначены для замены обычных шин сдвоенных задних колес. При этом достигается экономия

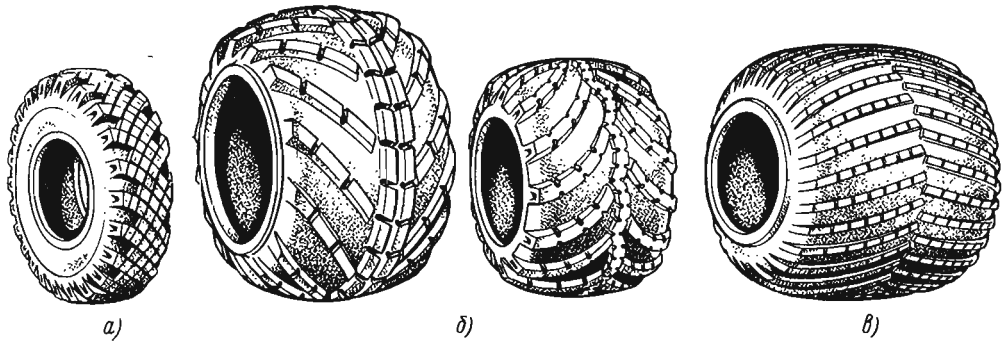


Рис. 139
Специальные шины:
а – с регулируемым давлением; *б* – арочные; *в* – пневмокаток

расхода материалов (на 10–20%), а также уменьшение массы колес (на 10–15%). По сравнению с обычными шинами широкопрофильные имеют повышенную грузоподъемность и пониженное сопротивление качению. Они улучшают управляемость, устойчивость и повышают проходимость автомобиля, а также уменьшают расход топлива. Недостатком широкопрофильных шин является необходимость использования на одном автомобиле двух типов шин (обычных и широкопрофильных) и соответственно двух запасных колес (для переднего и заднего мостов) в тех случаях, когда они устанавливаются на сдвоенные задние колеса вместо обычных шин.

Низкопрофильные шины имеют $H/B = 0{,}7 \div 0{,}88$, а у сверхнизкопрофильных шин отношение высоты профиля шины к ее ширине не более 0,7. Оба типа шин имеют пониженную высоту профиля, что повышает устойчивость и управляемость автомобиля. Низкопрофильные и сверхнизкопрофильные шины предназначены главным образом для легковых автомобилей и автобусов.

Арочные шины (рис. 139, *б*) имеют профиль в виде арки переменной кривизны с низкими мощными бортами, $H/B = 0{,}35 \div 0{,}5$. Каркас шин прочный, тонкослойный, изготовлен из полиамидного корда, обладает малым сопротивлением изгибу. Арочные шины выполняются бескамерными. Внутреннее давление воздуха составляет 0,05–0,15 МПа. Ширина профиля у арочных шин в 2,5–3,5 раза больше, чем у обычных шин, а радиальная деформация выше в 2 раза. Рисунок протектора – повышенной проходимости с мощными расчлененными грунтозацепами эвольвентной формы почти на всю ширину профиля шины. Высота грунтозацепов составляет 35–40 мм, а шаг между ними 100–250 мм. Общая площадь грунтозацепов равна примерно 17–35% всей площади опоры шины. В средней части рисунка протектора по окружности шины обычно находится специальный пояс, состоящий из одного или двух рядов расчлененных грунтозацепов. Пояс предназначен для замедления изнашивания протектора шины при движении по дорогам с твердым покрытием. Широкий профиль с высокими грунтозацепами, эластичность шины и низкое давление воздуха обеспечивают большую площадь контакта шины с опорной поверхностью, малые удельные давления, небольшое сопротивление качению и возможность реализации большой силы тяги на мягких грунтах. При качении по мягкому грунту арочные шины интенсивно уплотняют грунт в направлении к центру контакта шин с опорной поверхностью. Вследствие этого значительно повышается проходимость автомобиля в условиях бездорожья: по размокшим грунтам, заснеженным дорогам и т. п. Арочные шины используют как сезонное средство повышения проходимости автомо-

билей. Их устанавливают вместо обычных шин сдвоенных задних колес на специальном ободе.

Арочные шины по сравнению с обычными имеют более высокую стоимость, повышенный износ протектора на дорогах с твердым покрытием, а также более сложный монтаж и демонтаж. Средний пробег арочных шин при эксплуатации в смешанных дорожных условиях составляет 40—45 тыс. км, а на дорогах с твердым покрытием 20—30 тыс. км.

Пневмокатки (рис. 139, *в*) представляют собой высокоэластичные оболочки бочкообразной формы. Они имеют П-образный профиль, ширина которого составляет 1,0—2,0 наружного диаметра пневмокатка, $H/B = 0{,}25 \div 0{,}4$. Протектор снабжен невысокими, редко расположенными грунтозацепами, которые наряду со своим основным назначением повышают также прочность пневмокатка и обеспечивают сохранность (устойчивость) его формы. Эластичность пневмокатков в 3—4 раза выше, чем у обычных, и в 1,5—2 раза выше, чем у арочных шин. Пневмокатки изготовляют бескамерными. Внутреннее давление воздуха в них равно 0,01—0,05 МПа. Высокая эластичность и малое внутреннее давление воздуха обеспечивают пневмокаткам очень низкие удельные давления на грунт, хорошую приспособляемость к дорожным условиям и высокую сопротивляемость к проколам и повреждениям. В случае прокола воздух из пневмокатка выходит очень медленно из-за незначительного внутреннего давления. Однако пневмокатки из-за низкого давления воздуха в них при достаточно больших размерах имеют относительно малую грузоподъемность. Значительная ширина и малая грузоподъемность пневмокатков ограничивают их применение на автомобилях. Кроме того, на ровных дорогах с твердым покрытием пневмокатки имеют относительно низкий срок службы.

Пневмокатки предназначены для автомобилей, работающих в особо тяжелых условиях. Их монтируют на ободьях специальной конструкции. Автомобили с пневмокатками могут двигаться по снежной целине, сыпучим пескам, заболоченной местности и т. п.

Крупногабаритные шины имеют ширину профиля $B = 350$ мм и более независимую от посадочного диаметра. Эти шины имеют тонкослойный каркас и эластичный протектор с сравнительно неглубоким рисунком. Они выпускаются бескамерными. Наружный диаметр крупногабаритных шин достигает 2—3 м и более. Давление воздуха в шинах очень низкое (0,02—0,035 МПа) и регулируется водителем. Крупногабаритные шины имеют большую площадь опоры на грунт и предназначены для работы в особо тяжелых условиях: по пескам, болотам, снежной целине, неровной местности.

Шины Р и РС отличаются от обычных шин расположением нитей корда в каркасе, формой профиля, слойностью, особенностями подушечного слоя, бортовой части, протектора и качеством применяемых материалов. Шины Р и РС представляют собой разновидность одной и той же конструкции.

Шины Р (рис. 140, *б*) имеют радиальное расположение нитей корда *2*. Число слоев корда в 2 раза меньше, чем у шин с диагональным расположением нитей корда (рис. 140, *а*). Подушечный слой *1* (см. рис. 140, *б*) изготовлен из металлического или вискозного корда. Высота профиля шин несколько сокращена, $H/B = 0{,}7 \div 0{,}85$. Шины Р бывают камерные и бескамерные.

Шины Р по сравнению с шинами с диагональным расположением нитей корда характеризуются большей грузоподъемностью (на 15—20%), большей радиальной эластичностью (на 30—35%), меньшим сопротивлением качению (на 10%), меньше нагреваются (на 20—30 °С). Срок службы шин Р в 1,5—2 раза выше, и пробег их составляет 75—80 тыс. км. Однако шины Р имеют высокую стоимость и повышенную боковую эластичность, что создает повышенный шум при качении по неровной дороге.

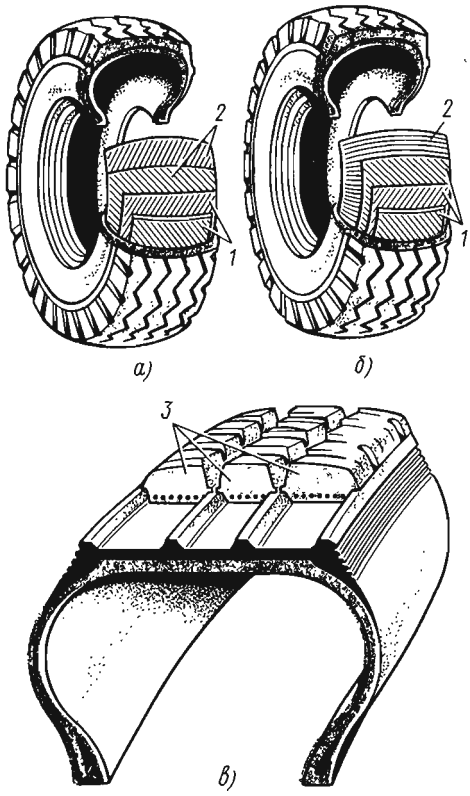


Рис. 140
Пневматические шины:
а – с диагональным кордом; *б* – шины Р; *в* – шины РС: *1* – подушечный слой; *2* – каркас; *3* – съемные протекторные кольца

Шины РС (рис. 140, *в*) имеют радиальное расположение нитей корда, по устройству они аналогичны шинам Р. Шины РС отличаются от шин Р тем, что протектор у них съемный, он изготовлен вместе с подушечным слоем в виде трех отдельных колец *3*, устанавливаемых в специальные гнезда каркаса. Кольца выполнены из протекторной резины и усилены по окружности стальными тросами. Посадочный диаметр колец несколько меньше диаметра гнезд каркаса. Монтаж и демонтаж протектора просты. Эти операции выполняются вручную, они не требуют применения специальных приспособлений. Кольца устанавливают в гнездах каркаса, когда шина не накачена. При заполнении шины воздухом ее наружный диаметр увеличивается и обеспечивается плотная посадка колец на каркас.

Пробег шин РС составляет 100–150 тыс. км при двух-трехразовой замене протекторных колец. Однако шины РС по сравнению с шинами Р имеют несколько большую массу, кроме того, при понижении давления воздуха в шинах во время движения по плохой дороге возможно соскакивание съемных колец протектора, что ограничивает их применение в настоящее время.

Морозостойкие шины предназначены для работы при температурах окружающей среды ниже минус 45 °С. Эти шины изготовляют из морозостойких материалов, сохраняющих достаточную прочность и эластичность при низких температурах и обеспечивающих нормальный срок службы шин в указанных условиях.

Шины для тропического климата делают из материалов, хорошо выдерживающих высокие температуры и влажность, а также сохраняющих прочность и эластичность при высоких скоростях движения.

Шины с регулируемым давлением (см. рис. 139, *а*) могут быть камерными и бескамерными. По сравнению с обычными шинами они имеют увеличенную ширину профиля (на 25–40 %), меньшее число слоев корда каркаса (в 1,5–2 раза) и мягкие резиновые прослойки между слоями корда, увеличенную площадь опоры на грунт (в 2–4 раза при снижении давления), меньшее удельное давление на грунт, хорошее сцепление с ним и большую эластичность. Протектор также отличается повышенной эластичностью и имеет специальный рисунок с крупными широкорасставленными грунтозацепами, допускающий большие деформации. Высота грунтозацепов составляет 15–30 мм, а их общая площадь равна примерно 35–45 % всей площади опоры. Вентиль этих шин не имеет золотника. Такие шины могут работать с переменным давлением воздуха 0,05–0,35 МПа, величина которого выбирается водителем в соответствии с дорожными условиями. Давление в этих шинах регулируют с помощью

специального оборудования, установленного на автомобиле, которое позволяет не только поддерживать в шинах требуемое давление в зависимости от условий эксплуатации, но и непрерывно подавать воздух в шины при их проколах и мелких повреждениях.

Шины с регулируемым давлением предназначены для работы на дорогах всех категорий во всех климатических зонах страны при температурах от минус 60 до плюс 55 °С. При прохождении тяжелых участков пути (заболоченная местность, снежная целина, сыпучие пески) давление воздуха в шинах снижают до минимума, а на дороге с твердым покрытием доводят до максимального значения. Шины с регулируемым давлением применяют на автомобилях высокой проходимости. В связи с тем, что они работают в более тяжелых условиях и при пониженных давлениях воздуха, срок службы их в 2–2,5 раза меньше, чем у обычных шин. Пробег этих шин не превышает 20–25 тыс. км. Кроме того, эти шины имеют пониженную грузоподъемность по сравнению с обычными шинами того же размера.

Размеры и маркировка шин. Размеры и маркировка шин поставлены на их боковой поверхности. Основными размерами шины (рис. 141) являются ширина B и высота H профиля, посадочный d и наружный D диаметры.

Размер шин обозначают двумя числами – в виде сочетания размеров $B-d$. Для ранее выпускаемых отечественных шин была принята дюймовая (международная) система обозначения, т. е. размеры B и d давались в дюймах (например, 6,70–15). Для некоторых грузовых шин использовалась смешанная система обозначения: размер B давался в миллиметрах, а размер d – в дюймах (например, 260–20). В настоящее время для отечественных машин принята метрическая система обозначения, причем в скобках указывается размер в дюймах, например 170–380 (6,70–15). Размеры шин специальных типов обозначаются также в миллиметрах и изображаются в виде следующих сочетаний: $D \times B-d$ для широкопрофильных шин

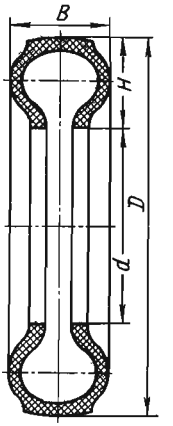


Рис. 141
Основные размеры пневматической шины

(например, 1200 × 500–508), $D \times B$ для арочных шин (например, 1140 × 700) и $D \times B \times d$ для пневмокатков (например, 1000 × 1000 × 250).

Кроме размеров в маркировке шины указываются: завод-изготовитель, дата выпуска (месяц, год), модель шины, ее порядковый номер, номер ГОСТ или ТУ на шины, индекс скорости, индекс грузоподъемности для легковых шин, норма слойности для грузовых шин и т. д.

Индекс скорости – принятое условное обозначение максимально допускаемой скорости для шины. Он пишется латинскими буквами. Так, индекс L соответствует 120 км/ч, P – 150 км/ч, Q – 160 км/ч и S – 180 км/ч.

Индекс грузоподъемности – условное обозначение максимально допускаемой нагрузки на шину. Он изображается цифрами. Так, например, индекс 75 соответствует 3870 Н, 85 – 5750 Н, 103–8750 Н и т. д.

При необходимости на шинах наносятся дополнительные обозначения: надписи «Radial» – для радиальных шин, «Tubeless» – для бескамерных, «Север» – для морозостойких; знак М + S – для шин с зимним рисунком протектора; буква Ш – у шин, предназначенных для ошиповки и ряд других обозначений.

Ободья, ступица и соединительный элемент колеса. В зависимости от кон-

струкции обода и соединительного элемента колеса могут быть: с неразборным глубоким и разборным ободьями, дисковые и бездисковые.

Ободья служат для установки пневматической шины. Они имеют специальный профиль. Для балансировки колес на ободья устанавливают специальные грузы.

Глубокий обод делается неразборным с коническими полками и используется для колес легковых автомобилей и грузовых автомобилей малой грузоподъемности. В средней части такого обода выполнена выемка, которая облегчает монтаж и демонтаж шины. Выемка может быть симметричной или несимметричной. По обе стороны от выемки расположены конические полки, которые заканчиваются бортами. Угол наклона полок обода составляет $(5 + 1)°$, вследствие чего улучшается посадка шины на ободе.

Глубокие ободья отличаются большой жесткостью, малой массой и простотой изготовления. Однако на таких ободьях можно монтировать только шины сравнительно небольших размеров с высокой эластичностью бортовой части.

Разборные ободья применяют для колес большинства грузовых автомобилей. Устройство их весьма разнообразно. На рис. 142 показан разборный обод с конической посадочной полкой, наиболее часто используемый для камерных шин грузовых автомобилей. Обод *3* имеет неразрезное съемное бортовое кольцо *1* с конической полкой и пружинное разрезное кольцо *2*. Съемное бортовое кольцо удерживается на ободе с помощью пружинного кольца. Разборные ободья облегчают монтаж и демонтаж шин грузовых автомобилей, которые имеют большие массу, размеры и жесткую бортовую часть.

Для шин с регулируемым давлением воздуха, широкопрофильных, арочных, а также некоторых шин грузовых автомобилей большой грузоподъемности применяют разборные ободья с распорными кольцами. Они состоят из двух частей, соединяемых между собой

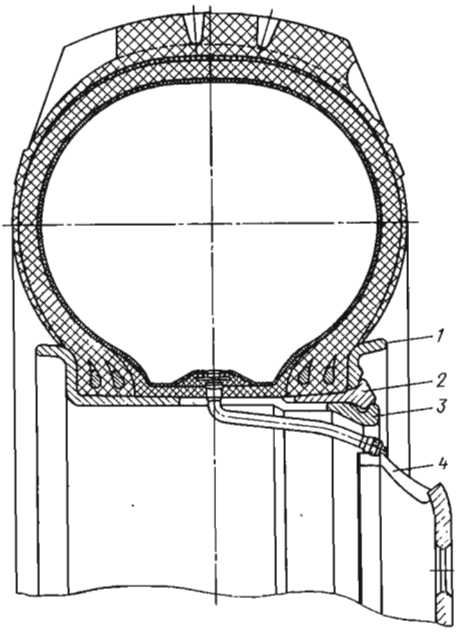


Рис. 142
Колесо автомобиля ЗИЛ-130

болтами. Разборные ободья обеспечивают надежное крепление шины независимо от внутреннего давления воздуха в ней.

Ступица обеспечивает установку колеса на мосту и дает возможность колесу вращаться. Ступицы отливают обычно из стали или ковкого чугуна. Их монтируют на мосту с помощью конических роликовых подшипников. Кроме колес к ступицам также крепят тормозные барабаны и фланцы полуосей (ведущие мосты грузовых автомобилей).

Соединительный элемент колеса чаще всего выполняется в виде диска. Такие колеса называются дисковыми.

Дисковые колеса применяют как на легковых, так и на грузовых автомобилях. Диск *4*, штампованный из листовой стали, делается выгнутым для увеличения жесткости. Диски колес легковых автомобилей изготовляют сплошными, а грузовых — с вырезами (отверстиями). Вырезы в диске уменьшают массу колеса, облегчают монтажно-демонтажные работы, обеспечивают свободный до-

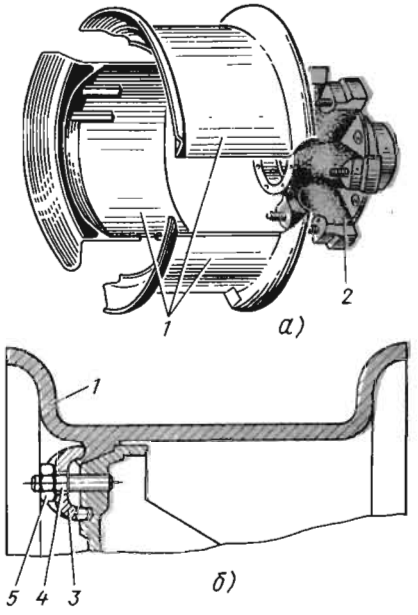


Рис. 143
Бездисковое колесо:
а – общий вид колеса без шины; *б* – крепление колеса

ступ к вентилю камеры, а также улучшают охлаждение тормозов и шин. Диски присоединяют к ободьям колес заклепками или сваркой. Для крепления колеса к ступице в диске имеются отверстия с полусферическими или коническими фасками. Крепление производят шпильками с полусферическими гайками.

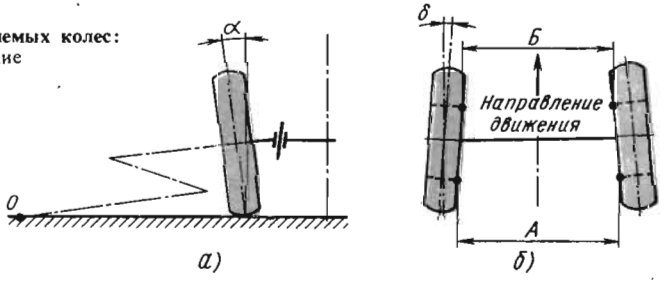
Бездисковые колеса имеют соединительную часть, изготовленную совместно со ступицей. Они выполняются разъемными в продольной и поперечной плоскостях. На рис. 143 изображено бездисковое колесо с разъемом в поперечной плоскости. Оно состоит из трех секторов *1*, которые соединены в единое кольцо с помощью специальных вырезов (скосов), выполненных на торцах секторов. При монтаже секторы колеса устанавливают в определенной последовательности в лежащую шину, а затем вместе с шиной прикрепляют к ступице *2* специальными прижимами *3*, шпильками *4* и гайками *5*.

По сравнению с дисковыми колесами бездисковые проще по конструкции, имеют меньшую массу (на 10–15%), более низкую стоимость, большую долговечность, удобнее при монтаже и демонтаже, а также обеспечивают лучшее охлаждение тормозов и шин. Кроме того, они создают возможность установки на ступице ободьев разной ширины, что позволяет использовать различные шины на одном и том же автомобиле. Бездисковые колеса получают широкое применение и в первую очередь на грузовых автомобилях (МАЗ-5335) и автобусах.

Установка управляемых колес. Для создания наименьшего сопротивления движению, замедления изнашивания шин и снижения расхода топлива управляемые колеса должны катиться в вертикальных плоскостях, параллельных продольной оси автомобиля. С этой целью управляемые колеса устанавливают на автомобиле с развалом в вертикальной плоскости и со схождением в горизонтальной плоскости.

Угол развала управляемых колес – угол α (рис. 144, *а*), заключенный между плоскостью колеса и вертикальной плоскостью, параллельной продольной оси автомобиля. Угол развала считается положительным, если колесо наклонено

Рис. 144
Углы установки управляемых колес:
а – развал; *б* – схождение



от автомобиля наружу, и отрицательным — при наклоне колеса внутрь.

Угол развала необходим для того, *чтобы обеспечить перпендикулярное* расположение колес по отношению к поверхности дороги при деформации деталей моста под действием веса передней части автомобиля. При установке колеса с развалом возникает осевая сила, прижимающая ступицу с колесом к внутреннему подшипнику, размер которого обычно больше, чем размер наружного подшипника. Вследствие этого разгружается наружный подшипник ступицы колеса. Угол развала обеспечивается конструкцией управляемого моста путем наклона поворотной цапфы и составляет 0—2°.

В процессе эксплуатации угол развала колес изменяется главным образом из-за износа втулок шкворней поворотных кулаков, подшипников ступицы колес и деформации балки переднего моста.

При наличии развала колесо стремится катиться в сторону от автомобиля по дуге вокруг точки *О* (рис. 144, *а*) пересечения продолжения его оси с плоскостью дороги. Так как управляемые колеса связаны жесткой балкой моста, то качение колес по расходящимся дугам сопровождалось бы боковым скольжением. Для устранения этого явления колеса устанавливают со схождением, т. е. не параллельно, а под некоторым углом к продольной оси автомобиля.

Угол схождения δ управляемых колес (рис. 144, *б*) определяется разностью расстояний *А* и *Б* между колесами, которые замеряют сзади и спереди по краям ободьев на высоте оси колес. Угол схождения колес у разных автомобилей находится в пределах 0°20′—1°, а разность расстояний между колесами сзади и спереди 2—12 мм. В процессе эксплуатации углы схождения колес могут изменяться из-за износа втулок шкворней поворотных кулаков, шарнирных соединений рулевой трапеции и деформации ее рычагов. Регулируют угол схождения в эксплуатации изменением длины поперечной рулевой тяги.

Установка управляемых колес с одновременным развалом и схождением *обеспечивает их прямолинейное качение* по дороге без бокового скольжения. При этом должно быть правильно подобрано соотношение между углами развала и схождения. Каждому углу развала соответствует определенный угол схождения, при котором сопротивление движению, расход топлива и изнашивание шин будут минимальными. Обычно оптимальный угол схождения управляемых колес составляет в среднем 15—20% угла их развала. Однако в процессе эксплуатации управляемые колеса часто устанавливают со схождением несколько большим, чем требуется для компенсации их развала. Это вызвано тем, что у колес вследствие наличия зазоров и упругости рулевого привода может появиться отрицательное схождение. В результате даже при положительном их развале возрастает сопротивление движению и ускоряется изнашивание шин.

Проверка и регулировка углов установки управляемых колес имеют важное значение, так как эти углы оказывают серьезное влияние на устойчивость автомобиля, расход топлива и износ шин. Необходимо периодически проверять их величину, которая может меняться во время эксплуатации вследствие износа деталей переднего моста, его деформации и неисправности подвески. Проверка должна проводиться на горизонтальной площадке с твердым покрытием, при полной нагрузке автомобиля, отрегулированных подшипниках ступиц колес, нормальном давлении воздуха в шинах и положении колес, соответствующем прямолинейному движению.

Угол развала колес нужно проверять с помощью специального прибора — комбинированного уровня. Если он отсутствует, то проверку можно проводить при помощи угольника (отвеса) и линейки. Угольник устанавливают против центра колеса на ровную опорную поверхность, затем замеряют расстояния от угольника до верхней и нижней частей обода колеса. Чтобы исключить влияние неточности установки, а также погнутости обода колеса, замер следует проводить 2 раза, поворачивая

колесо на 180°. По результатам двух замеров определяют средние значения развала колес.

У легковых автомобилей развал колес регулируют при помощи предназначенных для этой цели деталей подвески (эксцентриковых втулок, прокладок и т. д.). У грузовых автомобилей развал колес не регулируется, и его можно восстановить путем замены или правки соответствующих деталей.

Схождение колес проверяют раздвижной линейкой. При проверке необходимо точно измерить расстояния *А* и *Б* между ободьями колес сзади и спереди на высоте центра колес. По разности значений А и Б определяют схождение колес. Схождение управляемых колес регулируют изменением длины поперечной рулевой тяги.

§ 28. Мосты

Мосты автомобиля служат для поддерживания рамы и кузова и передачи от них на колеса вертикальной нагрузки, а также для передачи от колес на раму (кузов) толкающих, тормозных и боковых усилий.

В зависимости от типа устанавливаемых колес мосты подразделяются на ведущие, управляемые, комбинированные (ведущие и управляемые одновременно) и поддерживающие.

Ведущий мост предназначен для передачи на раму (кузов) толкающих усилий от ведущих колес, а при торможении — тормозных усилий.

Ведущий мост представляет собой жесткую пустотелую балку, на концах которой на подшипниках установлены ступицы ведущих колес, а внутри размещены главная передача, дифференциал и полуоси. В зависимости от конструкции балки ведущие мосты бывают разъемные и неразъемные (цельные), а по способу изготовления балки — штампованно-сварные и литые.

Картер разъемного ведущего моста (рис. 145, *а*) обычно отливают из ковкого чугуна, и он состоит из двух соединенных между собой частей *2* и *3*, имеющих разъем в продольной вертикальной плоскости. Обе части картера имеют горловины, в которых запрессованы и закреплены стальные трубчатые кожухи *1* полуосей. К ним приварены опорные площадки *4* рессор и фланцы *5* для крепления опорных дисков колесных тормозных механизмов. Разъемные ведущие мосты применяются на легковых автомобилях, грузовых автомобилях малой и средней грузоподъемности.

Картер неразъемного штампованосварного ведущего моста (рис. 145, *б*) выполняется в виде цельной балки *9* с развитой центральной частью кольцевой формы. Балка имеет трубчатое сечение и состоит из двух штампованных стальных половин, сваренных в продольной плоскости. Средняя часть балки моста предназначена для крепления с одной стороны картера главной передачи и дифференциала, с другой — для установки крышки. К балке моста приварены опорные чашки *7* пружин подвески, фланцы *6* для крепления опорных дисков тормозных механизмов и кронштейны *8*, *10* крепления деталей подвески. Неразъемные штампованосварные ведущие мосты получили распространение на легковых автомобилях и грузовых автомобилях малой и средней грузоподъемности. Эти мосты при необходимой прочности и жесткости по сравнению с литыми неразъемными мостами имеют меньшую массу и меньшую стоимость изготовления.

Неразъемный литой ведущий мост (рис. 145, *в*) изготовляют из ковкого чугуна или стали. Балка *13* моста имеет прямоугольное сечение. В полуосевые рукава запрессовываются трубы *11* из легированной стали, на концах которых устанавливают ступицы колес. Фланцы *12* предназначены для крепления опорных дисков тормозов. Неразъемные литые ведущие мосты получили применение на грузовых автомобилях большой грузоподъемности. Такие мосты обладают высокой жесткостью и прочностью, но имеют большую массу и габариты.

Неразъемные ведущие мосты более удобны в обслуживании, чем разъемные

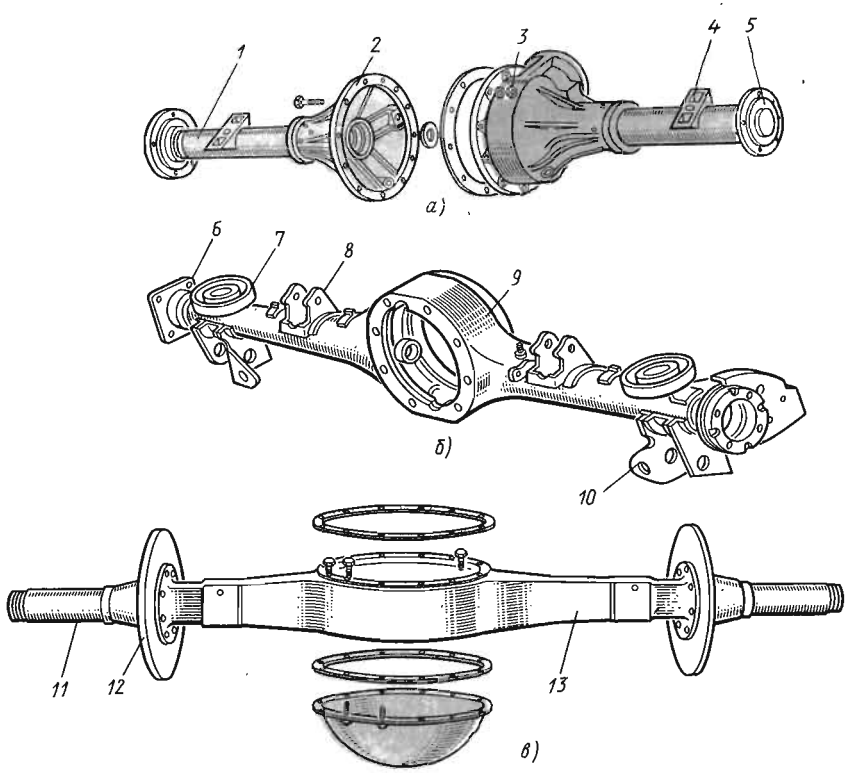


Рис. 145
Ведущие мосты:
а – разъемный; *б* – неразъемный штампованосварной; *в* – неразъемный литой

мосты, так как для доступа к главной передаче и дифференциалу не требуется снимать мост с автомобиля.

Управляемый мост представляет собой балку с установленными по обоим концам поворотными цапфами. Балка *4* (рис. 146) кованая, стальная, имеет обычно двутавровое сечение. Средняя часть балки выгнута вниз, что позволяет более низко расположить двигатель. Шкворень *16* закреплен неподвижно в бобышке балки клиновым болтом *3*. Поворотная цапфа *9* установлена на шкворне на бронзовых втулках *1* и *8*, запрессованных в отверстия ее проушин. Поворотные рычаги *18* вставлены в конические отверстия проушин цапфы и закреплены гайками. Между балкой моста и поворотной цапфой установлен опорный подшипник. Он состоит из двух шайб *6* и *7*, нижняя из которых неподвижно сидит в расточке и поворачивается вместе с цапфой. Осевой зазор между поворотной цапфой и балкой регулируют прокладками *2*. К поворотной цапфе болтами прикреплен опорный диск колесного тормозного механизма. На цапфе на двух конических роликовых подшипниках установлена ступица *10* переднего колеса. Подшипники ступицы закреплены гайкой *11*, которая фиксируется замочным кольцом, шайбой и контргайкой. Гайкой *11* также регулируется затяжка подшипников во время эксплуатации.

Комбинированный мост выполняет функции ведущего и управляемого мостов. К полуосевому кожуху комбинированного моста прикрепляют шаровую опору, на которой имеются шкворневые пальцы. На последних устанавливают поворотные кулаки (цапфы). Внутри шаровых опор и поворотных кулаков находится карданный шарнир (равных угловых скоростей), через который осуществляется привод на ведущие и управляемые колеса (см. рис. 116).

Поддерживающий мост предназначен

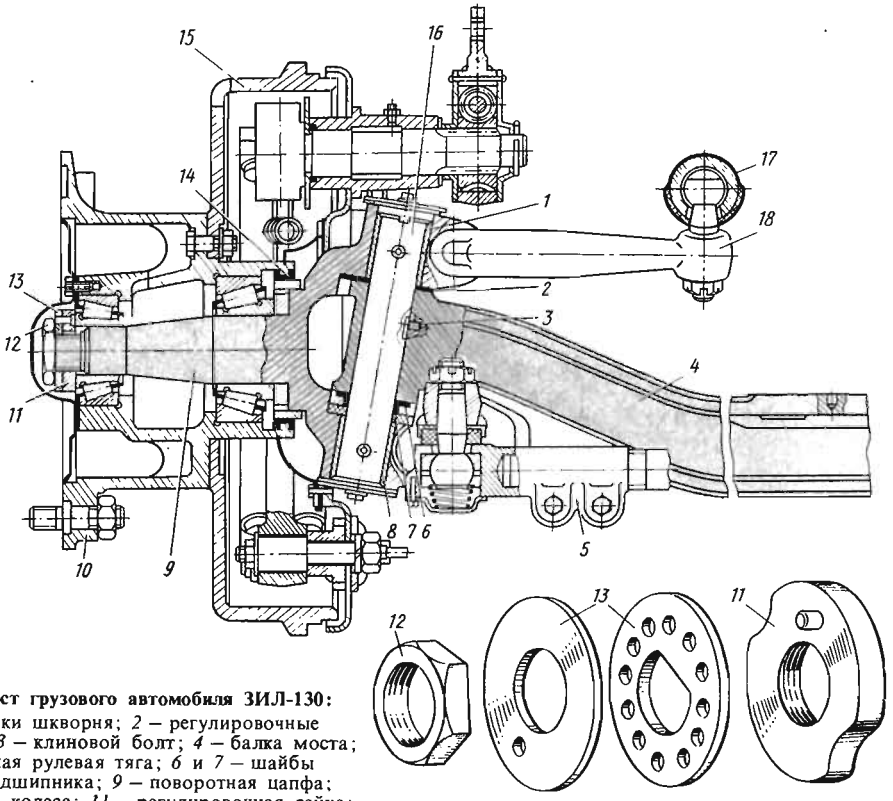


Рис. 146
Передний мост грузового автомобиля ЗИЛ-130:
1 и *8* — втулки шкворня; *2* — регулировочные прокладки; *3* — клиновой болт; *4* — балка моста; *5* — поперечная рулевая тяга; *6* и *7* — шайбы опорного подшипника; *9* — поворотная цапфа; *10* — ступица колеса; *11* — регулировочная гайка; *12* — контргайка; *13* — замочная шайба; *14* — сальник; *15* — тормозной барабан; *16* — шкворень; *17* — продольная рулевая тяга; *18* — поворотный рычаг

только для передачи вертикальной нагрузки от рамы к колесам автомобиля. Он представляет собой прямую балку, по концам которой на подшипниках смонтированы поддерживающие колеса. Поддерживающие мосты применяют на прицепах и полуприцепах, а также на легковых автомобилях с приводом на передние колеса.

§ 29. Подвеска

Назначение и основные части подвески. Подвеска осуществляет упругую связь рамы (кузова) автомобиля с мостами или непосредственно с колесами, смягчая толчки и удары, возникающие при наезде колес на неровности дороги.

Подвеска автомобиля состоит из упругого, направляющего и гасящего устройств. Некоторые подвески включают также стабилизатор поперечной устойчивости.

Упругое устройство подвески служит для уменьшения динамических нагрузок, обусловленных главным образом действием части веса автомобиля G_a' (рис. 147), приходящегося на колеса. При наезде колеса на неровность дороги упругое устройство *10* подвески сжимается, значительно смягчая удар, передаваемый от колеса на кузов. Разжимаясь, оно сообщает кузову колебания, которым подбором соответствующей характеристики упругого устройства можно придать желаемый характер. Применение упругого устройства позволяет исключить копирование кузовом профиля дорожных неровностей и улучшить плавность хода автомобиля, при этом создается возможность движения без неприятных ощущений и быстрой утомляемости людей и повреждений перевозимых грузов. Хоро-

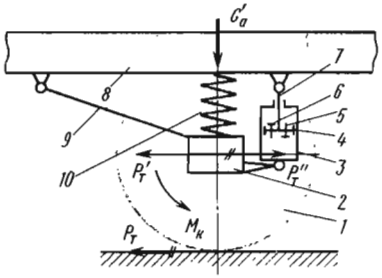


Рис. 147
Схема подвески автомобиля

шей плавностью хода считается такая, при которой кузов совершает колебания с частотой 1 – 1,3 Гц.

Упругое устройство состоит из одного или нескольких упругих элементов, которые могут быть металлическими или неметаллическими. Металлические упругие элементы наиболее распространены на автомобилях, их выполняют в виде листовых рессор, спиральных пружин и торсионов (стержней, работающих на скручивание). Неметаллические упругие элементы делятся на резиновые, пневматические и гидравлические. Они обеспечивают упругость подвески за счет упругих свойств резины, воздуха и жидкости. Эти упругие элементы значительно меньше распространены, чем металлические.

В подвесках современных автомобилей стали широко использовать комбинированные упругие устройства, объединяющие два или более упругих элемента (металлических и неметаллических) и сочетающие их преимущества.

Для обеспечения движения автомобиля на его раму (кузов) необходимо передать от ведущих колес силу тяги $P_т$, которая возникает под действием момента $M_к$. Рассмотрим, каким образом происходит эта передача. Приложим к центру колеса две равные по величине $P_т$, но противоположные по направлению силы $P_т'$ и $P_т''$. Сила $P_т'$ не может быть передана на раму и кузов упругим устройством *10*, выполненным в виде спиральной пружины. Для передачи этой силы предназначен рычаг *9*, который называется направляющим устройством подвески. Направляющее устройство воспринимает также реактивный момент $P_т r$ (r – радиус колеса), стремящийся повернуть мост автомобиля в направлении, противоположном вращению колес. При торможении через направляющее устройство на раму от колеса передается тормозная сила, и им воспринимается тормозной момент, стремящийся повернуть мост в направлении вращения колес. Кроме того, через направляющее устройство передаются боковые силы, возникающие, например, при повороте автомобиля.

Направляющее устройство не только передает продольные и поперечные силы и их моменты. Оно определяет характер перемещения колес относительно рамы (кузова) автомобиля. По типу направляющего устройства подвески делят на две основные группы: зависимые и независимые. Отличительной особенностью зависимой подвески является наличие жесткой балки, связывающей левое и правое колеса оси (рис. 148, *а*), вследствие чего перемещение одного из них в поперечной плоскости передается другому.

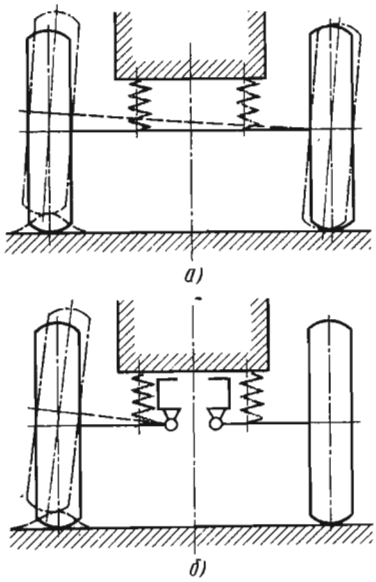


Рис. 148
Основные типы подвесок:
а – независимая; *б* – зависимая

Независимая подвеска (рис. 148, *б*) характеризуется тем, что колеса одной оси не имеют между собой непосредственной связи и подвешены одно независимо от другого. При применении независимой подвески перемещение одного колеса не вызывает перемещения другого. По направлению движения колеса относительно дороги и кузова автомобиля независимые подвески могут быть разделены на подвески с перемещением колеса в поперечной, продольной и одновременно продольной и поперечной плоскостях.

При движении автомобиля в результате наезда колес на неровности дороги возникают колебания кузова и колес. Эти колебания гасятся с помощью устройства *3* (см. рис. 147), называемого гасящим или амортизатором. Принцип действия гидравлического амортизатора сводится к превращению механической энергии колебаний за счет жидкостного трения в тепловую энергию и последующему ее рассеянию.

Корпус амортизатора, заполненный амортизаторной жидкостью, прикреплен к балке моста *2*. В корпусе находится поршень *4*, в котором имеются отверстия и клапаны *5* и *6*. Шток *7* поршня связан с рамой *8* автомобиля. В процессе колебаний кузова и колеса *1* поршень совершает возвратно-поступательное движение. При ходе сжатия (колесо и кузов сближаются) амортизаторная жидкость из полости под поршнем вытесняется в полость над поршнем, а при ходе отдачи (колесо отдаляется от кузова) перетекает в обратном направлении. При этом жидкость проходит через отверстия, прикрываемые клапанами, испытывает сопротивление и в результате жидкостного трения обеспечивается гашение колебаний.

По принципу действия гидравлические амортизаторы подразделяются на амортизаторы одностороннего и двустороннего действия. Первые обеспечивают гашение колебаний только при ходе отдачи, а вторые – при ходах отдачи и сжатия. Сопротивление, создаваемое амортизатором двустороннего действия при ходе сжатия, обычно в 2–5 раз

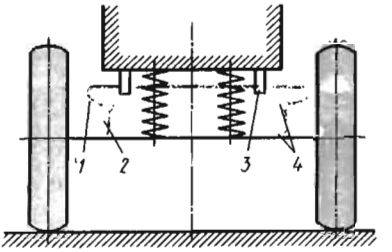


Рис. 149
Схема стабилизатора поперечной устойчивости

меньше, чем при ходе отдачи. Это необходимо для того, чтобы толчки и удары от дорожных неровностей в минимальной степени передавались на кузов автомобиля.

В подвесках легковых автомобилей и автобусов часто имеется еще одно устройство, которое называется стабилизатором поперечной устойчивости. Оно уменьшает боковой крен и поперечные угловые колебания кузова автомобиля.

Стабилизатор (рис. 149) представляет собой специальное упругое устройство, которое устанавливают поперек автомобиля. Он состоит из стержня *1* и стоек *2*. Стержень П-образной формы, круглого сечения, изготовляют из рессорно-пружинной стали. Средняя часть его закреплена в резиновых опорах *3* на раме или кузове, а концы его через стойки *2* и резиновые подушки *4* шарнирно соединены с мостом или рычагами подвески. В некоторых конструкциях стабилизаторов стойки отсутствуют, а концы стержня шарнирно прикреплены непосредственно к рычагам подвески.

При боковых кренах и поперечных угловых колебаниях кузова концы стержня стабилизатора перемещаются в разные стороны: один опускается, а другой поднимается. Вследствие этого средняя часть стержня закручивается, препятствуя тем самым крену и поперечным колебаниям кузова. В то же время стабилизатор не препятствует вертикальным и продольным угловым колебаниям кузова. При таких колебаниях стержень стабилизатора свободно проворачивается в своих опорах.

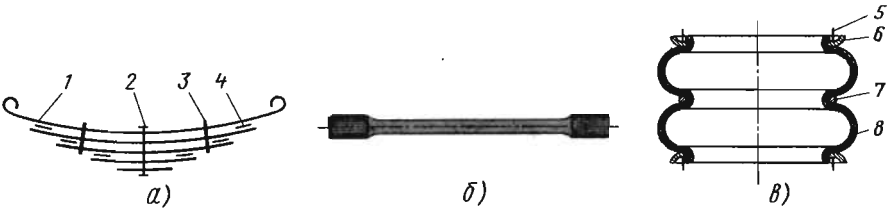


Рис. 150
Упругие элементы подвески:
а – листовая рессора; *б* – торсион; *в* – пневмобаллон

Основные типы упругих устройств. *Листовая рессора* (рис. 150, *а*) состоит из собранных вместе отдельных листов выгнутой формы. Стальные листы имеют обычно прямоугольное сечение, одинаковую ширину и различную длину. Кривизна листов неодинакова и зависит от их длины. Она увеличивается с уменьшением длины листов, что необходимо для их плотного взаимного прилегания в собранной рессоре. Вследствие различной кривизны листов также обеспечивается разгрузка листа *1* рессоры.

Взаимное положение листов в собранной рессоре обычно обеспечивается стяжным центровым болтом *2*, а иногда посредством специальных выдавок, сделанных в средней части листов. Кроме того, листы скреплены хомутами *3*, которые исключают боковой сдвиг одного листа относительно другого и передают нагрузку от листа *1* (разгружают его) на другие листы при обратном прогибе рессоры. Лист *1*, имеющий наибольшую длину, называется коренным. Часто он имеет и наибольшую толщину. С помощью коренного листа концы рессоры крепят к раме или кузову автомобиля. От способа крепления рессоры зависит форма концов коренного листа. Они могут быть плоскими, отогнутыми под углом 90°, загнутыми в форме ушков, со съемными коваными или литыми ушками и т. д.

При сборке рессоры ее листы смазывают графитовым смазочным материалом, который предохраняет их от коррозии и уменьшает трение между ними. В рессорах легковых автомобилей для уменьшения трения между листами по всей длине или на концах листов устанавливают специальные прокладки *4* из неметаллических антифрикционных материалов (пластмассы, фанеры, фибры и т. п.). Для удержания смазочного материала между листами рессоры и предохранения рессоры от загрязнения на нее иногда надевают чехлы.

Концы рессоры шарнирно соединяют с рамой. Передний конец закрепляют обычно с помощью пальца, а задний делают подвижным (на серьге, скользящим и т. д.). При таком соединении концов рессоры с рамой ее длина может изменяться во время движения автомобиля. Для крепления концов рессоры применяют шарниры различных типов: гладкие, резьбовые, резинометаллические или выполненные в виде резиновых опор (подушек).

Основным преимуществом листовых рессор является их способность выполнять одновременно функции упругого и направляющего устройств подвески.

Листовые рессоры получили наибольшее распространение в зависимых подвесках. Обычно их располагают вдоль автомобиля.

Спиральные (витые) пружины изготовляют, как правило, из стального прутка круглого сечения. Обычно они имеют цилиндрическую форму.

В подвеске витые пружины воспринимают только вертикальные нагрузки и не могут передавать продольные и поперечные усилия и их моменты от колес на раму и кузов автомобиля. Поэтому при их установке требуется применять направляющее устройство. При использовании витых пружин также необходимы гасящие устройства, так как в пружинах отсутствует трение.

Торсион (рис. 150, *б*) представляет собой стальной упругий стержень, рабо-

тающий на скручивание. Он может быть сплошным круглого сечения, а также составным – из круглых стержней или прямоугольных пластин. На концах торсиона имеются головки (утолщения) с нарезанными шлицами или выполненные в форме многогранника (шестигранные и т. д.). С помощью головок торсион одним концом крепится к раме или кузову автомобиля, а другим – к рычагам подвески. Упругость связи колеса с рамой обеспечивается вследствие скручивания торсиона.

Торсионы, как и пружины, требуют применения направляющих и гасящих устройств.

Резиновые упругие элементы наиболее широко применяются в подвесках современных автомобилей в виде дополнительных упругих элементов, которые называются ограничителями или буферами. Часто внутрь буферов вулканизируют металлическую арматуру, которая повышает их долговечность и служит для их крепления.

Буфера подразделяют на буфера сжатия и отдачи. Первые ограничивают ход колес вверх, а вторые – вниз. При этом буфера сжатия ограничивают деформацию основных упругих элементов подвески и увеличивают ее жесткость. Буфера сжатия и отдачи совместно применяют обычно в независимых подвесках. В зависимых подвесках используют главным образом буфера сжатия.

Пневматические упругие элементы обеспечивают упругие свойства подвески за счет сжатия воздуха. Наибольшее применение в подвесках современных автомобилей получили пневматические упругие элементы, выполненные в виде двойных (двухсекционных) круглых баллонов.

Двойной круглый баллон (рис. 150, *в*) состоит из эластичной оболочки *8*, опоясывающего или разделительного кольца *7* и прижимных колец *6* с болтами *5*. Оболочка баллона резинокордовая, обычно двухслойная. Корд оболочки капроновый или нейлоновый. Внутренняя поверхность оболочки покрыта воздухонепроницаемым слоем резины,

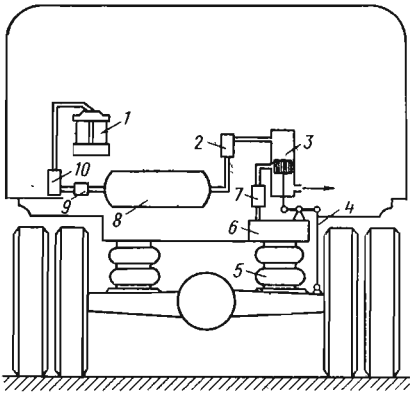


Рис. 151
Схема пневматической подвески

а наружная – маслобензостойкой резиной. Для упрочнения бортов оболочки внутрь их заделана металлическая проволока, как у покрышки пневматической шины. Опоясывающее кольцо *7* служит для разделения секций баллона и позволяет уменьшить его диаметр. Прижимные кольца *6* с болтами *5* предназначены для крепления баллона. Грузоподъемность двойных круглых баллонов обычно составляет 2–3 т при внутреннем давлении воздуха 0,3–0,5 МПа. Двойные круглые баллоны распространены в подвесках автобусов, грузовых автомобилей, прицепов и полуприцепов. Обычно их располагают вертикально в количестве от двух (передние подвески) до четырех (задние подвески).

Схема пневматической подвески представлена на рис. 151. Компрессор *1* нагнетает сжатый воздух в ресивер *8* через фильтр-водомаслоотделитель *10* и регулятор *9* давления. Из ресивера сжатый воздух поступает в регулятор *3* постоянства высоты кузова. Воздухоочистители *2* и *7* предохраняют регулятор от попадания в него пыли. Двойной круглый баллон *5* соединен с дополнительным резервуаром *6*, в который поступает воздух в случае увеличения его давления в упругом элементе при сжатии, что делает подвеску более мягкой.

Регулятор *3* постоянства высоты кузова обеспечивает при любой полезной

нагрузке автомобиля одно и то же расстояние между мостом и кузовом. При возрастании нагрузки кузов автомобиля опускается и расстояние между ним и мостом уменьшается. Стойка *4* опускает поршень регулятора *3* вниз. Вследствие этого сжатый воздух проходит из ресивера *8* в дополнительный резервуар *6* и упругий элемент, увеличивая в нем давление, в результате чего расстояние между кузовом и мостом восстанавливается. При уменьшении полезной нагрузки автомобиля положение кузова также не изменяется вследствие уменьшения давления сжатого воздуха в упругом элементе. Регулятор постоянства высоты кузова имеет специальное устройство, которое замедляет его срабатывание. Поэтому регулятор действует только при изменении статической нагрузки и не реагирует на колебания автомобиля при движении по неровностям дороги. Воздухоочиститель *2* объединен с обратным клапаном, который исключает утечку сжатого воздуха из упругого устройства подвески при неисправном компрессоре или при падении давления в ресивере *8*.

Пневматические упругие элементы обеспечивают высокую плавность хода автомобиля. В результате того, что высота кузова не изменяется, увеличивается устойчивость автомобиля, замедляется изнашивание шин и повышается безопасность движения, так как улучшается освещение дороги из-за постоянства положения фар. Кроме того, на грузовых автомобилях облегчается погрузка и разгрузка, а в автобусах обеспечивается удобство входа и выхода пассажиров вследствие сохранения постоянной высоты подножки. Во время стоянки автомобиля кузов остается горизонтальным и не испытывает поперечных и продольных кренов при любом расположении в нем грузов и пассажиров. Пневматические упругие элементы требуют применения направляющего и гасящего устройств.

Пневматические упругие элементы используют главным образом в подвесках тех автомобилей, у которых полезная нагрузка меняется в широких пределах

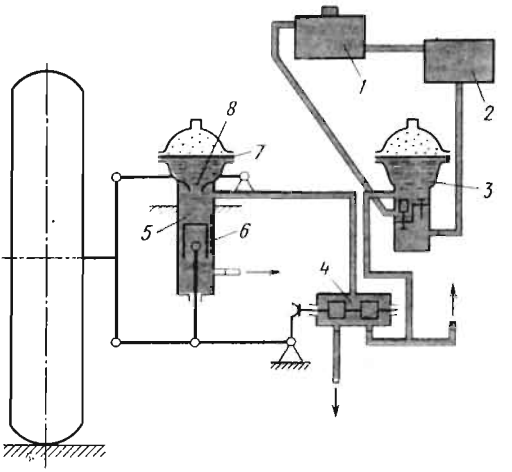


Рис. 152
Схема гидропневматической подвески

(в грузовых автомобилях, автобусах, например, ЛиАЗ-677).

Комбинированные упругие элементы объединяют два или более металлических и неметаллических упругих элемента.

На рис. 152 показана схема гидропневматической подвески автомобиля. Насос *2* нагнетает жидкость из бака *1* в аккумулятор *3* давления. В аккумуляторе жидкость поступает в полость под разделительной мембраной. Над мембраной имеется сжатый газ (воздух или азот). Давление в аккумуляторе поддерживается в определенных пределах. При превышении давления заданного значения жидкость через редукционный клапан направляется обратно в бак. Из аккумулятора *3* жидкость поступает к регуляторам *4* правого и левого колес, с помощью которых поддерживается постоянное положение кузова по высоте. Из регулятора *4* жидкость поступает в поршневой пневматический элемент *5*, который объединяет упругий элемент и гасящее устройство подвески. В этом элементе пространство между поршнем *6* и разделительной мембраной *7* заполнено жидкостью, а пространство над мембраной — сжатым газом. Здесь сжатый газ является рабочим телом, обеспечивающим упругие свойства под-

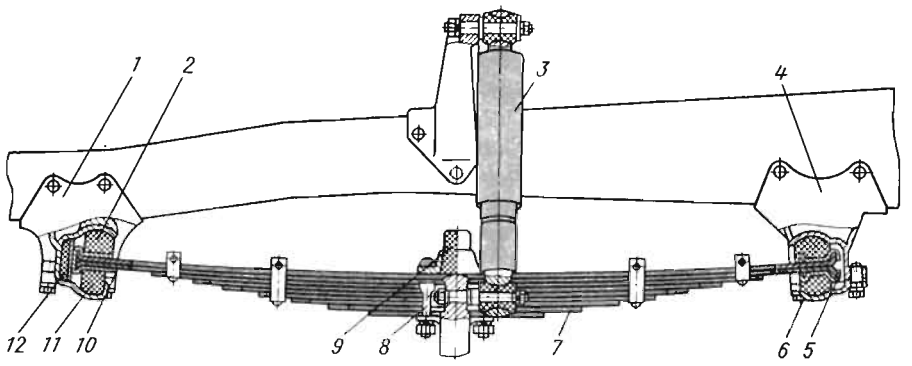
вески, а жидкость передает вертикальные нагрузки. Изменяя давление жидкости, поступающей под мембрану упругого элемента, можно менять давление газа и, следовательно, жесткость подвески. Корпус упругого элемента прикреплен к кузову автомобиля, а поршень через шток соединен с рычагами подвески. При колебаниях жидкость проходит через систему клапанов *8* и испытывает сопротивление. В результате трения обеспечивается гашение колебаний кузова и колес автомобиля.

Конструкция упругих и гасящих устройств. Листовая рессора *7*, показанная на рис. 153, прикреплена к балке моста двумя стремянками *8*, а к раме — через резиновые опоры. Резиновые опоры закреплены в кронштейнах *1* и *4*, приклепанных к раме. Эти кронштейны имеют крышки *6*, которые позволяют монтировать и демонтировать рессоры, а также заменять резиновые опоры. Листы рессоры стянуты центровым болтом. Два коренных листа, концы которых отогнуты под углом 90°, образуют торцовую упорную поверхность. К отогнутым концам коренных листов приклепаны специальные чашки *5* и *10*, увеличивающие площадь соприкосновения листов с резиновыми опорами. Передний конец рессоры неподвижный. Он закреплен в кронштейне *1* между верхней *2* и нижней *11* резиновыми опорами, а также упирается в торцовую резиновую опору *12*. Задний конец рессоры подвижный, закреплен в кронштейне *4* только с помощью двух резиновых опор. При прогибе рессоры он перемещается в результате деформации этих опор. Прогиб рессоры вверх ограничивает резиновый буфер *9*, установленный на ней между стремянками *8*. Амортизатор *3* служит для гашения колебаний.

В грузовых автомобилях и автобусах нагрузка, приходящаяся на задний мост, может меняться в значительных пределах в зависимости от массы перевозимого груза и количества пассажиров. В задних подвесках этих автомобилей кроме основных рессор установлены дополнительные рессоры (подрессорники). Подрессорник имеет такое же устройство, как и листовая рессора, но состоит из меньшего числа листов. Концы самого длинного его листа делают плоскими. Подрессорник крепят только к балке заднего моста, обычно располагая его сверху основной рессоры. На раме против концов подрессорника устанавливают специальные упорные кронштейны. Когда автомобиль не нагружен, работает только основная рессора, подрессорник начинает работать при определенной нагрузке, вследствие чего жесткость подвески резко возрастает.

На рис. 154 показана задняя подвеска грузового автомобиля ЗИЛ-130, выполненная из двух продольных полуэллиптических листовых рессор *7* и двух подрессорников *5*. Подрессорник размещен сверху основной рессоры и совместно с ней прикреплен к балке заднего моста

Рис. 153
Передняя подвеска грузового автомобиля ГАЗ-53А



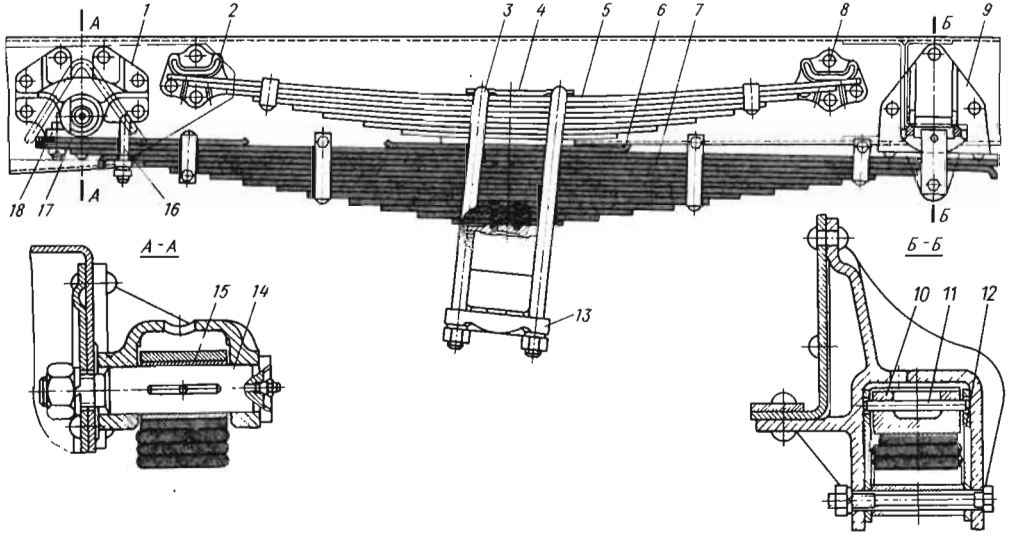


Рис. 154
Задняя подвеска грузового автомобиля ЗИЛ-130

с помощью рессорных стремянок *3* и накладок *4* и *13*. Между основной рессорой и подрессорником установлен промежуточный лист *6*. Для передачи нагрузки на подрессорник к раме приклепаны кронштейны *2* и *8*. Передний конец основной рессоры неподвижный. Он прикреплен к раме в кронштейне *1* с помощью съемного ушка *18* и гладкого шарнира, состоящего из пальца *14* и втулки *15*, которая запрессована в ушко. Ушко *18* закреплено на коренном листе, на прокладке *17* двумя болтами и стремянкой *16*. Задний конец рессоры скользящий, он свободно установлен в кронштейне *9*, приклепанном к раме, и опирается на сухарь *10*. К заднему концу рессоры приклепана накладка, предохраняющая от изнашивания коренной лист. Для предохранения от изнашивания стенок кронштейна на пальце *11* сухаря установлены вкладыши *12*.

Гидравлические амортизаторы по конструкции разделяются на телескопические и рычажные. В подвесках современных автомобилей применяются в основном телескопические амортизаторы двустороннего действия.

На рис. 155 представлена конструкция гидравлического амортизатора телескопического типа двустороннего действия. Амортизатор состоит из трех основных узлов: цилиндра *18* с днищем *23*, поршня *20* со штоком *5* и направляющей втулки *2* с уплотнениями. Шток *5* прикреплен к кузову автомобиля, а цилиндр соединен с колесом, вследствие чего поршень перемещается внутри цилиндра при колебаниях кузова и колес автомобиля.

В поршне *20* имеется два ряда сквозных отверстий, расположенных по окружности. Отверстия *16* наружного ряда сверху закрыты перепускным клапаном *12*, находящимся под воздействием слабой пружины, отверстия *14* внутреннего ряда снизу закрыты клапаном отдачи *13* с сильной пружиной *17*. В днище цилиндра расположены клапаны: сжатия *21* и перепускной *22*. Перепускной клапан имеет слабую пружину и закрывает сверху сквозные отверстия, выполненные в днище по окружности. Цилиндр заполнен специальной амортизаторной жидкостью.

Долговечность телескопического амортизатора во многом зависит от надежности сальников *7* и *8* штока, препятствующих вытеканию жидкости из рабочего цилиндра и попаданию внутрь него пыли, влаги и грязи. Гребенчатый сальник *8*, изготовляемый из бензомаслостойкой резины, препятствует вытека-

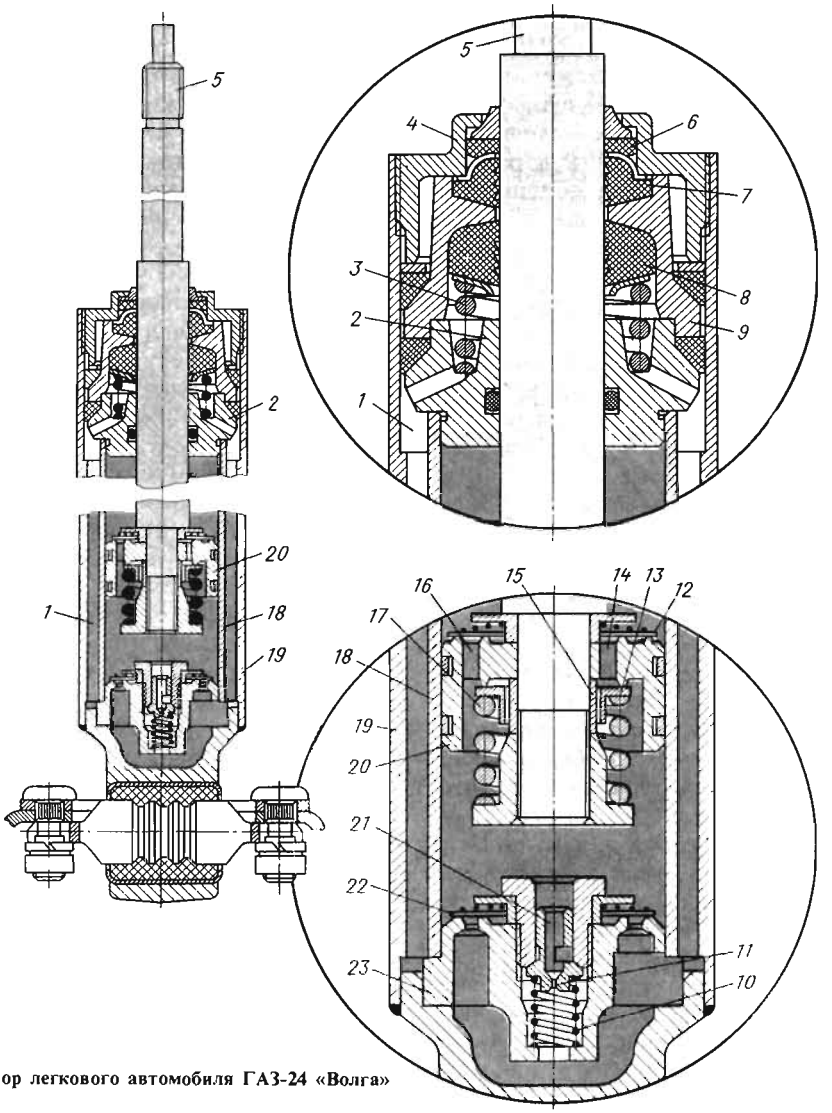


Рис. 155
Амортизатор легкового автомобиля ГАЗ-24 «Волга»

нию жидкости из рабочего цилиндра при перемещениях штока поршня. Этот сальник находится в обойме *9* и поджимается пружиной *3*. На внутренней его поверхности выполнены гребешки и канавки. При ходе штока вверх гребешки сальника снимают жидкость с поверхности штока, и она скапливается в канавках. Канавки способствуют последовательному снижению давления жидкости и воздуха. При ходе штока вниз жидкость из канавок увлекается штоком обратно в полость между сальником и направляющей штока, а затем стекает через отверстия в компенсационную камеру *1*, образованную между резервуаром *19* и цилиндром *18*.

Полость сальников штока связана с компенсационной камерой, где давление воздуха близко к атмосферному, поэтому сальник *8* разгружен от действия высокого рабочего давления жидкости. Резиновый гребенчатый сальник *7* и войлочный сальник *6* предотвращают попадание пыли, грязи и влаги внутрь рабочего цилиндра. Все три сальника

закреплены гайкой *4*, ввернутой в резервуар амортизатора.

Особенностью телескопического амортизатора является наличие в нем камеры *1*, служащей для компенсации изменения объема жидкости в рабочем цилиндре по обе стороны поршня, возникающего из-за перемещения штока. Так, при движении поршня вниз объем вытесняемой из-под него жидкости больше того объема, который освобождается для жидкости над поршнем, вследствие этого при ходе сжатия жидкость, объем которой равен входящей в цилиндр части штока, вытесняется в компенсационную камеру *1*. Жидкость сжимает находящийся в камере воздух, давление которого может достигать 80—100 КПа. При ходе отдачи сжатый воздух заставляет перетекать жидкость из компенсационной камеры обратно в цилиндр.

При плавном ходе сжатия поршень медленно движется вниз и шток входит в рабочий цилиндр. Давление, оказываемое поршнем на жидкость, незначительно. Под действием давления жидкость из-под поршня вытесняется в двух направлениях — в пространство над поршнем и в компенсационную камеру. Пройдя через наружный ряд отверстий *16* в поршне, жидкость открывает перепускной клапан *12* и поступает из-под поршня в пространство над ним. Часть жидкости, объем которой равен объему вводимого в рабочий цилиндр штока, поступает через калиброванное отверстие *11* клапана сжатия *21* в компенсационную камеру *1*, повышая давление находящегося в ней воздуха. При этом клапан сжатия *21* закрыт под действием пружины *10*.

При резком ходе сжатия поршень перемещается быстро и давление жидкости в цилиндре значительно возрастает. Под действием высокого давления открывается клапан сжатия *21*, вследствие чего дальнейшее увеличение сопротивления амортизатора резко замедляется. Клапан сжатия разгружает амортизатор и подвеску от больших усилий, которые могут возникать при высокочастотных колебаниях и ударах во время движения по плохой дороге. Кроме того, он исключает возрастание сопротивления амортизатора при повышении вязкости жидкости в холодное время года.

При плавной отдаче поршень медленно перемещается вверх и шток выходит из рабочего цилиндра. Перепускной клапан *12* закрывается, и давление жидкости над поршнем увеличивается. В результате повышения давления жидкость, находящаяся в пространстве над поршнем, через внутренний ряд отверстий *14* в поршне поступает к клапану отдачи *13* и через кольцевой зазор между клапаном и втулкой *15* в пространство под поршнем. При этом клапан отдачи закрыт, так как давление жидкости небольшое. Под действием давления воздуха жидкость из компенсационной камеры через отверстия в днище поступает к перепускному клапану *22*, преодолевает незначительное сопротивление его пружины и перетекает в цилиндр.

При резком ходе отдачи скорость движения поршня увеличивается и давление жидкости в пространстве над ним значительно возрастает. Под действием возросшего давления жидкости преодолевается сила пружины клапана отдачи *13* и он открывается, в результате чего жидкость поступает в пространство под поршнем. Кроме того, жидкость в пространство под поршнем поступает по тем же путям, что и при плавной отдаче. Степень открытия клапана отдачи зависит от резкости хода отдачи: чем резче отдача, тем больше открывается клапан и, следовательно, больше проходное сечение для жидкости. В результате этого возрастание сопротивления амортизатора резко замедляется. Таким образом, клапан отдачи разгружает амортизатор и подвеску от больших нагрузок, возникающих при высокоскоростных колебаниях при движении по неровной дороге. Он также ограничивает увеличение сопротивления амортизатора в случае возрастания вязкости жидкости при низких температурах.

Телескопические амортизаторы, выпу-

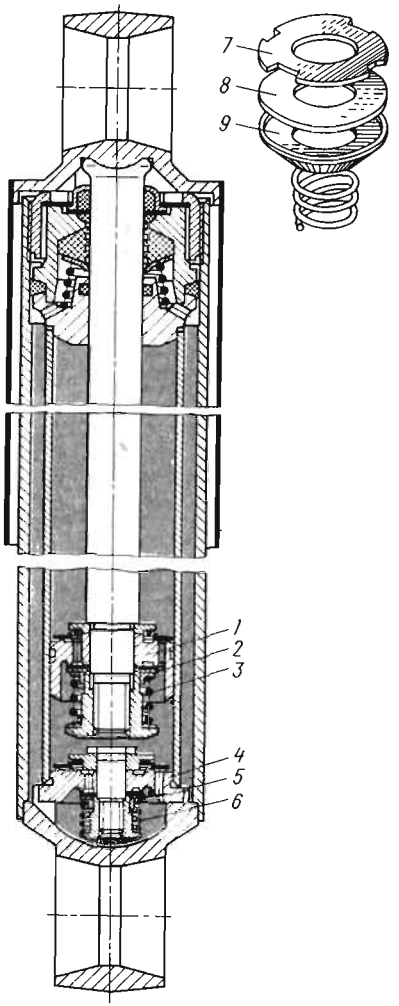


Рис. 156
Амортизатор грузового автомобиля ЗИЛ-130

скаемые отечественной промышленностью, отличаются в основном устройством клапанов. Амортизатор автомобиля ЗИЛ-130 имеет одинаковые по устройству клапаны (рис. 156) сжатия *5* и отдачи *2*. Каждый из клапанов состоит из тарелки *9*, диска *8* и дроссельного диска *7* с вырезами по наружным краям. Дроссельный диск закрывает внутренние отверстия в днище *4* и поршне *1*.

При плавных сжатии и отдаче каждый из клапанов закрыт и жидкость перетекает через внутренний ряд отверстий в поршне или днище и вырезы дроссельного диска. При резком сжатии или отдаче преодолевается усилие пружин *6* или *3* и жидкость вытекает через открытые клапаны, чем ограничивается сила сопротивления амортизатора.

Телескопический амортизатор может быть установлен в подвеске вертикально или с наклоном. Часто его размещают внутри витых пружин. Корпус и шток амортизатора закреплены с помощью резинометаллических шарниров, обеспечивающих бесшумную работу амортизатора и не нуждающихся в смазывании. Телескопические амортизаторы обычно применяют в передних и задних подвесках легковых автомобилей и автобусов. У грузовых автомобилей ими оборудуются в основном передние подвески и значительно реже задние.

Конструкция подвесок. *Зависимые подвески* широко применяются в грузовых автомобилях, автобусах и легковых автомобилях (задняя подвеска). В большинстве случаев они имеют направляющее устройство, совмещенное с упругим устройством, в виде продольных полуэллиптических листовых рессор. В этих подвесках колесо перемещается при колебаниях главным образом в продольной плоскости.

На рис. 157 показана задняя зависимая подвеска автобуса ЛАЗ-699А. Подвеска выполнена на четырех пневматических баллонах с реактивными штангами, четырьмя гидравлическими телескопическими амортизаторами двустороннего действия и стабилизатором торсионного типа. Упругими элементами подвески являются двойные круглые баллоны *7*, снабженные дополнительными резервуарами *3* и заполненные сжатым воздухом. Баллоны установлены попарно с каждой стороны между кузовом и специальными кронштейнами *8*, закрепленными на балке заднего моста. Регуляторы *1* постоянства высоты кузова размещены на его основании и через тяги соединены с кронштейнами *8*. Передача толкающих усилий и восприятие реактивных моментов осуществляются штангами

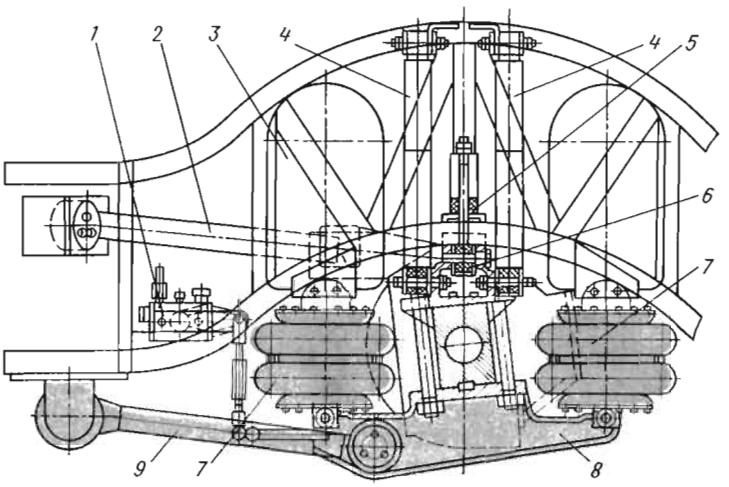


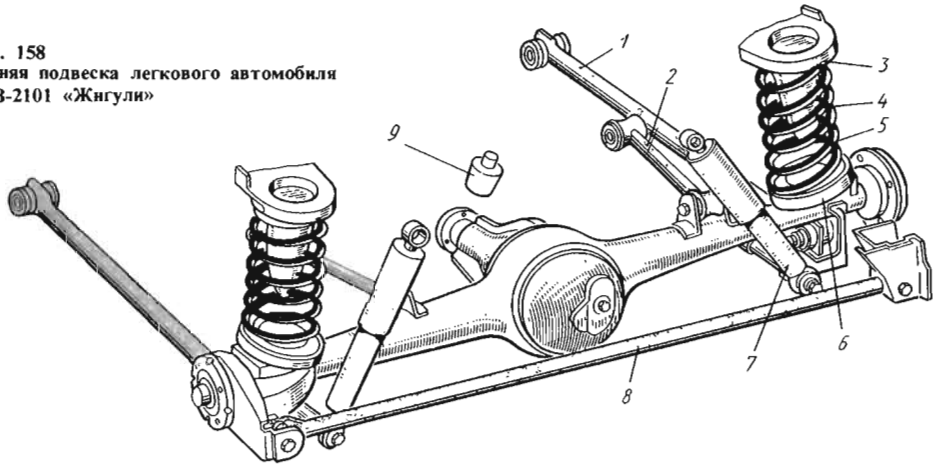
Рис. 157
Задняя подвеска автобуса ЛАЗ-699А

2 и *9*, которые соединяют задний мост с кузовом. В подвеске с каждой стороны расположено по два амортизатора *4* и буфера сжатия *6* и отдачи *5*.

На рис. 158 представлена задняя зависимая подвеска легкового автомобиля ВАЗ-2101. Подвеска пружинная с гидравлическими амортизаторами и реактивными штангами. Направляющим устройством подвески являются продольные *1*, *2* и поперечная *8* штанги, упругим устройством – витые цилиндрические пружины *5*, а гасящим устройством – телескопические гидравлические амортизаторы *7*.

Задний мост соединен с кузовом автомобиля при помощи четырех продольных *1* и *2* и одной поперечной *8* штанг. Стальные штанги *1* и *8* трубчатого сечения, а штанги *2* – сплошного. Для крепления концов штанг применены резинометаллические шарниры, которые обеспечивают бесшумную работу подвески и не требуют смазывания. Пружины *5* подвески установлены между нижними опорными чашками *6*, приваренными к балке заднего моста, и верхними опорными чашками *3*, связанными с кузовом автомобиля. Между концами пружин и опорными чашками установлены виброшумоизолирующие прокладки. Амортизаторы *7* верхними

Рис. 158
Задняя подвеска легкового автомобиля ВАЗ-2101 «Жигули»



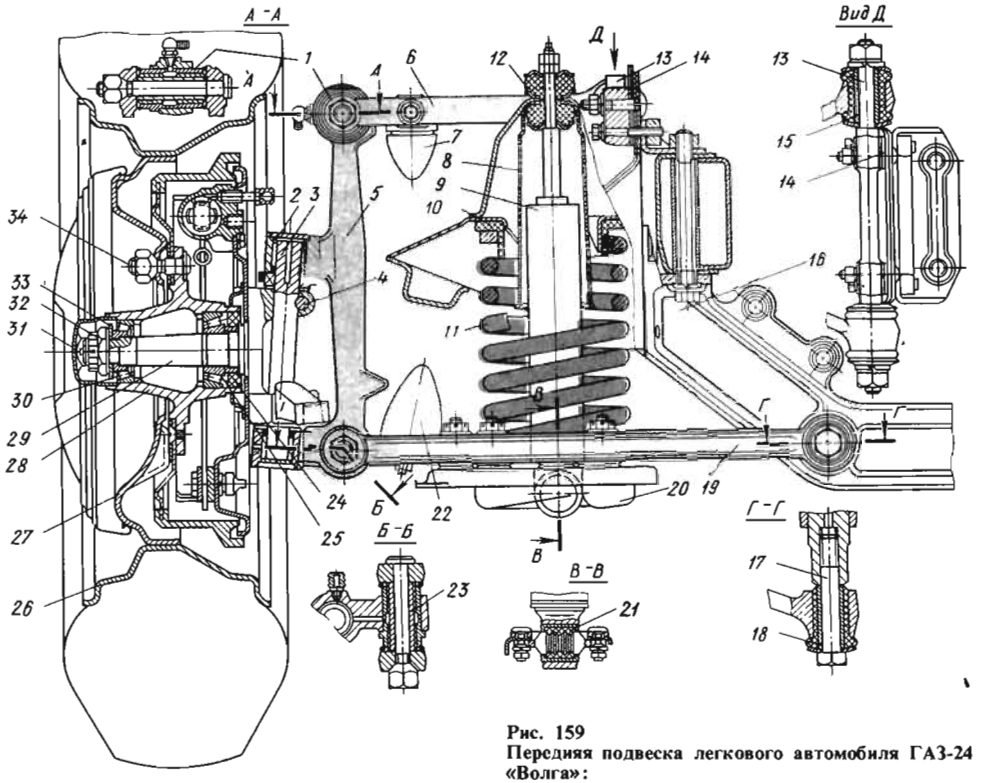


Рис. 159
Передняя подвеска легкового автомобиля ГАЗ-24 «Волга»:
1 — верхний шарнир стойки; *2* — игольчатый подшипник; *3* — шкворень; *4* — стопорный болт; *5* — стойка; *6* — верхний рычаг; *7* — буфер отдачи; *8* — кожух амортизатора; *9* — амортизатор; *10* — прокладка; *11* — пружина; *12* — подушка амортизатора; *13* — ось верхних рычагов; *14* — регулировочные прокладки; *15* — втулка верхних рычагов; *16* — поперечина; *17* — палец; *18* — втулка нижних рычагов; *19* — нижний рычаг; *20* — чашка пружины; *21* — резинометаллический шарнир; *22* — буфер сжатия; *23* — нижний шарнир стойки; *24* — сальник; *25* и *30* — подшипники ступицы; *26* — обод колеса; *27* — диск колеса; *28* — ступица колеса; *29* — поворотная цапфа; *31* — колпак; *32* — регулировочная гайка; *33* — стопорная шайба; *34* — шпилька крепления колеса

концами крепятся к кузову автомобиля, а нижними концами — к балке заднего моста. Для крепления амортизаторов применены резинометаллические шарниры.

Ход колес вверх ограничивается буферами сжатия *4*, которые закреплены на опорах, установленных внутри пружин подвески. Дополнительный буфер *9* при ходе колес вверх ограничивает ход передней части картера заднего моста, исключая тем самым касание карданного вала основания кузова автомобиля. Ход колес вниз ограничивается амортизаторами, которые ограничивают ход заднего моста при движении его вниз.

Независимые подвески получили наиболее широкое применение в качестве передней подвески легковых автомобилей. Перемещение колес при колебаниях в этих подвесках может совершаться в различных плоскостях: поперечной, продольной и продольно-поперечной. Независимая подвеска повышает управляемость, устойчивость, плавность хода автомобиля.

Передняя независимая подвеска легкового автомобиля ГАЗ-24 «Волга» выполнена на поперечных рычагах с двумя витыми цилиндрическими пружинами, двумя телескопическими гидравлическими амортизаторами двустороннего действия и стабилизатором торсионного типа. Верхние *6* (рис. 159) и нижние *19* рычаги подвески установлены поперек автомобиля и имеют продольные оси

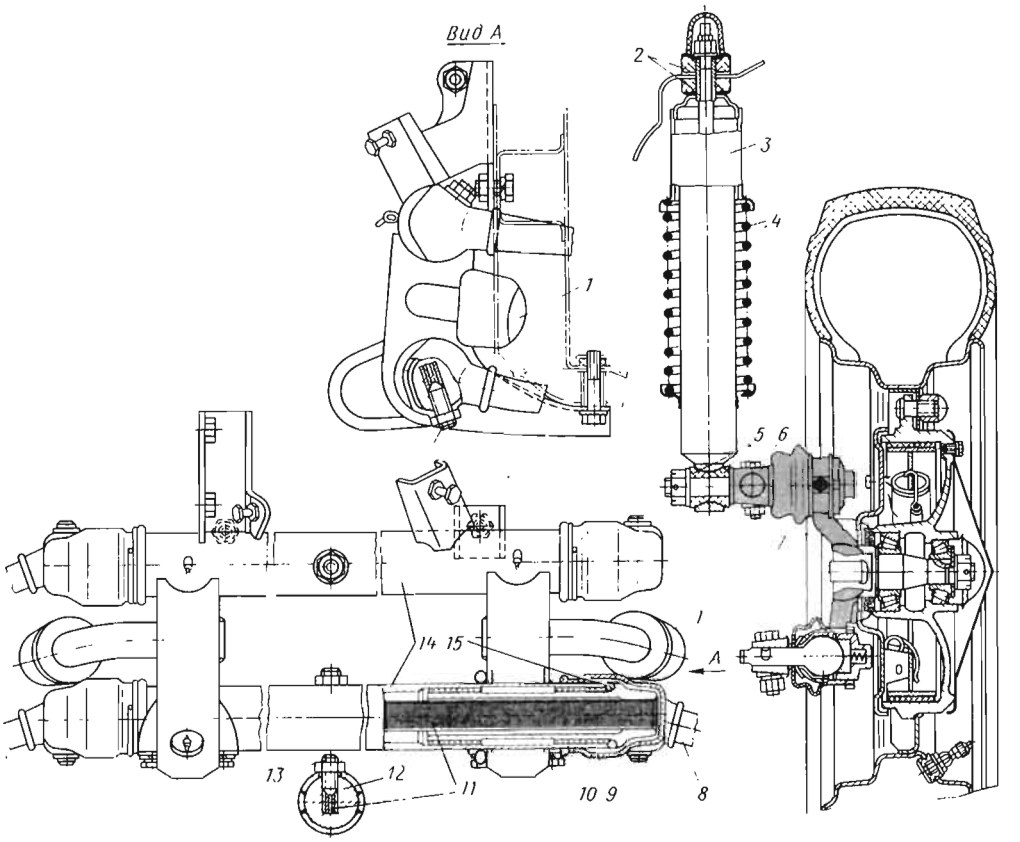


Рис. 160
Передняя подвеска легкового автомобиля ЗАЗ-968 «Запорожец»:
1 – буфер, *2* – подушка амортизатора, *3* – амортизатор, *4* – дополнительная пружина, *5* – втулка амортизатора; *6* – верхний рычаг; *7* – поворотная стойка, *8* – нижний рычаг, *9* – защитный чехол; *10* – втулка рычага; *11* – торсион; *12* – втулка торсиона, *13* – болт крепления торсиона, *14* – кожух торсиона, *15* – уплотнительное кольцо

качания. Ось нижних рычагов прикреплена к средней части кованой поперечины *16*, а ось *13* верхних рычагов – к штампованной ее головке. Внутренние концы верхних и нижних рычагов соединены с осями резинометаллическими шарнирами, а наружные концы – со стойкой *5* резьбовыми шарнирами *1* и *23*, которые хорошо удерживают смазочный материал и имеют высокую долговечность. Пружина *11* установлена между опорной чашкой *20*, прикрепленной к нижним рычагам подвески, и штампованной головкой поперечины. Под верхний конец пружины поставлена резиновая виброшумоизолирующая прокладка *10*. Амортизатор *9* установлен внутри пружины. Нижний конец его прикреплен к опорной чашке пружины с помощью резинометаллического шарнира *21*. Верхний конец амортизатора крепится к штампованной головке поперечины через резиновые подушки *12*. Он защищен от загрязнения резиновым кожухом *8*. Ход колеса вверх ограничивается буфером сжатия *22*, закрепленным на стойке *5* подвески, а ход колеса вниз – буфером отдачи *7*, установленным на специальной опоре между верхними рычагами подвески.

Передняя независимая подвеска легкового автомобиля ЗАЗ-968 «Запорожец» (рис. 160) выполнена на продольных рычагах, обеспечивающих перемещение колеса в продольной плоскости. Основными упругими элемента-

ми являются поперечные пластинчатые торсионы *11*, а дополнительными – спиральные пружины, установленные на амортизаторах *3*.

Верхний *6* и нижний *8* рычаги подвески кованые, установлены на концах торсионов и закреплены стяжными болтами. Эти рычаги соединяются со стойкой *7* подвески, выполненной совместно с поворотной цапфой, через шаровые шарниры. При перемещении колеса и скручивании торсионов рычаги качаются на металлокерамических втулках *10*, которые запрессованы в трубчатые кожухи *14*. Для удержания смазочного материала и предохранения торсионов от загрязнения установлены резиновые уплотнительные кольца *15*, а на рычаги и кожухи надеты резиновые защитные чехлы *9*. Амортизатор *3* установлен между верхним рычагом подвески и кузовом автомобиля. Нижний его конец крепится посредством резинометаллического шарнира, а верхний на резиновых подушках *2*. На амортизаторе установлена витая цилиндрическая пружина. Применение дополнительных пружин в подвеске позволило уменьшить жесткость и массу торсионов, а также увеличить срок их службы. Ход колеса вверх и вниз ограничивается резиновым буфером *1*, закрепленным на кронштейне между верхним и нижним рычагами подвески.

На рис. 161 показана передняя независимая подвеска легкового автомобиля ВАЗ-2121 «Нива». Подвеска рычажно-пружинная с гидравлическими амортизаторами и стабилизатором поперечной устойчивости. Направляющим устройством подвески являются рычаги *3* и *13*, упругим устройством – витые цилинд-

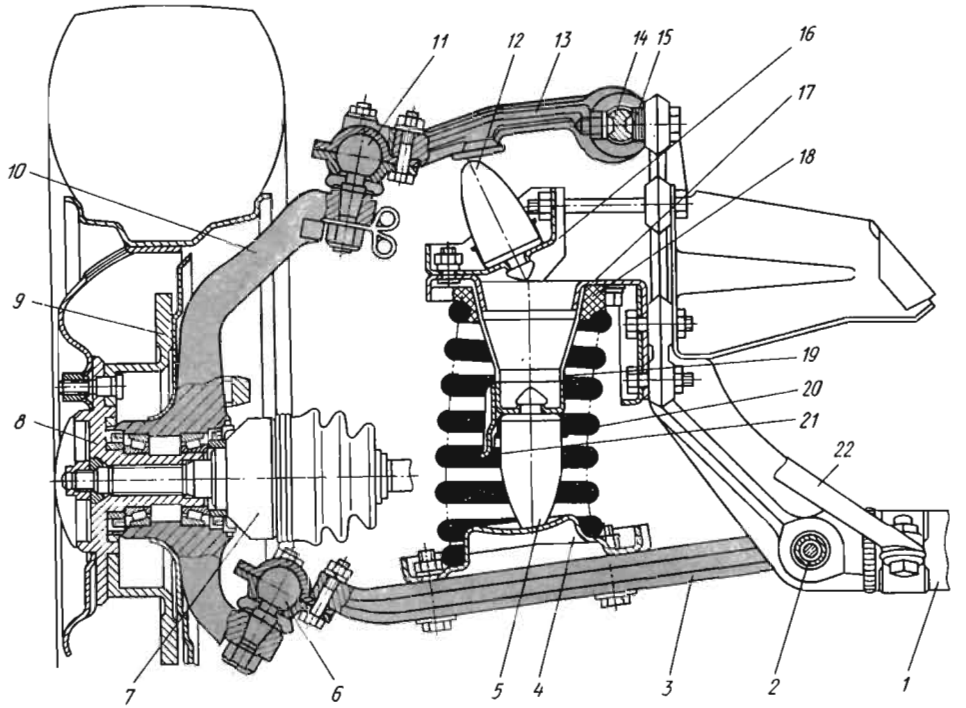


Рис. 161
Передняя подвеска легкового автомобиля ВАЗ-2121 «Нива»:
1 – поперечина; *2* – ось нижнего рычага; *3* – нижний рычаг; *4* и *17* – соответственно нижняя и верхняя опорные чашки пружины; *5* – буфер сжатия; *6* и *11* – соответственно нижний и верхний шаровые шарниры; *7* – наружный шарнир привода переднего колеса; *8* – ступица; *9* – тормозной диск; *10* – поворотный кулак; *12* – буфер отдачи; *13* – верхний рычаг; *14* – ось верхнего рычага; *15* – регулировочные прокладки; *16* – кронштейн; *18* – виброшумоизолирующая прокладка; *19* – опора; *20* – пружина; *21* – упор; *22* – растяжка

рические пружины *20*, гасящим устройством — телескопические гидравлические амортизаторы, а стабилизатором поперечной устойчивости служит упругий цилиндрический стержень.

Подвеска смонтирована на поперечине *1*, прикрепленной к кузову автомобиля. Между поперечиной и кузовом установлены специальные растяжки *22*, которые при движении автомобиля воспринимают продольные силы и их моменты, передаваемые от передних колес на поперечину.

Верхние *13* и нижние *3* рычаги подвески, установленные поперек автомобиля, имеют продольные оси качания и обеспечивают перемещение передних колес в поперечной плоскости. Ось *2* нижнего рычага прикреплена к трубчатой поперечине *1*, а ось *14* верхнего рычага — к кронштейну поперечины. Внутренние концы верхних и нижних рычагов соединены с осями резинометаллическими шарнирами, которые обеспечивают бесшумную работу подвески и исключают необходимость смазывания шарниров. Наружные концы верхних и нижних рычагов подвески соединены с поворотным кулаком *10* шаровыми шарнирами *6* и *11*, которые выполнены неразборными, взаимозаменяемыми и в эксплуатации не требуют смазывания.

Пружина *20* подвески установлена между нижней опорной чашкой *4*, прикрепленной к нижнему рычагу, и верхней опорной чашкой *17*, которая связана с поперечиной. Между концами пружины и опорными чашками установлены виброшумоизолирующие прокладки.

Ход колеса вверх ограничивается буфером сжатия *5*, который закреплен на специальной опоре *19*, установленной внутри пружины подвески. Упор *21* ограничивает сжатие буфера *5*. Ход колеса вниз ограничивается буфером отдачи *12*, который установлен в кронштейне *16*, связанном с поперечиной. При ходе колеса вниз буфер *12* упирается в специальную опорную площадку верхнего рычага подвески.

На рис. 162 представлена передняя не-

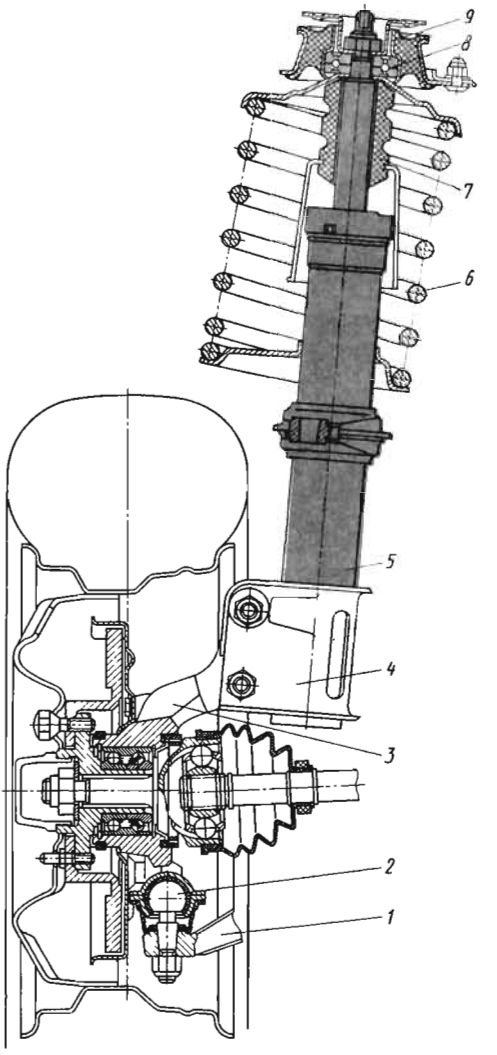


Рис. 162 · Передняя подвеска легкового автомобиля ВАЗ-2108 «Спутник»

зависимая подвеска легкового автомобиля ВАЗ-2108 с приводом на передние ведущие и управляемые колеса. Подвеска телескопическая с амортизаторными стойками и стабилизатором поперечной устойчивости.

Амортизаторная (телескопическая) стойка *5* соединена с поворотным кулаком *3* при помощи штампованного клеммового кронштейна *4*. Верхний конец стойки *5* через резиновую опору

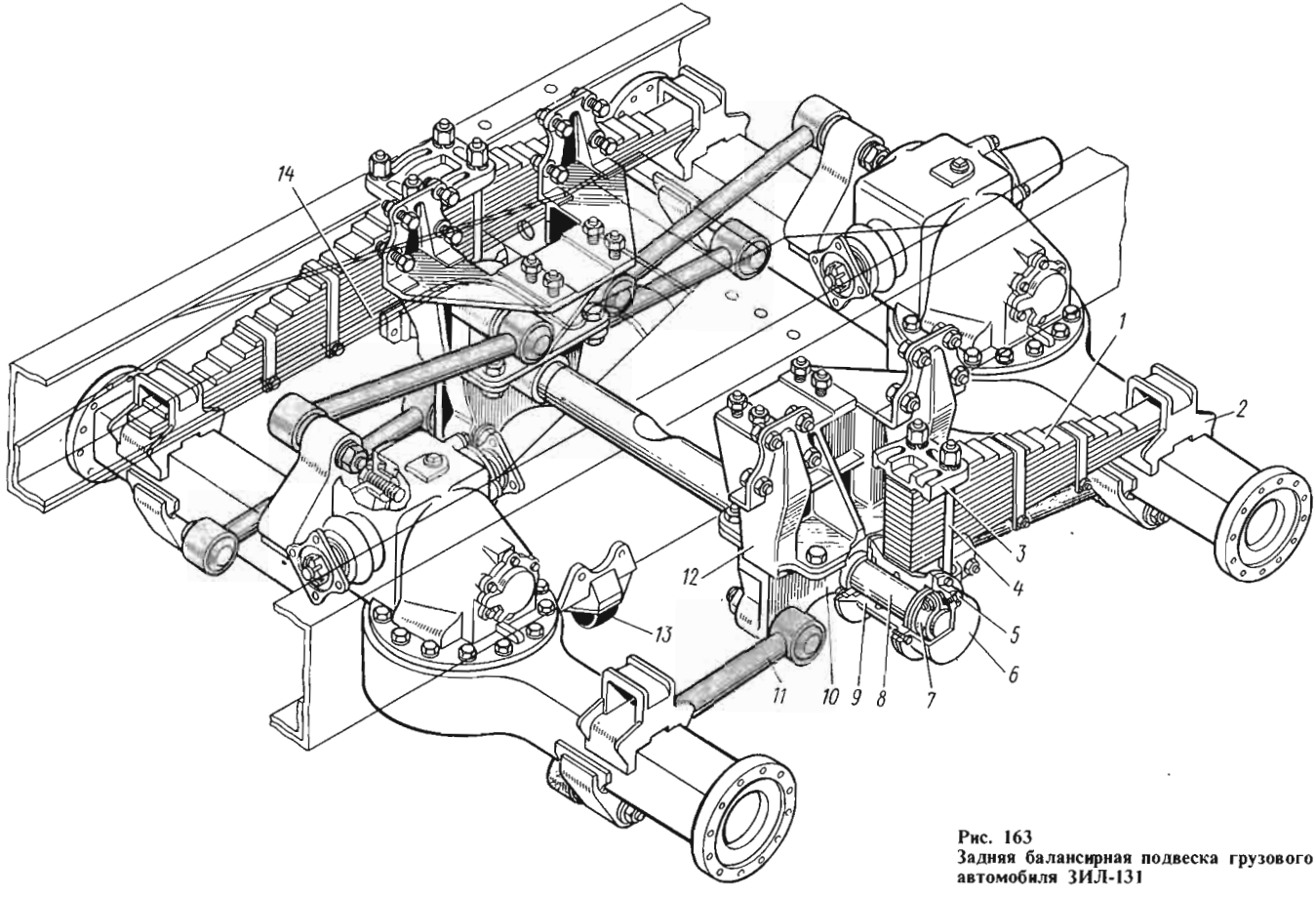


Рис. 163
Задняя балансирная подвеска грузового автомобиля ЗИЛ-131

9 связан с кузовом. В опору вмонтирован подшипник *8*, который обеспечивает вращение стойки при повороте управляемых колес. Нижний поперечный рычаг *1* соединен с поворотным кулаком *3* шаровым шарниром *2*, а с поперечиной кузова – резиновым шарниром. Стержень стабилизатора поперечной устойчивости крепится к нижнему рычагу *1* и кузову автомобиля с помощью резиновых опор. Концы стабилизатора одновременно выполняют функции растяжек, которые воспринимают продольные силы и их моменты, передаваемые от передних колес на кузов.

Телескопическая стойка *5* является одновременно гидравлическим амортизатором двустороннего действия. На ней установлены витая цилиндрическая пружина *6* и буфер сжатия *7*, ограничивающий ход колеса вверх. Ход колеса вниз ограничивается гидравлическим буфером отдачи, который находится в амортизаторной стойке.

Балансирная подвеска применяется в трехосных автомобилях, промежуточный и задний ведущие мосты которых обычно располагаются близко один к другому. Иногда ее используют на четырехосных автомобилях и многоосных прицепах.

На рис. 163 показана балансирная подвеска грузового автомобиля ЗИЛ-131. Она выполнена на двух продольных полуэллиптических листовых рессорах с шестью продольными реактивными штангами. Рессора *1* средней частью прикреплена к ступице *9* посредством накладки *3* и стремянок *4*. Концы рессоры свободно установлены в опорах *2*, приваренных к балкам мостов.

Ступица размещена на конце оси *8* на втулке, которая изготовлена из антифрикционного материала и запрессована в ступицу. Ступица закреплена на оси гайкой *7* и снаружи закрыта крышкой *6*. В крышке имеется отверстие с пробкой *5* для заливки масла, а в ступице – отверстие с пробкой для его слива. Для предотвращения вытекания масла и защиты ступицы от загрязнения с внутренней ее стороны установлены самоподжимной сальник, а также уплотнительные кольца. Ось *8* запрессована в кронштейны *10* и установлена на раме поперек автомобиля в кронштейнах *12*.

Каждый мост соединен с рамой тремя продольными реактивными штангами *11*. Концы этих штанг закреплены в кронштейнах на раме и мостах. Для крепления используются неразборные шаровые шарниры, которые запрессованы в головки штанг. Шарнир состоит из шарового пальца, обоймы и вкладыша. Вкладыш изготовлен из тканой ленты, пропитанной специальным составом. Шарнир уплотнен защитным чехлом, под который заложен смазочный материал. Ход мостов вверх ограничивается резиновыми буферами *13*, установленными на лонжеронах рамы, а ход мостов вниз – специальным отбойным листом *14*, который находится между ступицей и рессорой.

ГЛАВА 6

Рулевое управление

§ 30. Поворот автомобиля

§ 31. Рулевые механизмы

§ 32. Рулевой привод

§ 33. Усилители рулевого привода

§ 30. Поворот автомобиля

Схемы поворота автомобиля. Изменение направления движения автомобиля осуществляется поворотом относительно его продольной оси управляемых колес, которыми, как правило, являются передние колеса.

Вследствие поворота управляемых колес вектор скорости каждого из них, параллельный продольной оси автомобиля, перестает совпадать с плоскостью вращения колес. В результате в контакте колес с дорогой возникают боковые силы, перпендикулярные плоскости вращения колес. Эти боковые силы заставляют управляемые колеса и автомобиль в целом отклоняться от прямолинейного движения и совершать поворот.

На рис. 164, *а* дана схема движения автомобиля по окружности при повернутых передних управляемых колесах. Это движение происходит вокруг центра поворота O, расположенного в точке пересечения оси задних колес и осей обоих управляемых колес. Все колеса катятся по дугам концентричных окружностей без бокового скольжения. Управляемые колеса повернуты на различные углы, причем угол $\theta_в$ поворота внутреннего по отношению к центру поворота колеса больше угла $\theta_н$ поворота внешнего колеса.

Зависимость между этими углами определяется из выражения

$$\operatorname{ctg}\theta_н = \operatorname{ctg}\theta_в + B/L,$$

где B — расстояние между осями поворотных цапф; L — база автомобиля.

Способность автомобиля разворачиваться на заданной площади, т. е. его поворачиваемость, характеризуется минимальным радиусом поворота

$$R_{н\min} = L/\sin\theta_{н\max},$$

где $\theta_{н\max}$ — максимальный угол поворота наружного колеса.

Чем меньше радиус поворота, тем меньшая ширина проезжей части дороги требуется для разворота автомобиля. У большинства автомобилей $\theta_{н\max}$ составляет немного больше 30° и минимальный радиус поворота приблизи-

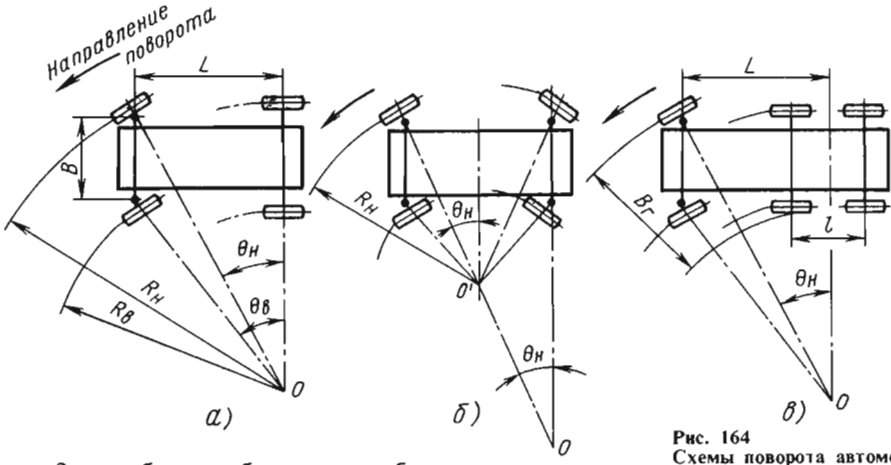


Рис. 164
Схемы поворота автомобилей

тельно в 2 раза больше базы автомобиля. Для уменьшения минимального радиуса поворота автомобилей повышенной и высокой проходимости предельный угол поворота управляемых колес повышают до 40 – 45°. При одинаковых значениях максимальных углов поворота управляемых колес автомобиль с большей базой будет иметь больший радиус поворота, т. е. худшую поворачиваемость.

Минимальный радиус поворота – обязательный параметр технической характеристики автомобиля. Например, у автомобиля ЗИЛ-130 он равен 8,0 м, а у автомобиля ВАЗ-2107 – 5,6 м. На некоторых специальных автомобилях для улучшения поворачиваемости управляемыми выполняются как передние, так и задние колеса (рис. 164, *б*). В этом случае $R_{н\min} = L/(2\sin\theta_{н\max})$, т. е. при той же базе и тех же предельных углах поворота минимальный радиус поворота уменьшается вдвое.

Поворачиваемость автомобиля характеризуется также габаритным коридором – шириной полосы, в которую вписывается автомобиль, совершающий поворот с минимальным радиусом. На рис. 164, *в* показана ширина габаритного коридора $B_г$ для трехосного автомобиля.

Выше поворот автомобиля рассматривался применительно к жестким колесам. Пневматические шины придают колесам эластичность, которая несколько изменяет картину поворота.

Назначение рулевого управления. Рулевое управление обеспечивает необходимое направление движения автомобиля путем раздельного и согласованного поворота его управляемых колес. Совокупность механизмов, служащих для поворота управляемых колес, называется рулевым управлением. Рулевое управление включает рулевой механизм, который осуществляет передачу усилия от водителя к рулевому приводу, и рулевой привод, который осуществляет передачу усилия от рулевого механизма к управляемым колесам. Каждое управляемое колесо установлено на поворотной цапфе *13* (рис. 165), соединенной с балкой *11* моста шкворнем *8*. Шкворень неподвижно закреплен в балке, и его верхний и нижний концы входят в проушины поворотной цапфы. При повороте цапфы за рычаг *7* она вместе с установленным на ней управляемым колесом поворачивается вокруг шкворня. Поворотные цапфы соединены между собой рычагами *9* и *12* и поперечной тягой *10*. Поэтому управляемые колеса поворачиваются одновременно.

Поворот управляемых колес осуществляется при вращении водителем рулевого колеса *1*. От него вращение передается через вал *2* на червяк *3*, находящийся в зацеплении с сектором *4*. На валу сектора закреплена сошка *5*, поворачивающая через продольную тягу *6* и рычаг *7* поворотные цапфы с управляемыми колесами.

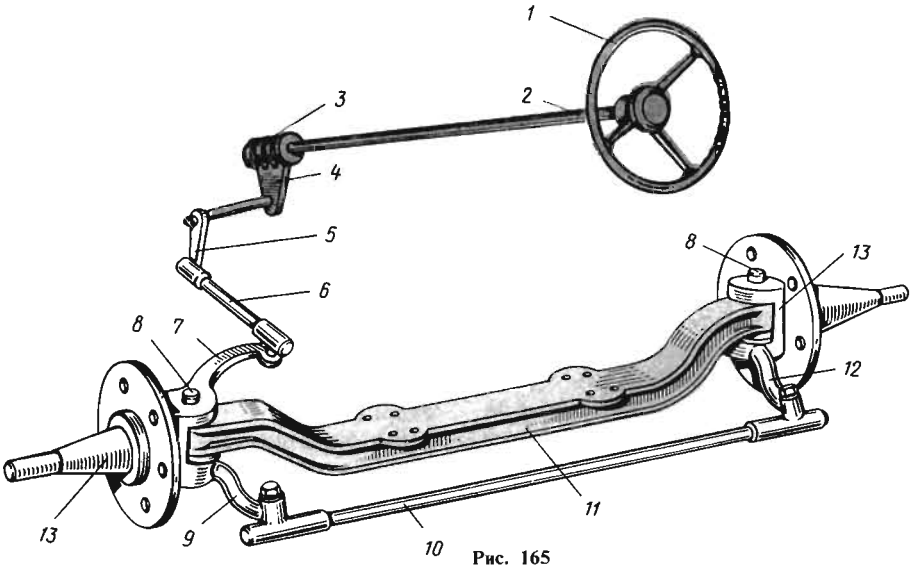


Рис. 165
Схема рулевого управления

Рулевое колесо *1*, вал *2*, червяк *3* и сектор *4* образуют рулевой механизм, увеличивающий момент, прикладываемый водителем к рулевому колесу для поворота управляемых колес. Сошка *5*, продольная тяга *6*, рычаги *7*, *9* и *12* поворотных цапф и поперечная тяга *10* составляют рулевой привод, передающий усилие от сошки к поворотным цапфам обоих управляемых колес. Поперечная тяга *10*, рычаги *9* и *12* образуют рулевую трапецию, обеспечивающую необходимое соотношение между углами поворота управляемых колес.

Рулевое колесо устанавливают с левой или правой стороны в кабине грузового автомобиля или в кузове легкового автомобиля соответственно принятому направлению движения транспорта. В нашей стране и в большинстве других стран, где принято правостороннее движение транспорта, рулевое колесо устанавливают с левой стороны, что обеспечивает лучшую видимость при разъезде с транспортом, движущимся навстречу. Увеличение момента рулевым механизмом оценивается передаточным числом, представляющим собой отношение угла поворота рулевого колеса к углу поворота сошки. В зависимости от типа рулевого механизма (его рабочей пары) передаточное число может быть постоянным или переменным, т. е. менять свое значение в процессе поворота колеса. У легковых автомобилей передаточное число рулевого механизма $u_м$ составляет 12—20, а у грузовых автомобилей 15—25. Передаточное число рулевого привода зависит от отношения плеч рычага поворотной цапфы и рулевой сошки. При повороте управляемых колес вследствие изменения наклона этих рычагов передаточное число $u_п$ рулевого привода изменяется в среднем от 0,85 до 1,1.

Управляемые колеса поворачиваются на ограниченный угол, равный, как правило, 28—35°. Это сделано для того, чтобы колеса при повороте не касались рамы, крыльев и других деталей автомобиля.

На некоторых автомобилях в рулевом управлении используют усилитель, облегчающий поворот управляемых колес.

Стабилизация управляемых колес. Силы, действующие на автомобиль, стремятся отклонить управляемые колеса от положения, соответствующего прямолинейному движению. Чтобы препятствовать повороту колес под действием случайных сил (толчков от наез-

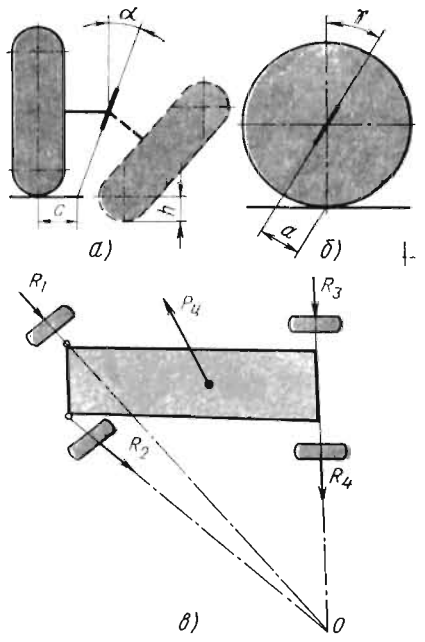


Рис. 166
Схемы наклона шкворней управляемых колес

да на неровности дороги, порывов ветра и т. п.), управляемые колеса должны обладать способностью сохранять положение, соответствующее прямолинейному движению, и возвращаться в него из любого другого положения. Эта способность называется стабилизацией управляемых колес. Стабилизация обеспечивается наклонами шкворня в поперечной и продольной плоскостях и упругими свойствами пневматической шины.

Поперечный наклон шкворня вызывает подъем центра масс автомобиля при повороте управляемых колес. Как видно из схемы (рис. 166, *а*), при повороте на 180° колесо из-за наклона шкворня вбок опускается на расстояние h. В действительности поворачиваемое колесо, опираясь на дорогу, вызывает соответствующий подъем передней оси и центра масс автомобиля. Если отпустить рулевое колесо, то передняя часть автомобиля опустится вниз и передние колеса возвращаются в положение, соответствующее прямолинейному движению. Стабилизирующий момент, действующий на управляемые колеса, с увеличением угла наклона шкворня и веса, приходящегося на переднюю ось, возрастает. На стабилизирующий момент, возникающий вследствие поперечного наклона шкворня, не влияют скорость движения и качество дороги. Часто стабилизирующий момент от наклона шкворня вбок называют весовым стабилизирующим моментом. Угол $\alpha_ш$ наклона шкворня вбок на отечественных автомобилях составляет $6-10°$. Поперечный наклон шкворня уменьшает плечо C (плечо обкатки), снижая передачу ударных нагрузок, действующих на рулевое управление от дороги.

Продольный наклон шкворня обычно выбирают таким, при котором нижний конец шкворня смещен вперед относительно вертикали, проходящей через его середину (рис. 166, *б*). Вследствие этого точка пересечения оси шкворня с дорогой расположена впереди центра контактной площадки колеса и дороги. При движении автомобиля его траектория движения имеет криволинейный характер, предопределяющий возникновение центробежной силы $P_ц$ (рис. 166, *а*). Эта сила стремится сдвинуть автомобиль от центра поворота, чему препятствуют реакции дороги R_1, R_2, R_3, R_4, приложенные в центре контактных площадок и направленные к центру поворота (рис. 166, *в*). Реакции R_1 и R_2, действуя на плече a, созданном в результате наклона шкворня назад, стремятся возвратить управляемые колеса в положение, соответствующее прямолинейному движению. Стабилизирующий момент, действующий на управляемые колеса, в результате наклона шкворней в продольной плоскости пропорционален квадрату скорости и называется скоростным стабилизирующим моментом. Угол γ наклона шкворня в продольной плоскости равен $1-4°$.

Эластичная шина соприкасается с дорогой на определенной площади, называемой контактной площадкой. Силы, действующие в контактной площадке, противодействуют повороту колеса. Создаваемый стабилизирующий момент зависит от эластичности шин. У гру-

зовых автомобилей, снабженных сравнительно жесткими шинами, упругий стабилизирующий момент небольшой, у легковых автомобилей он больше.

§ 31. Рулевые механизмы

Основные типы рулевых механизмов. Рулевой механизм должен обеспечивать легкий поворот управляемых колес, что возможно при большом передаточном числе рулевого механизма. Однако при этом значительно возрастает время, затрачиваемое на поворот управляемых колес, что недопустимо при современных скоростях движения автомобилей. Например, для поворота управляемых колес на 30° при передаточном числе рулевого механизма 50 требуется свыше четырех оборотов рулевого колеса и, следовательно, соответствующее время. Поэтому передаточное число рулевых механизмов ограничивают определенными пределами, указанными выше.

Чтобы существенно уменьшить обратные удары на рулевом колесе от наезда на неровности дороги, что особенно важно при движении по прямой или при малых углах поворота рулевого колеса, иногда применяют рулевые механизмы, передаточное число которых не постоянно, а увеличивается в среднем положении механизма. Важным средством снижения обратных ударов на рулевом колесе являются уменьшение плеча обкатки C (см. рис. 166, *а*).

В процессе работы рулевого механизма изнашиваются трущиеся поверхности, особенно те их части, которые работают в положении, соответствующем прямолинейному движению автомобиля, и при небольших углах поворота. При износе рулевого механизма увеличивается свободный ход рулевого колеса, что снижает безопасность движения. Поэтому одним из важных требований к рулевым механизмам является возможность восстановления зазора и допустимого свободного хода рулевого колеса путем регулирования.

Рулевые механизмы современных автомобилей разделяют на червячные, винтовые и шестеренные. В червячном рулевом механизме момент передается от червяка, закрепленного на рулевом валу, к червячному сектору, установленному на одном валу с сошкой. У многих рулевых механизмов червяк выполняют глобоидным (образующая глобоидного червяка – дуга окружности), а зубья сектора заменяют роликом, вращающимся на подшипнике. В таком рулевом механизме сохраняется зацепление на большом угле поворота червяка, уменьшаются потери на трение и замедляется изнашивание пары. В винтовом рулевом механизме вращение винта преобразуется в прямолинейное движение гайки, на которой нарезана рейка, находящаяся в зацеплении с зубчатым сектором. Сектор установлен на общем валу с сошкой. Для уменьшения трения в рулевом механизме и повышения износостойкости соединение винта и гайки часто осуществляют через шарики. Передаточное число рулевого механизма типа винт – гайка – сектор определяется отношением радиуса начальной окружности зубьев сектора к шагу винта.

К шестеренным рулевым механизмам относятся механизмы с цилиндрическими или коническими шестернями, а также реечные рулевые механизмы. В последних передаточная пара выполнена в виде шестерни и зубчатой рейки. Вращение шестерни, закрепленной на рулевом валу, вызывает перемещение рейки, которая выполняет роль поперечной тяги. Реечные рулевые механизмы получают широкое применение на легковых автомобилях.

Конструкция рулевых механизмов. Рулевой механизм, показанный на рис. 167, выполнен в виде глобоидного червяка *5* и находящегося с ним в зацеплении трехгребневого ролика *8*. Червяк установлен в чугунном картере *4* на двух конических роликовых подшипниках *6*. Беговые дорожки для роликов обоих подшипников сделаны непосредственно на червяке. Наружное кольцо верхнего подшипника запрессовано в гнездо картера. Наружное кольцо нижнего подшипника, установленного

в гнезде картера со скользящей посадкой, опирается на крышку *2*, привернутую к картеру болтами. Под фланцами крышки поставлены прокладки *3* различной толщины для регулирования предварительного натяга подшипников.

Червяк имеет шлицы, которыми он напрессован на вал. В месте выхода вала из картера установлен сальник. Верхняя часть вала, имеющая лыску, входит в отверстие фланца вилки карданного шарнира *7*, где закрепляется клином. Через карданный шарнир рулевая пара связана с рулевым колесом.

Вал *9* сошки установлен в картер через окно в боковой стенке и закрыт крышкой *14*. Опорой вала служат две втулки, запрессованные в картер и крышку. Трехгребневый ролик *8* размещен в пазу головки вала сошки на оси с помощью двух роликовых подшипников. С обеих сторон ролика на его ось поставлены стальные полированные шайбы. При перемещении вала сошки изменяется расстояние между осями ролика и червяка, чем обеспечивается возможность регулирования зазора в зацеплении.

На конце вала *9* нарезаны конические шлицы, на которых гайкой закреплена рулевая сошка *1*. Выход вала из картера уплотнен сальником. На другом конце вала рулевой сошки имеется кольцевой паз, в который плотно входит упорная шайба *12*. Между шайбой и торцом крышки *14* находятся прокладки *13*, используемые для регулирования зацепления ролика с червяком. Упорную шайбу

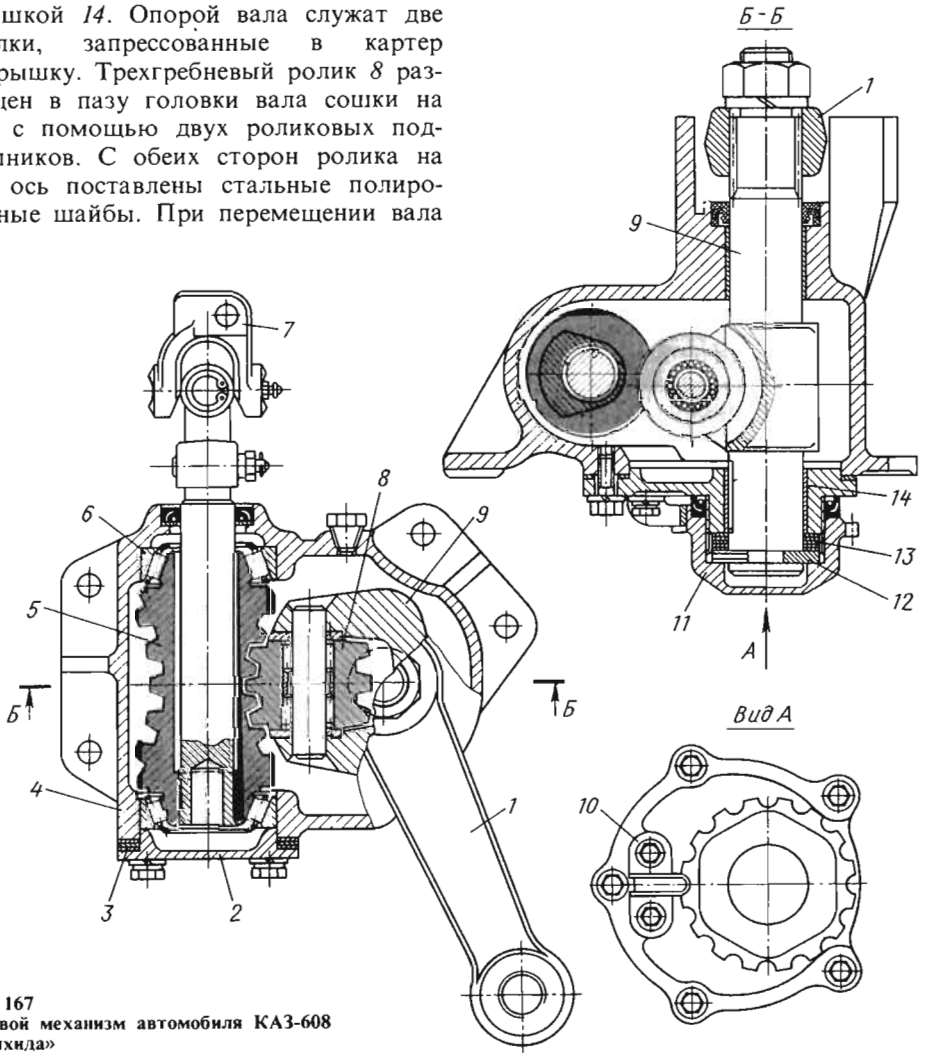


Рис. 167
Рулевой механизм автомобиля КАЗ-608 «Колхида»

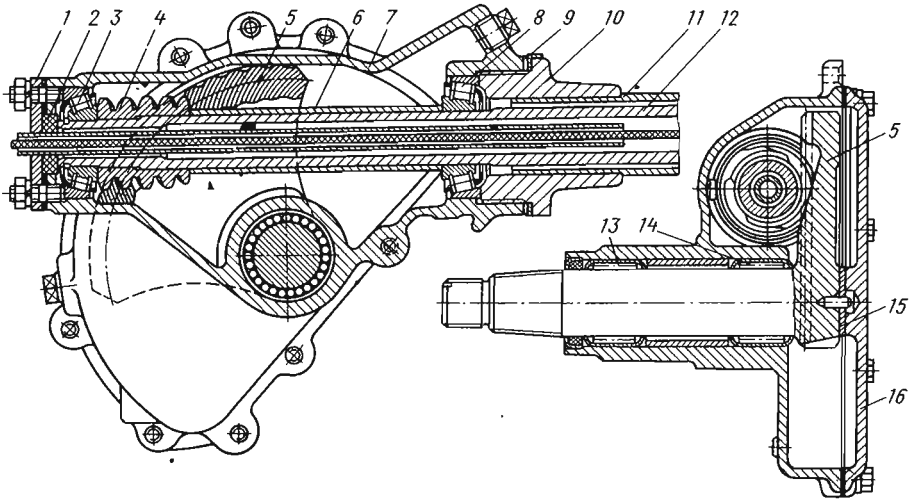


Рис. 168
Рулевой механизм автомобиля КрАЗ-256:
1 — нижняя крышка; *2* — сальник; *3* и *8* — конические роликовые подшипники; *4* — червяк; *5* — сектор; *6* — распорная втулка; *7* — картер; *9* — регулировочные прокладки; *10* — верхняя крышка; *11* — колонка; *12* — вал рулевого механизма; *13* и *14* — игольчатые подшипники; *15* — упорная шайба; *16* — боковая крышка

с комплектом регулировочных прокладок закрепляют на крышке картера гайкой *11*. Положение гайки фиксируют стопором *10*, привернутым к крышке болтами.

Зазор в зацеплении рулевой передачи переменный: минимальный при нахождении ролика в средней части червяка и увеличивающийся по мере поворота рулевого колеса в ту или другую сторону.

Такой характер изменения зазора в новой рулевой передаче обеспечивает возможность неоднократного восстановления необходимого зазора в средней, наиболее подверженной изнашиванию зоне червяка без опасности заедания ролика на краях червяка.

Рулевой механизм с цилиндрическим червяком и боковым сектором применяется на автомобилях КрАЗ-256. На конец трубчатого вала *12* (рис. 168) напрессован червяк *4*. Опорами вала в картере *7* служат конические роликовые подшипники *3* и *8*, установленные с предварительным натягом, который регулируют прокладками *9*. Зубья червячного сектора *5* нарезаны на боковой поверхности, выполненной как одно целое с валом рулевой сошки. Вал поворачивается в картере на двух игольчатых подшипниках *13* и *14*. На конце вала имеется конусная поверхность, на которой нарезаны мелкие шлицы для крепления сошки.

Зацепление червяка с сектором выполнено так, что зазор в зацеплении увеличивается при повороте червяка в обе стороны от среднего положения. Минимальный зазор в среднем положении определяется толщиной упорной шайбы *15*, которая предохраняет вал от осевого перемещения.

Из винтовых рулевых механизмов на отечественных автомобилях получили распространение механизмы типа винт — шариковая гайка — сектор. Установленный на двух конических роликовых подшипниках *5* и *12* (рис. 169) винт *4* приводится во вращение от вала рулевого механизма. На винте нарезаны винтовые канавки полукруглого профиля. Такие же канавки нарезаны в гайке *8*, свободно надетой на винт. При совмещении канавок на винте и гайке образуется винтовой канал, в который заложены стальные шарики. В гайку вставлены две направляющие трубки *2*, соединяющие концы винтовых каналов

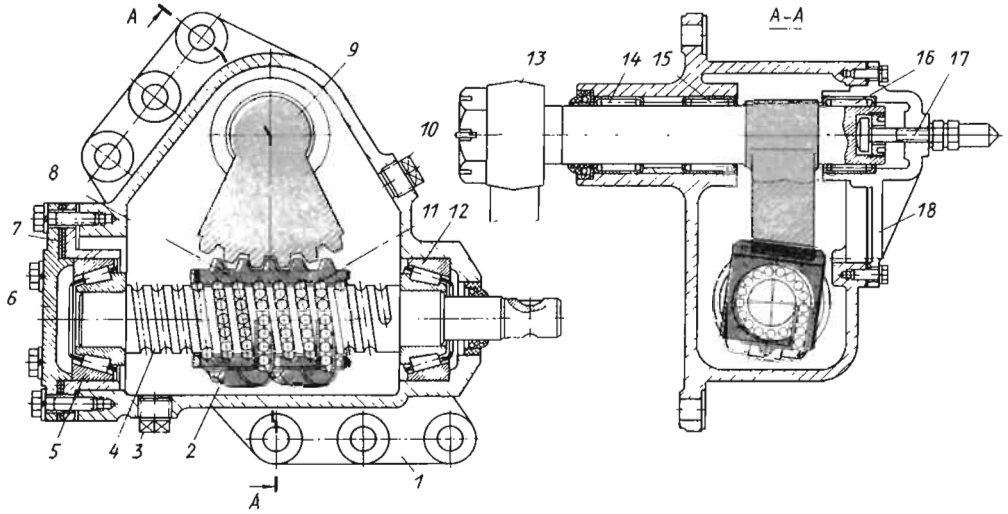


Рис. 169
Рулевой механизм автомобиля БелАЗ-540:
1 — картер; *2* — направляющая трубка, *3* — пробка сливного отверстия; *4* — винт, *5* и *12* — конические роликовые подшипники; *6* и *18* — крышки; *7* — регулировочные прокладки; *8* — гайка с рейкой; *9* — сектор; *10* — пробка заливного отверстия; *11* — шарики; *13* — сошка; *14—16* — игольчатые подшипники; *17* — регулировочный винт

со средней частью гайки. В трубках тоже находятся шарики. Трубки и винтовые каналы гайки образуют для шариков два замкнутых самостоятельных желоба. При вращении винта шарики, находящиеся у торцов гайки, попадают в концы трубок и перемещаются по ним к средней части гайки, откуда по винтовым каналам снова движутся к торцам гайки.

На поверхности гайки нарезана зубчатая рейка, находящаяся в зацеплении с зубчатым сектором *9*. Зубчатый сектор выполнен как одно целое с валом рулевой сошки, поворачивающейся на трех игольчатых подшипниках *14—16*. На одном конце вала закреплена сошка *13*, другой конец соединен с регулировочным винтом *17*, которым регулируют зазор в зацеплении наклонных зубьев сектора с рейкой.

На рис. 170, *а* показано рулевое управление с реечным рулевым механизмом. При повороте рулевого колеса *1* шестерня *2* перемещает рейку *3*, от которой усилие передается на рулевые тяги *5*. Рулевые тяги за поворотные рычаги *4* поворачивают управляемые колеса. Реечный рулевой механизм состоит из косозубой шестерни *2*, нарезанной на рулевом валу *8* (рис. 170, *б*) и косозубой рейки *3*. Вал вращается в картере *6* на упорных подшипниках *10* и *14*, натяг которых осуществляют кольцом *9* и верхней крышкой *7*. Упор *13*, прижатый пружиной *12* к рейке, воспринимает радиальные усилия, действующие на рейку, и передает их на боковую крышку *11*, чем достигается точность зацепления пары.

Рулевое управление повышенной безопасности. Устройство, поглощающее энергию удара при столкновении автомобиля с препятствием снижает усилие, наносящее травму водителю.

Конструкции рулевых управлений повышенной безопасности различны. В рулевых маханизмах автомобилей «Москвич-2140» поглощение энергии удара осуществляется вследствие трения в рулевом вале и рулевой колонке, которые выполняются телескопическими, а рулевое колесо в таком случае перемещается незначительно внутрь салона. На автомобиле ГАЗ-3102 «Волга» энергопоглощающим устройством служит резиновая муфта, соединяющая две части рулевого вала. Иногда энергопоглощающие элементы рулевых механизмов

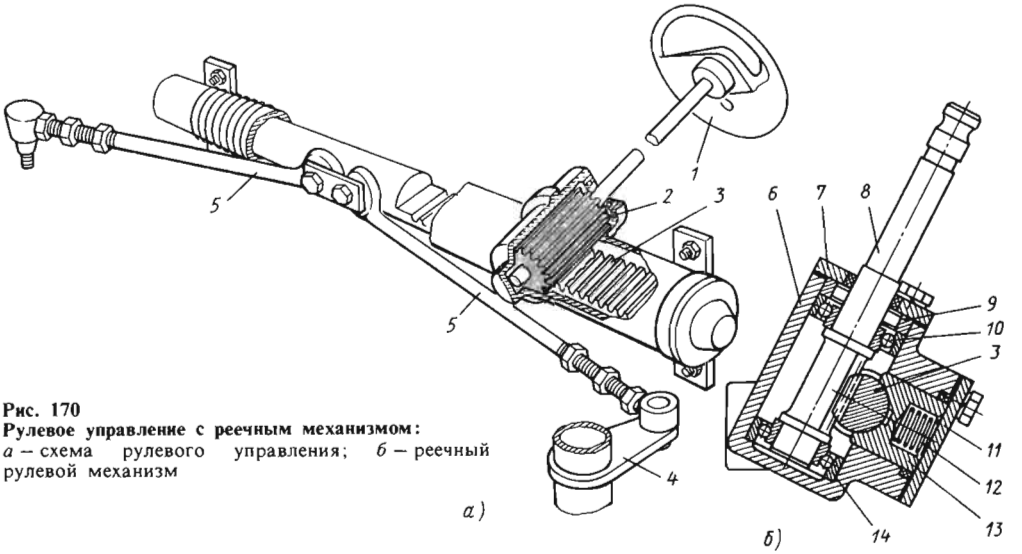


Рис. 170
Рулевое управление с реечным механизмом:
а – схема рулевого управления; *б* – реечный рулевой механизм

выполняются в виде пластин, соединяющих две части рулевого вала или рулевой колонки, и деформирующихся при ударе.

§ 32. Рулевой привод

Конструкция рулевых приводов при зависимой подвеске. При повороте колес детали рулевого привода перемещаются одна относительно другой. Такое перемещение происходит также при наезде колеса на неровности дороги и при колебаниях кузова относительно колес. Для создания возможности относительного перемещения деталей привода в горизонтальной и вертикальной плоскостях при одновременной надежной передаче усилий соединение продольной тяги *6* (см. рис. 165) с сошкой *5* и рычагом *7* поворотной цапфы, а также соединение поперечной тяги *10* с рычагами *9* и *12* осуществляют в большинстве случаев шаровыми шарнирами. Иногда (например, на некоторых автомобилях повышенной проходимости) поперечная тяга соединяется с рычагами поворотных цапф с помощью цилиндрических пальцев.

Продольную тягу *1* (рис. 171, *а*) рулевого привода делают трубчатой с утолщениями по краям для монтажа деталей двух шарниров. Каждый шарнир состоит из пальца *3*, сухарей *4* и *7*, охватывающих сферическими поверхностями шаровую головку пальца, пружины *8* и ограничителя *9*. При затягивании пробки *5* головка пальца зажимается сухарями, а пружина *8* сжимается. Пружина шарнира не допускает образования зазоров в результате износов и смягчает толчки, передаваемые от колес на рулевой механизм. Ограничитель предотвращает чрезмерное сжатие пружины, а при ее поломках не позволяет пальцу выйти из соединения с тягой. Пружины располагают в тяге относительно пальцев *2* и *3* так, чтобы через пружины передавались усилия, действующие на тягу как от сошки *6*, так и от поворотного рычага.

В поперечной рулевой тяге шарниры размещают в наконечниках, навинченных на концы тяги. Резьба на концах тяги обычно имеет разное направление. Поэтому вращением тяги *10* (рис. 171, *б*) при неподвижных наконечниках *11* можно изменять ее длину при регулировании схождения колес. Пальцы *15* жестко закрепляют в рычагах поворотных цапф. Шаровой поверхностью палец прижимается предварительно сжатой пружиной *12* через пятку *13* к сухарю *14*, установленному внутри наконечника тяги. Такое устройство шарнира позволяет непосредственно передавать усилия

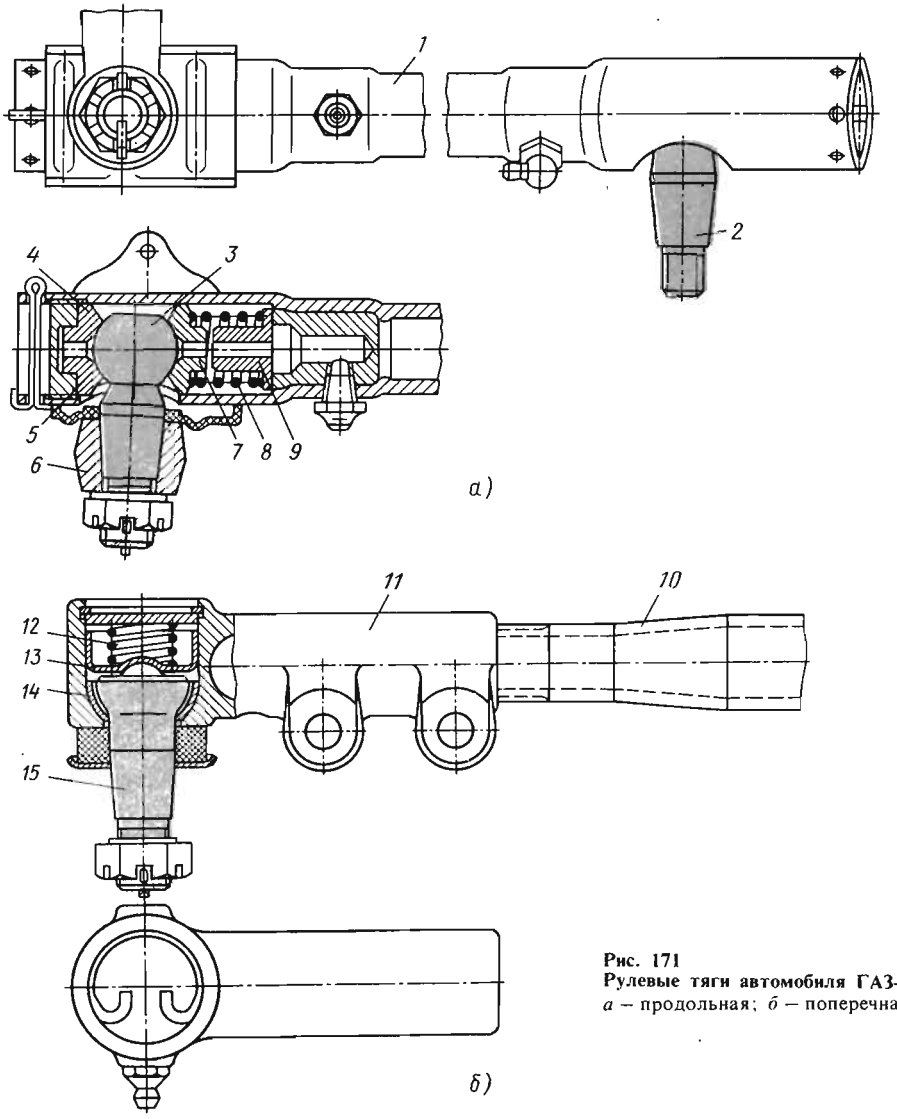


Рис. 171
Рулевые тяги автомобиля ГАЗ-53А:
а — продольная; *б* — поперечная

от пальца на тягу и в обратном направлении. Пружина *12* обеспечивает устранение в шарнире зазора, обусловленного износом. Таким образом, основное отличие шарниров поперечной тяги от шарниров продольной тяги состоит в том, что в первых не имеется пружин, через которые непосредственно передаются усилия в рулевом приводе. Это делается для того, чтобы не вызвать поперечных колебаний колес.

Шарниры рулевых тяг смазывают через масленки. На некоторых автомобилях в шарниры смазочный материал закладывают при сборке, и пополнять ее в эксплуатации не требуется.

Особенности рулевых приводов при независимой подвеске управляемых колес. Рулевой привод при независимой подвеске колес должен исключать произвольный поворот каждого колеса в отдельности при его качании на подвеске. Для этого необходимо возможно близкое совпадение осей качания колеса и тяги привода, что достигается применением разрезной поперечной тяги. Та-

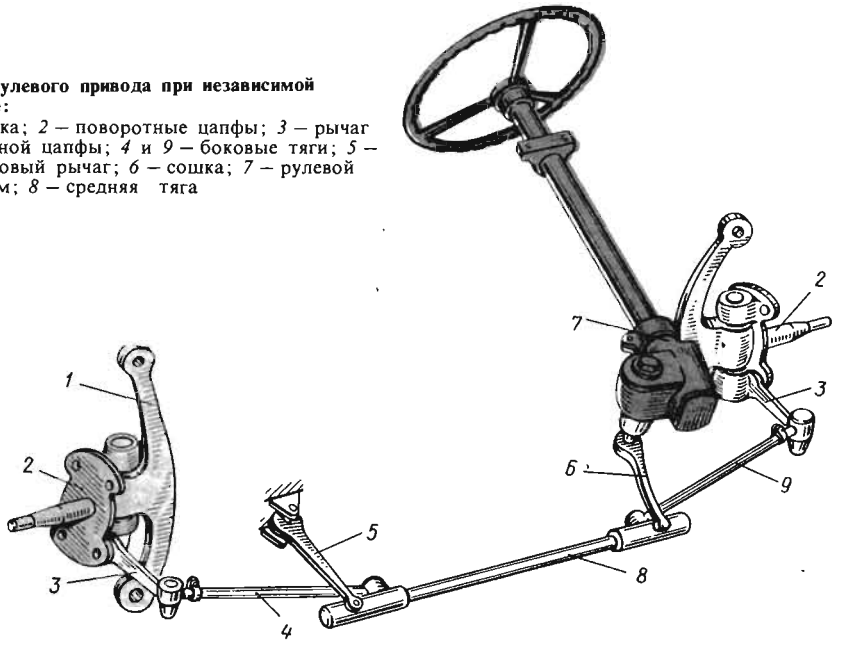


Рис. 172
Схема рулевого привода при независимой подвеске:
1 – стойка; *2* – поворотные цапфы; *3* – рычаг поворотной цапфы; *4* и *9* – боковые тяги; *5* – маятниковый рычаг; *6* – сошка; *7* – рулевой механизм; *8* – средняя тяга

кая тяга состоит из шарнирно соединенных частей, которые перемещаются с колесами независимо одна от другой.

На рис. 172 показана распространенная схема рулевого привода при независимой подвеске управляемых колес. Поперечная тяга состоит из трех частей: средней тяги *8* и шарнирно соединенных с ней двух боковых тяг *4* и *9*. Средняя тяга одним концом соединена с сошкой *6*, а другим – с маятниковым рычагом *5*, поворачивающимся вокруг опоры на кузове автомобиля. Шарнир, соединяющий каждую боковую тягу со средней тягой, близко расположен к оси качания колеса. Поэтому тяга не вызывает произвольного поворота колеса при деформации рессоры подвески.

Устройство шарнира рулевого привода автомобилей «Москвич-2140» показано на рис. 173. Головка пальца *1* пружиной *8* прижата к корпусу *5* через металлокерамический сухарь *3* и вкладыш *4*. Корпус закрыт крышкой *6* с резьбовой пробкой *7*. Опора снабжена защитным чехлом *2*. Шаровую опору при сборке на заводе заполняют смазочным материалом. Вкладыши шарниров рулевых приводов других легковых автомобилей с разрезными поперечными тягами выполняют из пластмасс, пропитанных специальным составом. Такие шарниры не требуют применения смазочных материалов.

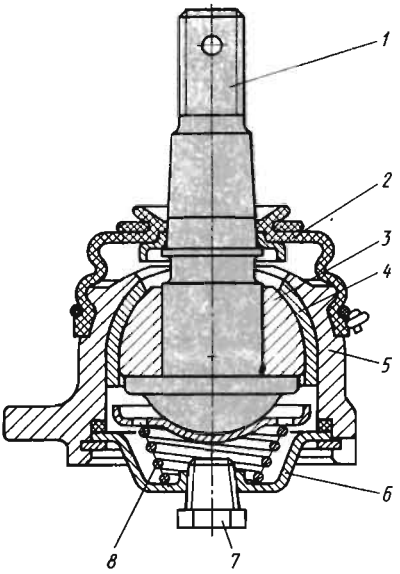


Рис. 173
Универсальный шарнир рулевых приводов автомобилей «Москвич-2140»

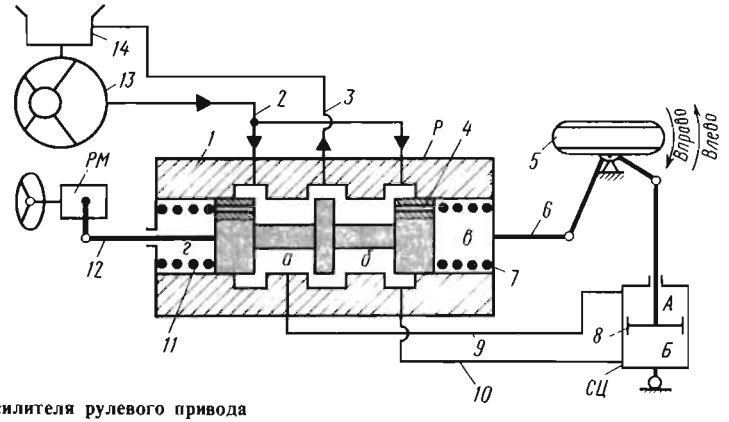


Рис. 174
Схема гидроусилителя рулевого привода

Чтобы уменьшить трение, стремятся сократить число шарниров в рулевом приводе. В рассматриваемом рулевом приводе применено шесть шарниров. Применение реечного рулевого механизма позволяет сократить число шарниров в приводе до четырех.

§ 33. Усилители рулевого привода

Назначение и принцип действия гидроусилителей. Усилители рулевого привода служат для облегчения поворота управляемых колес автомобилей. На легковых автомобилях они, кроме того, повышают безопасность движения на высоких скоростях, так как позволяют сохранить прямолинейное движение автомобиля при повреждении пневматической шины.

Гидроусилитель рулевого привода является следящим гидростатическим приводом, обеспечивающим определенную зависимость угла поворота управляемых колес от угла поворота рулевого колеса.

Схема гидроусилителя представлена на рис. 174. Насос *13* приводится в работу от двигателя автомобиля. На насосе установлен бачок *14* для масла. Масло от насоса по маслопроводу *2* подводится к распределителю *Р*, состоящему из корпуса *1* и золотника *4*. Золотник связан штангой *12* с рулевым механизмом *РМ* автомобиля, а корпус – штангой *6* с рычагом поворотной цапфы управляемого колеса *5*. Распределитель соединен маслопроводами *9* и *10* с двумя полостями гидроцилиндра *СЦ*. Цилиндр шарнирно закреплен на раме автомобиля. Его поршень *8* через шток может воздействовать на рычаг поворотной цапфы управляемого колеса. Маслопровод *3* соединяет распределитель с масляным бачком *14*.

Золотник имеет три пояска. В корпусе распределителя выполнены три окна. К крайним окнам жидкость подводится от насоса. К среднему окну подключен маслопровод *3*, по которому жидкость сливается в бачок. Между поясками золотника, находящегося в корпусе распределителя, образуются две камеры *а* и *б*. В корпусе распределителя, кроме того, имеются еще две реактивные камеры *в* и *г*, соединенные с камерами *а* и *б* каналами. В реактивных камерах установлены предварительно сжатые центрирующие пружины *11* и *7*.

Поршень *8* делит внутренний объем гидроцилиндра на две полости *А* и *Б*, к которым подведены маслопроводы от камер *а* и *б* распределителя. Обе полости цилиндра, все камеры распределителя и маслопроводы заполнены маслом.

При прямолинейном движении автомобиля золотник занимает в корпусе такое положение, при котором все три окна открыты. В дальнейшем это положение будем называть средним. При среднем положении золотника жидкость поступает от насоса через маслопровод *2* в камеры *а* и *б* распределителя, откуда

по маслопроводу *3* сливается в бачок насоса. Давление жидкости, установившееся в камерах *а* и *б*, передается через жидкость в маслопроводах *9* и *10* в полости *А* и *Б* гидроцилиндра.

Если повернуть рулевое колесо налево, то штанга *12* переместит золотник в осевом направлении, сжимая центрирующую пружину *7*. Перемещение золотника в корпусе может быть осуществлено только после того, как осевая сила, действующая на золотник, станет больше, чем сила предварительного сжатия пружины. В результате перемещения золотника камера *б* будет отключена от маслопровода *3* и соединена только с нагнетательным маслопроводом *2*; одновременно камера *а* будет отключена от маслопровода *2* закрытым окном и через открытое окно соединена только со сливным маслопроводом. Давление жидкости в камере *б* и полости *Б* возрастет соответственно силе сопротивления повороту управляемого колеса *5* и переместит поршень *8*. При этом в увеличивающуюся полость *Б* цилиндра жидкость будет подаваться насосом, а из уменьшающейся полости *А* жидкость будет вытесняться поршнем в сливной бачок насоса.

Перемещающийся поршень повернет управляемое колесо *5* влево. Одновременно вследствие наличия связи через штангу *6* (обратная связь) корпус распределителя переместится в том же направлении, в котором раньше был смещен золотник. Как только окно откроется, давление жидкости в полости *А* гидроцилиндра уравновесит действие сил на поршень *8*; он остановится, а поворот колеса *5* влево прекратится.

Открытие окон в распределителе при повороте автомобиля не такое, как при прямолинейном движении. Дросселирование потока жидкости в окнах различно, и поэтому давление жидкости в камере *б* и *в* полости *Б* больше, чем в камере *а* и *в* полости *А*, настолько, чтобы удержать колесо в повернутом положении, когда на него действует стабилизирующий момент. Угол поворота управляемого колеса будет строго соответствовать углу поворота рулевого колеса (следящее действие по перемещению). Работа системы при повороте рулевого колеса в другую сторону отличается тем, что роль камер *а* и *б* распределителя меняется, а поворот управляемого колеса осуществляется под действием давления в полости *А* гидроцилиндра.

В рулевых управлениях без усилителей увеличение сопротивления повороту управляемых колес сопровождается возрастанием усилия, которое требуется приложить к рулевому колесу. Это создает у водителя «чувство дороги». Для имитации аналогичного ощущения при управлении автомобиля с гидроусилителями в распределителе выполнены реактивные камеры *в* и *г*, в каждой из которых давление жидкости такое же, как в камерах *а* и *б*.

При повороте автомобиля разность давлений жидкости в реактивных камерах создает осевую силу, действующую на корпус и золотник распределителя. Осевая сила от золотника передается через рулевой механизм на рулевое колесо. Так как давление жидкости в гидроцилиндре и одной из реактивных камер повышается по мере возрастания сопротивления повороту, то соответственно увеличивается усилие, необходимое для поворота рулевого колеса. Таким образом, при использовании гидроусилителя рулевого привода достигается изменение силы на рулевом колесе, создающее у водителя привычное для него «чувство дороги» (следящее действие по силе).

Усилитель рулевого привода может вступать в работу не только под действием сил, передаваемых от рулевого механизма, но и от сил, передаваемых от управляемых колес. Предположим, что от толчка управляемое колесо повернулось на небольшой угол вправо. Вследствие обратной связи колеса *5* через рычаг и штангу *6* с корпусом *1* он смещается относительно неподвижного золотника *4*, давление жидкости в камере *б* и *в* полости *Б* возрастает, создавая препятствие повороту колеса. Так усилитель рулевого привода удерживает управляемые колеса в положении, соответствующем положению рулевого

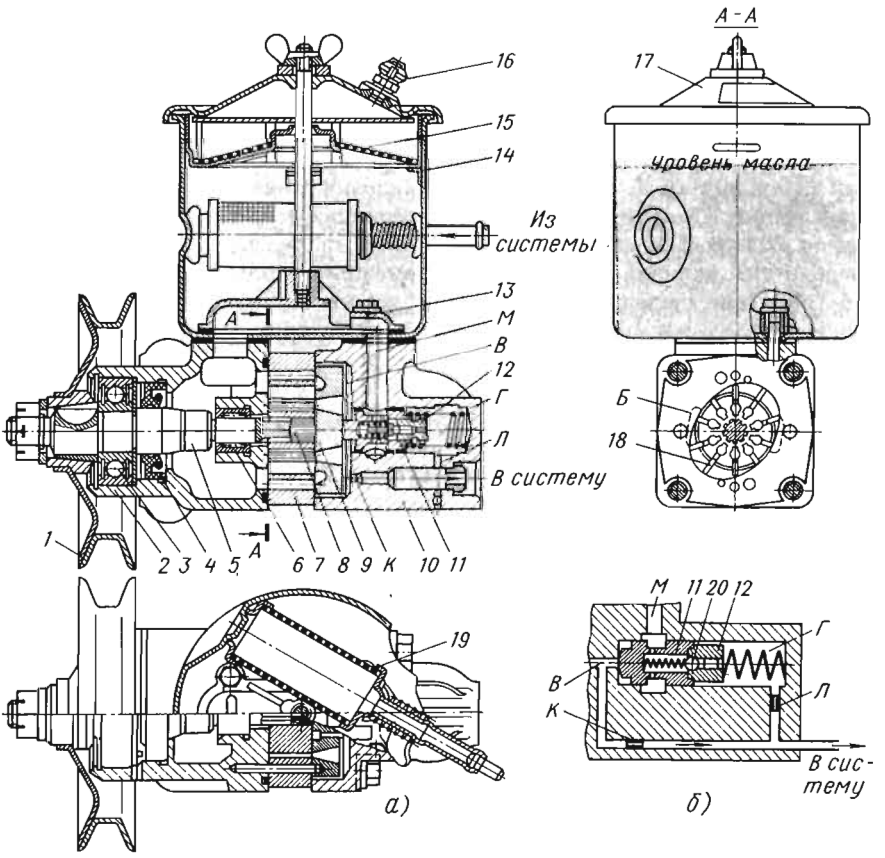
колеса, например, при внезапном выходе воздуха из шины.

Чтобы исключить возможность включения в работу усилителя под действием незначительных сил со стороны управляемых колес, в распределителе устанавливают центрирующие пружины *7* и *11*. Когда осевая сила, действующая на распределитель от управляемых колес, меньше силы предварительного сжатия центрирующей пружины, распределитель не включается в работу. Самопроизвольному включению распределителя препятствует также давление жидкости в реактивных камерах.

В рассматриваемой схеме распределитель *Р*, гидроцилиндр *СЦ* и рулевой механизм *РМ* выполнены раздельно. По такой схеме выполнены усилители на автомобилях ГАЗ-66 и КАЗ-608. На автомобилях МАЗ-5335 и КрАЗ-260 *СЦ* и *Р* объединены в общий блок, а *РМ* размещен отдельно. На автомобилях «Урал-4320» объединенные вместе *Р* и *РМ* размещены отдельно от *СЦ*, а на автомобилях ЗИЛ-130 и КамАЗ все три элемента выполнены в общем блоке.

Каждая из перечисленных компоновок имеет свои достоинства и недостатки, которые оценивают по возможности применения серийных РМ, чувствительности и надежности системы, размерам и стоимости.

Рис. 175
Гидронасос автомобиля ЗИЛ-130:
а – конструкция насоса; *б* – схема клапанов; *1* – шкив; *2* – корпус насоса; *3* – передний подшипник; *4* – сальник; *5* – вал; *6* – задний подшипник; *7* – статор; *8* – ротор; *9* – распределительный диск; *10* – крышка; *11* – перепускной клапан; *12* – седло предохранительного клапана; *13* – коллектор; *14* – бачок; *15* и *19* – сетчатые фильтры; *16* – сапун; *17* – крышка бачка; *18* – лопасть; *20* – предохранительный клапан; *Б, В, Г* и *М* – полости насоса; *К, Л* – калиброванные отверстия



Конструкция гидроусилителя. *Насос* большинства гидроусилителей отечественных автомобилей выполняется лопастным и приводится в действие от двигателя клиноременной передачей.

Шкив *1* насоса (рис. 175) закреплен на валу *5*. Вал вращается в корпусе *2* на шариковом *3* и роликовом *6* подшипниках. На шлицах конца вала закреплен ротор *8*. Ротор находится внутри статора *7*, точно установленного относительно корпуса. Ротор имеет десять пазов, в которых помещены лопасти *18*. Статор зажимают между корпусом и крышкой *10* болтами. Стыкуемые поверхности уплотнены резиновыми кольцами. Внутри крышки помещен распределительный диск *9*, прижимаемый к статору пружиной перепускного клапана *11*. Внутри перепускного клапана имеется шариковый предохранительный клапан *20*. Сверху к корпусу и крышке прикреплен бачок *14*. В крышку бачка ввернут сапун *16*. Для фильтрации масла, заливаемого в бачок, служит сетчатый фильтр *15*. Кроме того, в бачке установлен сетчатый фильтр *19* для фильтрации масла, возвращающегося в насос из системы.

При вращении ротора лопасти под действием центробежных сил и давления масла под ними прижимаются к криволинейным поверхностям статора. При этом между лопастями образуются полости переменного объема. Масло с двух сторон подводится в пространство между ротором и статором, попадает в полости между лопастями и при уменьшении объема этих полостей вытесняется в полость *Б* статора, а затем в полость *В* нагнетания насоса. За один оборот ротора дважды происходит всасывание и нагнетание. Из полости *В* нагнетания масло через калиброванное отверстие *К* попадает в канал, а из него в маслопровод.

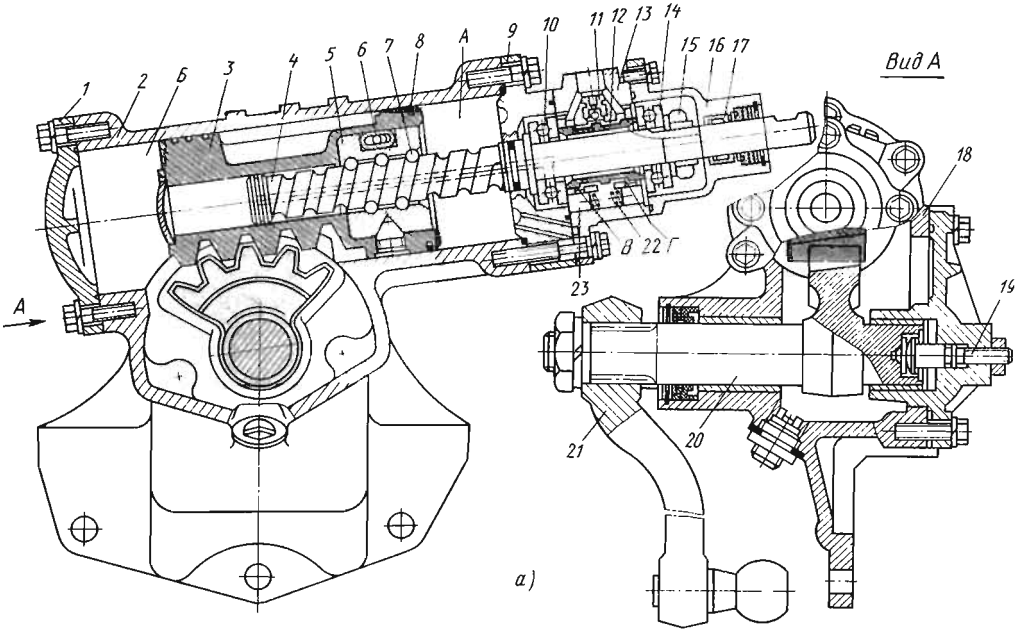
Через отверстие *Л* давление масла передается в полость *Г*, где помещены перепускной и предохранительный клапаны. В результате этого при работе насоса на перепускной клапан *11* с обеих сторон действует давление масла. Вследствие значительного сопротивления калиброванного отверстия *К* давление масла на перепускной клапан со стороны полости *Г* всегда меньше, чем со стороны полости *В*. Перепад давлений, действующий на клапан, тем больше, чем больше частота вращения ротора, от которой зависит подача насоса. При достижении насосом расчетной подачи перепускной клапан открывается и часть жидкости через канал *М* поступает из полости нагнетания в полость всасывания. Предохранительный клапан *20* открывается при давлении в системе 6,5—7 МПа, ограничивая максимальное давление насоса.

Распределитель и гидроцилиндр усилителя автомобиля ЗИЛ-130 выполнены в одном блоке с рулевым механизмом (рис. 176).

Опорами винта *4* служат роликовый подшипник *17*, установленный в крышке *16*, и шариковая гайка *5*, закрепленная в поршне *3*. Винт может незначительно перемещаться в осевом направлении относительно поршня вследствие разности длины золотника *12* и корпуса *13*. Это перемещение составляет примерно 1,1 мм в каждую сторону.

На золотнике имеются три пояска, а в корпусе распределителя — три окна в виде кольцевых канавок. Золотником образуются в корпусе две камеры *В* и *Г*. Жидкость от насоса поступает по шлангу в среднее окно, а отводится от распределителя на слив от двух крайних, соединенных между собой окон через другой шланг. В каждом из шести каналов корпуса распределителя между промежуточной и верхней крышками установлено по два реактивных плунжера *23*. Каждая пара реактивных плунжеров разжимается центрирующей пружиной *22*. Предварительное сжатие всех центрирующих пружин осуществляется при завертывании гайки *15*. Внутренние полости каналов с реактивными плунжерами соединяются со средним окном корпуса. В корпусе распределителя установлен шариковый клапан *11*, сообщающий напорную магистраль со сливной, когда насос усилителя не работает.

Картер *2* рулевого механизма служит гидроцилиндром усилителя. Поршень



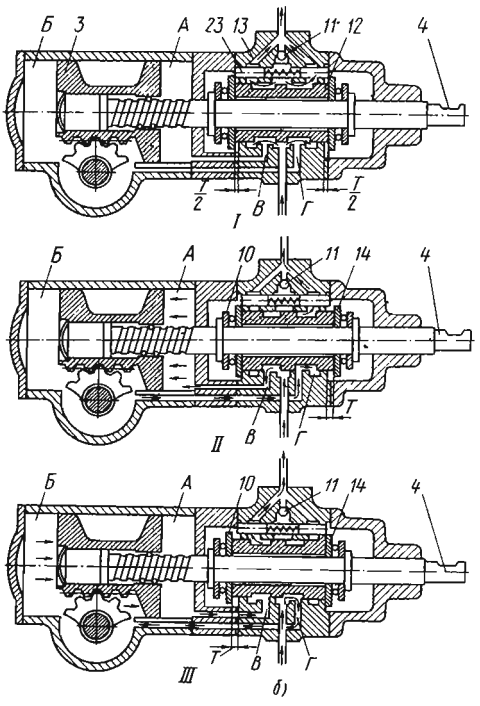


Рис. 176
Рулевой механизм с гидроусилителем автомобиля ЗИЛ-130:
а — конструкция; *б* — схема работы гидроусилителя; *1* — нижняя крышка; *2* — картер рулевого механизма; *3* — поршень-рейка; *4* — винт; *5* — шариковая гайка; *6* — желоб; *7* — шарик, *8* — поршневое кольцо; *9* — промежуточная крышка; *10* и *14* — упорные подшипники; *11* — шариковый клапан; *12* — золотник; *13* — корпус распределителя; *15* — гайка; *16* — верхняя крышка; *17* — роликовый подшипник; *18* — боковая крышка; *19* — регулировочный винт, *20* — вал рулевой сошки; *21* — сошка; *22* — центрирующая пружина; *23* — реактивный плунжер; *I* — при движении автомобиля по прямой; *II* — при повороте направо; *III* — при повороте налево

3 делит цилиндр на две полости *А* и *Б*, каждая из которых соединена с соответствующими камерами распределителя.

При прямолинейном движении автомобиля реактивные плунжеры, находящиеся под действием сжатых пружин и давления масла, заставляют золотник *12* занять в корпусе *13* распределителя среднее положение (рис. 176, *б*, I). В этом положении между большими кольцами упорных подшипников и торцами корпуса распределителя будут примерно одинаковые зазоры (*Т*/2). Масло от насоса проходит через камеры *В* и *Г* распределителя и поступает в сливную магистраль.

При повороте, например, направо винт *4* (рис. 176, *б*, II) вывертывается из

гайки и перемещается вместе с золотником до упора большого кольца подшипника *10* в торец корпуса. Усилие пружин, действующих на реактивные плунжеры, будет передаваться на рулевое колесо. Зазор между подшипником *14* и торцом корпуса станет максимальным *Т*. Камера *В* распределителя будет отсоединена от сливной магистрали, а камера *Г* — от насоса. Давление жидкости в полости *А* гидроцилиндра возрастет и начнет вместе с силой, передающейся на поршень от рулевого колеса, перемещать поршень, и управляемые колеса повернутся. Вместе с поршнем в осевом направлении будут перемещаться винт и золотник (обратная связь) до тех пор, пока золотник не займет в корпусе распределителя среднее положение. При этом угол поворота управляемых колес будет соответствовать углу поворота рулевого колеса. Аналогично работает усилитель при повороте управляемых колес налево (рис. 176, *б*, III).

Давление жидкости, действующей на реактивные плунжеры, повышается по мере увеличения сопротивления повороту управляемых колес. Вследствие этого увеличивается сила на рулевом колесе.

Для поворота управляемых колес при неработающем усилителе водитель вынужден прикладывать к рулевому колесу значительно большее усилие, которое затрачивается как на поворот управляемых колес, так и на вытеснение жидкости из одной полости гидроцилиндра в другую, через шариковый клапан *11*.

ГЛАВА 7

Тормозные системы

§ 34. Назначение и основные типы тормозных систем

§ 35. Тормозные механизмы

§ 36. Механический и гидравлический тормозные приводы

§ 37. Пневматический и комбинированный тормозные приводы

§ 34. Назначение и основные типы тормозных систем

Если отключить двигатель от ведущих колес, то автомобиль будет продолжать движение по инерции (накатом). Под действием сил сопротивления движению скорость автомобиля снижается и, наконец, он останавливается. Однако торможение при этом происходит на большом участке пути. Более эффективным является торможение под действием специально создаваемой внешней силы, называемой тормозной. Тормозная сила возникает между колесом и дорогой в результате того, что тормозной механизм препятствует его вращению. Направление тормозной силы противоположно направлению движения автомобиля. Тормозная сила тем больше, чем сильнее тормозной механизм препятствует вращению колеса. Ее максимальное значение зависит от сцепления колеса с дорогой и вертикальной реакции R_z, действующей от дороги на колесо: $P_{т\,max} = \varphi R_z$ (где φ – коэффициент сцепления колеса с дорогой).

Чем больше коэффициент сцепления φ, тем больше может быть тормозная сила. Так, на асфальтовой сухой дороге ($\varphi = 0{,}8$) торможение более эффективно, чем на той же дороге во время дождя ($\varphi = 0{,}5$). Лучшее сцепление колеса с дорогой происходит при его качении. Когда колесо блокируется и скользит по дороге, коэффициент сцепления уменьшается на 20 – 30 %. Этим объясняется то, что при торможении колесо надо удерживать на грани блокировки, не допуская юза.

Для получения максимального значения $P_{т\,max}$ следует делать все колеса тормозящимися, т. е. использовать вертикальные реакции, действующие на все колеса автомобиля. Вертикальные реакции на передних и задних колесах автомобиля меняются вследствие изменения нагрузки, особенно у грузовых автомобилей, автопоездов и автобусов. Кроме того, при торможении по мере увеличения замедления вертикальные реакции

на передних колесах возрастают, а на задних колесах уменьшаются. Для повышения эффективности торможения тормозные силы должны меняться в соответствии с изменением вертикальных реакций на передних и задних колесах.

Тормозные системы служат для замедления движущегося автомобиля с желаемой интенсивностью вплоть до остановки, а также для удержания его на стоянке. Каждый автомобиль должен быть оборудован рабочей, запасной и стояночной тормозными системами. Рабочая тормозная система обеспечивает снижение скорости и остановку автомобиля, запасная тормозная система – остановку автомобиля в случае выхода из строя рабочей тормозной системы, а стояночная тормозная – удержание остановленного автомобиля на месте без ограничения времени. Совокупность тормозных систем называют тормозным управлением.

Рабочая тормозная система обычно приводится в действие усилием ноги водителя, приложенным к педали. Эффективность действия рабочей тормозной системы оценивают по тормозному пути – расстоянию, проходимому автомобилем на горизонтальной сухой дороге с твердым покрытием при торможении от начальной скорости 40 км/ч до полной остановки. Этот критерий в соответствии с ГОСТом наряду с максимальным замедлением принят в нашей стране в качестве нормативного измерителя тормозных качеств транспортных средств (табл. 2).

Таблица 2

Тип транспортного средства	Тормозной путь, м, не более	Установившееся замедление, $м/с^2$, не менее
Легковые автомобили и их модификации для перевозки грузов	16,2	5,2
Автобусы	21,2	4,5
Грузовые автомобили	23,0	4,0
Автопоезда	25,0	4,0

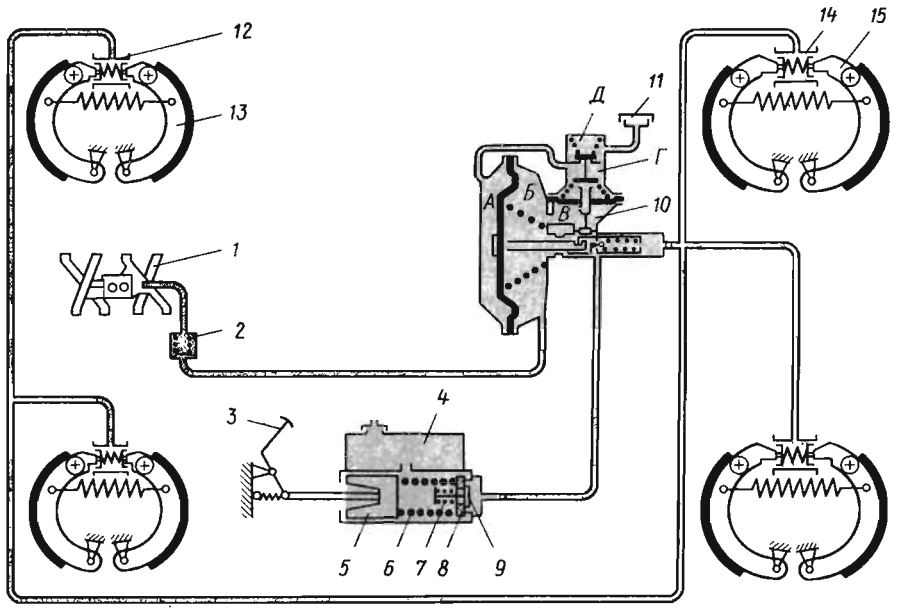


Рис. 177
Схема рабочей тормозной системы автомобиля ГАЗ-55А:
1 – впускной трубопровод двигателя; *2* – обратный клапан; *3* – педаль; *4* – главный тормозной цилиндр; *5* – поршень; *6* – возвратная пружина; *7* – пружина перепускного клапана; *8* – обратный клапан; *9* – перепускной клапан; *10* – гидровакуумный усилитель; *11* – воздушный фильтр; *12* и *14* – колесные цилиндры; *13* – тормоз переднего колеса; *15* – тормоз заднего колеса

Запасная тормозная система может быть менее эффективной, чем рабочая тормозная система. При отсутствии на автомобиле автономной запасной тормозной системы ее функции может выполнять исправная часть рабочей тормозной системы (например, контур тормозного привода передних или задних колесных тормозов) или стояночная тормозная система.

Стояночная тормозная система приводится в действие от рычага (рукоятки) рукой водителя. Она должна удерживать полностью груженый автомобиль на уклоне не менее 25%.

Вспомогательная тормозная система обязательна для автотранспортных средств полной массой свыше 12 т, а также автомобилей и автобусов, предназначенных для эксплуатации в горных районах.

Вспомогательная тормозная система — тормоз-замедлитель, ограничивающий скорость движения автомобиля на длительных спусках, выполняется независимой от других тормозных систем.

Каждая тормозная система состоит из тормозных механизмов (тормозов) и тормозного привода. Тормозные механизмы препятствуют вращению колес, вследствие чего между колесами и дорогой возникает тормозная сила. Тормозные механизмы могут быть установлены непосредственно у колес (колесные тормоза) или на вращающихся деталях трансмиссии (трансмиссионные, центральные тормоза). С помощью привода осуществляют управление тормозными механизмами. В некоторых тормозных системах установлены усилители, облегчающие управление, а также другие устройства, повышающие эффективность тормозных систем и устойчивость при торможении.

Принципиальная схема рабочей тормозной системы приведена на рис. 177. Тормозная система включает тормозные механизмы передних *13* и задних *15* колес, гидравлический тормозной привод, приводимый в действие педалью *3*, и вакуумный усилитель *10*, включенный в тормозной привод.

§ 35. Тормозные механизмы

Схемы и принцип действия механизмов. Наиболее распространенными тормозными механизмами являются фрикционные, принцип действия которых основан на трении вращающихся деталей о невращающиеся. По форме вращающихся деталей тормозные механизмы делятся на барабанные и дисковые. Невращающимися деталями барабанных тормозов могут быть колодки или ленты, дисковых тормозов — только колодки.

Колодочные барабанные тормоза различают в зависимости от расположения опор колодок и характера приводных сил.

Тормоз с равными приводными силами и односторонним расположением опор изображен на рис. 178, *а*. Равные приводные силы P_1 и P_2 возникают в результате того, что площади поршней цилиндра одинаковы. Чтобы оценить работу тормоза, на схеме показаны также реакции барабана на колодки, представленные в виде сосредоточенных сил N_1 и N_2, силы трения T_1 и T_2, а также реакции в опорах, разложенные на вертикальные Y и горизонтальные U составляющие. Если рассмотреть сумму моментов сил, действующих на каждую из колодок, то окажется, что тормозной момент, создаваемый колодкой *1*, больше тормозного момен-

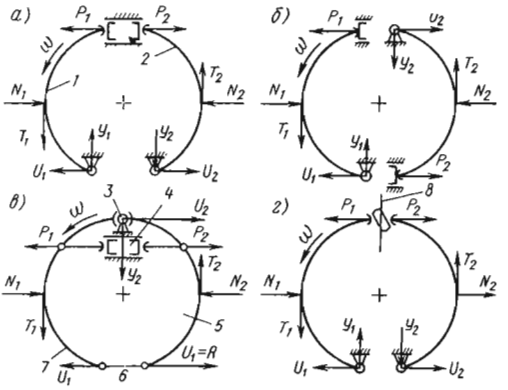


Рис. 178
Основные схемы колодочных тормозов барабанного типа

та колодки *2*. Объясняется это тем, что момент силы трения, действующей на колодку *1*, совпадает по направлению с моментом приводной силы, вследствие чего колодка захватывается вращающимся барабаном. Момент силы трения, действующей на колодку *2*, противоположен по направлению моменту приводной силы, и поэтому сила трения препятствует прижатию колодки к барабану. Колодка *1* называется первичной (самоприжимной), а колодка *2* вторичной (самоотжимной). При вращении колеса в противоположную сторону функции колодок изменяются: колодка *2* — первичная, а колодка *1* — вторичная.

Тормозные механизмы оценивают по их эффективности, уравновешенности и стабильности. Чем больше максимальный момент, создаваемый тормозным механизмом, тем он эффективнее. Уравновешенными считают такие тормозные механизмы, в которых силы трения не создают нагрузки на опоры вращающихся деталей. Стабильностью называют свойство тормоза сохранять эффективность действия при изменении коэффициента трения, который уменьшается при нагреве трущихся поверхностей, попадании на них влаги и т. п. Чем меньше изменяется тормозной момент, т. е. чем меньше чувствительность к изменению коэффициента трения, тем стабильнее тормозной механизм. Тормозной механизм (рис. 178, *а*) работает с одинаковой эффективностью при переднем и заднем ходе. Тормоз не уравновешен, так как N_1 и N_2, а также T_1 и T_2 не равны. Стабильность тормоза недостаточная.

Рассмотренный тип тормоза применяется в рабочих тормозных системах грузовых автомобилей, имеющих полную массу не свыше 7,5 т (ГАЗ-53А), и легковых автомобилей (задние тормоза автомобилей ГАЗ-3102 «Волга», ЗАЗ-968 «Запорожец» и др.).

В тормозном механизме рис. 178, *б* каждая из колодок приводится в действие своим гидроцилиндром. Одинаковые размеры цилиндров обеспечивают равенство приводных сил. При переднем ходе каждая колодка работает как первичная, вследствие чего эффективность действия тормоза при одинаковых размерах его основных деталей выше, чем у тормоза предыдущего типа. При заднем ходе обе колодки работают как вторичные, эффективность тормоза существенно снижается. Тормоз уравновешен при вращении барабана в обоих направлениях. Стабильность тормоза при переднем ходе недостаточная. Тормозной механизм более чувствителен к уменьшению коэффициента трения, чем тормоз предыдущего типа. Тормоза с равными приводными силами и с разнесенными опорами часто устанавливают на передних колесах автомобилей, а на их задних колесах — тормоза с равными приводными силами и односторонними опорами колодок. Такое сочетание позволяет получить большую тормозную силу на передних колесах, чем на задних, соответственно нормальным реакциям на эти колеса (автомобили ГАЗ-66, ГАЗ-24 «Волга», ЗАЗ-968 «Запорожец»).

На некоторых автомобилях применяются тормоза, приводимые в работу двумя клиновыми разжимными механизмами. В них приводные силы, действующие на каждую из колодок, передаются от одного из клиньев, а опорой колодок служат неподвижные упоры. При переднем и заднем ходе обе колодки работают как первичные, так же как у тормоза, выполненного по схеме рис. 178, *б*, при переднем ходе.

На схеме рис. 178, *в* показан тормоз с дополнительной приводной силой, создаваемой трением колодок, и одной общей для обеих колодок опорой (сервотормоз). Соединенные шарниром *6* передняя *7* и задняя *5* колодки прижимаются стяжными пружинами к неподвижному опорному пальцу *3*. Тормоз приводится в действие гидроцилиндром *4*. При торможении поршни гидроцилиндра *4* перемещают колодки и между верхними концами колодок и опорой появляется зазор. Колодки прижимаются к вращающемуся барабану, захватываются им и поворачиваются до упора верхнего конца задней колодки в палец *3*. После этого колодка *7* работает как

первичная, а ее опорой служит нижний конец задней колодки. Вследствие трения от колодки *7* на колодку *5* передается сила *R*. Задняя колодка *5*, опираясь на палец *3*, также работает как первичная, а момент силы *R*, совпадающий по направлению с моментом приводной силы P_2, значительно увеличивает прижатие колодки *5* к барабану.

Таким образом, в рассмотренном тормозе обе колодки работают как первичные, а приводная сила, действующая на заднюю колодку, создается также силой трения, передающейся от передней колодки. Тормоза такого типа называются тормозами с самоусилением или серводействием. Тормоз с серводействием значительно эффективнее в работе, чем каждый из рассмотренных выше типов тормозов. Эффективность его действия при заднем ходе такая же, как при переднем, но роли колодок меняются. Существенными недостатками этого тормоза являются его большая неуравновешенность, резкость действия и низкая стабильность.

На рис. 178, *г* показана схема тормозного механизма, приводимого в работу разжимным кулаком *8* при его повороте. Кулак выполнен так, что обе колодки перемещаются вокруг односторонних опор одинаково. Приводные силы в таком тормозе не равны: $P_2 > P_1$. Одинаковое перемещение колодок создает одинаковые реакции N_1 и N_2, а также силы T_1 и T_2, т. е. обеспечивает уравновешенность тормозного механизма. Эффективность тормоза одинакова при переднем и заднем ходе. Она несколько меньшая, чем у тормоза, выполненного по схеме рис. 178, *а*. Стабильность такого тормозного механизма высокая. Подобные тормоза применяются на автомобилях с полной массой свыше 8 т (ЗИЛ-130, КамАЗ-5320, МАЗ-5335 и др.).

Ленточные барабанные тормоза состоят из вращающегося барабана *1* (рис. 179, *а*) и невращающейся ленты *2*. Во время торможения лента прижимается к барабану, создавая тормозной момент. При этом на опоры барабана действуют большие радиальные нагрузки и не обеспечивается плавное торможение. Вследствие незначительной жесткости ленты зазор между ней и барабаном должен быть больше, чем соответствующие зазоры в колодочных тормозных механизмах. Устройства для регулирования зазоров в ленточных тормозах сложны и ненадежны в работе. Из-за указанных недостатков ленточные тормоза редко применяют на современных автомобилях.

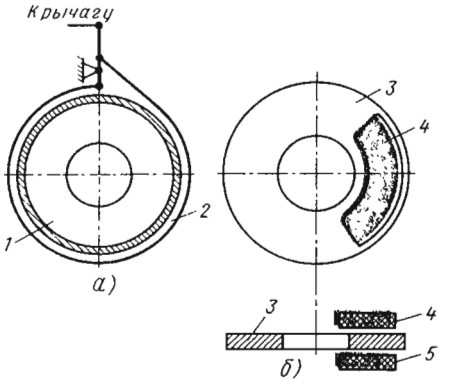


Рис. 179
Схемы ленточного барабанного и дискового тормозов

Дисковый тормоз состоит из вращающегося диска *3* (рис. 179, *б*) и двух невращающихся колодок *4* и *5*, установленных с обеих сторон диска. При торможении колодки прижимаются к диску, создавая тормозной момент.

Эффективность дисковых тормозов ниже, чем барабанных (при одинаковых радиусах приложения приводных сил), а стабильность высокая. Силы трения нагружают опоры диска, т. е. тормозной механизм неуравновешен.

Конструкция тормозных механизмов. *Барабанные тормоза* состоят из трущихся вращающихся и неподвижных деталей, а также разжимного и регулировочного устройств. Трущиеся детали создают тормозной момент, разжимное устройство обеспечивает соприкосновение трущихся деталей при торможении, а регулировочное устройство позволяет поддерживать необходимый зазор между этими деталями в отторможенном состоянии.

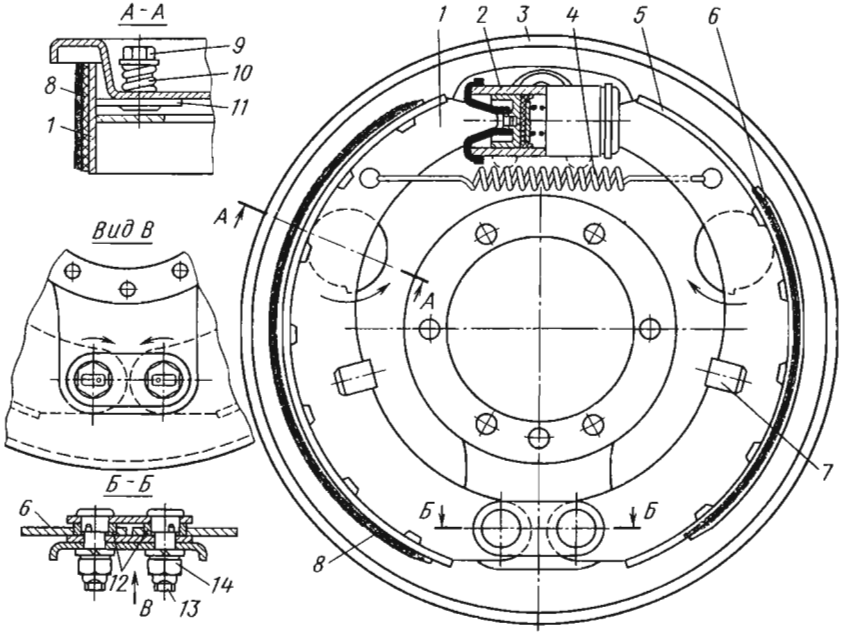


Рис. 180
Тормоз переднего колеса автомобиля ГАЗ-53А

На рис. 180 показан барабанный тормоз с равными приводными силами и односторонним расположением опор колодок. Опорный диск *3* закреплен на картере моста. В нижней части опорного диска установлены два пальца *13*, на которых закреплены эксцентричные шайбы *12*. Положение пальцев фиксируют гайками *14*. На эксцентричные шайбы надеты нижние концы колодок *1* и *5*. Стяжная пружина *4* прижимает каждую колодку к ее регулировочному эксцентрику *11*. Регулировочные эксцентрики закреплены на опорном диске болтами *9*, удерживаемыми от произвольного проворачивания предварительно сжатыми пружинами *10*. Пружина фиксирует регулировочный эксцентрик в любом положении при повороте его за головку болтов. Таким образом, каждая колодка центрируется относительно тормозного барабана регулировочными эксцентриками и эксцентричными шайбами пальцев. Верхние концы колодок соприкасаются с поршнями цилиндра *2*. От боковых смещений колодки удерживаются направляющими скобами *7* с пластинчатыми пружинами. Длина фрикционных накладок, прикрепленных к передним и задним колодкам, неодинакова. Передняя накладка *8* длиннее задней *6*. Сделано это для обеспечения одинакового износа накладок, так как передняя колодка работает большее время как первичная и создает бóльший тормозной момент, чем задняя. Барабан тормоза прикреплен к ступице колеса. Для удобства доступа к колодкам барабан сделан съемным.

Тормоз автомобиля УАЗ-452 выполнен по схеме, показанной на рис. 178, *б*. Он имеет две одинаковые тормозные колодки *6* и *10* (рис. 181), каждая из которых установлена на соответствующем опорном пальце *5* и *14*. Колодки стягиваются пружинами *9* и *12*, прижимающими их к регулировочным эксцентрикам *7*. Концы колодок соприкасаются с поршнями *8* колесных цилиндров. Колесные цилиндры *1* и *13* параллельно соединены между собой трубопроводом.

Конструкция сервотормоза приведена на рис. 182. Опорный диск тормоза укреплен на коробке передач; на нем установлены колодки *2* и *4*, разжимной

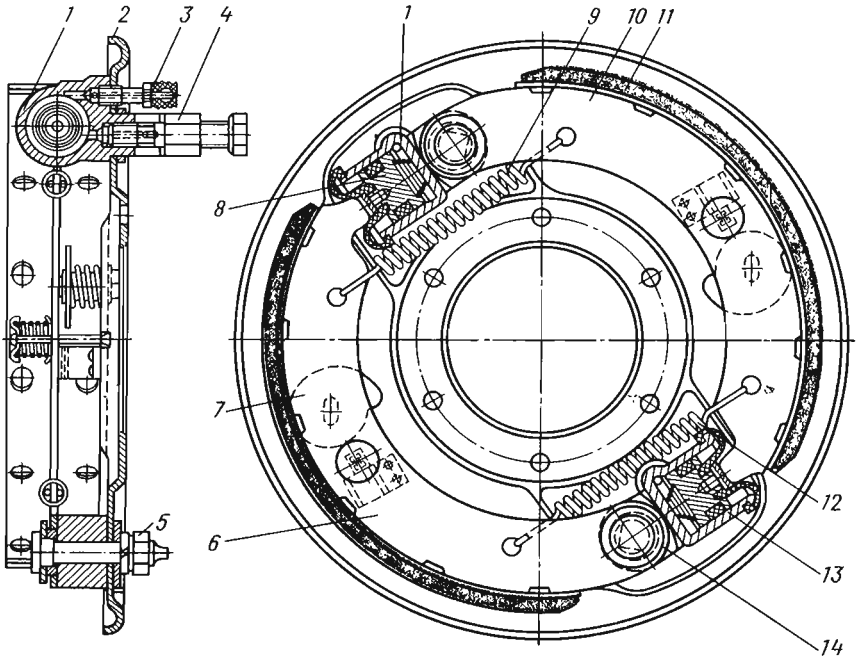


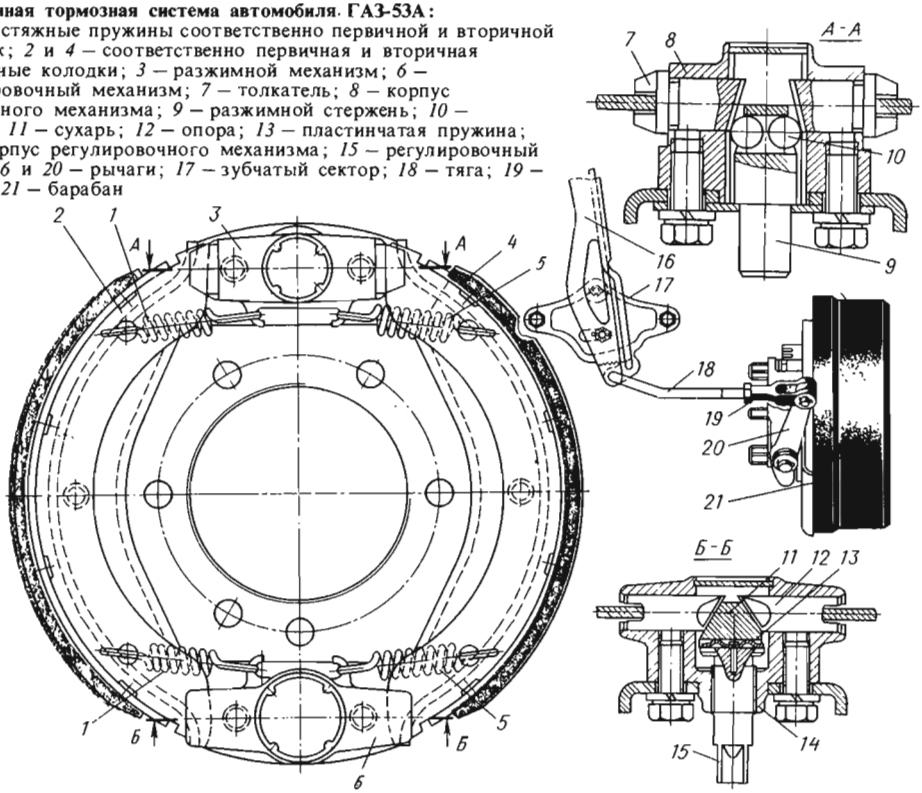
Рис. 181
Тормоз переднего колеса автомобиля УАЗ-452:
1 и *13* — колесные цилиндры; *2* — опорный диск; *3* — перепускной клапан; *4* — штуцер, *5* и *14* — опорные пальцы; *6* и *10* — колодки; *7* — регулировочный эксцентрик; *8* — поршень; *9* и *12* — стяжные пружины; *11* — фрикционная накладка колодки

3 и регулировочный *6* механизмы. Верхние концы колодок прижаты стяжными пружинами *1* и *5* к толкателям *7* разжимного механизма, а нижние — к опорам *12* регулировочного механизма. Усилие стяжных пружин *1* колодки *2* меньше, чем усилие пружин *5* колодки *4*. Сухарь *11* регулировочного механизма может перемещаться вместе с опорами *12* колодок на 3 мм относительно винта *15*. В расторможенном положении сухарь прижат к корпусу *14* сильными пружинами *5* и указанный зазор устанавливается со стороны колодки *2*.

При нажатии на рычаг *16* усилие от него через тягу *18* передается на рычаг *20*. Положение рычага *16* в заторможенном состоянии фиксируется защелкой на зубчатом секторе *17*. Короткое плечо рычага *20* давит при этом на разжимной стержень *9*, который, вдвигаясь в корпус *8*, разводит шариками *10* толкатели *7* обеих колодок. Первой к барабану прижимается колодка *2*, имеющая более слабые стяжные пружины. Если торможение происходит при движении автомобиля вперед, то колодка *2* захватывается барабаном и ее нижний конец перемещает колодку *4* до ее соприкосновения с барабаном (перемещение колодки, которое не превышает 3 мм, происходит против хода часовой стрелки). Обе колодки работают как первичные, причем приводной силой для колодки *4* является сила трения, передаваемая от колодки *2*. Так как тормозной момент трансмиссионного стояночного тормоза увеличивается главной передачей заднего моста, то его размеры меньше, чем размеры колесных тормозов автомобиля.

Тормоз с равными перемещениями колодок изображен на рис. 183. Выполненные из чугуна колодки *1* опираются на оси *10* с эксцентричными шейками. Оси установлены и зафиксированы гайками в кронштейнах, приклепанных к опорному диску. При монтаже тормоза ось поворачивают и тем самым смещают конец колодки относительно барабана. Стяжной пружиной *2* колодки

Рис. 182
Стояночная тормозная система автомобиля ГАЗ-53А:
1 и *5* — стяжные пружины соответственно первичной и вторичной колодок; *2* и *4* — соответственно первичная и вторичная тормозные колодки; *3* — разжимной механизм; *6* — регулировочный механизм; *7* — толкатель; *8* — корпус разжимного механизма; *9* — разжимной стержень; *10* — шарик; *11* — сухарь; *12* — опора; *13* — пластинчатая пружина; *14* — корпус регулировочного механизма; *15* — регулировочный винт; *16* и *20* — рычаги; *17* — зубчатый сектор; *18* — тяга; *19* — вилка; *21* — барабан



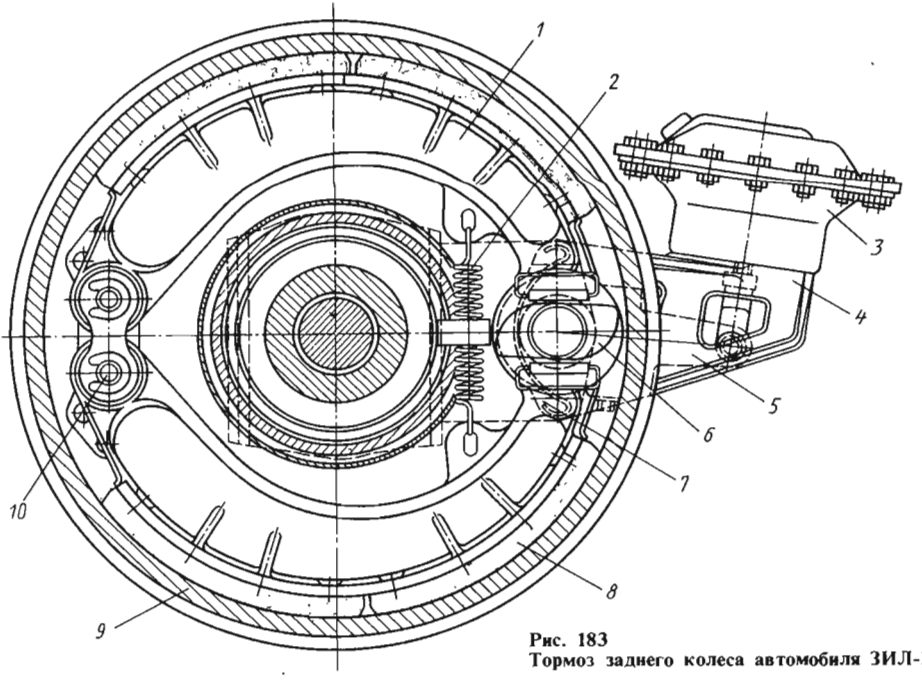


Рис. 183
Тормоз заднего колеса автомобиля ЗИЛ-130

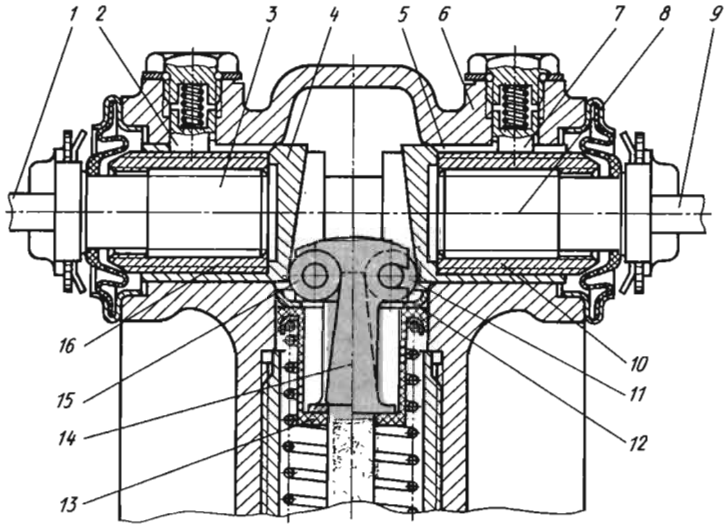


Рис. 184
Клиновое разжимное устройство тормоза автомобиля КАЗ-4540 «Колхида»

прижимаются к разжимному кулаку *6*. К ободьям колодок приклепаны по две фрикционные накладки *8*. Тормозной барабан *9* отлит из чугуна и приклепан к ступице колеса шпильками. Разжимной кулак изготовлен как одно целое с валом и установлен в кронштейне *7*. На шлицах конца вала закреплен рычаг *5*. В рычаге размещена червячная передача, служащая для регулирования зазора в тормозном механизме.

В расторможенном состоянии между колодками и барабаном имеется зазор. При торможении давление воздуха воспринимается мембраной тормозной камеры *3*, установленной на кронштейне *4*, и ее шток поворачивает за рычаг *5* вал с разжимным кулаком *6*. Колодки прижимаются к барабану, создавая торможение колеса. Профиль разжимного кулака выполнен так, что концы колодок перемещаются на одинаковые расстояния. Этим достигается уравновешенность тормозного механизма, одинаковые тормозной момент и износ его колодок.

На автомобилях КАЗ-4540 применены тормозные механизмы с клиновым разжимным устройством и автоматической регулировкой зазора (рис. 184). На опорном диске заднего моста закреплен суппорт *6*, в цилиндрические отверстия которого вставлены два толкателя *4* и *5*. Внутри каждого толкателя размещены регулировочные втулки *10* и *16*. На наружной поверхности каждой регулировочной втулки нанесена спиральная нарезка с треугольным профилем зубьев, а на внутренней поверхности нарезана резьба, в которую ввернут регулировочный винт. При первоначальной регулировке тормозных механизмов поворотом регулировочных винтов *3* и *8* устанавливают зазор между тормозным барабаном и колодками, величина которого затем поддерживается автоматически. К регулировочным втулкам прижаты храповики *2* и *7*, которые имеют зубья, находящиеся в зацеплении с наружными зубьями регулировочных втулок.

Разжимное устройство состоит из клина *14*, двух роликов *11* и *15*, оси которых размещены в сепараторе, упорной шайбы *12* и грязезащитного колпака *13*. При торможении на клин передается сила от тормозной камеры, вследствие чего он перемещается в осевом направлении и через ролики раздвигает толкатели *4* и *5*. Перемещающиеся при этом регулировочные втулки *10* и *16*, винты *3* и *8* прижимают колодки

1 и *9* к барабану, а храповики *2* и *7* перескакивают через зубья регулировочных втулок. Когда происходит растормаживание и толкатели со связанными с ними деталями двигаются в обратном направлении, регулировочные втулки поворачиваются под действием усилия, возникающего в зацеплении между зубьями храповиков и втулок, в результате чего винты *3* и *8* вывертываются. Между колодками и барабаном устанавливаются необходимые зазоры. При увеличении зазора между колодками и барабаном зубья храповика попадают в зацепление с другой парой зубьев регулировочной втулки, что автоматически восстанавливает зазор в тормозном механизме.

Тормозные барабаны колесных и трансмиссионных тормозов обычно отливают из серого чугуна. У некоторых тормозов диск барабана отштампован из листовой стали и соединен с чугунным барабаном при отливке в неразъемную конструкцию. Тормозные барабаны автомобилей семейства ВАЗ выполняют из алюминиевого сплава с залитым внутрь чугунным кольцом. На барабанах иногда делают ребра, увеличивающие жесткость конструкции и улучшающие отвод теплоты. Колодки барабанных тормозов для жесткости в сечении имеют тавровую форму. Иногда колодка опирается свободно нижним концом на площадку и не фиксируется. Такая колодка самоустанавливается относительно барабана при торможении. Фрикционные накладки изготовляют из материалов, обладающих большим коэффициентом трения (до 0,4), большой теплостойкостью и хорошей сопротивляемостью изнашиванию. Накладки формуют в горячем состоянии в основном из волокнистого асбеста в смеси с органическими связывающими веществами (смолами, каучуком, маслами).

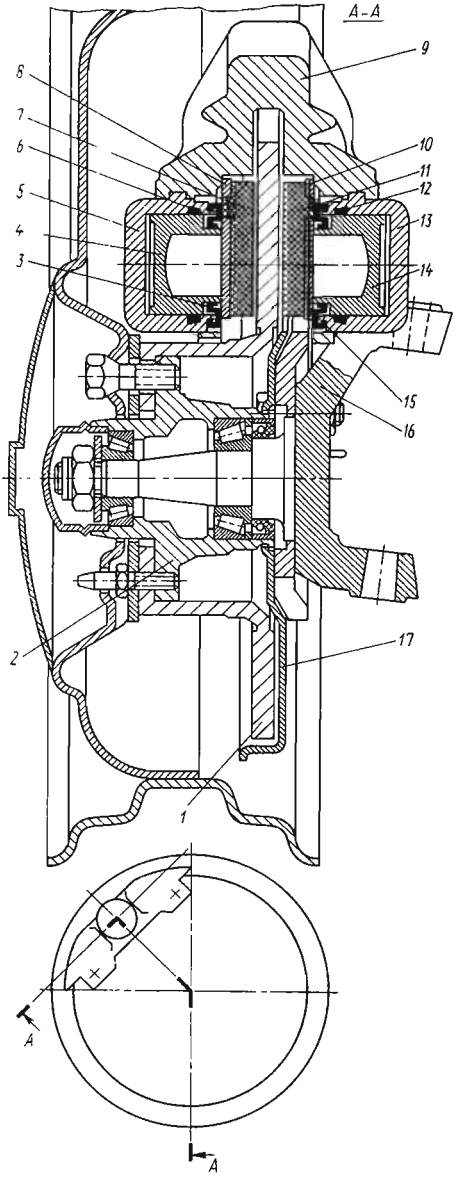


Рис. 185
Тормоз переднего колеса автомобиля ВАЗ-2101 «Жигули»

Дисковые тормоза получают все большее распространение в рабочих тормозных системах. Чугунный диск *1* (рис. 185) точно установлен на ступице *2*. С задней по ходу автомобиля стороны диск охватывается чугунным суппортом *9*, укрепленным на кронштейне поворотной цапфы 16. В пазах суппорта установлены отлитые из алюминиевого сплава цилиндры *5* и *13*. В обработанных с высокой точностью отверстиях обоих цилиндров размещены поршни *4* и *14*. Тыльные части цилиндров

соединены между собой трубкой, а цилиндр *13* – с главным тормозным цилиндром.

Поршни обоих цилиндров соприкасаются с тормозными колодками *8* и *10*, надетыми своими отверстиями на специальные направляющие пальцы суппорта. К колодкам приклеены фрикционные накладки *7* и *11*. На внутренней поверхности каждого цилиндра проточены канавки, в которых установлены резиновые уплотнительные кольца *6* и *12*. Эти кольца не только предотвращают утечку тормозной жидкости из цилиндров, но и обеспечивают за счет упругости после торможения отвод поршней от колодок, поддерживая в необходимых пределах (0,05—0,08 мм) зазор между диском и колодками. Цилиндры закрыты резиновыми пылезащитными чехлами *3* и *15*. С внутренней стороны тормоз закрыт кожухом *17*.

Гидравлический тормоз-замедлитель автомобиля БелАЗ-540 объединен с гидромеханической коробкой передач (см. рис. 108). Корпус *6* тормоза крепится на картере коробки передач. В корпусе на конце ведущего вала *3* коробки передач установлен ротор *7* с двусторонними криволинейными лопатками. Такие же лопатки выполнены внутри корпуса и его крышки.

Для приведения в действие тормоза в его корпус подается насосом масло, которое создает сопротивление вращению ротора, что обеспечивает получение тормозного момента. Тормозной момент, передаваемый к ведущим колесам, зависит от включенной передачи в коробке: чем ниже передача, тем больше тормозной момент и тем интенсивнее торможение автомобиля. Нагреваемое в корпусе тормоза-замедлителя масло подается для охлаждения в радиатор. Для выключения тормоза масло удаляют из его корпуса.

Тормоз-замедлитель включают на длительных спусках, чем обеспечивают невысокую постоянную скорость движения автомобиля, не применяя для этой цели рабочей тормозной системы. Тормоз-замедлитель не может снизить скорость автомобиля до нуля.

Тормоза-замедлители выполняют также механическими и электрическими. Следует иметь в виду, что в качестве тормоза-замедлителя на каждом автомобиле можно использовать двигатель, работающий на режиме холостого хода. Тормозной момент, создаваемый в этом случае двигателем, увеличивается при включении низших передач в коробке. Для повышения эффективности использования поршневых двигателей в качестве тормозов-замедлителей их оборудуют устройствами, выключающими подачу топлива, и заслонками в выпускных трубопроводах КамАЗ-5320 и др., создающими противодавление на выпуске и этим увеличивающими тормозной момент.

Регулирование тормозных механизмов колес. Тормозные механизмы регулируют для поддержания необходимого зазора между барабаном и колодками. В эксплуатации этот зазор изменяется в основном вследствие изнашивания фрикционных накладок. При возрастании зазора увеличивается время срабатывания тормозных систем и снижается их эффективность.

Регулировка тормозов колес может быть частичная и полная. Частичную регулировку проводят только для восстановления зазоров между колодками и барабаном. Полную регулировку выполняют для обеспечения полного прилегания фрикционных накладок к барабану при торможении, что достигается при концентричности их поверхностей. Такую регулировку осуществляют, например, после разборки тормозов. Обе регулировки проводят на холодных механизмах после проверки правильности установки подшипников ступиц колес.

При частичной регулировке у тормозов с регулировочными эксцентриками (см. рис. 180) вывешивают колесо и поворотом эксцентрика поочередно прижимают каждую колодку к вращаемому от руки барабану до момента затормаживания колес. После этого отпускают колодку, пока колесо не растормозится и не начнет вращаться свободно. У тормозов (см. рис. 183) зазор восстанавливают с помощью червячной пары рыча-

га, ориентируясь по ходу штока тормозной камеры. При частичной регулировке запрещается восстанавливать зазоры в тормозах изменением положения эксцентричных осей опор.

При полной регулировке тормозов поворачивают эксцентричные оси опор колодок до тех пор, пока не будет достигнуто наибольшее сближение меток на торцах осей (см. рис. 180). Затем нажимают на педаль, приводя тормоза в действие, и поворачивают каждую ось колодки до момента соприкосновения ее с барабаном. Фиксируют оси колодок в таком положении. Затягивают регулировочные эксцентрики. После этого отпускают педаль и поворачивают регулировочные эксцентрики в обратном направлении, обеспечивая свободное вращение колес.

Для упрощения технического обслуживания в некоторых тормозных механизмах применяется автоматическая регулировка зазора между накладкой колодки и вращающейся деталью (ВАЗ-2103 «Жигули», ЗАЗ-968 «Запорожец» и др.).

Регулировка стояночной тормозной системы. Стояночный тормоз регулируют для установления минимальных зазоров между колодками и барабаном, а также определенного перемещения рычага управления.

Для регулирования вывешивают одно из ведущих колес автомобиля и ставят рычаг *16* (см. рис. 182) в крайнее переднее положение. Заворачивают регулировочный винт *15* так, чтобы тормозной барабан *21* не поворачивался от усилия руки. Затем отвертывают регулировочный винт до свободного вращения барабана. Производят торможение рычагом, при этом он не должен перемещаться более чем на половину сектора. При большем перемещении рычага изменяют длину тяги *18* вилкой *19*.

§ 36. Механический и гидравлический тормозные приводы

Механический привод. Тормозной привод служит для передачи силы, создаваемой водителем на педали или рычаге, к тормозным механизмам или для управления посторонним источником энергии, приводящим в действие тормозные механизмы.

Тормозной привод должен обеспечивать легкое, быстрое и одновременное приведение в действие тормозных механизмов, а также необходимое распределение приводных усилий между тормозами. Он должен обеспечивать также пропорциональность между силой на педали и силами, приводящими в работу тормоза, обладать высоким КПД, быть несложным по конструкции и надежным в эксплуатации.

Тормозные приводы бывают механическими, гидравлическими, пневматическими, электрическими, а также комбинированными (пневмогидравлическими, пневмоэлектрическими и др.).

Механический привод представляет собой систему рычагов, тяг, валиков, тросов, через которые усилие от педали или рычага управления передается к тормозным механизмам. На рис. 186 показан механический привод стояночной тормозной системы автомобиля ГАЗ-24 «Волга».

Рукоятка *1*, установленная в кузове автомобиля перед водителем, рейкой *2*, тросом *4*, рычагом *6* и тягой *5* соединена с уравнителем *7*, выполненным в виде равноплечего рычага. К концам уравнителя прикреплены тросы *8* и *9*, воздействующие через приводные рычаги *13* на колодки правого *11* и левого *12* задних тормозов рабочей тормозной системы. Для удержания автомобиля на стоянке рукоятку *1* вытягивают на себя. При этом усилие от нее через привод передается на приводные рычаги *13*, которые прижимают колодки обоих тормозных механизмов к барабанам. Защелка, входящая в зубья рейки *2*, позволяет фиксировать тормоза в затянутом состоянии. Уравнитель *7* служит для того, чтобы к обоим тормозам подавались одинаковые приводные усилия и их колодки прижимались к барабанам с одной и той же силой. Система роликов *3* и *10* направляет движение тросов.

Механические приводы, предназна-

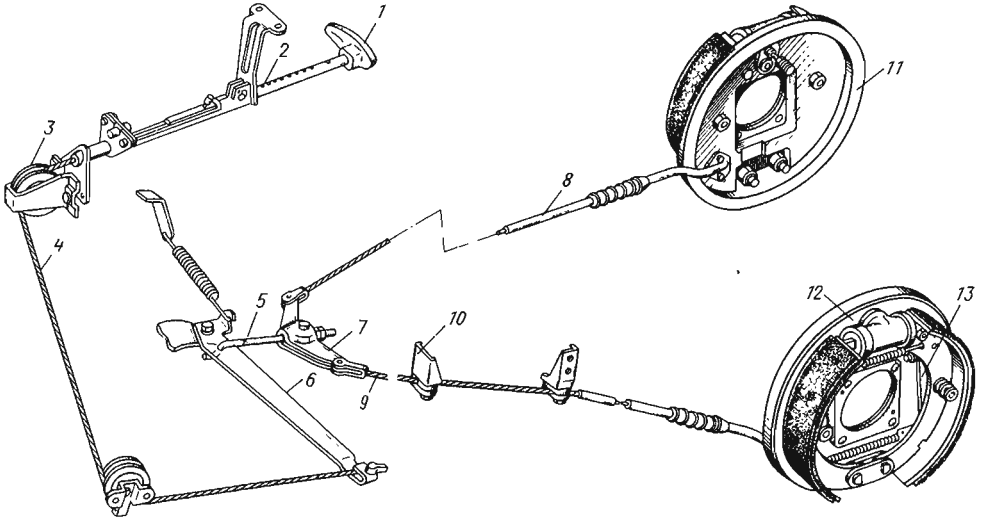


Рис. 186
Стояночная тормозная система автомобиля ГАЗ-24 «Волга»

ченные для управления работой нескольких тормозных механизмов, не обеспечивают в эксплуатации одновременного начала работы тормозов и необходимого распределения приводных сил между ними. Большое число шарнирных соединений и опор в приводе приводит к значительным потерям на трение. Этими потерями объясняется низкий КПД механического привода. Перечисленные недостатки определяют невозможность применения механического привода в рабочих тормозных системах колесных машин. Однако вследствие неограниченного времени действия при удержании колесных машин на стоянке он широко применяется в стояночных тормозных системах.

Схема и принцип действия гидравлического привода. Гидравлические тормозные приводы автомобилей являются гидростатическими, т. е. такими, в которых передача энергии осуществляется давлением жидкости. Принцип действия гидростатического привода основан на свойстве несжимаемой жидкости, находящейся в покое, передавать создаваемое в любой точке давление одинаково всем точкам замкнутого объема жидкости.

Принципиальная схема гидропривода показана на рис. 177. Привод состоит из главного тормозного цилиндра *4*, поршень которого связан с тормозной педалью *3*, колесных цилиндров *12* и *14*, тормозов *13* и *15* передних и задних колес, а также трубопроводов, соединяющих все цилиндры. Трубопроводы и внутренние полости главного тормозного и всех колесных цилиндров заполнены жидкостью (гидровакуумный усилитель *10*, включенный в привод, на принцип его действия не влияет).

При нажатии на педаль *3* поршень *5* главного тормозного цилиндра вытесняет жидкость в трубопроводы и колесные цилиндры. В колесных цилиндрах жидкость заставляет переместиться каждый поршень, вследствие чего колодки тормозных механизмов прижимаются к барабанам. Когда зазоры между колодками и барабанами будут выбраны, вытеснение жидкости из главного тормозного цилиндра в колесные станет невозможным. При дальнейшем увеличении силы на педали создается значительное давление жидкости и начинается одновременное торможение всех колес. Чем большая сила приложена к педали, тем выше давление поршня главного тормозного цилиндра на жидкость и тем большая сила передается от

каждого поршня колесного цилиндра на колодку тормозного механизма. Таким образом, одновременное начало работы всех тормозов и постоянная зависимость между силой на тормозной педали и приводными силами тормозов обеспечиваются самим принципом работы гидропривода.

При снятии силы с тормозной педали она под действием пружины перемещается в исходное положение. В исходное положение пружиной *6* возвращается также поршень главного тормозного цилиндра, стяжные пружины отводят колодки от барабанов тормозных механизмов, и жидкость из колесных цилиндров по трубопроводам вытесняется в главный тормозной цилиндр.

Принцип действия гидравлического привода показывает, что его достоинствами являются возможность получения желаемого распределения тормозных усилий между мостами, колесами и колодками за счет размеров поршней колесных цилиндров; незначительное время срабатывания вследствие несжимаемости жидкости и большой жесткости трубопроводов; высокий КПД, так как потери энергии связаны в основном с перемещением маловязкой жидкости из одного объема в другой; небольшие масса и размеры, а также удобство компоновки аппаратов привода.

Недостатками гидропривода являются невозможность длительного торможения, так как значительное давление жидкости (до 10—12 МПа) в течение длительного времени уменьшается из-за негерметичности уплотнений; выход из строя всей тормозной системы при местных повреждениях (например, повреждении любого трубопровода); значительное снижение КПД при низких температурах (ниже —30 °С).

Для повышения надежности работы тормозной системы гидроприводы выполняют двухконтурными. Тормозная система автомобиля ВАЗ-2103 «Жигули» с двухконтурным тормозным приводом состоит из дисковых передних тормозов *1* и *2* (рис. 187), колодочных задних тормозов *9* и *10* барабанного типа, сдвоенного (тандемного) главного тормозного цилиндра *4*, вакуумного усилителя *5*, регулятора тормозных сил *8*, включенного в контур *7* задних тормозов, и контура *3* передних тормозов. Система приводится в работу педалью 6. При повреждении одного из контуров тормозная жидкость вытекает из него. Другой исправный контур в этом случае обеспечивает остановку автомобиля.

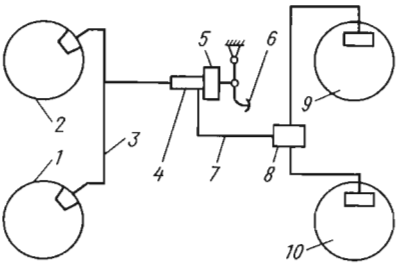


Рис. 187
Схема рабочей тормозной системы автомобиля ВАЗ-2103 «Жигули»

Конструкция гидравлического привода. *Главный тормозной цилиндр* гидропривода автомобиля ГАЗ-53А показан на рис. 188, *а*. Корпус *5* главного тормозного цилиндра имеет две полости, соединенные двумя отверстиями. Перепускное отверстие *2* значительно больше компенсационного отверстия *3*. Верхняя полость *4*, представляющая собой резервуар для жидкости, закрыта крышкой *8*. В крышке выполнено отверстие, служащее для заполнения привода жидкостью. Отверстие закрыто резьбовой пробкой *6*. Полость *4* сообщается с атмосферой через отверстия *7* пробки. В нижней части корпуса имеется цилиндр *13*, в котором помещен поршень *17*. В днище поршня упирается шаровая головка толкателя *1*, связанного с тормозной педалью и закрытого чехлом *20*. Направляющий фланец поршня имеет резиновое уплотнительное кольцо *18*. Для удержания поршня в цилиндре служит упорная шайба *19*. В головке поршня сделано шесть отверстий *16*, перекрываемых кольцеобразным клапаном *15*, к которому прижата резиновая манжета *14*. На ее наружной поверхности,

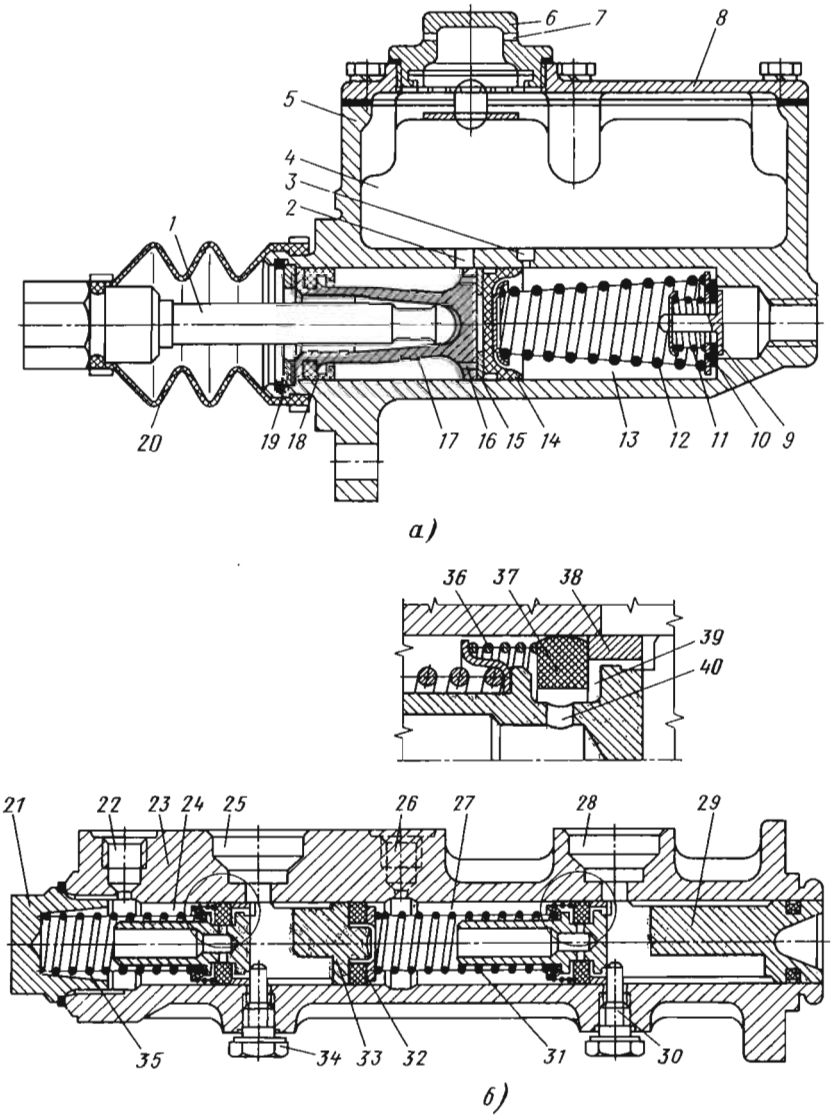


Рис. 188
Главный тормозной цилиндр:
а – ГАЗ-53А; *б* – ВАЗ-2101 «Жигули»

соприкасающейся с цилиндром, имеются продольные канавки. В торце цилиндра установлен резиновый обратный клапан *10*, находящийся под воздействием возвратной пружины *12*. Центральное отверстие клапана *10* перекрыто перепускным клапаном *9*, прижимаемым к седлу пружиной *11*.

При торможении толкатель перемещает поршень, сжимая пружину *12*. В начальный момент движения поршня край его манжеты закрывает компенсационное отверстие, изолируя полость цилиндра от резервуара. Жидкость, преодолевая сопротивление пружины *11* перепускного клапана, вытесняется из цилиндра в трубопроводы и колесные цилиндры, приводя в действие тормозные механизмы.

При растормаживании жидкость из колесных цилиндров вытесняется

в главный тормозной цилиндр через обратный клапан *10*. Возвратная пружина закрывает клапан при остаточном давлении жидкости в рабочих цилиндрах и трубопроводах, равном примерно 0,1 МПа. Под действием этого давления манжеты поршней плотно прилегают к стенкам колесных цилиндров и воздух не попадает в привод.

При резком отпускании тормозной педали пружина *12* быстро возвращает в исходное положение поршень главного тормозного цилиндра. Так как трубопроводы и обратный клапан оказывают сопротивление движущейся жидкости, она не успевает заполнить цилиндр в соответствии с перемещением поршня. В цилиндре возникает разрежение, под действием которого жидкость из резервуара перетекает через перепускное отверстие *2* в пространство за головкой поршня, откуда через отверстия *16*, отжимая края манжеты, поступает в цилиндр. Этим предотвращается попадание воздуха в цилиндр. Поступающая затем из трубопроводов и колесных цилиндров жидкость вытесняет избыточную жидкость из цилиндра в резервуар через компенсационное отверстие.

Поступление жидкости в цилиндр через перепускное отверстие при резком отпускании педали позволяет несколькими быстрыми нажатиями на педаль вытеснять в колесные цилиндры больше жидкости, чем это возможно за одно перемещение поршня. Такая необходимость возникает при попадании в привод воздуха или при большом увеличении зазоров в тормозных механизмах.

Для того чтобы система полностью растормаживалась, манжета поршня должна открыть компенсационное отверстие. Для этого в исходном положении поршня между его днищем и толкателем должен быть зазор, периодически регулируемый.

Перепускной и обратный клапаны главного тормозного цилиндра поддерживают постоянный объем жидкости в трубопроводах и колесных цилиндрах независимо от температуры. При тепловом расширении избыточное количество жидкости перетекает через обратный клапан и компенсационное отверстие в резервуар. При уменьшении объема жидкости вследствие охлаждения или утечки недостающее количество жидкости компенсируется поступлением ее через перепускной клапан.

Главный тормозной цилиндр тандемного типа имеет чугунный корпус *23* (рис. 188, *б*), в котором помещены два поршня. Поршень *33*, приводящий в действие контур задних колес, по устройству незначительно отличается от поршня *29* привода контура передних тормозов. В поршень *29* упирается шток тормозной педали. Поршни образуют в цилиндре две камеры *24* и *27*, которые через отверстия *22* и *26* соединены трубопроводами с задними и передними колесными цилиндрами. Над двумя другими отверстиями *25* и *28* камер расположено по одному резервуару с тормозной жидкостью.

Когда педаль тормоза отпущена, пружина *35* перемещает поршень *13* в крайнее правое (исходное) положение. При этом поршень *33* упирается в ограничитель *34*, а поршень *29* под действием пружины *31* — в ограничитель *30*. Камеры отделяются одна от другой манжетой *32*, надетой на поршень *33*.

В кольцевые канавки каждого поршня вставлены резиновое уплотнительное кольцо *37* и упорная втулка *38*. В исходном положении пружина *36* прижимает уплотнительное кольцо к упорной втулке, вследствие чего образуются щели *39*. Через них и отверстия *40* камеры сообщаются с бачками, и в обоих контурах жидкость не испытывает избыточного давления.

При нажатии на педаль тормоза поршень *29* перемещается, кольцевая щель *39* устраняется, и буртик поршня прижимается к уплотнительному кольцу *37*. После этого наступает рабочий ход: жидкость вытесняется в колесные цилиндры, и в контуре передних тормозов создается необходимое для торможения давление жидкости. Практически одновременно с поршнем *29* перемещается поршень *33*, увеличивая давление жидкости в контуре привода задних колес.

Давление жидкости, возникающее в камере *27*, передается через поршень *33* жидкости, находящейся в камере *24*. Поэтому при исправном состоянии обоих контуров давление жидкости в них одинаково.

Если в результате повреждения привода произойдет утечка жидкости из контура передних тормозов, то при нажатии на тормозную педаль поршень *29* упрется в поршень *33*. В камере *24* будет создано давление жидкости, которое приведет в действие тормоза задних колес. В случае утечки жидкости из контура задних тормозов при нажатии на тормозную педаль поршень *33* упирается в пробку *21*, в результате чего можно будет создать избыточное давление жидкости в камере *27* и соответственно в контуре передних тормозов.

На некоторых автомобилях, например ВАЗ-2108 «Жигули», применяют диагональную двухконтурную систему привода. В таких приводах один контур связывает передний левый и задний правый тормозные механизмы, а другой — передний правый и задний левый. В этом случае при выходе из строя одного из контуров эффективность торможения снижается только на 50 %.

Колесный цилиндр укреплен на опорном диске тормозного механизма. В его корпусе *2* (рис. 189) установлены два поршня *6* и *10*, воздействующие через толкатели *1* и *5* на колодки тормоза. Поршни уплотнены манжетами *4* круглого сечения. В корпусе выполнены отверстия; в нижнее отверстие *8* ввернут штуцер трубопровода, в верхнее отверстие *3* — перепускной клапан, предназначенный для удаления воздуха из привода при его заполнении жидкостью. На поршни надеты разрезные кольца *7* и *9*, вставленные в цилиндр со значительным натягом. Каждый поршень имеет осевое перемещение относительно кольца в пределах зазора, ограниченного буртиком на внутреннем конце поршня.

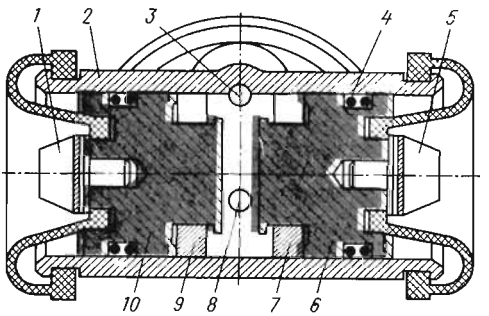


Рис. 189
Колесный тормозной цилиндр автомобиля ГАЗ-24 «Волга»

При торможении давление жидкости перемещает каждый поршень вместе с кольцом. При растормаживании стяжные пружины тормоза не могут передвинуть кольца в обратном направлении, преодолев их натяг в цилиндре. Поэтому между колодками и барабаном автоматически устанавливается зазор, соответствующий зазору между кольцом и буртом поршня.

Усилители гидроприводов в качестве постороннего источника энергии позволяют использовать энергию сжатого воздуха (пневмоусилители), или разрежение во впускном трубопроводе двигателя (вакуумные усилители), или энергию давления жидкости, создаваемого насосом высокого давления (гидроусилители). Усилители значительно облегчают управление тормозами. Неработающий усилитель не препятствует торможению автомобиля.

Гидровакуумный усилитель гидропривода автомобиля ГАЗ-53А состоит из вакуумной камеры, гидроцилиндра и мембранного следящего механизма прямого действия, смонтированных как одно целое.

В корпусе вакуумной камеры *1* (рис. 190) имеется мембрана *2*, на тарель *3* которой опирается возвратная коническая пружина *5*. В центральное отверстие тарели вставлен конец толкателя *4* поршня. Полость *А* вакуумной камеры шлангом соединена с полостью *Г* корпуса следящего механизма. Полость *Б* вакуумной камеры через обратный клапан *2* (см. рис. 177) соединена с впускным трубопроводом двигателя.

В цилиндре *19* (рис. 190) гидровакуумного усилителя помещен уплотнительный корпус *20*, выполняющий так-

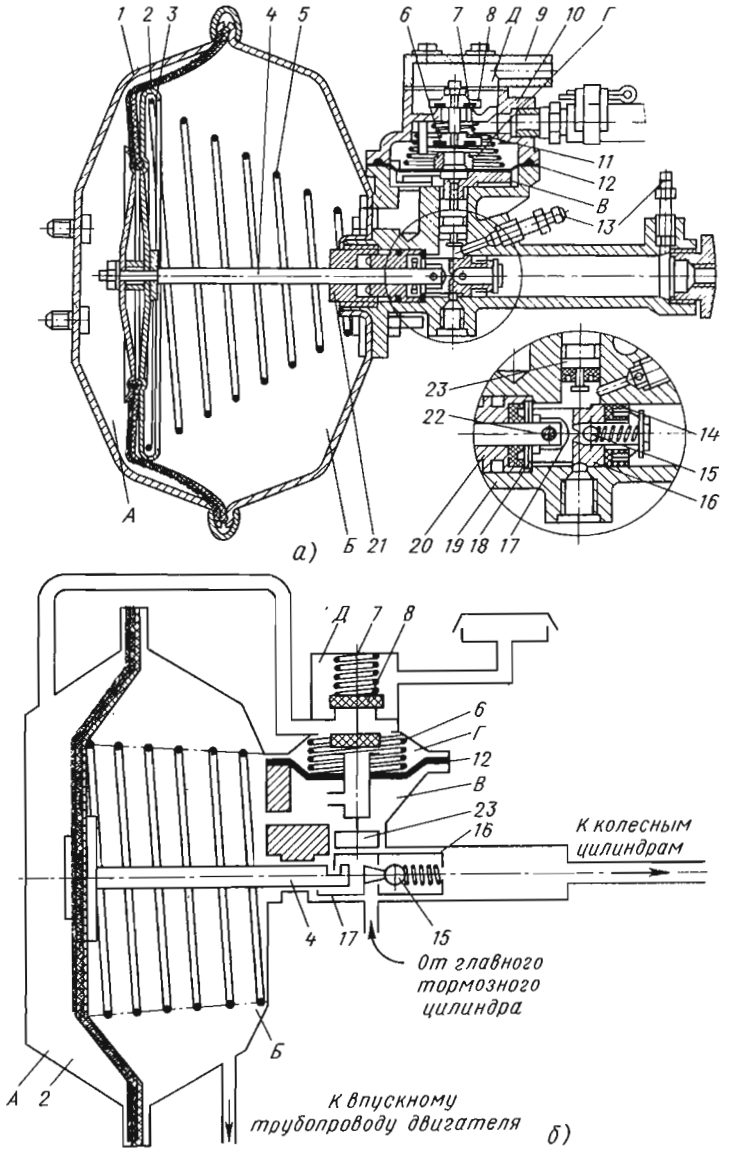


Рис. 190
Гидровакуумный усилитель автомобиля ГАЗ-53А:
а – продольный разрез; *б* – схема; *1* – вакуумная камера; *2* – мембрана; *3* – тарель; *4* – толкатель поршня; *5* и *11* – пружины мембраны; *6* – вакуумный клапан; *7* – пружина клапанов; *8* – атмосферный клапан; *9* – крышка; *10* – корпус следящего механизма; *12* – мембрана следящего механизма; *13* – перепускные клапаны; *14* – манжета; *15* – шариковый клапан; *16* – поршень; *17* – толкатель клапана; *18* – упорная шайба; *19* – цилиндр; *20* – уплотнительный корпус; *21* – гайка; *22* – штифт; *23* – плунжер; *А – Д* – полости

же роль направляющей толкателя *4* поршня. Между уплотнительным корпусом и торцом цилиндра установлена упорная шайба *18*, ограничивающая перемещение толкателя *17* и поршня *16* под действием возвратной пружины *5*. Толкатель *4* поршня соединен с поршнем *16* штифтом *22*. В поршне смонтирован шариковый клапан *15*. В цилиндре поршень уплотнен манжетой *14*. В поршне выполнен паз, в котором помещен толкатель *17* клапана, представляющий собой плоскую скобу с шипом, которая может перемещаться в пазу поршня. В цилиндр ввернуты два перепускных клапана *13*, предназначенных для выпуска воздуха при заполнении цилиндра и привода жидкостью.

Между фланцем цилиндра *19* и корпусом *10* следящего механизма зажаты наружные края резиновой мембраны *12*. В центральное отверстие ее вставлено седло вакуумного клапана. Это седло выполнено как одно целое с плунжером *23*, фланец которого соприкасается с мембраной. Пружина *11* отжимает мембрану и плунжер в нижнее положение. Плунжер вставлен в отверстие цилиндра *19* усилителя. Плоские резиновые клапаны – вакуумный *6* и атмосферный *8* – соединены стержнем и отжимаются вниз пружиной *7*. Когда атмосферный клапан прижат к своему седлу, то он разобщает полости *Г* и *Д* следящего механизма. Полость *Д* через воздушный фильтр соединена с атмосферой.

При отпущенной педали тормоза мембрана *2* вакуумной камеры, толкатель *4* поршня и поршень *16* под действием возвратной пружины *5* находится в крайнем левом (исходном) положении. Толкатель *17* клапана упирается в шайбу *18*, и его шип держит шариковый клапан *15* открытым. При этом мембрана *12* следящего механизма и плунжер *23* пружиной *11* отжаты вниз, вакуумный клапан *6* открыт, атмосферный клапан *8* закрыт. В полостях *В* и *Г* следящего механизма создается одинаковое разрежение. Поэтому давление, воспринимаемое мембраной *2*, с обеих сторон одинаково.

Когда педаль тормоза нажата, жидкость из главного тормозного цилиндра вытесняется в трубопроводы привода через открытый шариковый клапан гидровакуумного усилителя и попадает в колесные тормозные цилиндры, поршни которых перемещают колодки и прижимают их к тормозным барабанам. Увеличение усилия на педали тормоза вызывает повышение давления жидкости, под действием которого плунжер *23* и мембрана следящего механизма перемещаются вверх. При этом вакуумный клапан закрывается и полости *В* и *Г* разобщаются. Дальнейшее перемещение плунжера и мембраны вызывает открытие атмосферного клапана и поступление воздуха в полость *Г* и полость *А* вакуумной камеры. Давление в полости *А* начнет возрастать.

Под действием перепада давлений в полостях *А* и *Б* камеры перемещается толкатель поршня и сам поршень. При этом толкатель *17* шарикового клапана под действием пружины не перемещается и шариковый клапан закрывается. После закрытия шарикового клапана поршнем *16* на жидкость будет передаваться дополнительное давление, воспринимаемое поршнями колесных цилиндров.

По мере увеличения давления воздуха в полости *Г* следящего механизма его мембрана перемещается вниз до тех пор, пока атмосферный клапан не сядет на свое седло. В этот момент силы, действующие на мембрану следящего механизма сверху и снизу, уравниваются. Снизу на мембрану действует усилие от плунжера, зависящее от усилия на педали тормоза. Сверху мембраной воспринимается возросшее давление воздуха в полости *Г* следящего механизма, равное давлению в полости *А* вакуумной камеры. Следовательно, рассматриваемое равновесие сил отражает связь между усилием на педали тормоза и дополнительным давлением, оказываемым гидровакуумным усилителем на жидкость в тормозном приводе. Таким образом, определенной силе на педали тормоза соответствует определенное давление жидкости в колесных цилиндрах,

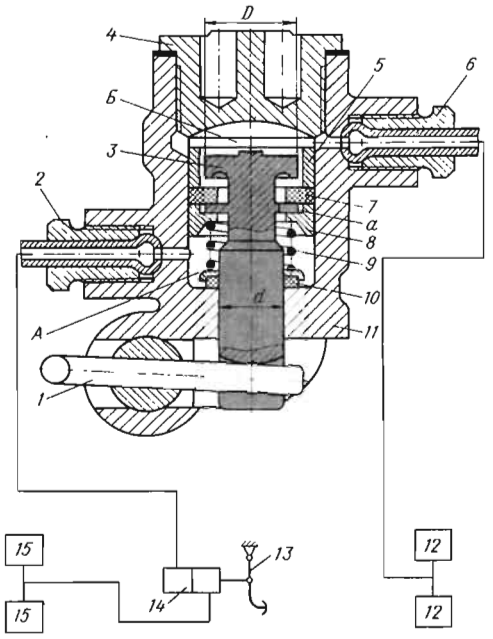


Рис. 191
Регулятор тормозных сил автомобиля ВАЗ-2101 «Жигули»

создаваемое как силой водителя, так и силой, передаваемой от вакуумной камеры усилителя.

При растормаживании давление жидкости, воспринимаемое плунжером, падает и равновесие сил, действующих на мембрану следящего механизма, нарушается. Мембрана прогибается вниз, открывая вакуумный клапан. Давление воздуха в полостях *Г* и *А* уменьшается, и разрежение с обеих сторон мембраны *2* камеры становится одинаковым. Мембрана вакуумной камеры, толкатель поршня и поршень под действием возвратной пружины перемещаются в исходное положение. Толкатель клапана упирается в шайбу *18* и открывает шариковый клапан. Жидкость из колесных цилиндров под действием возвратных пружин колодок тормозных механизмов вытесняется обратно в главный тормозной цилиндр.

Обратный клапан разъединяет гидровакуумный усилитель и впускной трубопровод при остановке двигателя. Вследствие этого в камере усилителя может поддерживаться разрежение, которое позволяет произвести одно-два эффективных торможения при неработающем двигателе.

Регулятор тормозных сил автомобиля служит для автоматического изменения давления жидкости в контуре задних тормозов в зависимости от прогиба рессор, чем ограничивается возрастание тормозных сил на задние колеса с целью предотвращения их юза.

Корпус *11* (рис. 191) регулятора жестко закреплен на кузове автомобиля. В корпусе находится поршень *3*. Шток поршня опирается на торсион *1* привода, соединенный с задним мостом автомобиля. В корпусе имеется втулка, между ней и цилиндрической головкой поршня образуется кольцеобразный зазор. К втулке прижат резиновый уплотнитель *7* головки поршня. Пружина *9*, надетая на шток поршня, одним концом упирается в тарелку *8*, а другим – в уплотнительное резиновое кольцо *10*. В заплечике поршня имеются отверстия *а* для прохода жидкости. Корпус регулятора закрыт пробкой *4*.

К полости *А* корпуса регулятора тормозных сил подключен трубопровод *2* от главного тормозного цилиндра *14* гидравлического тормозного привода автомобиля. Полость *Б* трубопроводом *6* сообщается с колесными цилиндрами, приводящими в работу тормозные механизмы задних колес.

При нажатии на педаль *13* жидкость из главного тормозного цилиндра поступает к колесным цилиндрам передних *15* и задних *12* тормозов автомобиля. В задние цилиндры она попадает через регулятор тормозных сил. В корпусе регулятора жидкость проходит через полость *А*, отверстия в заплечике штока и через зазор между втулкой *5* и головкой поршня поступает к тормозным цилиндрам задних колес. В начале торможения, когда давление на жидкость небольшое, она беспрепятственно перетекает через регулятор, приводя в действие тормоза задних колес. Возрастающее давление жидкости действует на поршень регулятора с двух сторон головки неодинаково: сверху да-

вление воспринимается всей головкой, площадью $\pi D^2/4$, а снизу — площадью $(\pi/4)(D^2 - d^2)$. Под воздействием разности сил поршень стремится перемещаться вниз. Этому перемещению препятствует упругая сила торсиона *1*. По мере перемещения поршня зазор между головкой поршня и уплотнителем *7* уменьшается. Когда головка прижмется к уплотнителю, полости *А* и *Б* регулятора будут разобщены одна от другой. Поэтому при дальнейшем возрастании давление в полости *А* вызовет меньшее возрастание давления в полости *Б*. Соотношение давлений в полостях *А* и *Б* будет зависеть от отношения активных площадей двух сторон головки поршня. Соответственно и давление в колесных цилиндрах передних тормозов будет увеличиваться интенсивнее, чем в колесных цилиндрах задних тормозов.

Чем меньше прогиб рессор, т. е. чем меньше вертикальные реакции на задних колесах, тем меньше сила, воспринимаемая штоком от торсиона, и тем при меньшем давлении жидкости разобщаются полости *А* и *Б* регулятора тормозных сил. Вследствие этого изменяются тормозные силы на задних колесах в зависимости от их нагрузки и замедления автомобиля.

Уменьшение возможности блокировки задних колес предотвращает занос автомобиля и повышает безопасность движения.

Заполнение гидропривода тормозной жидкостью. Для гидроприводов выпускаются специальные жидкости, называемые тормозными.

Тормозные жидкости разных марок нельзя смешивать между собой. Во избежание разрушения резиновых деталей тормозные жидкости, полученные из нефтепродуктов, допускается применять только в гидроприводах, в которых уплотнения и шланги выполнены из маслостойкой резины.

Заполнение гидропривода жидкостью или удаление из него воздуха производят в таком порядке. Резервуар главного тормозного цилиндра заполняют жидкостью до уровня на 10 мм ниже края горловины. На перепускной клапан колесного цилиндра, наиболее удаленный от главного тормозного цилиндра, надевают резиновый шланг длиной 350—400 мм, другой конец его погружают в стеклянный сосуд, в котором имеется 0,5 л тормозной жидкости. Отвертывают перепускной клапан. Резко нажимают на педаль тормоза и плавно отпускают ее, при этом воздух из привода выходит в сосуд с жидкостью. Эту операцию повторяют до тех пор, пока из шланга не перестанут выделяться пузырьки воздуха. Затем в такой же последовательности удаляют воздух из других трубопроводов через перепускные клапаны колесных цилиндров, менее удаленных от главного тормозного цилиндра; периодически доливают жидкость в главный тормозной цилиндр. После удаления воздуха в главный тормозной цилиндр доливают жидкость до нормального уровня (на 15—20 мм ниже края заливного отверстия).

Для обеспечения полного растормаживания системы необходимо, чтобы между днищем поршня *17* (см. рис. 188) и штоком *1* был зазор 1,5—2,5 мм, который проверяют по свободному ходу педали. Зазор регулируют ввертыванием или вывертыванием тяги штока.

§ 37. Пневматический и комбинированный тормозные приводы

Принцип действия пневматического привода. Простейший пневматический тормозной привод автомобиля (рис. 192, *а*) состоит из ресивера *1*, в который подается сжатый воздух из компрессора, крана *3*, приводимого в действие от педали *2*, и тормозного цилиндра *4*, шток *6* которого связан с разжимным кулаком тормоза *7*. При торможении пробка крана соединяет внутреннюю полость тормозного цилиндра с ресивером, и сжатый воздух, воздействующий на поршень *5*, приводит в работу тормозной механизм (рис. 192, *б*). Давление воздуха в тормозном цилиндре устанавливается такое же, как

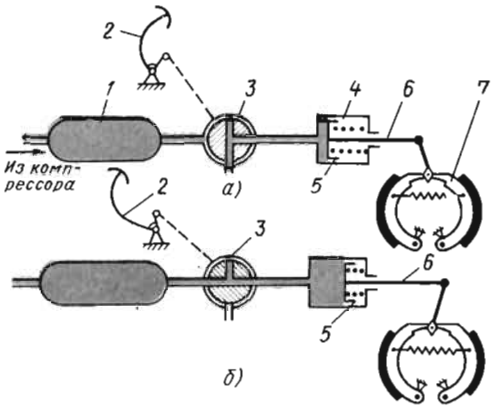


Рис. 192
Схема простейшего пневматического тормозного привода

в ресивере, предопределяя постоянную интенсивность торможения.

Для того чтобы давление воздуха в цилиндре *4* зависело от усилия на педали *2*, в тормозном приводе вместо крана *3* устанавливают автоматически действующий следящий механизм. Следящие механизмы, управляющие работой тормозов, бывают прямого и обратного действия. Следящие механизмы прямого действия изменяют давление воздуха прямо пропорционально силе на педали.

Следящий механизм прямого действия состоит из мембраны *2* (рис. 193, *а*), выпускного *8* и впускного *5* клапанов, соединенных стержнем *7*, и корпуса *1*, разделенного мембраной *2* и перегородкой *3* на три полости *А*, *Б*, *В*. В центральной части мембраны помещено седло *10* выпускного клапана, выполненное в виде трубки. Внутренняя часть трубки сообщается через полость *А* корпуса с атмосферой. Полость *Б* трубопроводом соединена с тормозным цилиндром, приводящим в работу тормозной механизм. Впускной клапан *5* под действием пружины *4* и давления воздуха в полости *В* прижимается к седлу *6*. Возвратная пружина *9*, действующая на мембрану, прижимает седло *10* выпускного клапана к стакану пружины *11*.

Когда педаль *13* тормоза отпущена, между седлом *10* и выпускным клапаном *8* имеется зазор. Впускной клапан

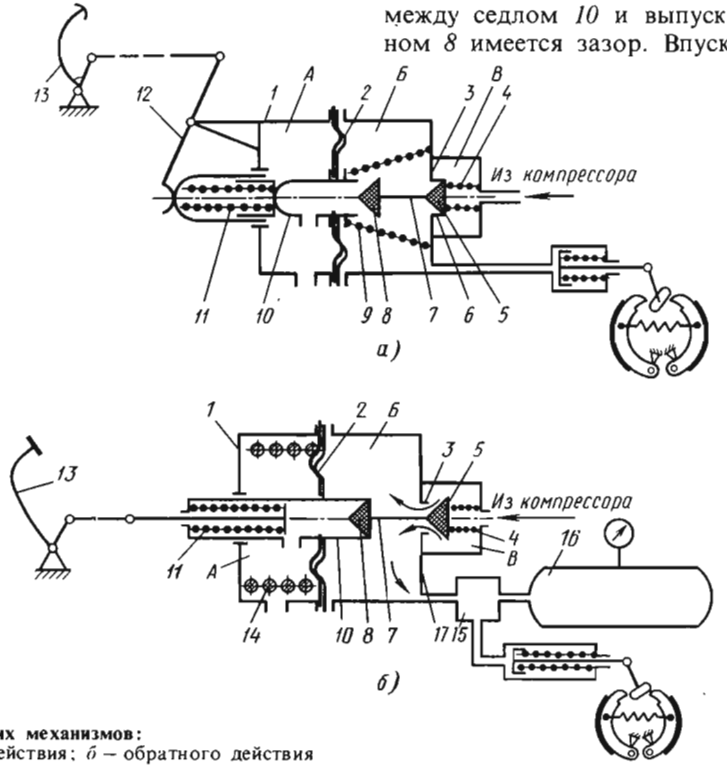


Рис. 193
Схема следящих механизмов:
а — прямого действия; *б* — обратного действия

5 плотно прижат к своему седлу *6*. Тормозной цилиндр через открытый выпускной клапан *8* сообщается с атмосферой, вследствие чего тормозной механизм находится в отторможенном положении.

При нажатии на педаль тормоза усилие от нее передается через рычаг *12* и пружину *11* на седло *10*, которое вместе с мембраной *2* перемещается вправо. В начальный период движения устраняется зазор между седлом *10* и выпускным клапаном *8*, и седло плотно прижимается к нему. После этого открывается впускной клапан *5*, сжатый воздух из ресивера поступает в полость *Б* механизма и, воздействуя на поршень тормозного цилиндра, перемещает шток, прижимая тормозные колодки к барабану. Давление воздуха в полости *Б* следящего механизма возрастает, вследствие чего увеличивается его воздействие на мембрану, которая вместе с клапанами и седлом *10* перемещается влево. При этом давление воздуха на мембрану передается через привод и от педали воспринимается ногой водителя. При перемещении мембраны зазор между впускным клапаном *5* и его седлом *6* уменьшается до тех пор, пока клапан плотно не сядет на свое седло. Тогда давление в полости больше не повышается и силы, действующие на мембрану слева и справа, уравняются, а движение мембраны приостанавливается.

Слева на мембрану действует приводная сила, зависящая от усилия на педали тормоза, а справа – давление воздуха, установившееся в полости *Б* механизма и тормозном цилиндре. Следовательно, следящий механизм устанавливает давление воздуха в тормозном цилиндре в зависимости от усилия на педали тормоза. Если увеличить силу на педали, то соответственно возрастает давление воздуха в полости *Б* механизма. При уменьшении силы на педали прямо пропорционально понизится давление воздуха в полости *Б* и тормозном цилиндре.

При прекращении воздействия на педаль (растормаживание) мембрана под давлением воздуха прогнется влево, выпускной клапан откроется, и воздух из тормозного цилиндра через полости *А* следящего механизма выйдет в атмосферу. Поршень и шток тормозного цилиндра возвратятся в исходное положение, и между колодками и барабаном тормозного механизма установится зазор.

Равновесие сил, действующих на мембрану следящего механизма, достигается всегда в определенном положении, соответствующем закрытому состоянию обоих клапанов. Ход педали, возрастающий по мере увеличения прикладываемой к ней силы, обеспечивается пружиной *11*. Характеристику пружины *11* выбирают в зависимости от желаемого хода педали тормоза.

Следящий механизм обратного действия изменяет давление воздуха обратно пропорционально приводной силе. Он состоит из корпуса *1* (рис. 193, *б*), мембраны *2*, уравновешивающей пружины *11*, впускного *5* и выпускного *8* клапанов, а также их седел. Мембрана *2* и перегородка *17* образуют в корпусе три полости *А*, *Б*, *В*. Полость *А* сообщается с атмосферой. Полость *Б* трубопроводом соединена с воздухораспределительным аппаратом *15* и воздушным ресивером *16*. К полости *В* сжатый воздух подводится от компрессора. Оба клапана с пружиной *4* установлены на одном стержне *7*. Седло выпускного клапана *8* закреплено в центральной части мембраны. Внутри седла установлена на тяге пружина *11* хода педали. Работой следящего механизма управляют при помощи педали *13*. Как видно, следящий механизм обратного действия отличается от следящего механизма прямого действия наличием предварительно сжатой уравновешивающей пружины *14*.

При отпущенной педали сжатая уравновешивающая пружина *14* прогибает мембрану вправо и седло плотно прижимается к выпускному клапану *8*. Закрытый выпускной клапан изолирует полость *Б* механизма и воздухораспределительный аппарат *9* от атмосферы. Впускной клапан *5* открыт, и через за-

зор между ним и седлом *3* сжатый воздух от компрессора поступает в полость *Б* и через аппарат *15* заряжает ресивер *16*. По мере увеличения давления воздуха в полости *Б* мембрана прогибается влево, сжимая уравновешивающую пружину. При этом зазор между впускным клапаном и его седлом уменьшается. Когда впускной клапан плотно прижимается к своему седлу и изолирует полость *Б* от полости *В*, силы, действующие на мембрану с обеих сторон, станут равными и ее перемещение влево прекратится. Слева на мембрану действует сила сжатой уравновешивающей пружины *14*, а справа — давление воздуха, установившееся в полости *Б* механизма. Сила, с которой пружина воздействует на мембрану, зависит от предварительного сжатия уравновешивающей пружины: чем больше предварительное сжатие, тем сильнее действие пружины на мембрану. Это означает, что, регулируя предварительное сжатие уравновешивающей пружины, можно изменять максимальное давление воздуха в ресивере *16*.

При нажатии на педаль равновесное положение мембраны нарушается. Мембрана прогибается влево, уравновешивающая пружина еще больше сжимается, выпускной клапан *8* открывается и давление воздуха в полости *Б* уменьшается. Заряд сжатым воздухом прекращается. Вследствие понижения давления воздуха на мембрану пружина *14* разжимается и перемещает мембрану вправо. При этом зазор между выпускным клапаном и его седлом уменьшается. Когда вновь наступит равновесие сил, действующих на мембрану, клапан закроется. Слева на мембрану действует сила уравновешивающей пружины. Эта сила при закрытом положении обоих клапанов всегда постоянна, так как положение мембраны не изменяется. Справа на мембрану действуют уменьшенное давление воздуха в полости *Б* и сила, передаваемая от педали. Таким образом, следящий механизм обратного действия автоматически устанавливает зависимость между усилием на педали *13* и падением давления воздуха в полости

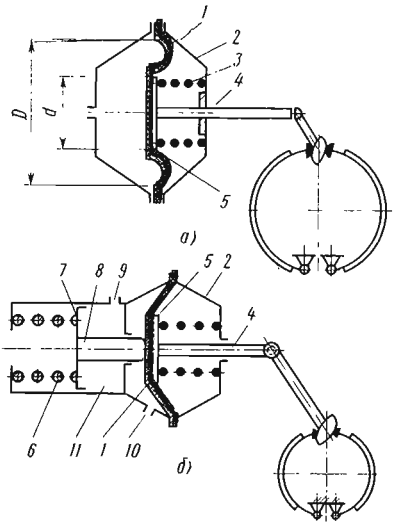


Рис. 194
Схемы рабочих аппаратов:
а — тормозная камера; *б* — тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором

Б. Причем чем большая сила приложена к педали, тем меньше будет давление воздуха в полости *Б*.

В следящих механизмах чувствительный элемент может выполняться в виде поршня. Клапаны часто делают плоскими. Один плоский клапан выполняет функции и впуска и выпуска воздуха совместно с впускным или выпускным седлами.

В исполнительных (рабочих) аппаратах пневматических тормозных приводов происходит преобразование давления сжатого воздуха в усилие на штоке, приводящее в действие тормозные механизмы. Часто рабочие аппараты выполняются в виде камер, в которых давление воздуха воспринимается гибкой мембраной.

Схема тормозной камеры показана на рис. 194, *а*. Воспринимаемое мембраной *1* давление воздуха передается частично на опорный диск *5*, сжимая пружину *3*, а частично на корпус *2*. Сила, передаваемая на шток *4*, тем больше, чем больше площадь диска *5*. Однако увеличение площади диска *5* уменьшает ширину гибкого пояса мембраны и ход

штока. Оптимальным считается $d/D = 0{,}7 \div 0{,}75$.

На рис. 194, *б* показана схема тормозной камеры, объединенной в блок с пружинным энергоаккумулятором. Пружинный энергоаккумулятор выполнен в виде цилиндра *11*, внутри которого помещен поршень *7* с толкателем *8*. Толкатель опирается на мембрану *1* тормозной камеры. Слева на поршень действует предварительно сжатая пружина *6*. Положение, показанное на рис. 194, *б*, соответствует такому этапу работы аппарата, когда пружина *6*, действуя через штоки *8* и *4*, прижимает колодки тормоза к барабану. Так заторможенный автомобиль фиксируется на стоянке. Для растормаживания в цилиндр *11* через отверстие *9* подается сжатый воздух, пружина *6* сжимается сильнее и шток *8* перестает воздействовать на шток *4* тормозной камеры. Автомобиль может двигаться. Если при движении в тормозную камеру подать через отверстие *10* сжатый воздух, то тормозной механизм снова будет приведен в действие. Так приводится в действие тормозной механизм рабочей тормозной системой.

Тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором позволяет иметь на автомобиле рабочую, стояночную и запасную тормозные системы.

Структурные схемы пневматических тормозных приводов. Сжатие воздуха для пневматических тормозных приводов осуществляется компрессором *1* (рис. 195, *а*), приводимым в действие непосредственно от двигателя автомобиля. Максимальное избыточное давление воздуха 0,7–0,75 МПа в ресиверах *7*, *8*, *9* автоматически ограничивается регулятором *3*. По достижении этого верхнего предела давления подача сжатого воздуха в ресиверы прекращается и компрессор работает в режиме разгрузки, при котором воздух или перепускается из одного цилиндра компрессора в другой, или без значительного противодавления выпускается через регулятор давления в атмосферу. Работа компрессора в режиме разгрузки требует около 0,4–0,6 кВт мощности,

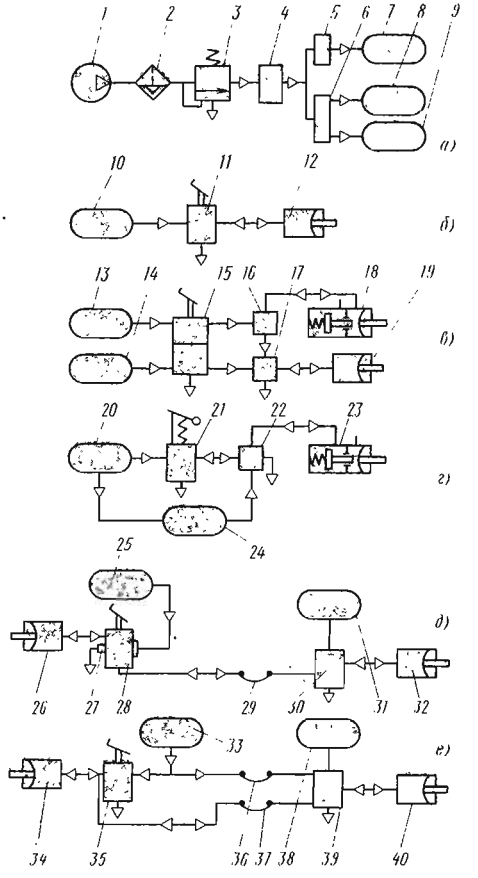


Рис. 195
Структурные схемы пневматических тормозных приводов:
а – питающая часть привода; *б* – одноконтурный привод рабочей тормозной системы, *в* – двухконтурный привод рабочей тормозной системы; *г* – привод стояночной тормозной системы; *д* – однопроводный привод прицепа; *е* – двухпроводный привод прицепа

а при давлении воздуха, близком к максимальному, – около 1,5–2,2 кВт. Разгрузка компрессора также существенно повышает его ресурс. В режиме разгрузки компрессор работает до тех пор, пока избыточное давление в ресиверах вследствие расхода воздуха из них не снизится до нижнего предела 0,62–0,65 МПа. Тогда регулятор *3* автоматически включит компрессор на рабочий режим и обеспечит пополнение ресиверов сжатым воздухом до верхнего предела давления.

Сжимаемый компрессором воздух нагревается, а при движении по трубопроводам и через аппараты привода остывает. При этом из него выделяется влага. Для удаления влаги (очистка воздуха) в питающей части приводов устанавливают фильтры – влагоотделители *2*. Очистка сжатого воздуха от влаги осуществляется термодинамическими или адсорбционным способом. При низких температурах атмосферы после фильтра *2* в сжатый воздух вводят пары спирта, которые, смешиваясь с выделившейся влагой, образуют раствор (антифриз) с низкой температурой замерзания. Прибор *4*, осуществляющий эту функцию, называют спиртонасытителем.

В питающую часть современных пневматических тормозных приводов включают защитные клапаны *5* и *6*, разделяющие исполнительную часть привода на независимо действующие один от другого контуры. Защитные клапаны позволяют двигаться воздуху только в направлении к ресиверам. Двойной защитный клапан *6* при повреждении одного контура автоматически отключает его от исправного. Защитные клапаны выполняются также одинарными, тройными и четырехсторонними. Схемы питающей части других пневматических приводов могут отличаться от рассмотренной включением дополнительных приборов или, напротив, уменьшением их числа.

Работой одноконтурного пневматического тормозного привода управляют тормозным краном *11* (рис. 195, *б*) с помощью педали. Тормозной кран – следящий аппарат прямого действия, через который воздух при торможении поступает из ресивера *10* в рабочие аппараты *8*. (Здесь и на других схемах параллельно соединенные рабочие аппараты представлены как один аппарат). При растормаживании через тормозной кран воздух из рабочих аппаратов выпускается в атмосферу.

Особенность современных рабочих тормозных систем состоит в том, что их пневматические приводы выполняют двухконтурными. Контур передних тормозов включает ресивер *14* (рис. 195, *в*), одну секцию двухсекционного тормозного крана *15*, клапан *17* ограничения давления и рабочие аппараты *19* тормозов передних колес. Контур задних тормозов состоит из ресивера *13*, другой секции тормозного крана *15*, регулятора *16* тормозных сил и тормозных камер *18* с пружинными энергоаккумуляторами. Обе секции тормозного крана являются следящими механизмами прямого действия. Аппараты *16* и *17* корректируют давление воздуха в контурах при торможении, а при уменьшении давления через них выпускается воздух в атмосферу, чем ускоряется растормаживание.

На рис. 195, *г* показана структурная схема стояночной тормозной системы, имеющей два ресивера *20* и *24*. Последний располагают вблизи от цилиндров *23* тормозных камер с пружинными энергоаккумуляторами. Управляют работой системы краном *21* через рукоятку, представляющим собой следящий механизм обратного действия. Тормозной кран изменяет давление в полости управления ускорительного клапана *22*, который соответственно командному сигналу либо подает из ресивера *24* воздух в цилиндр *23* тормозной камеры и этим повышает в нем давление, либо для снижения давления в цилиндре выпускает воздух из него в атмосферу. Два крайних положения рукоятки соответствуют или максимальному давлению воздуха в цилиндре *23* тормозной камеры, или снижению давления воздуха в нем до атмосферного. При промежуточных положениях рукоятки происходит плавное торможение.

На рис. 195, *д* и *е* показаны две структурные схемы пневматических тормозных приводов, применяемых для управления работой тормозов прицепа.

При однопроводном приводе прицепа на автомобиле установлены: ресивер *25* (рис. 195, *д*), комбинированный тормозной кран *27*, *28* и рабочие аппараты *26*. Пневматическое тормозное оборудование прицепа включает воздухораспределитель *30*, ресивер *31* и рабочие аппараты *32*. Соединение приводов автомо-

биля и прицепа осуществляется одним трубопроводом *29*.

При отпущенной тормозной педали через секцию *28* тормозного крана (следящий механизм обратного действия) происходит наполнение сжатым воздухом ресиверов *31* прицепа. При этом сжатый воздух из ресивера *25* через секцию *28*, трубопровод *29*, воздухораспределитель *30* поступает в ресивер *31*. Максимальное давление воздуха в ресивере *31* устанавливают 0,48—0,53 МПа и регулируют натягом уравновешивающей пружины следящего механизма *28*. Такое же давление воздуха устанавливается в трубопроводе *29*.

При нажатии на педаль тормоза секция *27* тормозного крана — следящий механизм прямого действия — создает давление воздуха в рабочих аппаратах *26* прямо пропорционально силе на педали. Одновременно следящий механизм *28* уменьшает давление воздуха в трубопроводе *29*, а воздухораспределитель *30* устанавливает давление воздуха в рабочих аппаратах *32* соответственно падению давления в трубопроводе *29*. Следовательно, давление воздуха в рабочих аппаратах *32*, так же как и в рабочих аппаратах *26*, находится в прямой зависимости от силы на педали. Заряд сжатым воздухом ресиверов *31* и управление торможением прицепа осуществляется по одному трубопроводу. Поэтому при частых торможениях ресиверы прицепа не успевают заряжаться сжатым воздухом, запас которого истощается, и торможение прицепа становится невозможным.

При двухпроводном приводе прицепа (рис. 195, *е*) оборудование *33*, *34* на автомобиле, *38*, *39* и *40* на прицепе такое же, как при однопроводном приводе (соответственно *25*, *26*, *31*, *30* и *32*). Тормозным краном *35* — следящим механизмом прямого действия — управляют торможением автомобиля и прицепа. Наполнение сжатым воздухом ресиверов *38* прицепа осуществляется от ресивера *33*, установленного на автомобиле, через отдельный трубопровод *36*. Максимальное давление воздуха в ресивере *38* может быть равно максимальному давлению в ресивере *33* автомобиля. Для управления торможением прицепа воздухораспределитель *39* соединен другим трубопроводом *37* с выходной полостью тормозного крана *35*. Прямо пропорционально изменению давления воздуха в трубопроводе *37* воздухораспределитель *39* изменяет давление воздуха в рабочих аппаратах прицепа. Итак, особенность двухпроводного привода по сравнению с однопроводным состоит в том, что наполнение ресиверов прицепа и управление торможением прицепа осуществляется по отдельным трубопроводам. Причем наполнение сжатым воздухом ресиверов *38* прицепа происходит как при отпущенной тормозной педали, так и при торможении.

Схемы соединения аппаратов пневматических тормозных приводов. По схеме рис. 196, *а* и *в* выполнено соединение аппаратов пневматического тормозного привода рабочей тормозной системы автомобиля КамАЗ-5320. Воздух из компрессора *1* (рис. 196, *а*) поступает через регулятор давления *2*, влагоотделитель *3*, защитный клапан *5* в два ресивера *7* и *8*, которые питают сжатым воздухом передний и задний контуры. К контуру *10* привода передних тормозных механизмов относятся: одна из секций тормозного крана *18*, клапан ограничения давления *20* и тормозные камеры *21* передних тормозных механизмов. К контуру *9* задних тормозных механизмов принадлежит другая секция тормозного крана *18*, регулятор тормозных сил *17* и четыре тормозные камеры *11* с пружинными энергоаккумуляторами.

Перед началом движения колеса тележки (тормозные камеры *11*) растормаживаются. При нажатии на тормозную педаль *19* двухсекционной тормозной кран, объединяющий два следящих механизма прямого действия, устанавливает равные давления воздуха в обоих контурах. Это давление с определенной корректировкой через клапан ограничения давления передается в тормозные камеры *21* переднего моста. Регулятор тормозных сил *17* корректирует давление воздуха в тормозных ка-

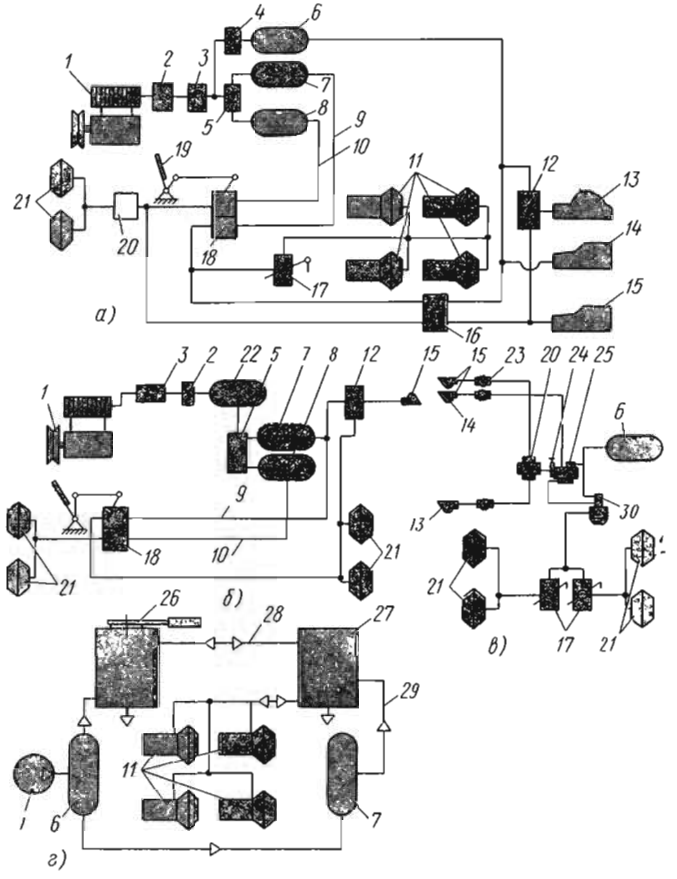


Рис. 196
Схемы соединения аппаратов пневматических тормозных приводов

мерах *11* тележки, объединяющей задний и промежуточный мосты автомобиля. От изменения давления воздуха в обоих контурах работают также два клапана: клапан *16* управления тормозной системой прицепа по двухпроводному приводу и клапан *12* — по однопроводному приводу. Для питания этих клапанов имеется ресивер *6*, соединенный с компрессором через защитный клапан *4*. При соединении с прицепом, оборудованном по двухпроводному приводу, используют соединительные головки *14* и *15*. Головка *15* соединяется с магистралью управления, а головка *14* — с магистралью питания.

Управляющий сигнал при торможении подается к клапану *16* от обоих контуров привода рабочей тормозной системы. Если выходит из строя один из них, то торможение прицепа осуществляется исправным контуром. Питание сжатым воздухом ресивера прицепа производится постоянно, независимо от положения тормозной педали.

Если прицеп имеет однопроводный привод, то сигнал на торможение поступает к клапану *12* от клапана *16*. При торможении клапан *12* — следящий механизм обратного действия — изменяет давление воздуха в головке *13* обратно пропорционально увеличению давления в клапане *16*. Питание сжатым воздухом ресивера прицепа осуществляется только при опущенной педали *19*.

Пневматический тормозной привод автомобиля МАЗ-5335 выполнен по другой схеме. Компрессор *1* (рис. 196, *б*) подает сжатый воздух через влагоотделитель *3* и регулятор давления *2* в ком-

пенсационный бачок *22*, уменьшающий частоту включения регулятора. Бачок одновременно служит «мокрым» ресивером. Далее сжатый воздух подается через двойной защитный клапан *5* в два ресивера *6* и *7*. Ресивер *6* вместе с одной секцией тормозного крана *18* и тормозными камерами *21* образуют задний контур *9* пневматического тормозного привода автомобиля. В передний контур *10* входят ресивер *7*, другая часть тормозного крана и тормозные камеры *21*.

Торможение прицепа осуществляется через клапаны *12* — следящий аппарат обратного действия — и соединительную головку *15* типа А. Как видно, при выходе из строя заднего контура автомобиля торможение автопоезда возможно лишь передним контуром.

Пневматическое тормозное оборудование прицепа с двухпроводным приводом (рис. 196, *в*) включает следующие аппараты: соединительную головку *13* типа Б для подключения к тягачу с однопроводным приводом и головки *14*, *15* типа «Палм» для соединения с тягачем, имеющим двухпроводный привод, три магистральных фильтра *23*, двухмагистральный клапан ограничения давления *20*, кран *24* растормаживания прицепа, воздухораспределитель *25*, электромагнитный клапан *30*, ресивер *6*, два регулятора тормозных сил *17*, тормозные камеры *21*, тормозов переднего моста, а также тормозные камеры тормозов заднего моста прицепа.

При соединении с тягачом, имеющим двухпроводный привод, головку *13* соединяют с магистралью управления тягача. В питающие трубопроводы и в трубопровод управления устанавливают магистральные фильтры *23*, предохраняющие привод прицепа от загрязнений при отключении его от автомобиля.

Двухмагистральный клапан ограничения давления позволяет подводить сжатый воздух к воздухораспределителю прицепа как от головки *13*, так и от головки *15*. При этом максимальное давление воздуха, подводимое со стороны питающей магистрали двухпроводного привода, снижается до 0,48—0,53 МПа, т. е. до максимального давления в ресивере прицепа при однопроводном приводе.

Универсальный (комбинированный) воздухораспределитель *25* позволяет тормозить прицепы как с однопроводным, так и с двухпроводным приводом к тормозным механизмам.

Электромагнитный клапан *30* служит для включения тормозной системы прицепа при торможении автомобиля вспомогательной тормозной системой (моторным тормозом-замедлителем). При этом к электромагнитному клапану подается электрический сигнал и сжатый воздух из ресивера *6* поступает к тормозным камерам и тормозит прицеп. Торможение всегда производится с одинаковой интенсивностью, как определено конструкцией аппарата. Если при включенной вспомогательной тормозной системе производят торможение рабочей тормозной системой, то электромагнитный клапан выключается и торможение прицепа осуществляется воздухораспределителем. Регуляторы тормозных сил прицепов такие же, как на автомобилях семейства КамАЗ. Один из них реагирует на прогиб передних рессор, а другой — задних. На полуприцепах устанавливают один регулятор тормозных сил. Передние тормозные камеры прицепов КамАЗ имеют большие размеры, чем задние.

Схема стояночной тормозной системы автомобиля КамАЗ выполнена соответственно рис. 195, *г*. Она объединяет ресиверы *6* и *7* (рис. 196, *г*), тормозные камеры *11* с пружинными энергоаккумуляторами, кран *26* стояночной тормозной системы и ускорительный клапан *27*. Тормозной кран *26* размещен в кабине водителя, а ресивер *7* и ускорительный клапан *27* — вблизи от тележки автомобиля, образованной промежуточным и задним мостами.

Для растормаживания автомобиля рукоятку крана устанавливают в одно из крайних положений, при котором воздух от ресивера *6* поступает через кран *26* к ускорительному клапану *27*: клапан открывает путь сжатому воздуху

из ресивера *7* в энергоаккумуляторы тормозных камер *11*. В цилиндрах устанавливается максимальное давление воздуха, как в ресивере *7*. При этом происходит растормаживание автомобиля, который готов к движению.

При торможении автомобиля стояночной системой с наибольшей интенсивностью рукоятку крана *26* устанавливают в другое крайнее положение. Сжатый воздух из магистрали *28*, соединяющей кран и ускорительный клапан, выходит через кран в атмосферу. Соответственно этому командному сигналу сжатый воздух из цилиндров пружинных энергоаккумуляторов удаляется в атмосферу через ускорительный клапан. Когда рукоятка занимает положение отличное от названных крайних тормозной кран стояночной тормозной и ускорительный клапан *27* осуществляют следящее действие.

Конструкция пневмопривода. *Компрессор*, установленный на автомобилях семейства КамАЗ, двухцилиндровый, приводится в работу от распределительных шестерен двигателя. Картер *3* (рис. 197), блок цилиндров *10* и головка *9* соединены шпильками. В блоке и головке выполнена рубашка охлаждения. В картере на двух шариковых подшипниках вращается коленчатый вал *1*, на носке которого закреплено зубчатое колесо *2* привода. Поршень *8* имеет два компрессионных *7* и одно маслосъемное *5* кольца. Поршень соединен с шатуном *4* плавающим пальцем *6*. Нижняя головка шатуна разъемная, ее крышку *12* крепят болтами. В центральных частях двух камер сжатия, выполненных в головке, находится пластинчатый нагнетательный клапан. В цилиндр воздух поступает через впускной клапан, расположенный сбоку в камере сжатия.

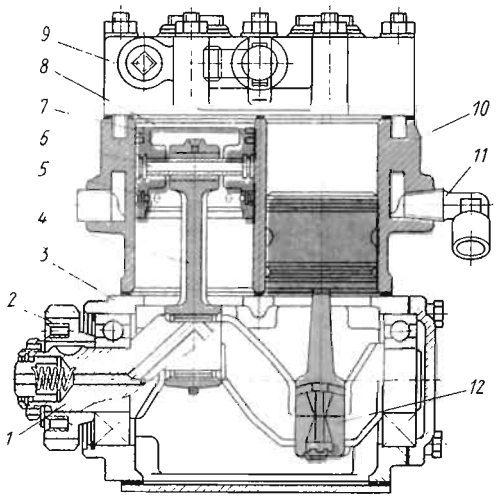


Рис. 197
Компрессор автомобилей семейства КамАЗ

Система охлаждения и смазочная система подключены к соответствующим системам двигателя. Охлаждающая жидкость поступает к компрессору через угольник *11*, а отводится из головки во всасывающую полость насоса двигателя. Масло под давлением подводится по маслопроводу к носку коленчатого вала компрессора и из его картера по другому маслопроводу сливается в смазочную систему двигателя.

Регулятор давления, показанный на рис. 198, выполняет также функции фильтра и предохранительного клапана. Корпус *3* регулятора давления закрыт двумя крышками *4* и *14*. Под верхней крышкой *4*, сообщающейся с атмосферой, помещен уравновешивающий поршень *7*, натяг пружины которого меняется болтом *5*. В поршне *7* собраны впускной *10* и выпускной *8* клапаны, соединенные стержнем. Нижняя крышка *14* прижимает к корпусу седло *12* разгрузочного клапана *1* и фильтр *2*. Разгрузочный клапан, соединенный штоком с поршнем *11*, прижат к седлу пружиной *13*.

Сжатый воздух от компрессора поступает к выводу *б*, очищается от влаги фильтром *2* и через обратный клапан *9* и вывод *г* подается в систему. Водяной конденсат скапливается в пространстве над седлом *12*. Возрастающее давление воздуха за клапаном *9* действует на поршень *7*, а также на впускной клапан *10*, канал *в* под которым соединен с пространством под поршнем *7*. Пространство над поршнем *11* через открытый выпускной клапан *8* сообщается с атмосферой.

Когда давление воздуха поднимается

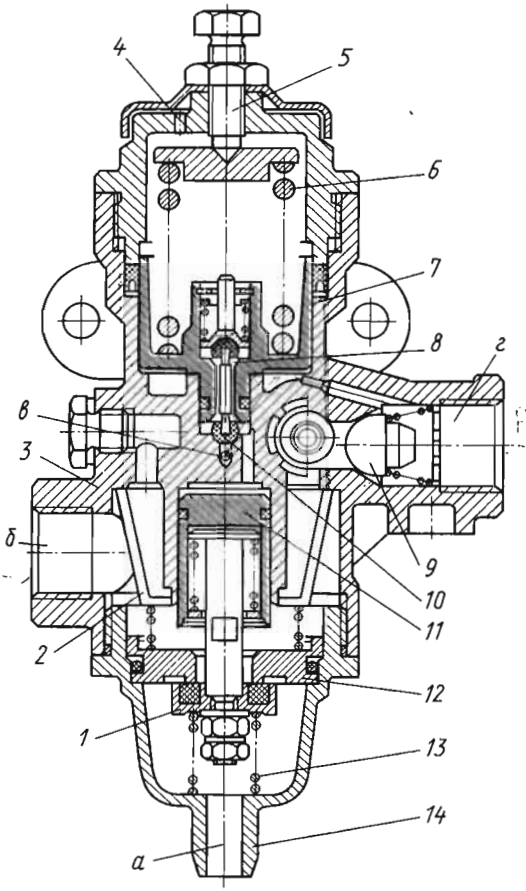


Рис. 198
Регулятор давления автомобилей семейства КамАЗ

до верхнего предела регулирования, уравновешивающий поршень *7* перемещается вверх. При этом выпускной клапан *8* закрывается, а впускной *10* – открывается, сообщая пространство над поршнем *11* с каналом *в*. Давлением воздуха поршень *11* опускается вниз и разгрузочный клапан *1* открывается. Скопившийся водяной конденсат удаляется через отверстие *а* наружу, а воздух, засасываемый компрессором, через это же отверстие выпускается в атмосферу без противодавления.

При уменьшении давления воздуха в системе до нижнего предела регулирования пружина *6* опускает уравновешивающий поршень *7* вниз, выпускной клапан *8* открывается, давление воздуха над поршнем *11* падает, разгрузочный клапан *1* пружиной *13* закрывается и цикл зарядки резервуаров повторяется. Пружина *13* рассчитана так, что ограничивает максимальное давление в системе при отказе в работе регулятора давления.

Влагоотделитель термодинамического типа с автоматическим клапаном слива конденсата устанавливается на автомобилях МАЗ-5335, КАЗ-4540. Сжатый воздух от компрессора поступает в радиатор *1* (рис. 199), выполненный в виде оребренной алюминиевой трубки, охлаждается при движении и из него выделяется конденсат. Попадая затем в фильтр *2*, воздух проходит

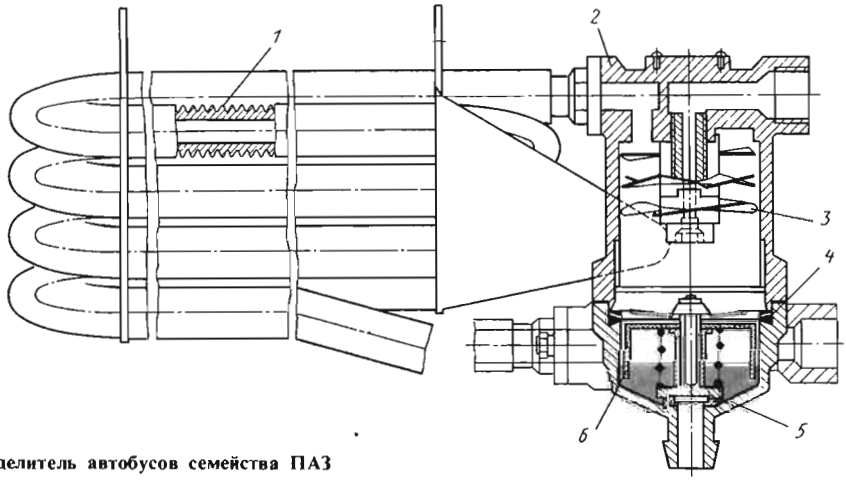


Рис. 199
Влагоотделитель автобусов семейства ПАЗ

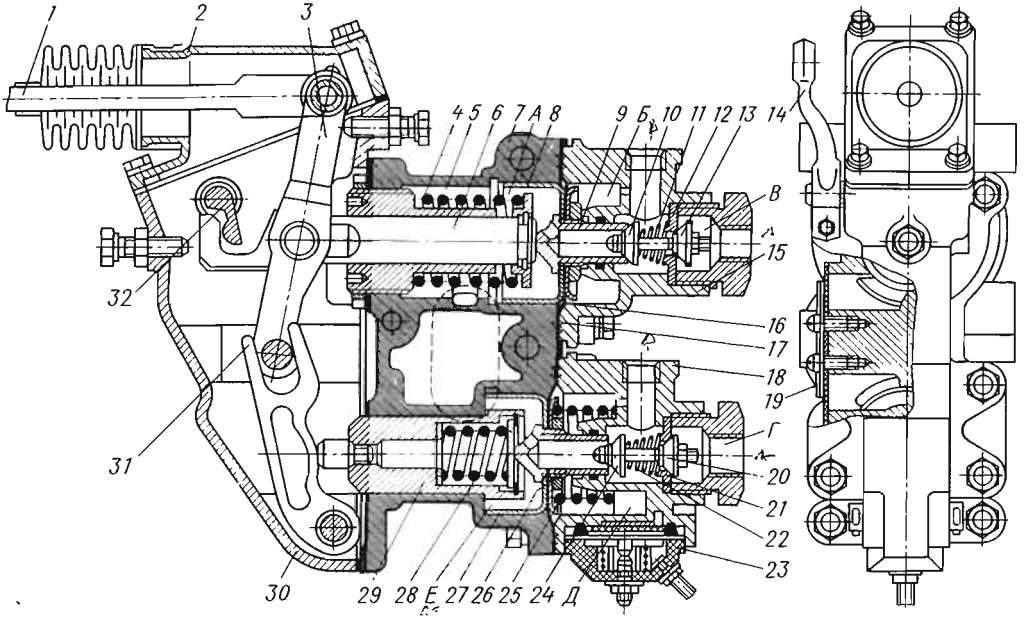


Рис. 200
Комбинированный тормозной кран автомобиля ЗИЛ-130:
1 – тяга привода; *2* – крышка корпуса рычагов; *3* – большой рычаг; *4* – уравновешивающая пружина; *5* – направляющая штока; *6* – шток; *7* – корпус крана; *8* и *27* – направляющие стаканы; *9* и *26* – седла выпускных клапанов; *10* и *24* – выпускные клапаны; *11* и *22* – пружины клапанов; *12* и *21* – седла впускных клапанов, *13* и *20* – впускные клапаны; *14* – рычаг ручного привода; *15* – верхняя крышка; *16* и *17* – мембраны; *18* – нижняя крышка; *19* – клапан выпускного окна, *23* – датчик сигнала торможения; *25* – пружина; *28* – пружина хода педали; *29* – стакан; *30* – корпус рычагов; *31* – малый рычаг; *32* – валик рычага ручного привода; *А – Е* – полости тормозного крана

по направляющим дискам *3*, завихряется и, меняя направление движения, поступает через центральную трубку к регулятору давления. При этом капли жидкости отбрасываются на стенки корпуса, стекают вниз и через центральное отверстие в мембране *4* попадают в отстойник. Под действием давления воздуха мембрана вместе с направляющим поршнем *6* опущены вниз, клапан *5* прижат к седлу.

Когда регулятор давления переводит компрессор на режим холостого хода, давление над мембраной падает, она перемещается вверх, клапан *5* открывается и водяной конденсат сливается наружу.

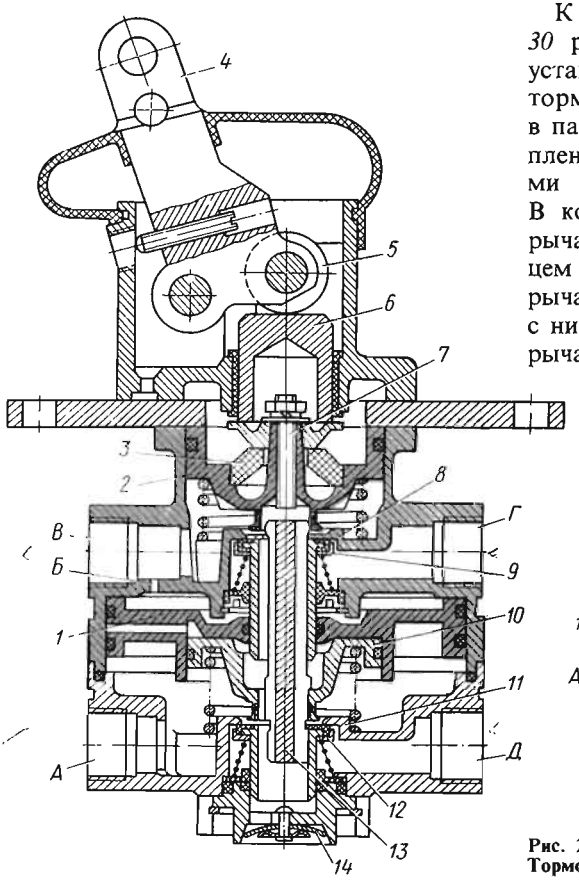
Предохранители от замерзания, устанавливающиеся за термодинамическими влагоотделителями, бывают насосного и испарительного типа. Предохранитель испарительного типа КамАЗ снабжен фитилем, часть которого находится в спиртовой ванне. Воздух, проходя мимо фитиля, пропитанного спиртом, насыщается его парами. Влага, выделяемая из воздуха, соединяясь с парами спирта, образует конденсат с низкой температурой замерзания.

Комбинированный тормозной кран с мембранным следящим механизмом показан на рис. 200. Сверху в корпусе *7* находится следящий механизм обратного действия, управляющий торможением прицепа, а снизу – следящий механизм прямого действия, приводящий в работу тормозные механизмы автомобиля. В корпусе крана выполнено два одинаковых по диаметру цилиндра. В цилиндрах имеются направляющие стаканы *8* и *27* мембран *16* и *17* верхней и нижней секций. Края мембраны *17* нижней секции зажаты между корпусом *7* и нижней крышкой *18* крана. В центральной части мембраны и направляющего стакана *27* укреплено седло *26* выпускного клапана. В мембрану упирает-

ся возвратная пружина *25*. Конический резиновый выпускной клапан *24* установлен на одном стержне с впускным клапаном *20*. На стержень надета пружина *22* клапанов. Седло *21* впускного клапана помещено в гнездо нижней крышки и закреплено пробкой. В отверстии пробки нарезана резьба для присоединения трубопровода от воздушных баллонов. К нижней крышке тормозного крана прикреплен датчик *23* сигнала торможения. Полость *Д* нижней секции крана соединена с тормозными камерами автомобиля, а полость *Е* – с атмосферой. Выпускное отверстие полости *Е* закрыто клапаном *19*. Воздух в нижнюю секцию подается через полость *Г*. В корпусе установлен стакан *29*, в котором помещена пружина *28* хода педали. Ее предварительный натяг зависит от толщины комплекта регулировочных прокладок между пружиной и дном стакана.

Края мембраны *16* верхней секции зажаты между корпусом крана и верхней крышкой *15*. Мембрана, направляющий стакан *8*, седло *9* выпускного клапана, седло *12* впускного клапана, оба клапана *10* и *13* со стержнем и пружиной *11* верхней секции унифицированы с аналогичными деталями нижней секции. К полости *В* верхней секции подводится по трубопроводу сжатый воздух из ресиверов. Полость *Б* соединена трубопроводами с воздухораспределителем прицепа. Полость *А* через клапан *19* сообщается с атмосферой. В верхнюю часть корпуса крана ввернута направляющая *5* штока *6*. На направляющую надета уравновешивающая пружина *4*. Предварительный натяг уравновешивающей пружины устанавливают вращением направляющей штока.

К корпусу крана прикреплен корпус *30* рычагов с крышкой *2*, в котором установлен валик *32* ручного привода тормозов прицепа. Кулак валика входит в паз штока *6*, а на конце валика укреплен рычаг *14*, который соединен тягами с рычагом стояночного тормоза. В корпусе рычагов смонтированы два рычага. Нижний конец соединен пальцем с большим рычагом *3*. Большой рычаг надет на шток *6* и шарнирно с ним связан. Верхний конец большого рычага соединен тягой *1* с педалью тор-



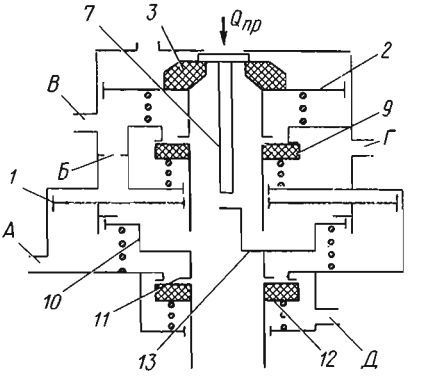


Рис. 201
Тормозной кран автомобилей семейства КамАЗ

моза. Под действием возвратной пружины педали верхний конец большого рычага *3* упирается в болт регулировки свободного хода педали тормоза.

Двухсекционный тормозной кран (рис. 201) объединяет два поршневых следящих механизма прямого действия, которые служат для управления передним и задним контурами рабочей тормозной системы (см. рис. 195, *в*). В работу тормозной кран приводится от педали тормоза, соединенной с рычагом *4* (рис. 201), который через ролик *5* воздействует на толкатель *6*.

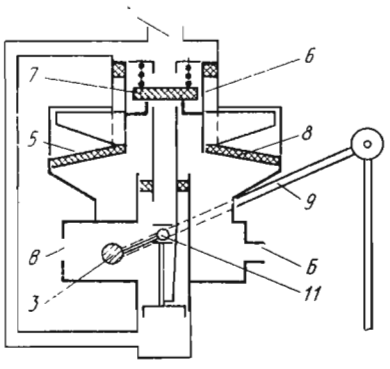
Следящий механизм верхней секции включает поршень *2*, выполненный за одно целое с выпускным седлом, плоский резиновый клапан *9*, прижимаемый к впускному седлу *8* пружиной и перемещающийся вдоль направляющего стержня *13*. Следящий механизм нижней секции состоит из поршня *10*, выполненного вместе с выпускным седлом, клапана *12* и впускного седла *11*. Сжатый воздух из ресивера подводится к верхней секции через вывод *Г*, а через вывод *В* она соединяется с рабочими аппаратами тормозов среднего и заднего мостов. Через вывод *Д* нижняя секция соединяется с воздушным баллоном своего контура, а через вывод *А* – с тормозными камерами тормозных механизмов переднего моста.

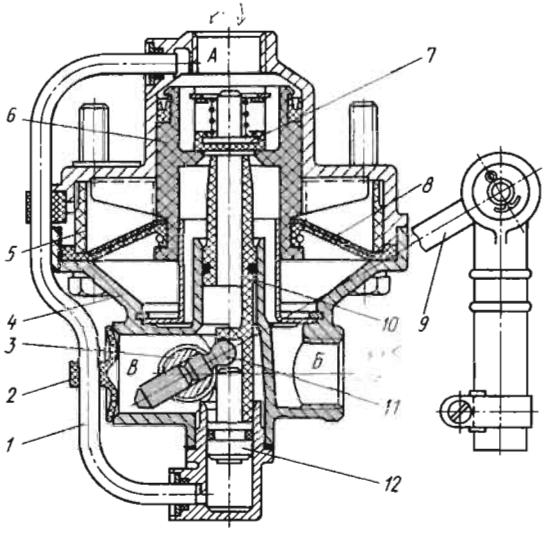
Приводная сила от рычага передается через резиновую пружину *3* хода на поршень *2* и непосредственно приводит в действие верхнюю секцию тормозного крана. Через отверстие *Б* сжатый воздух при этом попадает в полость над приводным поршнем *1*, который воздействует на поршень *10*, приводя в действие нижнюю секцию. При отказе верхней секции стержень *13*, впрессованный в поршень *10*, воспринимает приводную силу от шпильки *7* и приводит в действие нижнюю секцию. При растормаживании сжатый воздух из обеих секций выходит в атмосферу через вертикальный канал, закрытый клапаном *14*.

Регулятор тормозных сил (рис. 202) на автомобилях с пневматическими тормозными приводами выполняет те же функции, что и в тормозных системах с гидравлическими тормозными приводами.

Между двумя частями корпуса *4* зажаты края мембраны *8*. В центре мембрана закреплена на нижней части поршня *6*. На поршне по всему периметру выполнены ребра. Такие же радиальные ребра выполнены во вставке *5* корпуса. В поршне установлен плоский клапан *7*, прижатый к впускному седлу пружиной. Подвижное выпускное седло *10* опирается на шаровую пяту *11*, установленную на валу *3*. На другом конце вала

Рис. 202
Регулятор тормозных сил автомобилей семейства КамАЗ





закреплен рычаг *9*, который системой тяг соединен с балками мостов тележки автомобиля. Подвижное седло может перемещаться в направляющей нижней половины корпуса. Снизу к седлу прижат поршень *12*, полость под которым трубкой *1* соединена с выводом *А*, а к нему подводится воздух от тормозного крана. Вывод *Б* соединяется с тормозными камерами, а полость *В* через клапан *2* — с атмосферой.

Положение подвижного седла *10* в корпусе определяется пятой *11* и зависит от прогиба рессор. Поэтому равновесное положение поршня *6* достигается при различной активной площади мембраны. Последняя зависит от того, какая часть мембраны соприкасается с ребрами поршня, а какая с ребрами вставки *5* корпуса. Чем большая активная площадь соприкасается с ребрами поршня, тем при меньшем давлении воздуха, действующего на мембрану снизу, достигается равновесное положение поршня. Поэтому чем меньше прогнуты рессоры и чем ниже опускается подвижное седло *10*, тем больше разница в давлениях воздуха на выводах *А* и *Б*. Таким образом, при меньшей загрузке автомобиля устанавливается меньшее давление воздуха в заднем контуре тормозного привода по отношению к переднему.

При растормаживании давление воздуха в полости *А* падает, поршень *6* поднимается вверх и воздух из тормозных камер через выпускное седло *10* и полость *В* выходит в атмосферу. Так как выпуск воздуха из тормозных камер происходит не через тормозной кран, а через регулятор тормозных сил, процесс растормаживания ускоряется.

Клапан ограничения давления (рис. 203) уменьшает возможность блокировки передних колес при служебных торможениях, сохраняя управляемость автомобиля, что особенно важно на дорогах с малыми коэффициентами сцепления. Схема включения клапана *17* ограничения давления в передний контур показана на рис. 196, *в*.

В крышке *5* корпуса *1* установлен большой поршень *4*, занимающий верхнее положение под действием усилия

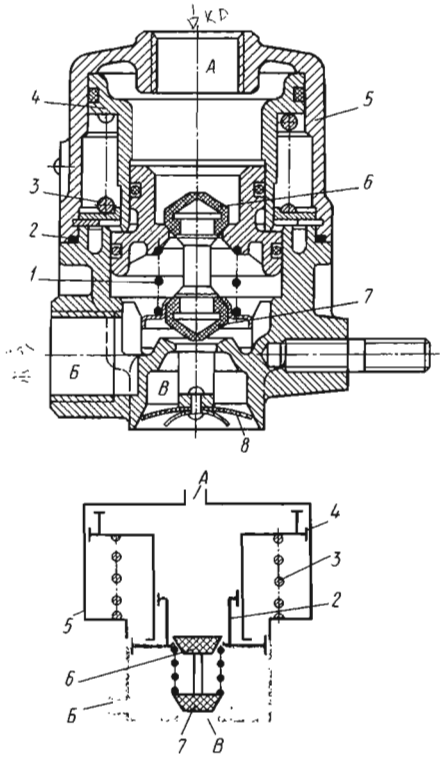


Рис. 203
Клапан ограничения давления автомобилей семейства КамАЗ

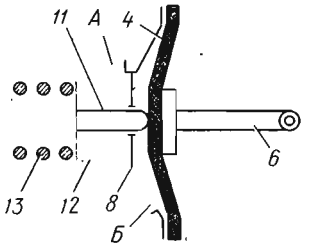
предварительно сжатой пружины *3*. В этом поршне и в самом корпусе может перемещаться малый ступенчатый поршень *2*, в котором выполнено седло впускного клапана *6*. На общем штоке с впускным клапаном находится выпускной клапан *7*. Седло выпускного клапана выполнено на корпусе. Сжатый воздух от тормозного крана подводится к выводу *А*, вывод *Б* соединен трубопроводом с тормозными камерами, а полость *В*, закрытая клапаном *8*, сообщается с атмосферой.

При давлениях воздуха до 0,3 МПа, характерных для служебных торможений, регулирование осуществляется малым поршнем. На этом этапе при равновесном положении поршня *2* давление воздуха в полости *Б* становится меньше давления в полости *А* соответственно отношению площадей верхней и нижней сторон ступенчатого поршня.

При давлении в полости *А* свыше 0,3 МПа на малый поршень *2* начинает воздействовать большой поршень *4*, который, преодолев натяг пружины *3*, смещается вниз. Вследствие этого в равновесном положении обоих поршней давление воздуха на выходе *Б* будет уменьшаться менее интенсивно, чем на первом этапе. Наконец, при давлениях воздуха на выходе *А*, близких к максимальным, следящее действие аппарата прекращается: давление на выходе *Б* становится равным давлению на выходе *А*.

При растормаживании воздух из тормозных камер выходит в атмосферу через клапан *8*.

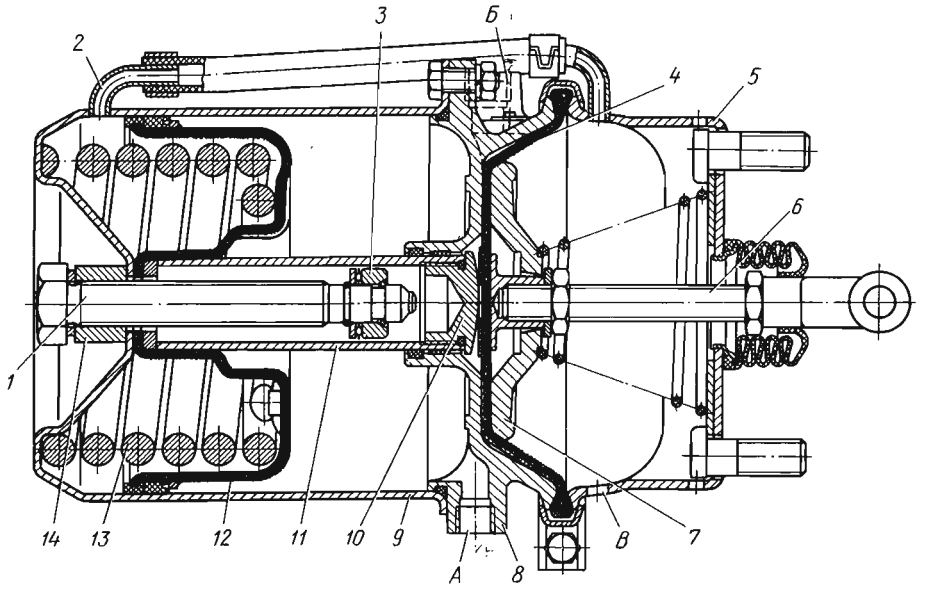
Тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором (рис. 204) включена в задний контур рабочей тормозной системы (см. рис. 195, *в*) и контур стояночной тормозной системы (см. рис. 195, *г*).



Корпус *5* (см. рис. 204) тормозной камеры фланцем соединен с крышкой *8*. Между корпусом и крышкой зажаты края мембраны *4*. Шток *6* соединяют с рычагом разжимного кулака тормозного механизма. К крышке *8* с болтами крепят цилиндр *9*, внутри которого находится поршень *12*. При этом между цилиндром и поршнем сжимается пружина *13*. В поршень впрессован толкатель *11*, перемещающийся в направляющей крышке. Цилиндр и камера соединены трубкой *2*, а камера связана с атмосферой через дренажные отверстия *В*.

Сжатый воздух из рабочей тормозной системы поступает в тормозную камеру через вывод *Б* и, оказывая давление на мембрану, через опорный диск *7* и шток *6* приводит в действие тормозной механизм. В растороженном положении мембрана и шток занимают положение, показанное на рисунке. От контура стояночной тормозной системы сжатый воздух подается к выводу *А* и, воздействуя на поршень, перемещает его в крайнее положение, дополнительно сжимая пружину *13*. Когда давление

Рис. 204
Тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором автомобилей семейства КамАЗ



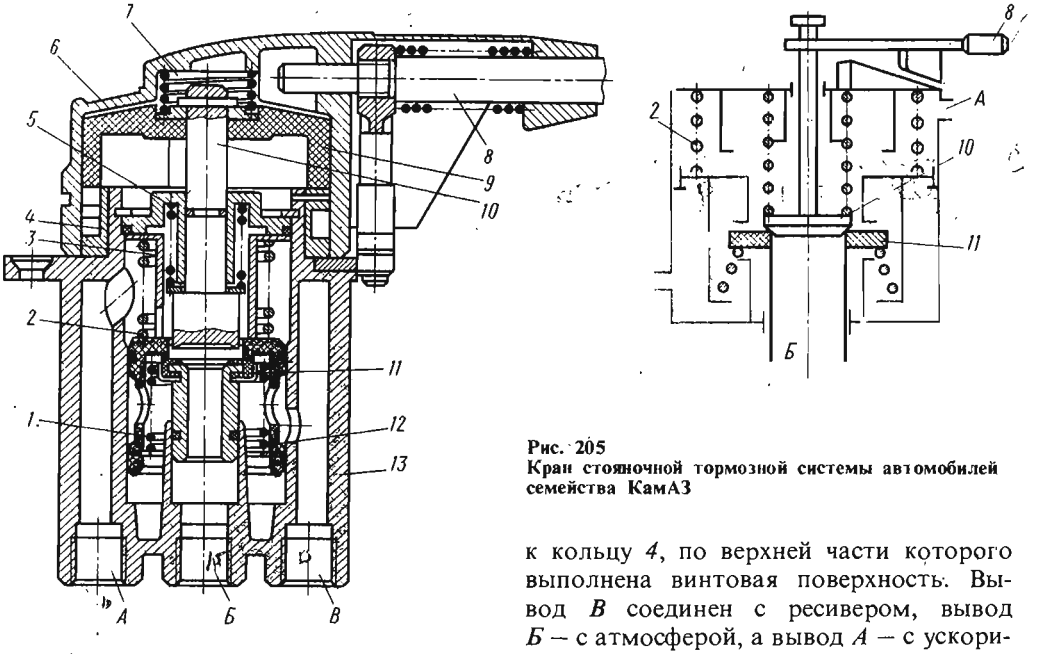


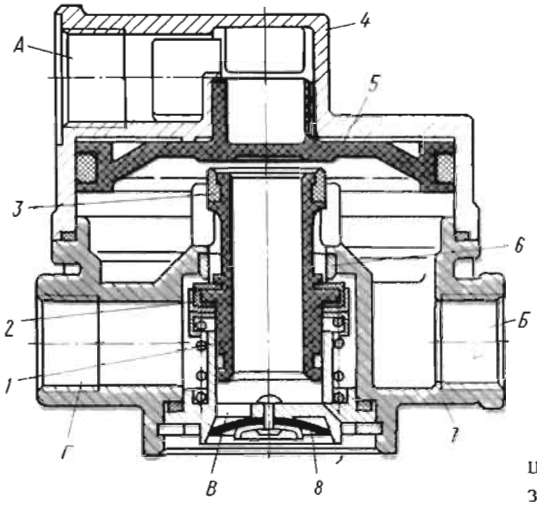
Рис. 205
Кран стояночной тормозной системы автомобилей семейства КамАЗ

воздуха на поршень уменьшается, пружина *13* перемещает поршень с толкателем *11* вправо и пята *10*, воздействуя на шток тормозной камеры, затягивает тормозной механизм.

Когда в системе нет сжатого воздуха, растормаживание производят винтом *1*, ввернутым в бобышку *14*. При этом сила пружины воспринимается винтом через упорный подшипник *3*.

Кран стояночной тормозной системы (рис. 205) служит для управления впуском и выпуском воздуха в цилиндры энергоаккумуляторов (см. рис. 195, *г*). Он выполнен как поршневой следящий механизм обратного действия. На поршень *1*, находящийся в цилиндрической части корпуса *13*, действует предварительно сжатая уравновешивающая пружина *2*. В поршне смонтирован клапан *11*, прижимаемый к впускному седлу, выполненному за одно целое с поршнем, пружиной *12*. Подвижное выпускное седло выполнено в виде штока *10*, перемещающегося в направляющей *5*. Верхний конец штока закреплен в направляющем колпаке *9*, помещенном в крышке *6*. В крышке установлена рукоятка *8* управления краном. Пружина *7* прижимает направляющий колпак к кольцу *4*, по верхней части которого выполнена винтовая поверхность. Вывод *В* соединен с ресивером, вывод *Б* – с атмосферой, а вывод *А* – с ускорительным клапаном.

При повороте рукоятки *8* два ролика в крышке катятся по винтовой поверхности и заставляют направляющий колпак *9* вместе со штоком *10* перемещаться в вертикальном направлении. Когда направляющий колпак занимает крайнее нижнее положение, шток перемещает клапан *11* до упора в направляющую на корпусе, а уравновешивающая пружина *2* опускает поршень до упора и бурт корпуса. В таком положении между впускным седлом на поршне и клапаном образуется постоянный зазор, через который воздух из ресивера поступает через вывод *А* к ускорительному клапану. При этом стояночная система расторможена. Когда направляющий колпак занимает крайнее верхнее положение (показанное на рис. 205), поршень давлением воздуха снизу прижат к упору *3* и между клапаном и выпускным седлом устанавливается постоянный зазор, через который воздух из магистрали управления ускорительным клапаном выпускается в атмосферу. Такое положение соответствует заторможенному состоянию автомобиля. В промежуточных положениях рукоятки и направляющего колпака краном осущест-



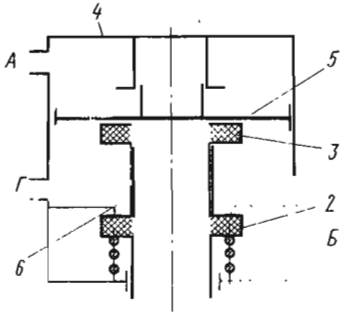


Рис. 206
Ускорительный клапан автомобилей семейства КамАЗ

вляется следящее действие, используемое для плавного торможения автомобиля стояночной (и запасной) тормозной системой. Равновесное положение поршня при следящем действии устанавливается в результате равенства сил на поршень снизу и сверху, т. е. давления воздуха на него из ресивера и суммарной силы от уравновешивающей пружины и давления воздуха в магистрали управления ускорительным клапаном.

Ускорительный клапан (рис. 206) служит для уменьшения времени впуска и выпуска воздуха в цилиндры энергоаккумуляторов, т. е. для уменьшения времени срабатывания запасной и стояночной тормозных систем. Включение ускорительного клапана в привод показано на рис. 195, *г*.

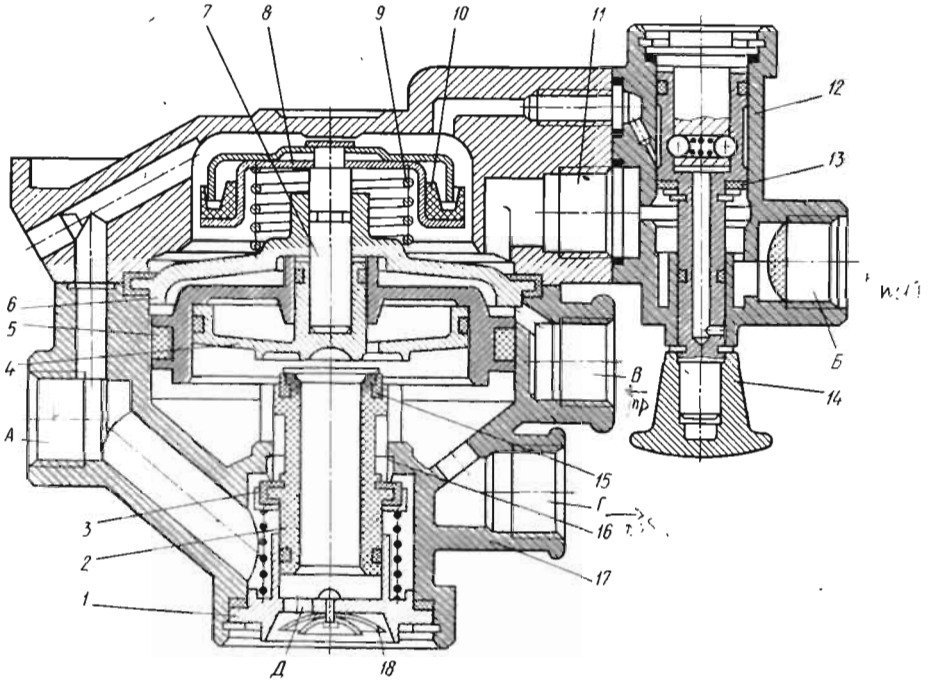
Корпус ускорительного клапана состоит из верхней *4* и нижней *7* частей. В верхней части размещен поршень *5*, на котором выполнено седло выпускного клапана. Сам выпускной клапан *3* и впускной клапан *2* смонтирован на полом штоке *1*. Седло *6* впускного клапана впрессовано в нижнюю часть корпуса. Через вывод *А* ускорительный клапан соединен с краном стояночной тормозной системы, через вывод *Б* – с ресивером, закрытый клапаном *8* вывод *В* – с атмосферой, а выводом *Г* – с цилиндрами энергоаккумуляторов.

При подаче воздуха в полость над поршнем управляющего давления, создающего приводную силу, выпускной клапан закрывается, а впускной открывается. Когда поршень устанавливается в равновесное положение, давление воздуха под ним пропорционально давлению воздуха в полости *А*, т. е. приводной силе. Поэтому чем выше давление в управляющей магистрали, тем выше давление в цилиндрах энергоаккумуляторов.

Клапан управления тормозными системами прицепа с двухпроводным приводом и клапан управления тормозными системами прицепа с однопроводным приводом являются аппаратами управления тормозными системами прицепов, которые устанавливаются на автомобилях-тягачах.

Первый служит для того, чтобы любое изменение давления воздуха, поступающего от переднего или заднего контуров рабочей тормозной системы или от контура стояночной тормозной системы, преобразовать в управляющий сигнал – давление воздуха в трубопроводе *36* (рис. 195, *в*) прицепа. Поэтому повышение или понижение давления воздуха в любом из трех перечисленных контуров вызывает соответствующее повышение или понижение давления воздуха в трубопроводе управления торможением прицепа, имеющего двухпроводный тормозной привод.

Клапан управления тормозной системой прицепа с однопроводным приводом представляет собой следящий меха-



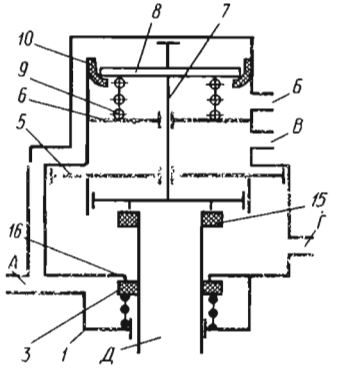


Рис. 207
Воздухораспределитель автомобилей семейства КамАЗ

низм обратного действия, управляемый давлением воздуха от следящего механизма прямого действия. При увеличении давления воздуха – управляющего сигнала происходит уменьшение давления воздуха в трубопроводе *29* (рис. 195, *д*). Такой управляющий сигнал в тормозном приводе автомобилей семейства КамАЗ поступает от клапана управления тормозной системой прицепа с двухпроводным приводом, а в тормозном приводе автомобиля МАЗ-5335 – от тормозного крана.

Воздухораспределитель автомобилей семейства КамАЗ выполняется универсальным, так как может устанавливаться на прицепах с однопроводным и двухпроводным приводами.

Корпус воздухораспределителя прицепа состоит из верхней *11* и нижней *17* частей, между которыми зажат фланец перегородки *6*. Ее центральная часть имеет цилиндрическую направляющую для штока *7*. На штоке установлен верхний *8* и нижний *4* поршни. Последний расположен внутри приводного поршня *5*. Пружина *9* стремится удержать все три поршня в верхнем положении. Нижняя часть корпуса закрыта крышкой *1*, в которой может перемещаться полый шток *2* с впускным *3* и выпускным *15* клапанами. Седло *16* впускного клапана впрессовано в корпус, а седло выпускного клапана выполнено на поршне *4*. К верхней части корпуса крепится кран *12* растормаживания. Вывод *А* соединен

с ресивером *35* (рис. 195, *е*), вывод *Б* – с питающим трубопроводом *36*, вывод *В* – с трубопроводом *37* управления, вывод *Г* – с рабочими аппаратами *40* привода, а вывод *Д*, закрытый клапаном *18* (рис. 207) – с атмосферой.

Сжатый воздух, подводимый от автомобиля к воздухораспределителю прицепа, отгибает края манжеты *10* верхнего поршня и через вывод *А* поступает в ресиверы прицепа, заряжая их. При торможении прицепа с двухприводным приводом воздух от магистрали управления поступает к выводу *В* и действует на приводной поршень *5*, который перемещает поршень *4* вниз, закрывает выпускной клапан и открывает впускной клапан. Равновесное положение поршня *4* отражает зависимость давления воздуха в рабочих аппаратах от давления воздуха в магистрали управления.

При торможении прицепа с однопроводным приводом давление воздуха под поршнем *8* падает, вследствие чего шток с обоими поршнями опускается вниз, закрывая выпускной клапан и открывая впускной. Равновесное положение поршня *4* отражает в этом случае связь между падением давления в трубопроводе, соединяющем автомобиль и прицеп, и увеличением давления воздуха в рабочих аппаратах.

При расцепке автомобиля и прицепа давление воздуха в питающей магистрали снижается до атмосферного и прицеп затормаживается. Для растормаживания прицепа вытягивают рукоятку *14* со штоком *13*. При этом сжатый воздух из ресиверов прицепа поступает под верхний поршень, пружина *9* поднимает вверх все три поршня и через открывшийся выпускной клапан воздух из рабочих аппаратов выходит в атмосферу.

Комбинированный тормозной привод. На рис. 208 показана схема пневмогидравлического тормозного привода автомобиля «Урал-375».

Колодки *9*, *10* и *12* колесных тормозов переднего, промежуточного и заднего мостов автомобиля приводятся в работу колесными гидроцилиндрами *8* и *11* гидравлической части комбинированного привода. Колесные гидроцилиндры переднего и промежуточного

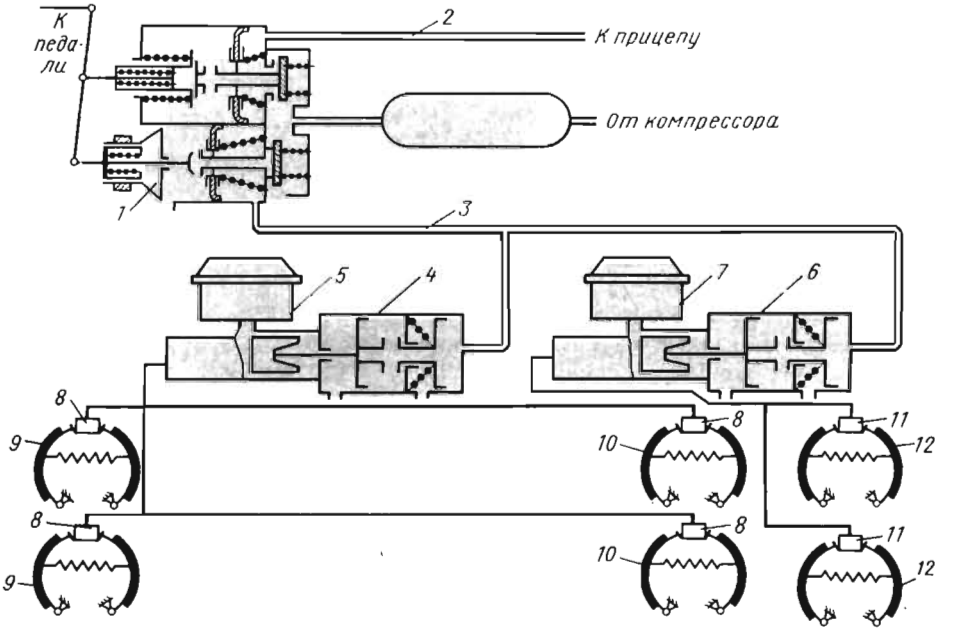


Рис. 208
Схема тормозного привода автомобиля «Урал-375»

мостов соединены трубопроводом с главным тормозным цилиндром *5*, а заднего моста – с главным тормозным цилиндром *7*. Таким образом, гидравлическая часть комбинированного пневмогидравлического привода состоит из двух независимых в работе гидроприводов.

Пневматическая часть привода состоит из комбинированного тормозного крана *1* поршневого типа и двух пневмоцилиндров *4* и *6*, соединенных с нижней секцией тормозного крана общим трубопроводом *3*. От верхней секции тормозного крана с помощью трубопровода могут приводиться в работу тормоза прицепов с пневмоприводом. Пневматическая часть привода питается сжатым воздухом от компрессора, соединенного с ресиверами.

При нажатии на педаль тормоза сжатый воздух поступает по трубопроводу *3* в пневмоцилиндры *4* и *6*. В каждом цилиндре давление воздуха воспринимается двумя поршнями и через шток и толкатель передается на поршни главных тормозных цилиндров *5* и *7* гидравлической части комбинированного привода. Таким образом, гидроприводы являются исполнительной частью комбинированного привода, а тормозной кран и пневматические цилиндры – его командной частью. Давление жидкости в колесных цилиндрах *8* и *11* прямо пропорционально давлению воздуха в пневмоцилиндрах *4* и *6*. Этим обеспечивается следящее действие комбинированного привода.

Гидравлическая часть комбинированного тормозного привода обеспечивает одновременное начало торможения всех колес автомобиля и обладает другими достоинствами, свойственными гидравлическим тормозным приводам, а пневматическая часть – легкость управления и позволяет передать тормозные усилия на транспортируемый автомобилем прицеп.

ГЛАВА 8

Несущая система. Кузов

§ 38. Рама

§ 39. Кузов

Несущая система представляет собой устройство, предназначенное для установки всех частей автомобиля. К несущей системе автомобиля обычно относится рама. При безрамной конструкции автомобиля несущим является его кузов.

§ 38. Рама

Рама предназначена для крепления кузова и всех механизмов автомобиля. Рама воспринимает вертикальные нагрузки от веса автомобиля, толкающие и скручивающие усилия, возникающие при движении, а также находится под воздействием динамических нагрузок (толчков и ударов) при переезде дорожных неровностей.

Раму имеют все грузовые автомобили, легковые автомобили высшего класса и некоторые автобусы. На современных автомобилях применяются рамы двух типов: лонжеронные и хребтовые. Первые имеют наибольшее распространение.

Лонжеронная рама (рис. 209, *а*) состоит из двух лонжеронов (продольных балок) *3*, *5*, которые соединены между собой поперечинами. Лонжероны отштампованы из листовой стали и имеют швеллерное сечение переменного профиля. Высота профиля наибольшая в средней части лонжеронов, где они более всего нагружены. В зависимости от типа автомобиля и его компоновки лонжероны могут быть установлены один относительно другого параллельно или под углом, а также могут быть изогнуты в вертикальной и горизонтальной плоскостях. К лонжеронам обычно приклепывают различного рода кронштейны для крепления кузова, деталей подвески, механизмов трансмиссии, систем управления и т. д.

Поперечины, как и лонжероны, выполнены штампованными из листовой стали. Они имеют форму, обеспечивающую крепление к раме соответствуюших механизмов. Так, например, передняя поперечина *4* приспособлена для установки передней части двигателя. Лонже-

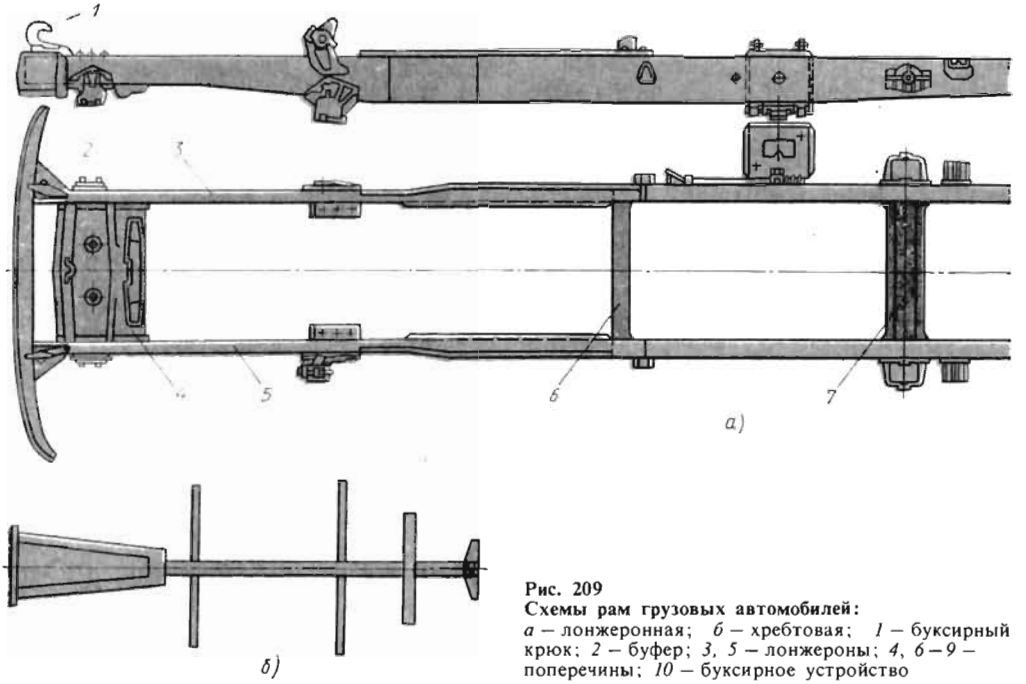


Рис. 209
Схемы рам грузовых автомобилей:
а – лонжеронная; *б* – хребтовая; *1* – буксирный крюк; *2* – буфер; *3, 5* – лонжероны; *4, 6–9* – поперечины; *10* – буксирное устройство

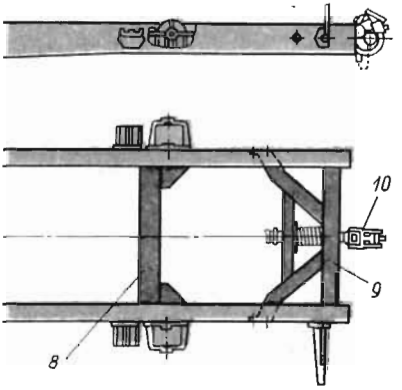
роны и поперечины между собой соединены клепкой или сваркой.

На переднем конце рамы установлены буфер *2* и буксирные крюки. Буфер предназначен для восприятия толчков и ударов при наездах и столкновениях. Крюки служат для буксирования автомобиля. В задней части рамы грузового автомобиля расположено буксирное (прицепное) устройство *10*, предназначенное для присоединения к автомобилю прицепов, буксируемых автомобилей и т. д. Это устройство включает крюк с запором и пружину или резиновый амортизатор, которые смягчают толчки и удары при движении автомобиля с буксиром по неровной дороге, при торможении и трогании с места.

На рис. 210 представлены рамы грузовых автомобилей КамАЗ-5320 и Урал-4320. Рама автомобиля КамАЗ-5320 (рис. 210, *а*) лонжеронная, штампованная, клепаная. Она состоит из двух продольных лонжеронов *2*, *4* и семи поперечин, которые образуют жесткую несущую систему. Лонжероны изготовлены из высокопрочной стали, имеют переменный профиль швеллерного сечения. На передних концах лонжеронов находятся кронштейны *1*, предназначенные для крепления буфера. На передних концах лонжеронов установлены также буксирные крюки. Задняя поперечина *3* рамы усилена раскосами. В ней установлено буксирное устройство.

Буксирное устройство (рис. 210, *в*) состоит из корпуса *18* с крышкой *19*, крюка *20* со стержнем, резинового упругого элемента *22* и деталей креплений. Упругий элемент установлен на стержне крюка, который закреплен в корпусе гайкой *23*. Необходимая предварительная деформация упругого элемента создается шайбами *16* и *17*. Буксирный крюк имеет предохранительную защелку *21*, которая стопорит замок крюка и исключает его самопроизвольное открывание. Трущиеся поверхности стержня крюка смазываются через масленки.

Рама автомобиля «Урал-4320» (рис. 210, *б*) лонжеронная, штампованная, со-

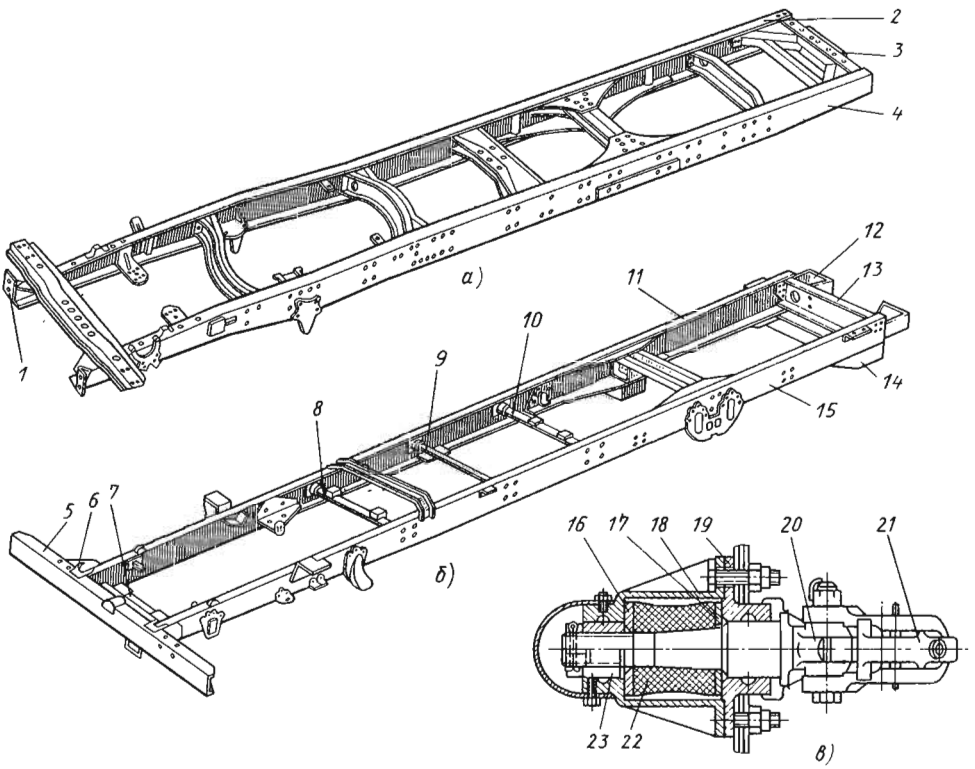


стоит из двух продольных лонжеронов *11*, *15* и шести поперечин. Поперечины *7*, *8*, *9*, *10* имеют круглое сечение. Передний *5* и задний *12* буфера, а также задняя поперечина *13* выполнены съемными. На переднем буфере крепятся буксирные крюки *6*. Буксирное устройство установлено в специальной поперечине *14*.

На рамах седельных тягачей для соединения с полуприцепами устанавливают сцепные устройства. Седельно-сцепное устройство крепят на лонжеронах рамы стремянками *1* (рис. 211). На плите *2* установлены два кронштейна *3*, служащие опорой для цапф балансира *4*. В центральной части балансира на оси *16* установлено седло *6*. Седло представляет собой плиту, к которой приварены кронштейны *12*. На кронштейнах закрепляют ограничители *7* бокового наклона седла.

Благодаря шарнирным соединениям седло имеет возможность поворачиваться относительно рамы автомобиля-

Рис. 210
Рамы грузовых автомобилей:
а – КамАЗ-5320; *б* – «Урал-4320»; *в* – буксирное устройство



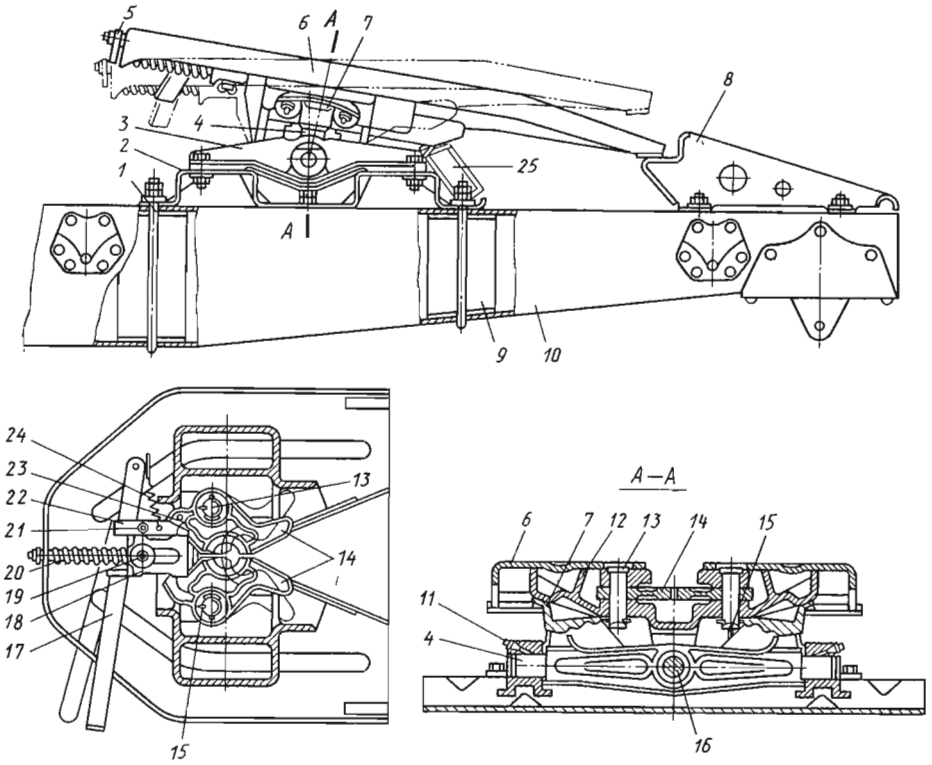


Рис. 211
Седельно-сцепное устройство:
1 — стремянка; *2* — плита; *3* — кронштейн; *4* — балансир седла; *5* — предохранительная планка; *6* — седло; *7* — ограничитель; *8* — салазки; *9* — распорка продольной балки, *10* — рама автомобиля-тягача; *11* и *15* — масленки; *12* — кронштейн седла; *13* — ось захвата; *14* — захваты; *16* — ось седла; *17* — рычаг; *18* — запорный кулак; *19* — ось кулака; *20* — пружина кулака; *21* — ось защелки; *22* — защелка; *23* — штифт; *24* — пружина защелки; *25* — пружина седла

тягача в продольной и поперечной плоскостях.

Пружина *25* наклоняет седло в свободном состоянии назад, прижимая его к салазкам *8*, установленным на конце рамы автомобиля-тягача. В продольной плоскости седло может быть наклонено вперед или назад на 15°. Угол наклона седла в поперечной плоскости регулируется ограничителями *7* бокового наклона.

Боковой наклон седла может достигать 8° в каждую сторону.

Седельно-сцепное устройство снабжено замком, обеспечивающим полуавтоматическую сцепку и расцепку автомобиля-тягача и полуприцепа. Два захвата *14* замка свободно поворачиваются на осях *13*.

Между передними выступами захватов помещен на направляющей оси *19* запорный кулак *18* со штоком. Пружина *20*, надетая на шток, прижимает запорный кулак к захватам. Ход штока запорного кулака при транспортировании полуприцепа ограничивают предохранительной планкой *5*. Для перемещения запорного кулака при расцепке служит рычаг *17*.

При транспортировании полуприцепа кулак запирает захваты, а при расцепке открывает их. Для того чтобы открыть захваты, запорный кулак отводят рычагом *17* в переднее положение, в котором он фиксируется защелкой *22*. При сцепке шкворень, установленный на полу-

прицепе, раздвигает захваты. Защелка *22* поворачивается на своей оси и освобождает запорный кулак, который усилием сжатой пружины *20* перемещается по направлению к оси седла и запирает захваты.

Произвольная расцепка предотвращается предохранительной планкой *5*, устанавливаемой после сцепки напротив штока запорного кулака.

Хребтовая рама (см. рис. 209, *б*) состоит из одной центральной несущей балки, обычно трубчатого сечения, к которой прикреплены различные установочные кронштейны. Несущая балка хребтовой рамы может также состоять из картеров отдельных механизмов трансмиссии, соединенных между собой патрубками. Кронштейны, установленные между картерами и патрубками, предназначены для крепления кабины, грузовой платформы, двигателя и других механизмов автомобиля. Хребтовая рама, состоящая из картеров механизмов трансмиссии, по сравнению с лонжеронной обладает более высокими изгибной и крутильной жесткостями. Однако в этом случае затруднен доступ к механизмам трансмиссии при техническом обслуживании и ремонте, а также требуется высокая точность изготовления и сборки.

Безрамная конструкция обычно применяется для легковых автомобилей малого и среднего классов, а также для автобусов. На таких автомобилях функции рамы выполняет цельнометаллический несущий кузов, имеющий жесткую конструкцию. Несущий кузов уменьшает массу автомобиля и позволяет значительно снизить его высоту по сравнению с рамной конструкцией.

§ 39. Кузов

Назначение, типы кузовов. Кузов автомобиля служит для размещения водителя, пассажиров и различных грузов, а также для защиты их от внешних воздействий.

По назначению автомобильные кузова делятся на грузовые, пассажирские, грузо-пассажирские и специальные. Грузовые кузова могут быть общего назначения (бортовые платформы) и специализированные (самосвальные, фургоны, цистерны и т. п.). Пассажирские кузова также бывают общего назначения и специализированные, предназначенные для размещения различного оборудования и установок (пожарного, лабораторного и т. п.).

В зависимости от конструкции кузова выполняют каркасными, полукаркасными и бескаркасными. Каркасный кузов имеет жесткий пространственный каркас, к которому прикреплены наружная и внутренняя облицовки. Полукаркасный кузов имеет только некоторые части каркаса (отдельные стойки, дуги, усилители и т. д.), соединенные между собой наружной и внутренней облицовками.

Для того чтобы бескаркасный кузов обладал необходимой жесткостью, отдельным частям кузова придают определенную форму и сечение.

Кузова современных легковых автомобилей обычно выполняют бескаркасными, автобусов — каркасными и полукаркасными, а цельнометаллические кабины грузовых автомобилей могут быть полукаркасными и бескаркасными.

По характеру воспринимаемых нагрузок кузова подразделяются на несущие, полунесущие и разгруженные. У несущего кузова рама отсутствует и все нагрузки воспринимаются кузовом. Полунесущий кузов жестко соединяется с рамой и воспринимает часть нагрузок, приходящихся на раму. Разгруженный кузов жесткого соединения с рамой не имеет (установлен на резиновых прокладках, подушках и т. п.) и, кроме веса груза, никакой нагрузки не воспринимает.

Большинство современных легковых автомобилей и автобусов имеют несущие кузова. Грузовые автомобили оборудуются разгруженными кузовами.

Кузов легкового автомобиля (рис. 212, *а*). Обычно кузов имеет не-

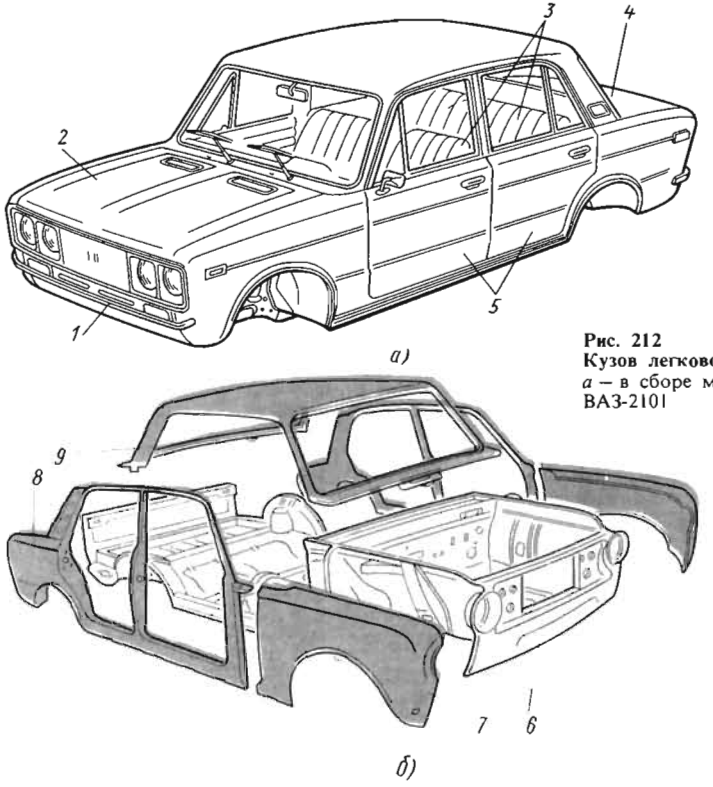


Рис. 212
Кузов легкового автомобиля «Жигули»:
а – в сборе мод. ВАЗ-2106; *б* – корпус мод. ВАЗ-2101

разъемный стальной корпус *1*, к которому прикреплены капот двигателя *2*, крышка багажника *4*, двери *5*, крылья и детали декоративного оформления (облицовка радиатора, передний и задний буферы, декоративные накладки и т. д.). Внутри кузова установлены сиденья *3* для пассажиров и водителя.

Корпус кузова (рис. 212, *б*) представляет собой жесткую сварную конструкцию, состоящую из отдельных предварительно собранных узлов: основания (пола) *6* с передней и задней частями корпуса, левой и правой боковин *8* с задними крыльями, крыши *9* и передних крыльев *7*.

В передней части корпуса кузова часто имеется короткая (подмоторная) рама лонжеронного типа, предназначенная для крепления силового агрегата (двигателя со сцеплением) и передней подвески.

Основание кузова обычно выполняется в виде цельноштампованной панели, которая с внутренней стороны салона по периметру усилена жестким коробчатым профилем. С основанием соединены передняя и задняя части кузова. Передняя часть включает передний щит, панели, брызговики, а задняя часть – панели и брызговики. Боковины кузова изготовляют цельноштампованными или сварными из отдельных деталей (стоек, порога пола и т. д.). В боковинах имеются проемы для дверей. Крыша кузова цельноштампованная. Она часто выполняется вместе с проемами для ветрового и заднего окон.

Дверь кузова состоит из наружной и внутренней штампованных панелей, соединенных между собой. Она подвешена в проеме кузова на двух петлях. В закрытом положении дверь удерживается специальным замком (кулачковым, роторным), исключающим про-

извольное открывание двери при движении. Ограничитель двери ограничивает угол открывания и обеспечивает ее фиксацию в открытом положении. В нижней части двери имеются щели для стока воды, попадающей внутрь двери.

Окно двери обычно состоит из двух частей, изготовленных из закаленного стекла. Большая часть окна – опускное стекло, а меньшая часть – поворотное (передняя дверь) или неподвижное (задняя дверь) стекло. Опускное стекло перемещается в специальных направляющих при помощи стеклоподъемника. Стеклоподъемник установлен внутри двери. Он представляет собой зубчатый механизм с механическим или электрическим приводом, обеспечивающий подъем, опускание и фиксацию стекла в любом положении.

Стекла ветрового и заднего окон кузова изготовляют гнутыми. Стекло ветрового окна панорамного типа полированное, а заднее неполированное. На некоторых автомобилях применяют трехслойное ветровое стекло («триплекс»), склеенное из двух тонких полированных стекол с прозрачной эластичной пленкой между ними. Такое стекло более безопасно при разрушении, чем закаленное. Стекла устанавливают в проемы кузова вместе с резиновыми уплотнителями.

Капот закрывает сверху отсек двигателя, находящийся обычно в передней части кузова автомобиля. Он состоит из двух панелей (наружной и внутренней), соединенных между собой. Капот прикреплен к кузову двумя петлями. Петли снабжены пружинами, которые облегчают подъем капота и фиксируют его в открытом и закрытом положениях. Капот оборудован замком, удерживающим его в закрытом положении. Замок капота отпирают изнутри кузова специальной рукояткой, установленной обычно под панелью приборов.

Багажник при переднем расположении двигателя находится в задней части автомобиля. Он предназначен для размещения багажа, запасного колеса и инструмента водителя. Крышка багажника прикреплена к кузову посредством двух петель. Положение ее может регулироваться. В открытом положении крышка фиксируется упругими элементами (торсионами, пружинами). На внутренней панели крышки багажника установлен замок, удерживающий ее в закрытом положении.

Сиденья в зависимости от типа и назначения автомобиля могут быть установлены в кузове в один или два ряда. Двухрядные сиденья обычно применяются в легковых автомобилях малого и среднего классов общего назначения. В автомобилях большой вместимости (высшего класса) дополнительно имеется третий ряд сидений (средний), которые при необходимости могут быть сложены.

Переднее сиденье обычно двухместное, выполняется сплошным или раздельным. Для удобства посадки водителя и пассажира сиденье делается регулируемым в продольном направлении и по наклону спинки. При раздельной конструкции сиденья водителя и пассажира регулируются самостоятельно. Для посадки трех человек на раздельное переднее сиденье между его подушками и спинками могут быть установлены специальные съемные вкладыши.

Заднее сиденье в легковых автомобилях двух- или трехместное и выполняется сплошным (диванного типа). В средней части его спинки часто имеется подлокотник, при откидывании которого сиденье превращается в двухместное.

Передние и задние сиденья обычно состоят из пружинных металлических каркасов подушек и спинок, покрытых формованной губчатой резиной и специальной декоративной обивкой.

На рис. 213 показана конструкция сидений легкового автомобиля ВАЗ-2121 «Нива». Переднее сиденье раздельное. Оно состоит из двух отдельных сидений кресельного типа, оборудованных подголовниками *7*. Каждое сиденье имеет самостоятельную регулировку в продольном направлении и по углу наклона спинки. Сиденье установлено на специальных салазках, по которым оно может перемещаться в нужное положение при повороте рукоятки *17* механизма

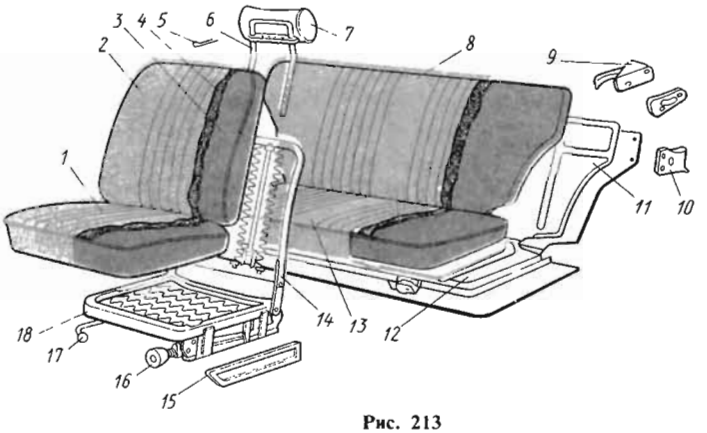


Рис. 213
Сиденья легкового автомобиля ВАЗ-2121 «Нива»:
1 – подушка переднего сиденья; *2* – спинка переднего сиденья; *3* – набивка; *4* – подложка обивки; *5* – фиксатор подголовника; *6* – каркас подголовника; *7* – подголовник; *8* – спинка заднего сиденья; *9* – фиксатор спинки заднего сиденья; *10* – скоба спинки заднего сиденья; *11* – основание спинки заднего сиденья; *12* – основание подушки заднего сиденья; *13* – подушка заднего сиденья; *14* – каркас спинки переднего сиденья; *15* – облицовка переднего сиденья; *16* – рукоятка механизма наклона спинки; *17* – рукоятка механизма передвижения сиденья; *18* – каркас подушки переднего сиденья

передвижения. Пружинные металлические каркасы спинки *14* и подушки *18* сиденья имеют шарнирное соединение, что позволяет изменять наклон спинки вплоть до горизонтального положения. Изменение наклона спинки сиденья осуществляется вращением рукоятки *16* механизма наклона. Положение подголовника *7* регулируется только по высоте. Подушка *1* и спинка *2* сиденья имеют набивку *3*, подложку *4* обивки и специальную декоративную обивку. Переднее сиденье может откидываться вперед для обеспечения свободного прохода пассажиров к заднему сиденью.

Заднее сиденье трехместное, диванного типа. Оно выполнено сплошным. Сиденье имеет металлические основания спинки *11* и подушки *12*. Устройство подушки *13* и спинки *8* заднего сиденья такое же, как и переднего. При необходимости заднее сиденье может складываться.

Ремни безопасности применяются на легковых автомобилях для предохранения водителя и пассажиров от тяжелых травм и гибели при наездах на неподвижные препятствия и при столкновении с другими видами транспорта на больших скоростях. Ремни крепятся внутри кузова автомобиля для оборудования как передних, так и задних сидений. Ремни безопасности обычно диагонально-поясного типа.

Крепление ремней безопасности на автомобиле ГАЗ-24 «Волга» показано на рис. 214. Для каждого человека предусмотрены охватывающий грудь диагональный ремень *1* и поясной ремень *2*. Ремни закреплены болтами в трех точках: на стойке кузова, на пороге и на тяге *3* с замком. Каждый ремень состоит из лямки, регулятора длины и языка, который вставляется в замок, чем и обеспечивается пристегивание пассажира или водителя на сиденье.

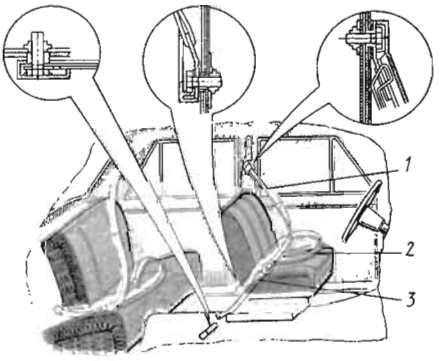


Рис. 214
Крепление ремней безопасности

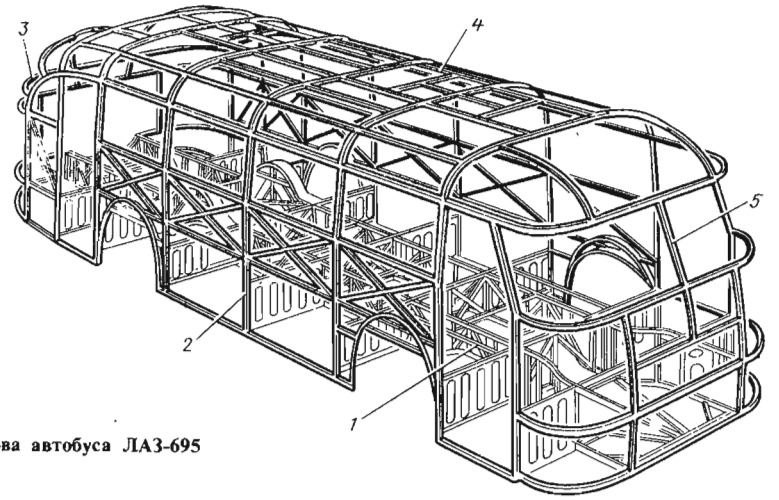


Рис. 215
Каркас кузова автобуса ЛАЗ-695

Кузов автобуса. Кузов жесткой конструкции, обычно состоит из каркаса, наружной облицовки, внутренней обивки, пола, окон, дверей и т. д. Внутри кузова размещаются сиденья для пассажиров и водителя.

Каркас является основной частью кузова автобуса. Он состоит из основания *1* (рис. 215), боковин *2*, крыши *4*, передней *5* и задней *3* частей. Каркас часто делают сварным из стальных труб прямоугольного сечения.

Двери автобуса обычно выполняются раздельными для пассажиров и водителя. Передние двери для пассажиров часто делают трехстворчатыми или четырехстворчатыми, а задние двери — четырехстворчатыми. Двери для водителей — обычно одностворчатые. Трех- и четырехстворчатые двери для пассажиров открываются и закрываются с помощью пневматических механизмов, управляемых водителем.

Окна автобуса (ветровое, боковое, заднее) выполняют разными по форме и конструкции. Боковые окна часто делают прямоугольными с раздвижными или откидными форточками. Ветровое и заднее окна — глухие, имеют гнутые стекла.

Сиденья в автобусах для пассажиров и водителей имеют различную конструкцию. Сиденья пассажиров могут быть как регулируемыми, так и нерегулируемыми. Нерегулируемые сиденья применяют в городских, регулируемые — междугородних автобусах. Последние выполняют в виде полуспальных кресел с изменяемым углом наклона спинки, с подушками и спинками повышенной мягкости. Сиденье водителя обычно регулируемое в продольном направлении, по высоте и по углу наклона спинки. Часто оно бывает оборудовано гидравлическим амортизатором, который гасит колебания сиденья, возникающие при движении по неровным дорогам.

Хорошая обтекаемость кузова на современных легковых автомобилях и автобусах достигается следующими конструктивными мероприятиями: незначительным наклоном крыши кузова назад, применением боковин кузова без резких переходов, установкой ветрового стекла и облицовки радиатора с наклоном, применением гладкого днища. Все это позволяет уменьшить аэродинамические потери при движении, особенно на высоких скоростях, и повысить тяговые свойства и топливную экономичность автомобиля. У грузовых автомобилей повышение обтекаемости может быть достигнуто: применением кабин, ширина которых равна ширине грузового кузова; установкой дополнительных щитков-обтекателей; применением грузовых кузовов с высокими бортами, а также кузовов типа фургон, цистерна и т. п.

Обзорность из кузова с места водителя улучшается при высоком расположении его сиденья, меньшем наклоне подушки и спинки сиденья, при увеличении ветрового стекла, уменьшении толщины стоек кузова и смещении их к задней части автомобиля. Наилучшую обзорность обеспечивают панорамные окна с высоко расположенной верхней кромкой. Обзорность для пассажиров автобуса существенно улучшается при прозрачных скатах крыши кузова и при расположении стоек боковых окон между сиденьями.

Шумоизоляция кузова обеспечивается за счет применения противошумных паст, битумных мастик, теплоизоляционных и перфорированных картонов и т. п. Панель двигателя обивают толстым слоем из термоизоляционного картона и пенопласта или многослойным гофрированным картоном со слоем водонепроницаемого картона. Пол кузова легковых автомобилей перед окраской покрывают термопластами битумными листами, которые при последующей горячей сушке расплавляются и прочно склеиваются с поверхностью пола и со слоистыми термошумоизоляционными прокладками, уложенными на битумные листы. У грузовых автомобилей пол кабины покрывается резиновым ковриком с войлочной подбивкой. Для шумоизоляции боковин кузова и дверей применяются шумоизоляционные мастики, войлок и картон с пеноволокном, а для изоляции крыши кузова — пенопласт, перфорированный картон и прокладки из стекловолокна, армированного смолами.

Кузов грузового автомобиля. В сборе кузов состоит из кабины, оперения и грузового кузова.

Кабина представляет собой жесткую сварную цельнометаллическую конструкцию, состоящую из каркаса *4* (рис. 216, *а*) крыши *2*, верхней *1*, задней *3* и боковых *5* панелей.

Двери кабины имеют опускающиеся стекла и поворотные форточки. Подъем и опускание стекол, а также их фиксация в любом необходимом положении осуществляется при помощи стеклоподъемников, расположенных внутри дверей. В закрытом положении двери удерживаются посредством специальных замков. Ветровое окно кабины обычно делается неоткрывающимся и имеет гнутое стекло панорамного типа.

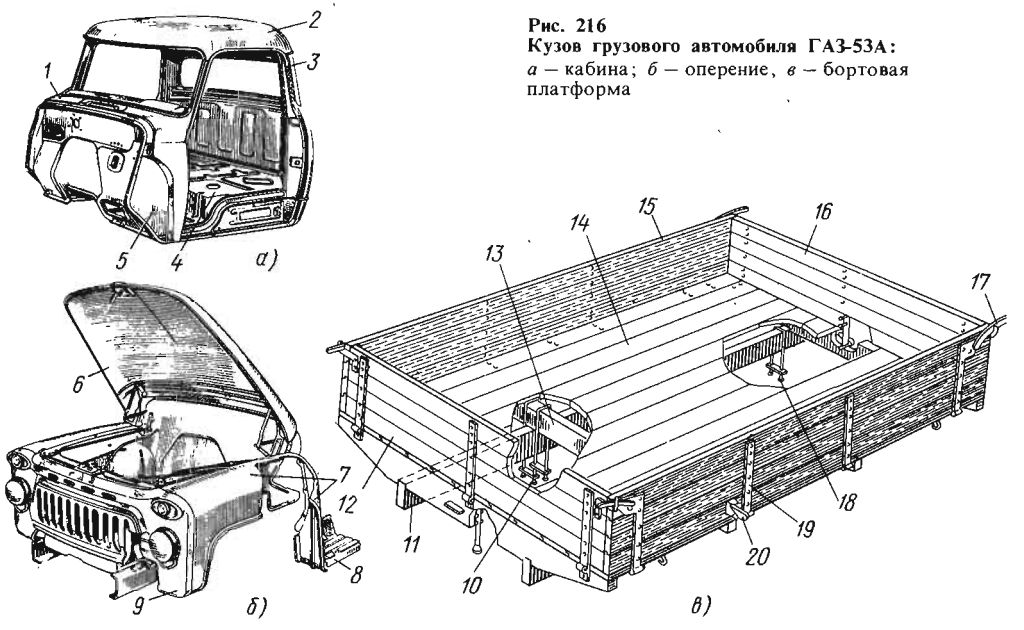


Рис. 216
Кузов грузового автомобиля ГАЗ-53А:
а — кабина; *б* — оперение, *в* — бортовая платформа

Сиденье в кабине может быть двухместным или трехместным. Оно выполняется общим для водителя и пассажиров или раздельным. При раздельной конструкции сиденье водителя делается регулируемым в горизонтальном и вертикальном направлениях, а также по наклону подушки и спинки. Иногда кабина оборудуется спальным местом, которое располагается за спинкой сиденья.

Кабина установлена на раме на резиновых подушках. Она может быть расположена над двигателем или за ним. Кабины, расположенные над двигателем, делают опрокидывающимися относительно передних шарнирных опор. Это облегчает доступ к двигателю и некоторым механизмам.

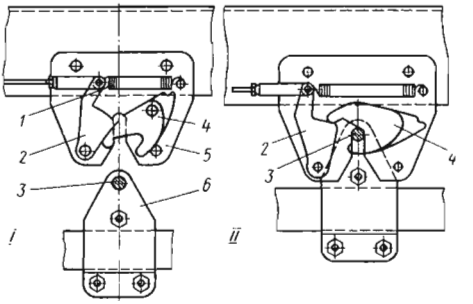


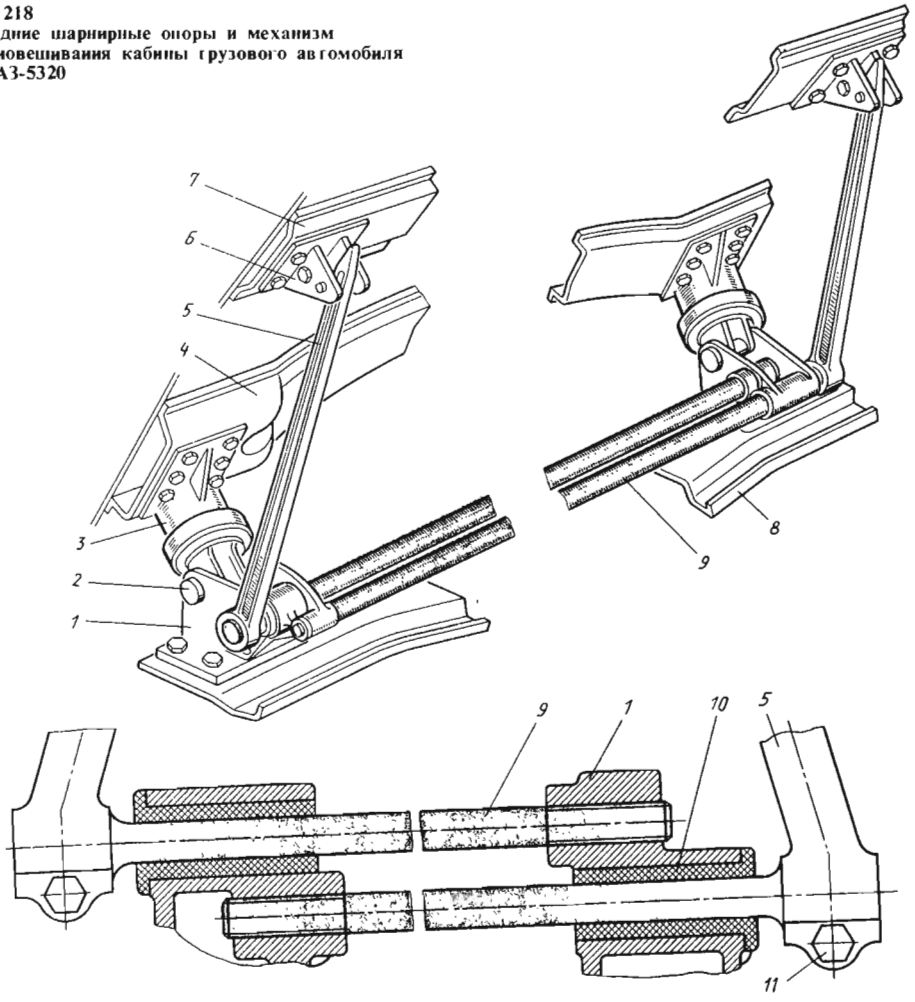
Рис. 217
Запорный механизм кабины грузового автомобиля МАЗ-5335:
I – в открытом положении; *II* – в закрытом положении

Кабина грузового автомобиля МАЗ-5335 цельнометаллическая, расположена над двигателем, с помощью шарнирных опор откидывается вперед на 45°, что обеспечивает хороший доступ к двигателю и его системам, к рулевому управлению, к механизмам и системам автомобиля, находящимся в передней части. В откинутом положении кабина стопорится упором-ограничителем, один конец которого крепится к кабине, а другой конец – к раме. При откинутой кабине ее масса уравновешивается пружинами, которые расположены под передней частью кабины и упираются в поперечину рамы автомобиля. Трос исключает перекос и выскакивание пружин. Крепление передней части кабины выполнено на шарнирных опорах: два литых кронштейна поперечной балки основания кабины входят в проушины кронштейнов, установленных на лонжеронах рамы. Соединение кронштейнов осуществляется осью с резиновыми втулками, которые смягчают колебания кабины. Задней опорой кабины является трубчатая балка, закрепленная на раме автомобиля. На балке установлены две резиновые подушки, ограничивающие боковые перемещения кабины при движении автомобиля.

В задней части кабины установлен запорный механизм (рис. 217), который исключает самопроизвольное откидывание кабины при движении. Он состоит из захвата *4*, установленного между двумя пластинами *5*, и кулака *2*. Закрывается запорный механизм автоматически при опускании кабины. При этом происходит перемещение запорного механизма из положения I в положение II – кулак *2* под действием пружины *1* поворачивается и удерживает захват *4*, предотвращая самопроизвольное открывание запорного механизма. При опущенной кабине палец *3*, закрепленный в обойме *6*, упирается в концы вырезов пластин *5*. Открывается механизм принудительно – рукояткой через систему привода. У запорного механизма имеется дублирующее устройство, состоящее из троса с петлей и штыря. Трос прикреплен к балке кабины, а штырь – к кронштейну на лонжероне рамы. Петля троса надевается на штырь.

Кабина грузового автомобиля КамАЗ-5320 также цельнометаллическая, расположена над двигателем. Наклон кабины вперед при ее опрокидывании составляет 42°, а максимальный угол наклона кабины, необходимый для снятия двигателя с автомобиля, равен 60°. Конструктивной особенностью кабины является наличие открывающейся передней облицовочной панели. При ее подъеме обеспечивается свободный доступ к отопителю кабины, к приборам электрооборудования, к устройствам

Рис. 218
Передние шарнирные опоры и механизм уравновешивания кабины грузового автомобиля КамАЗ-5320



омывания и очистки ветрового стекла, к передним опорам кабины. В поднятом положении облицовочная панель фиксируется двумя телескопическими упорами, а в опущенном положении – двумя замками. Крепление кабины к раме осуществляется в четырех точках – двух спереди и двух сзади. Передние точки крепления кабины представляют собой шарнирные опоры, а задние – четвертные листовые рессоры с гидравлическими телескопическими амортизаторами. Передние и задние опоры обеспечивают мягкую подвеску кабины. Кабина оборудована уравновешивающим механизмом, облегчающим ее опрокидывание, ограничителем подъема и запорным устройством.

Опрокидывание кабины вперед обеспечивают передние шарнирные опоры (рис. 218). Нижние кронштейны *1* передних опор прикреплены к поперечине *8* рамы, а верхние кронштейны *3* – к балке *4* пола. Верхние кронштейны входят в проушины нижних кронштейнов и соединение их осуществляется при помощи пальцев *2*. Резиновые кольца, установленные в отверстиях верхних кронштейнов, уплотняют шарниры и предотвращают попадание в них грязи и влаги. В корпусах верхних кронштейнов установлены резиновые подуш-

ки, которые смягчают колебания, передаваемые кабине от рамы через передние опоры. Нижние кронштейны передних опор соединены с механизмом уравновешивания кабины.

Механизм уравновешивания кабины, облегчая ее опрокидывание вперед, обеспечивает почти полное уравновешивание массы кабины в любом ее положении. Механизм уравновешивания торсионного типа. Он состоит из двух взаимозаменяемых сплошных круглого сечения торсионов *9* с рычагами *5*. Один конец торсиона сделан квадратным, а другой конец – имеет шлицы. Квадратный конец торсиона запрессован в нижний кронштейн *1* передней шарнирной опоры кабины, а шлицевой конец торсиона свободно установлен в резиновой втулке *10*, находящейся во втором нижнем кронштейне передней опоры. Рычаг *5* нижним концом установлен на шлицах торсиона и жестко закреплен стяжным болтом *11*. Верхним концом рычаг *5* шарнирно соединен с опорой *6* торсиона, прикрепленной к поперечной балке *7* пола кабины.

Задние опоры кабины (рис. 219) выполнены в виде листовых рессор, работающих совместно с гидравлическими амортизаторами телескопического типа. Передний конец рессоры *1* стремянкой *3* и болтом *2* прикреплен к кронштейну *11*, установленному на раме автомобиля. Задний конец рессоры, имеющий ушко, при помощи резинометаллического шарнира установлен в обойме *7* рессоры. В обойме также закреплен на резиновых подушках верхний конец амортизатора *9*. Нижний конец амортизатора через резинометаллический шарнир соединен с нижним кронштейном *10*, связанным с кронштейном *11*. Перемещение рессоры ограничивается резиновым буфером *8*, упирающимся в раму автомобиля при определенном ее ходе. Буфер установлен на обойме рессоры.

Кабина автомобиля фиксируется в рабочем положении на задних опорах при помощи запорного устройства, включающего в себя два отдельных запора. Каждый запор состоит из корпуса *12*, закрепленного на продольной балке кабины, запорного крюка *16* и рукоятки *15*. Кроме того, один из запоров имеет предохранительный крюк *14* с пружиной *13*. Запорная скоба *6* приварена к верхнему кронштейну *4*, который прикреплен к обойме *7* рессоры задней опоры кабины. На кронштейне *4* закреплена резиновая подушка *5*, предназначенная для опоры корпуса *12* запора при транспортном положении кабины.

При фиксации кабины на задних опорах скобы *6* входят в пазы корпусов *12* запоров и зацепляются с крюками *16* запоров. Рукоятки *15* запорных крюков устанавливаются в крайнее верхнее положение, корпуса *12* запоров прижимаются к резиновым подушкам *5*, и предохранительный крюк *14* автоматически защелкивается. При опрокидывании кабины рукоятки запорных крюков устанавливаются в крайнее нижнее

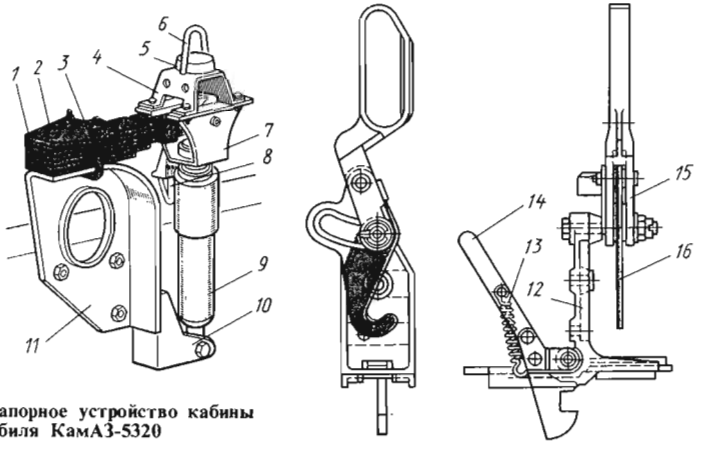


Рис. 219
Задняя опора и запорное устройство кабины грузового автомобиля КамАЗ-5320

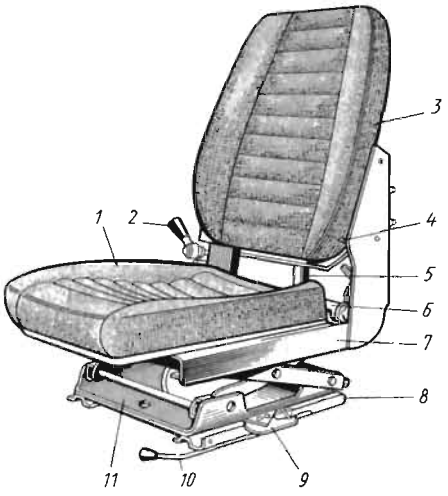


Рис. 220
Сиденье водителя грузового автомобиля КамАЗ-5320

положение, а предохранительный крюк выводится из зацепления с запорной скобой.

Для кабины грузового автомобиля КамАЗ-5320 предусмотрена регулировка усилия опрокидывания кабины, которая осуществляется изменением угла закручивания торсионов. Для изменения усилия опрокидывания угол закручивания необходимо соответственно уменьшить или увеличить, что обеспечивается шлицевым соединением рычагов и торсионов механизма уравновешивания кабины. При перестановке рычага торсиона на один шлиц угол закручивания торсиона изменяется на 7°30′. Для изменения угла закручивания на меньшую величину регулировка осуществляется путем перестановки оси опоры *6* (см. рис. 218) рычага торсиона, которая имеет два отверстия. При перестановке оси из одного отверстия в другое угол закручивания торсиона изменяется на 3°45′.

Кабина автомобиля КамАЗ-5320 трехместная. Она оборудована сиденьем водителя и двумя одноместными сиденьями для пассажиров. Сиденье водителя (рис. 220) имеет механизм подрессоривания, который уменьшает утомляемость водителя и повышает удобство работы. Механизм торсионного типа с газонаполненным амортизатором. Подрессоривание сиденья осуществлено пластинчатым торсионом, размещенным в трубе *6*. Один конец торсиона закреплен неподвижно, а второй — соединен с рычагом *2* механизма регулирования жесткости подвески. Газонаполненный амортизатор *5* предназначен для гашения колебаний сиденья при движении по неровностям дороги. Он установлен за спинкой сиденья. Нижний конец амортизатора закреплен на основании *11* сиденья, а верхний — в поперечине остова *7* сиденья. Для крепления концов амортизатора используются резиновые втулки. Сиденье водителя выполнено регулируемым в продольном направлении и по наклону спинки. Продольное перемещение сиденья осуществляется перемещением его вдоль неподвижных направляющих *8*, прикрепленных к полу кабины. Стопор *9*, управляемый рычагом *10*, обеспечивает фиксацию сиденья в одном из десяти положений. Наклон спинки сиденья регулируется рычагом *4*. Подушка *1* и спинка *3* сиденья сделаны из губчатой резины и обиты искусственной кожей.

Регулировка жесткости подвески сиденья водителя производится в зависимости от его массы (50—130 кг) и осуществляется путем закручивания торсиона при помощи рычага *2* механизма регулирования жесткости.

Среднее пассажирское сиденье выполнено аналогично сиденью водителя. Однако оно не имеет механизма подрессоривания и не регулируется. Боковое пассажирское сиденье кресельного типа, имеет металлический пружинный каркас. Оно регулируется в продольном направлении и по наклону спинки. Сиденье имеет два откидных подлокотника и подголовник.

Оперение (рис. 216, *б*) включает капот *6* двигателя, крылья *7*, подножки *8* и облицовку *9* радиатора. У грузовых автомобилей, которые имеют кабину, расположенную над двигателем, капот отсутствует.

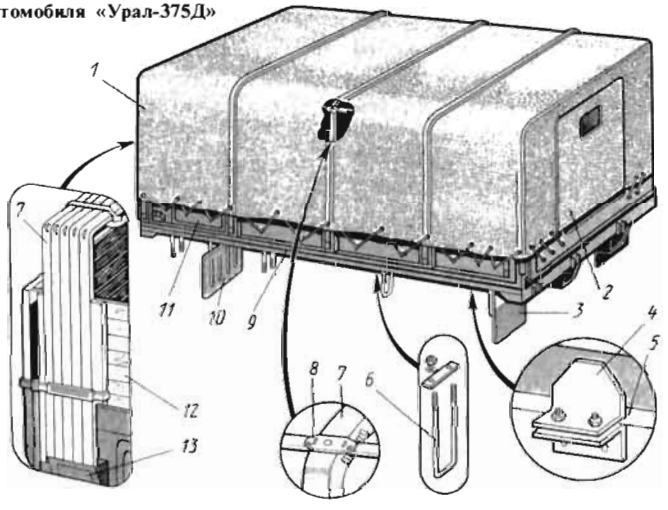
Грузовой кузов может выполняться в виде бортовой платформы (автомобили общего назначения), самосвальным (опрокидывающимся назад или вбок), в виде фургона, цистерны и т. д. (специализированные автомобили). Бортовая платформа (рис. 216, *в*) часто имеет деревометаллическую конструкцию. Она состоит из основания, пола и бортов. Основание включает продольные *11* и поперечные *13* брусья, к которым прикреплены пол *14*, неподвижный передний борт *16*, а также откидные боковые *15* и задний *12* борта. Для пола и бортов используются деревянные доски. Доски бортов скреплены между собой металлическими планками *19*. Откидные борта соединены с основанием платформы с помощью петель *20*, а передний неподвижный борт – специальными стойками. В поднятом положении откидные борта удерживаются специальными запорами *17*, расположенными в углах соединения бортов. Бортовая платформа в сборе прикреплена к раме автомобиля стремянками *10* и *18* с гайками.

Бортовые платформы выполняются обычно открытыми. Часто они оборудуются дополнительными устройствами, которые обеспечивают возможность наращивания высоты бортов и установку тента.

На рис. 221 представлен грузовой кузов автомобиля «Урал-375Д». Кузов предназначен для перевозки пассажиров и грузов, выполнен в виде бортовой платформы с надставными решетчатыми бортами и со съемным тентом. Платформа *9* цельнометаллическая, имеет надколесные ниши, крепится к раме автомобиля при помощи стремянок *6* и кронштейнов *4*. Между лонжеронами рамы автомобиля и продольными балками основания платформы установлены деревянные прокладки *5*. Задний борт у платформы откидывающийся, а остальные борта неподвижные. На переднем и боковых бортах платформы имеются надставные решетки *12*. В надставные решетки боковых бортов устанавливаются дуги *7* тента, которые в рабочем положении скрепляются распорками *8*. В нерабочем положении дуги устанавливаются в специальные гнезда *13* передней части платформы и крепятся ремнями. На боковых бортах платформы находятся ящики *11* для хранения инструмента. Съемный тент *1* в передней части имеет окно и два клапана для вентиляции, а в задней части – только окно *2*. При необходимости тент снимается и укладывается в специальный чехол.

Платформа оборудована тремя продольными рядами сидений для перевоз-

Рис. 221
Грузовой кузов автомобиля «Урал-375Д»



ки пассажиров. Боковые ряды сидений выполнены откидными, а средний ряд сидений – съемный. Средний ряд состоит из двух частей, которые в снятом положении закрепляются ремнями в кронштейнах на переднем борту платформы. Для безопасности пассажиров параллельно заднему борту пристегивается предохранительный ремень, проходящий через скобу спинки среднего ряда сидений. В передней и задней частях основания платформы установлены брызговики *3* и *10*.

Конструкция кузова автомобиля существенно влияет на безопасность движения. Активная безопасность автомобиля определяется следующими свойствами: хорошей обзорностью и видимостью с места водителя во всех направлениях; большой поверхностью очистки ветрового стекла стеклоочистителем; предохранением ветрового, заднего и боковых стекол от запотевания и обмерзания; отсутствием бликов от полированных поверхностей кузова; удобной посадкой водителя, обеспечивающей его работу без утомляемости.

К мерам пассивной безопасности относятся: ремни безопасности; безосколочные стекла; панели приборов с повышенной энергопоглощающей способностью и утопленными приборами, кнопками управления и другими деталями; конструкции, обеспечивающие возможность выхода человека из потерпевшего аварию автомобиля; высокая прочность пассажирского салона кузова, обеспечивающая незначительные его деформации при авариях; буферы с резиновыми блоками и устройствами, поглощающими удары при столкновениях; обивочные огнестойкие материалы и др.

Вентиляция и отопление кузова. Система вентиляции и отопления кузова предназначена для регулирования воздухообмена и температуры воздуха в салоне автомобиля. Для легкового автомобиля она включает в себя обычно отопитель жидкостного типа с дополнительными устройствами, который размещается в передней части салона кузова под панелью приборов.

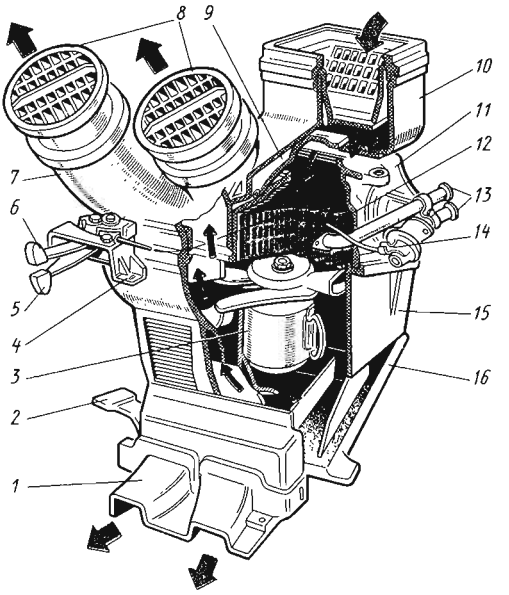
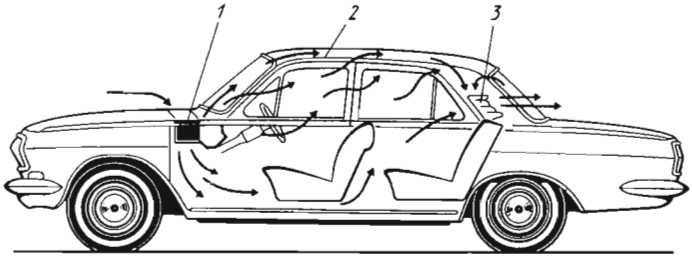
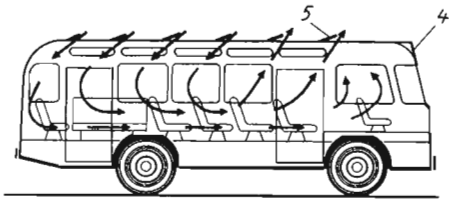


Рис. 222
Отопитель кузова легкового автомобиля ВАЗ-2106 «Жигули»:
1 – воздухопровод внутренней вентиляции; *2* – рычаг воздухораспределительной крышки; *3* – электровентилятор; *4* – кронштейн; *5* – рычаг управления крышкой воздухопритока; *6* – рычаг управления краном отопителя; *7* – воздухопровод дефлекторов; *8* – дефлекторы; *9* – крышка воздухопритока; *10* – коробка воздухопритока; *11* – кожух радиатора; *12* – радиатор; *13* – трубопроводы; *14* – кран; *15* – кожух вентилятора; *16* – воздухораспределительная крышка

Отопитель состоит из радиатора *12* (рис. 222), к которому подводится охлаждающая жидкость из системы охлаждения двигателя. Воздух к радиатору поступает через коробку *10* воздухопритока, в которую он попадает снаружи через продольные отверстия, расположенные в задней части капота двигателя. Крышка *9* воздухопритока позволяет регулировать количество воздуха, поступающего в салон кузова через отопитель. При движении воздух поступает в салон кузова под действием скоростного напора. При малой скорости движения автомобиля и на стоянке, когда скоростной напор воздуха недостаточен или отсутствует, свежий воздух в салон кузова нагнетается электровентилятором *3*.



а)



б)

Рис. 223
Вентиляция кузова:
а — легкового автомобиля ГАЗ-24; *б* — автобуса ПАЗ-672

Температура воздуха, поступающего в салон кузова, регулируется количеством жидкости, подводимой в радиатор отопителя. Количество поступающей жидкости в радиатор регулируется величиной открытия крана *14*.

Воздух, поступающий в салон кузова через отопитель, направляется к дефлекторам *8* и воздухопроводу *1*. Количество воздуха регулируют воздухораспределительной крышкой *16*. При закрытой крышке весь воздух поступает в салон кузова через дефлекторы *8*, а при открытой крышке большая его часть направляется через воздухопровод *1* в нижнюю переднюю часть салона к ногам водителя и пассажира, сидящего спереди.

Дефлекторы имеют поворотные крышки с направляющими решетками, что позволяет регулировать направление потока выходящего воздуха. При закрытой крышке *16* достигается интенсивный обдув внутренней поверхности ветрового стекла кузова, что предохраняет стекло от запотевания и обмерзания.

Отопление салона кузова автобусов обычно осуществляется с помощью калориферной системы, использующей теплый воздух от радиатора системы охлаждения двигателя. Теплый воздух поступает в отопительные каналы кузова и из них в салон и кабину водителя.

Легковые автомобили имеют естественную, приточную и вытяжную вентиляцию салона кузова.

Естественная вентиляция кузова происходит при опускании стекол дверей и открывании поворотных форточек в окнах дверей.

Приточная вентиляция осуществляется обычно через воздухозаборный люк *1* (рис. 223, *а*) и систему отопления, а вытяжная — через отверстия *3* на боковинах кузова и перфорированную обивку *2* внутренней поверхности крыши.

Вентиляция салона кузова автобусов производится через систему отопления, открывающиеся боковые окна, вентиляционные люки *5* (рис. 223, *б*), расположенные в крыше над проходом пассажирского салона, и через заборник *4* воздуха, находящийся под козырьком передней части автобуса.

Кабина грузовых автомобилей, как и кузов легковых, оборудуется системой вентиляции и отопления. Отопители жидкостного типа используют горячую жидкость системы охлаждения двигателя. Вентиляция кабины грузовых автомобилей осуществляется через систему отопления, опусканием стекол дверей, открыванием поворотных форточек в окнах дверей и верхних вентиляционных люков, находящихся в крыше кабины.

На рис. 224 показана схема системы вентиляции и отопления кабины грузового автомобиля МАЗ-5335. Основные ее элементы установлены на передней

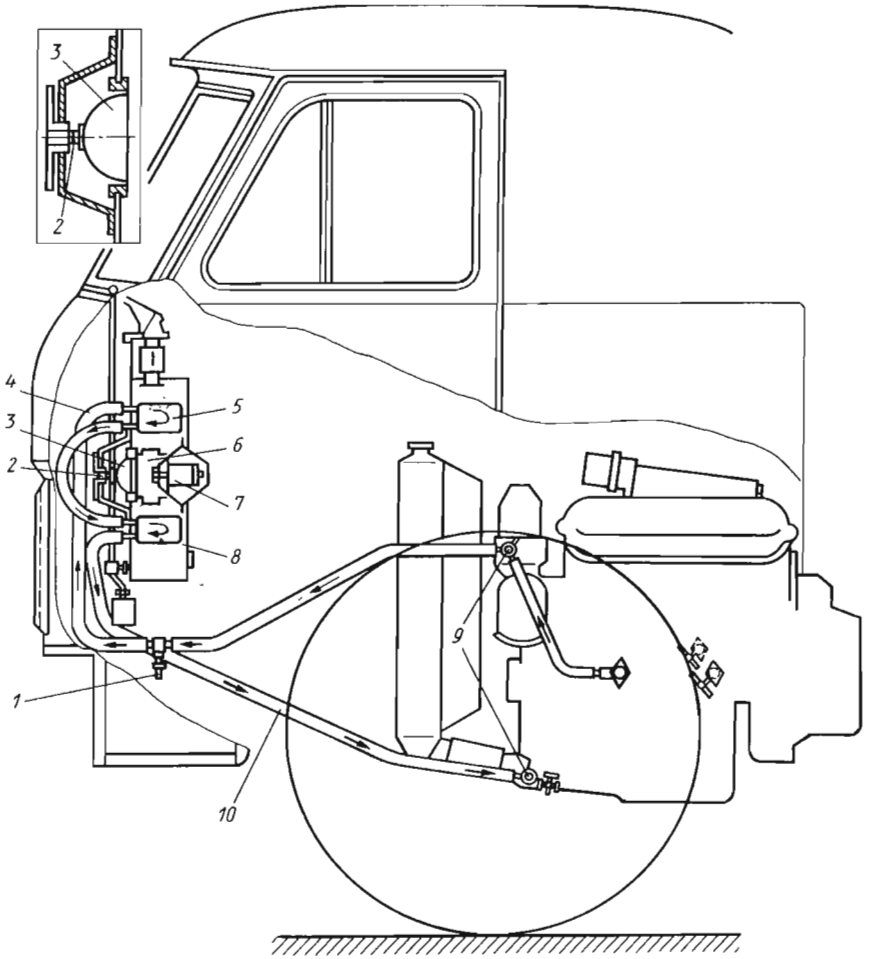


Рис. 224
Схема системы вентиляции и отопления кабины грузового автомобиля МАЗ-5335

стенке кабины. В систему входят радиатор *5*, отопитель *8*, вентилятор *6* с электродвигателем *7*, подводящие *4* и отводящие *10* шланги, краны *1* и *9*, вентиляционные люки *3* и детали крепления. Носителем теплоты в этой системе является охлаждающая жидкость системы охлаждения двигателя. Обогрев кабины осуществляется воздухом, нагретым в отопителе, включенным в систему охлаждения двигателя. При включенном вентиляторе *6* отопителя воздух, поступающий снаружи через два вентиляционных люка *3*, проходит через радиатор *5* отопителя и направляется в кабину и на ветровые стекла. Крышки вентиляционных люков *3* вместе с пальцами *2* могут поворачиваться и фиксироваться в любом положении, что позволяет регулировать количество поступающего в кабину воздуха. Для вентиляции кабины, кроме вентиляционных люков, могут быть использованы также поворотные и опускные стекла кабины.

В системе вентиляции и отопления кабины грузового автомобиля ГАЗ-53А радиатор *1* отопителя (рис. 225) установлен на переднем щитке под панелью приборов. Люк для забора свежего воздуха, закрываемый крышкой *4*, находится перед ветровым стеклом. Вентилятор *5*, приводимый в действие электродвигателем, подает воздух в радиатор *1* ото-

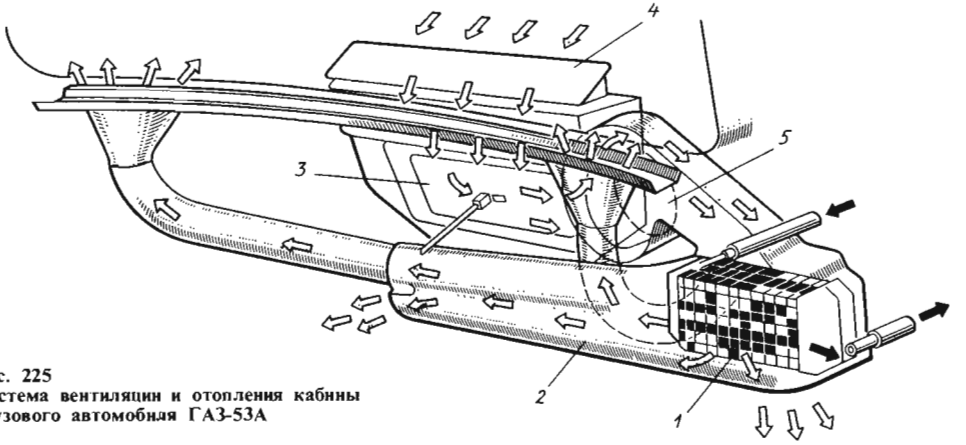


Рис. 225
Система вентиляции и отопления кабины грузового автомобиля ГАЗ-53А

пителя. Пройдя через радиатор отопителя, воздух нагревается, поступает в воздухораспределитель *2*, из которого направляется по различным каналам для обогрева кабины и обдува ветрового стекла. При открытой крышке *3* внутреннего люка и закрытой крышке *4* создается рециркуляция воздуха, который циркулирует в этом случае в пределах кабины. Рециркуляция воздуха в системе используется при низких температурах окружающей среды. В летнее время для вентиляции кабины полностью открывают и крышку *4* люка воздухопритока, и крышку *3* внутреннего люка. Управление крышками люков осуществляется соответствующими рычагами.

Кондиционирование воздуха. Система кондиционирования воздуха служит для охлаждения и регулирования влажности воздуха в салоне автомобиля. Она применяется на легковых автомобилях высшего класса и междугородных автобусах.

Структурная схема системы кондиционирования воздуха показана на рис. 226. Вентилятор *3* нагнетает наружный воздух и воздух из салона в охладитель *4* через заборники *1* и *2*, откуда воздух через люк *5* поступает в кузов. В охладителе *4* из воздуха поглощается теплота охлаждающей жидкостью (фреон 12) при переходе ее в парообразное состояние. Пары охлаждающей жидкости из охладителя поступают в компрессор *7*, в котором они сжимаются. Из компрессора сжатые и нагретые пары подаются в радиатор *8*. В радиаторе пары охлаждаются потоком встречного воздуха и превращаются в жидкость, которая стекает в баллон *9*. Из баллона жидкость через фильтр *10* вновь возвращается в охладитель *4*. Перепускной клапан *6* осуществляет автоматическое регулирование хладопроизводительности системы, переспуская часть паров охлаждающей жидкости в охладитель, минуя радиатор. В системе кондиционирования имеются два термостатических выключателя. Один выключатель управляет перепускным клапаном *6* в зависимости от температуры воздуха в охладителе, а другой – отключает привод компрессора при переохлаждении воздуха в охладителе.

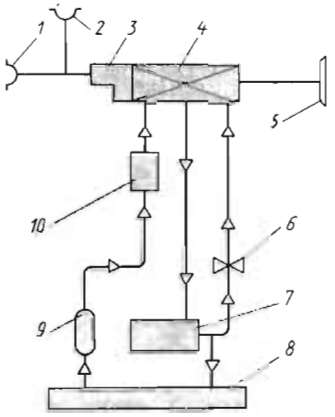


Рис. 226
Схема системы кондиционирования воздуха

ГЛАВА 9

Специализированный подвижной состав

§ 40. Назначение. Основные типы СПС

§ 41. Автомобили и автопоезда-самосвалы

§ 42. Автомобили и автопоезда-цистерны

§ 43. Фургоны. Рефрижераторы. Автопоезда для длинномерных и тяжеловесных грузов. Автомобили-самопогрузчики

§ 40. Назначение. Основные типы СПС

Специализированным подвижным составом называются автомобильные транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов определенного вида или оборудованные специальными погрузочно-разгрузочными устройствами.

К специализированному подвижному составу относятся одиночные автомобили и автопоезда следующих типов: самосвалы, самопогрузчики, фургоны, цистерны, трубовозы, металловозы, контейнеровозы, тяжеловозы, лесовозы, а также транспортные средства для перевозки строительных конструкций, для сельскохозяйственного производства и др.

Специализированный подвижной состав получает все большее применение, так как имеет ряд преимуществ: обеспечивает возможность перевозки и сохранность специфических видов грузов, повышение безопасности и улучшение санитарно-гигиенических условий перевозки некоторых видов грузов, снижение затрат на тару и упаковку грузов и более высокую механизацию погрузочно-разгрузочных работ. Вместе с тем большая первоначальная стоимость, повышенная трудоемкость обслуживания, трудность полезного использования обратных рейсов и необходимость более высокой квалификации водителей замедляют широкое распространение этого вида транспортных средств.

§ 41. Автомобили и автопоезда-самосвалы

Основные типы самосвалов. Автомобили и автопоезда-самосвалы представляют собой автотранспортные средства, оборудованные саморазгружающимися кузовами. Они предназначены для перевозки сыпучих (навалочных), полужидких и скальных грузов: земли, песка, гравия, щебня, угля, зерна, картофеля, свеклы, жидкого бетона, горячего асфальта, породы, руды, камня и т. п.

По назначению самосвалы делятся на строительные, карьерные и сельскохозяйственные. По направлениям разгрузки (опрокидыванию кузова) самосвалы могут быть: с задним, боковым двусторонним, трехсторонним опрокидыванием и с предварительным подъемом.

Из всех типов транспортных средств специализированного подвижного состава самосвалы имеют наибольшее распространение, так как применение их позволяет существенно сократить время и расходы на разгрузку. Самосвалы составляют примерно третью часть грузового автомобильного парка страны.

Строительные самосвалы служат для перевозки сыпучих грузов (земля, песок, щебень и т. п.) и жидких растворов (бетон, известь и т. п.). Они могут быть использованы при строительстве промышленных объектов, жилых зданий, автомобильных дорог, гидростанций, мостов, каналов и т. п. Шасси базовых моделей грузовых автомобилей прицепов и полуприцепов является основой для создания самосвалов, которые отличаются формой грузового кузова и укороченной базой. Укороченная база улучшает маневренность самосвала.

В нашей стране выпускается целый ряд моделей строительных самосвалов и их модификаций. Среди них наибольшее распространение имеют ГАЗ-САЗ-53Б, ЗИЛ-ММЗ-555, КамАЗ-5511, МАЗ-5549, КрАЗ-256Б-1.

Строительные самосвалы предназначены для движения по дорогам, поэтому имеют колесную формулу 4 × 2 или 6 × 4. Они могут быть оснащены как карбюраторными двигателями, так и дизелями и имеют относительно высокие максимальные скорости движения (70—90 км/ч).

Карьерные самосвалы предназначены для перевозки горных пород и твердых полезных ископаемых. Они широко применяются при открытых горных разработках (в карьерах), а также используются для перевозки грунта при вскрышных работах, строительстве насыпей, дамб, каналов, гидроэлектростанций и других сооружений. Карьерные самосвалы предназначены для работы вне дорог и их движение по обычным дорогам недопустимо из-за больших осевых нагрузок.

Карьерные самосвалы выпускаются различной грузоподъемности (в т): 30 (БелАЗ-75401), 110 (БелАЗ-7519) и 180 (БелАЗ-7521).

Карьерные самосвалы характеризуются колесной формулой 4 × 2, имеют короткие базы, дизели большой мощности (300—1700 кВт), гидромеханические и электрические трансмиссии и гидропневматические подвески. Все это обеспечивает им повышенные тягово-скоростные свойства и проходимость, высокую маневренность и плавность хода.

Сельскохозяйственные самосвалы служат для перевозки навалочных и насыпных сельскохозяйственных грузов: удобрений, кормов, зерна, картофеля, корнеплодов и т. п. Они также могут быть использованы для различных хозяйственных и строительных работ.

Сельскохозяйственные самосвалы выпускаются как на шасси базовых моделей грузовых автомобилей, так и специализированные. Они отличаются от строительных самосвалов большими объемами кузовов и трехсторонним направлением разгрузки.

Наибольшее распространение получили следующие модели сельскохозяйственных самосвалов: САЗ-3503 и ЗИЛ-ММЗ-554М. Эти самосвалы являются автомобилями обычной проходимости (колесная формула 4 × 2).

Грузовые кузова и подъемные механизмы автомобилей-самосвалов. *Грузовые кузова* автомобилей-самосвалов — опрокидывающиеся цельнометаллические сварные из листовой стали и усилены стойками. Иногда их делают из алюминиевых сплавов или армированных пластмасс, что позволяет уменьшить массу самосвала, повысить коррозионную стойкость кузова, снизить уровень шума при погрузке и улучшить очищаемость при разгрузке.

В зависимости от характера перевозимого груза конструкция грузовых кузовов может быть различна: ковшового и совкового типов, с открывающимися в направлении разгрузки бортами (на-

зад, вбок, на все стороны) и без открывающихся бортов. Кузова с открывающимися бортами могут иметь верхнее или нижнее расположение шарниров, обеспечивающих открывание бортов. При нижнем расположении шарниров, когда боковые борта открываются частично (поворачиваются вокруг шарниров на 90°), исключается сброс груза под колеса самосвала. Привод к механизмам открывания борта может быть механический или пневматический. Кузова без открывающихся бортов не имеют заднего борта, их горизонтальное днище имеет приподнятую заднюю часть (ковшовый тип) или наклонено вперед (совковый тип), что исключает возможность высыпания груза при перевозке.

Формы кузовов самосвалов также различны. Их поперечные сечения бывают: прямоугольные, полуэллиптические, корытообразные, что зависит от свойств основного перевозимого груза. Кузов прямоугольного сечения имеет больший объем и более высокую жесткость по сравнению с кузовами корытообразного и полуэллиптического сечения, но самоочищаемость его при разгрузке хуже. Для исключения примерзания влажных грунтов и растворов кузова самосвалов часто делаются обогреваемыми: их днища и борта имеют специальные каналы, через которые пропускают отработавшие газы.

Подъемный механизм предназначен для обеспечения разгрузки кузова самосвала в результате его наклона (опрокидывания) и последующего возвращения в исходное (транспортное) положение. На самосвалах наибольшее распространение получили гидравлические подъемные механизмы, привод которых осуществляется от двигателя автомобиля. Эти механизмы компактны, надежны и обладают плавностью и быстротой действия.

В гидравлический подъемный механизм входят: коробка отбора мощности, масляный насос, системы управления, гидроцилиндры, масляные баки, масляные фильтры и трубопроводы. Коробка отбора мощности, установленная на коробке передач или раздаточной коробке, приводит в действие масляный насос. Обычно она представляет собой одноступенчатый зубчатый редуктор с механическим или пневматическим приводом. Масляный насос шестеренчатого типа, нагнетает масло под давлением в гидроцилиндр. Системы управления могут быть гидравлическими, пневматическими, электрическими, комбинированными и могут состоять из одного крана управления или из нескольких аппаратов (кран, клапан, цилиндр и т. д.).

Гидроцилиндры телескопического ти-

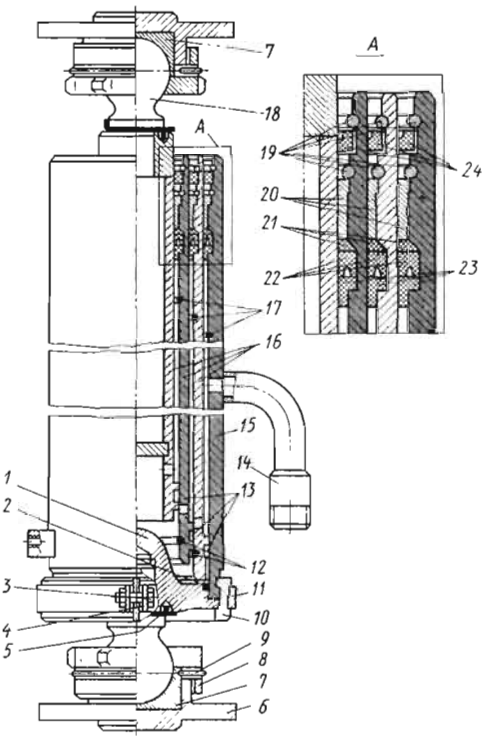


Рис. 227
Гидроцилиндр подъемного механизма автомобиля-самосвала КамАЗ-5511:
1 – днище; *2* – уплотнительное кольцо, *3* – болт стяжки хомута; *4* и *5* – стопорные шайбы; *6* – опора гидроцилиндра; *7* – вкладыш; *8* – гайка; *9* – пружинная проволока; *10* – полукольца; *11* – хомут; *12, 17* и *19* – стопорные кольца; *13* – направляющие полукольца; *14* – патрубок; *15* – корпус гидроцилиндра; *16* – выдвижные звенья; *18* – шаровая головка; *20* – направляющие втулки; *21* – защитные кольца; *22* – резиновые манжеты; *23* – проставки; *24* – чистильщики

па являются основными исполнительными устройствами подъемного механизма. Несколько звеньев, составляющие цилиндр, последовательно выдвигаются при подаче масла под давлением в их внутренние полости. В подъемном механизме могут быть использованы один, два цилиндра, расположенных под грузовым кузовом или перед ним, под наклоном или близко к вертикальному или горизонтальному положениям. Место и параметры установки гидроцилиндра зависят от направления разгрузки и способа связи последнего выдвижного звена цилиндра с кузовом.

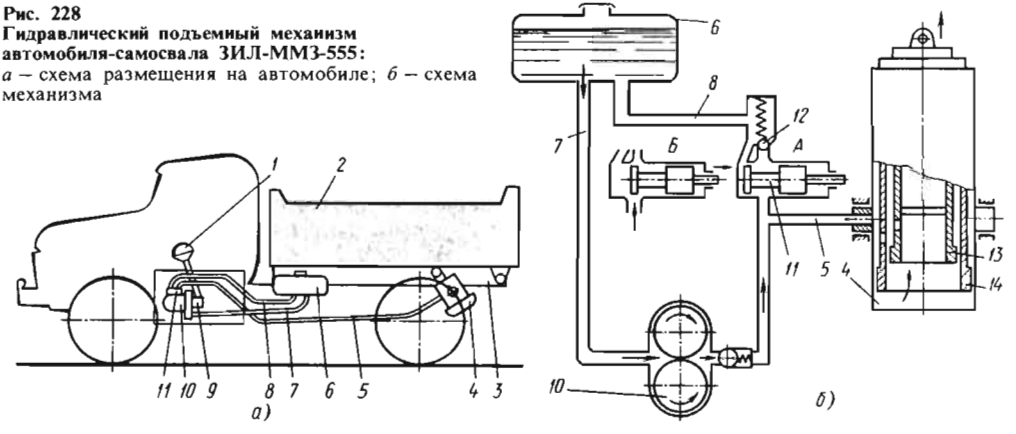
На рис. 227 показан гидроцилиндр подъемного механизма автомобиля-самосвала КамАЗ-5511. В корпусе *15* цилиндра находятся выдвижные звенья *16*, наружные поверхности которых накатаны, хромированы и отполированы. Эти звенья перемещаются в латунных направляющих полукольцах *13* и втулках *20*. Ход звеньев вверх и вниз ограничивается стопорными кольцами *17* и *12*, а уплотнение обеспечивается резиновыми манжетами *22*. Чистильщики *24* предохраняют внутреннюю полость гидроцилиндра от попадания снаружи пыли и грязи. Снизу к цилиндру при помощи полуколец *10* и хомута *11* прикреплено днище *1*. Цилиндр имеет две шаровые головки *18*, которые закреплены в опорах *6* гайками *8*. Вкладыши *7* обеспечивают работу шарнирных соединений без смазки.

Масляные баки представляют собой штампованные или сварные из листовой стали резервуары, имеющие заливную горловину с герметичной крышкой и сливное отверстие с резьбовой пробкой. Обычно они имеют цилиндрическую форму.

Масляные фильтры очищают масло от посторонних примесей и продуктов износа деталей подъемного механизма. Они снабжены фильтрующими элементами сетчатого типа. Фильтры устанавливаются внутри масляных баков или на них.

На рис. 228 представлены схема гидравлического подъемного механизма и размещения его элементов на автомобиле-самосвале ЗИЛ-ММЗ-555. При установке рычага управления *1* в положение «Подъем» золотник *11* занимает положение *А*. При этом насос *10*, приводимый от коробки отбора мощности *9*, по всасывающей трубе *7* забирает масло из бака *6* и нагнетает его по трубе *5* в гидроцилиндр *4*. Под действием давления масла из гидроцилиндра последовательно выдвигаются гильза *14* и плунжер *13*. В результате происходит подъем передней части грузового кузова *2*. При возрастании давления масла до 13,5 МПа предохранительный клапан *12* открывается и часть масла направляется по сливной трубе *8* в масляный бак. При установке рычага управления в положение «Опускание» золотник *11* занимает положение *Б*. При этом масло из

Рис. 228
Гидравлический подъемный механизм автомобиля-самосвала ЗИЛ-ММЗ-555:
а – схема размещения на автомобиле; *б* – схема механизма



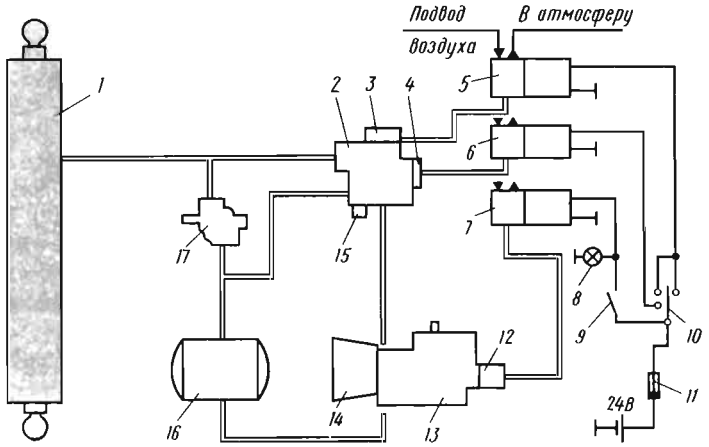


Рис. 229
Принципиальная схема подъемного механизма автомобиля-самосвала КамАЗ-5511:
1 – гидроцилиндр, *2* – кран управления; *3*, *4*, *12* – пневмокамеры; *5*, *6*, *7* – электропневмоклапаны; *8* – контрольная лампа; *9* – выключатель коробки отбора мощности; *10* – переключатель «Подъем – опускание»; *11* – термобиметаллический предохранитель; *13* – коробка отбора мощности; *14* – насос; *15* – предохранительный клапан; *16* – масляный бак; *17* – ограничительный клапан

гидроцилиндра через трубу *5*, золотник *11* и трубу *8* сливается в масляный бак. Плунжер *13* и гильза *14* возвращаются обратно в гидроцилиндр, а кузов самосвала – в исходное (транспортное) положение. Упорная штанга, шарнирно укрепленная на надрамнике *3*, при разгрузке фиксирует грузовой кузов в поднятом положении.

На рис. 229 показана принципиальная схема подъемного механизма автомобиля-самосвала КамАЗ-5511.

В транспортном положении выключатель *9* и переключатель *10* находятся в выключенном состоянии, электропневмоклапаны *5*, *6* и *7* закрыты, коробка отбора мощности *13* отключена, масляный насос *14* не работает. При подъеме кузова сначала выключатель *9* устанавливается в положение «Включен», а потом включается переключатель *10* «Подъем». При этом последовательно срабатывают клапаны *5*, *6* и *7* и сжатый воздух направляется соответственно в пневмокамеры *12* коробки отбора мощности, *3* и *4* крана управления *2*. Клапан, обеспечивающий слив масла из масляного насоса *14* в масляный бак *16*, закрывается, а клапан магистрали, ведущей от крана управления в гидроцилиндр *1*, открывается. При соответствующем давлении масла начинается подъем кузова. При подъеме кузова на угол 60° открывается клапан ограничения подъема кузова и давление в системе падает. Кузов начинает опускаться, клапан ограничения закрывается, вновь возрастает давление, и кузов опять поднимается. Чередование этих процессов в конце подъема кузова обеспечивает его встряхивание и быстрейшую разгрузку. Фиксация кузова при подъеме в любом положении осуществляется переводом переключателя «Подъем» в положение «Выключено». В этом случае клапаны *5* и *6* прекращают подачу сжатого воздуха в пневмокамеры *3* и *4*, выход масла из гидроцилиндра перекрывается магистральным клапаном крана управления, а масляный насос перекачивает масло в масляный бак.

При опускании кузова переключатель «Опускание» устанавливается в положение «Включено». В этом случае срабатывает клапан *5* и открывается клапан, соединяющий кран управления с гидроцилиндром. Масло сливается в бак, и кузов опускается. После полного опускания кузова переключатель ставится в положение «Выключено».

§ 42. Автомобили и автопоезда-цистерны

Автомобили и автопоезда-цистерны служат для перевозки и временного хранения жидких, газообразных и сыпучих грузов: нефтепродуктов, сжатых и сжиженных газов, жидких и сыпучих пищевых продуктов, жидких и пылеобразных агрессивных и ядовитых продуктов химической промышленности, жидких и сыпучих строительных материалов. К автомобилям-цистернам относятся также автозаправщики, служащие не только для перевозки горюче-смазочных материалов (топлива, масла, спирта, специальных охлаждающих жидкостей и т. п.), но и для заправки ими транспортных и других энергетических средств.

По назначению автомобили-цистерны делятся на две группы: для жидких и для сыпучих грузов. Автозаправщики по назначению делятся на топливозаправщики, водомаслозаправщики, водоспиртозаправщики и заправщики специальными жидкостями. Автомобили-цистерны и автомобили-заправщики бывают малой вместимости (до 5000 л), средней вместимости (5000 – 15 000 л) и большой вместимости (более 15 000 л).

Автомобили-цистерны и автозаправщики выпускаются на шасси базовых моделей грузовых автомобилей, прицепов, полуприцепов. Форма и конструкция цистерны зависят от вида перевозимого груза. Цистерны обычно выполняют из листовой стали (малоуглеродистой, нержавеющей), а также из алюминиевого сплава или пластмассы. На автомобиле цистерны устанавливаются горизонтально, наклонно и вертикально. Вертикальное и наклонное расположение цистерн применяется для перевозки сыпучих грузов, а горизонтальное — жидких и газообразных. Вертикальные цистерны имеют форму цилиндра или шара с нижней частью в виде усеченного конуса. Наклонные и горизонтальные цистерны имеют круглое или эллиптическое сечение. Автомобили-цистерны оснащены специальным оборудованием для выполнения соответствующих работ.

Цистерны для перевозки нефтепродуктов и специальных жидкостей (бензин, керосин, дизельное топливо и др.), выполненные из стали, имеют круглое или эллиптическое сечение. Цистерны эллиптического сечения наиболее распространены, так как обеспечивают снижение центра масс автомобилей-цистерн и улучшают их устойчивость.

Цистерны для перевозки битума имеют термоизоляционный слой и подогреватели, так как битум необходимо перевозить при температуре 190 – 260 °С. Сваренные из листов стали цистерны имеют эллиптическое сечение и термоизоляцию из стекловаты. Система подогрева включает в себя П-образную жаровую трубу, проходящую вдоль цистерны, подогреватель и топливные бачки. Битумные насосы – механические или объемные с приводом от коробки передач автомобиля-тягача.

Цистерны для перевозки жидких пищевых продуктов (питьевая вода, молоко, квас, пиво, вино и др.) изготавливаются из коррозионно-стойкой стали, алюминиевого сплава или пластмассы, они имеют эллиптическое или прямоугольное сечение и в большинстве случаев оснащены термоизоляцией. Для наполнения цистерн жидкостью и ее слива применяются вакуумные устройства, в которых используется разрежение во впускном трубопроводе двигателя автомобиля, а также автономные и стационарные насосы.

Цистерны для сжиженных и ожиженных газов подразделяются на транспортные и газозаправочные. Транспортные цистерны применяются только для перевозки сжиженных газов к потребителю с места их производства или от газораздаточных станций. Конструктивно эти цистерны выполнены так же, как цистерны для перевозки топлива. Газ из таких цистерн сливается за счет перепада давления (давление пропана при температуре + 50 °С равно 1,8 МПа), а заливают его в цистерну непосредственно из технологической напорной линии газо-

бензинового завода или газораспределительной станции. Газозаправочные цистерны используются для транспортировки и раздачи газа в тару потребителя. С этой целью они снабжаются насосом, счетчиком и заправочными рукавами. В нашей стране выпускаются автоцистерны для сжиженных газов вместимостью 4,7 – 18 м^3. Для перевозки криогенных жидкостей (жидкого водорода, кислорода, азота) используются цистерны вместимостью 25 – 55 м^3, рабочее давление внутри цистерны 0,9 МПа. Сечение у цистерн прямоугольное, а изоляция – вакуумно-порошковая.

На рис. 230 показана схема автоцистерны-заправщика. Цистерна *3* выполнена из углеродистой стали, имеет сечение эллиптической формы и расположена горизонтально. На крышке горловины цистерны размещен заливной люк, имеющий противовзрывное устройство-фильтр, дыхательный клапан для связи с атмосферой и смотровой люк. Цистерна оборудована центробежным насосом *9*, фильтром тонкой очистки *8* и отсеком управления *5*. Насос приводится от коробки отбора мощности *11* при помощи карданной передачи *10*. В отсеке управления размещен пульт управления (насосом, двигателем, вентилями) и контрольно-измерительные приборы *6*. По бокам цистерны расположены ящики, в которых находятся всасывающий и раздаточный рукава, инструмент, запасные части. В кабине водителя, сзади по обеим сторонам, установлены огнетушители.

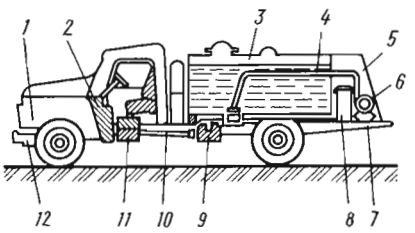


Рис. 230
Схема автоцистерны-заправщика:
1 – автомобиль; *2* – двигатель; *3* – цистерна; *4* – всасывающий трубопровод; *5* – кабина управления; *6* – контрольно-измерительные приборы; *7* – рама автомобиля; *8* – фильтр; *9* – насос; *10* – карданная передача; *11* – коробка отбора мощности; *12* – глушитель

Цистерны для перевозки сыпучих грузов должны предохранять эти грузы от воздействия внешней среды. Сыпучие грузы подразделяют на: строительные (цемент, гипс, известь), пищевые (соль, мука и т. п.), химические (сода, сульфат натрия, графит). Отличительные особенности конструкции цистерн для перевозки сыпучих грузов от других типов цистерн обусловлены особенностями различных способов разгрузки (гравитационный или бункерный, самосвальный, механический с помощью шнеков и транспортеров, пневматический и комбинированный).

Наибольшее распространение получил пневматический способ разгрузки. Он обеспечивает подачу груза непосредственно к месту потребления, исключает соприкосновение груза с окружающей средой, потери, загрязнение и порчу. Пневматический способ разгрузки может быть основан на аэрозольно-пневматическом, аэрозольном или комбинированном принципах. При использовании аэрозольно-пневматического принципа внутрь цистерны нагнетается сжатый воздух под небольшим давлением, равным 0,05 МПа, а к разгрузочному патрубку – под давлением 0,15 – 0,2 МПа. Аэрозольный принцип основан на подаче сжатого воздуха под небольшим давлением под установленное наклонно днище, что приводит к перемещению нижних слоев груза к разгрузочному отверстию. Там груз захватывается сжатым воздухом (давление 0,15 – 0,2 МПа) и вместе с воздухом поступает в разгрузочный шланг. Комбинированный принцип разгрузки сыпучих грузов сочетает несколько различных принципов с пневматической подачей груза в разгрузочный шланг.

На рис. 231 представлена схема автопоезда для перевозки муки. На полуприцепе *1* установлены вертикально два резервуара *2* цилиндрическо-конической формы и компрессор с приводом от электродвигателя, питающегося от внешней сети. Загрузка резервуаров осуществляется через люки *3*. При разгрузке сжатый воздух от компрессора про-

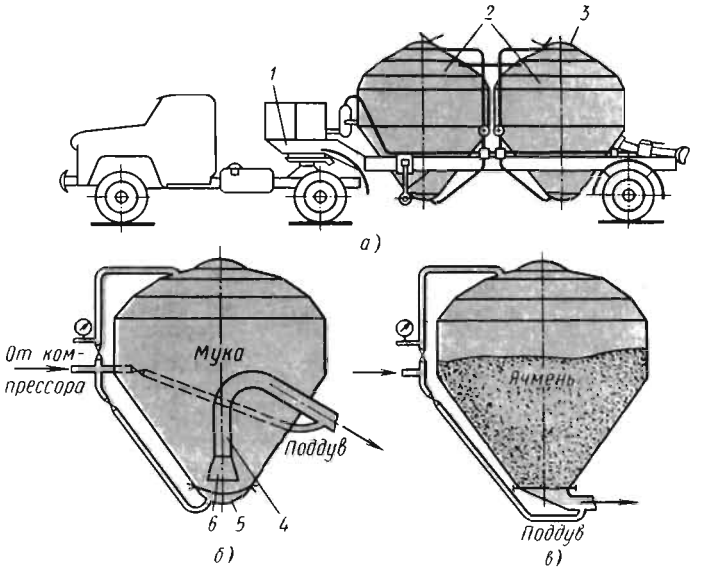


Рис. 231
Автопоезд-муковоз К-1040Э:
а – схема автопоезда; *б* – резервуар для перевозки муки, *в* – резервуар для перевозки зерна

ходит через масловлагоотделители и фильтр, а затем поступает в резервуар по трем каналам: в верхнюю сферическую часть, под аэрирующее устройство *5* (пористую перегородку), и к разгрузочному наконечнику. Аэрированная мука под действием собственного веса и давления воздуха поступает в конус *6* трубопровода *4*, а затем с помощью поддува в разгрузочный шланг.

§ 43. Фургоны. Рефрижераторы. Автопоезда для длинномерных и тяжеловесных грузов. Автомобили-самопогрузчики

Автомобили и автопоезда-фургоны предназначены для перевозки грузов, требующих защиты от внешних воздействий. По назначению фургоны делятся на универсальные (общего назначения), узкоспециализированные, изотермические и рефрижераторы. Универсальные и узкоспециализированные имеют наибольшее распространение.

Универсальные фургоны служат для перевозки промышленных и продовольственных товаров в упаковке и без упаковки, узкоспециализированные – хлеба, мебели, почты, скота и т. п., а изотермические и рефрижераторы – скоропортящихся грузов. Универсальные и узкоспециализированные фургоны обеспечивают защиту груза только от атмосферного воздействия. Изотермические фургоны обеспечивают сохранение определенного температурного режима внутри грузового помещения за счет применения термоизоляции кузова, а рефрижераторы, в которых поддерживается определенная температура внутри термоизолированного кузова с помощью различных источников – временного и постоянного охлаждения. Причем источники временного охлаждения поддерживают заданную температуру ограниченный период времени, а источники постоянного охлаждения, представляющие собой холодильные установки, – в течение длительного времени.

Фургоны устанавливают на шасси автомобилей, прицепов и полуприцепов. Они могут быть вагонного типа или с отдельной кабиной, многодверные и с дверями, расположенными на заднем,

правом или одновременно на заднем и правом бортах. Иногда их оборудуют грузоподъемными бортами. Крыша у фургонов бывает глухой, раздвижной, шарнирно-подъемной. Основанием фургона является деревянный или металлический каркас, обшитый фанерой, стальной, алюминиевой или пластмассовой облицовкой. Грузоподъемность фургонов от 0,35 до 13,5 т. Фургоны имеют широкое распространение — по количеству они занимают второе место после самосвалов в составе специализированного подвижного состава нашей страны.

Автомобили и автопоезда-рефрижераторы оборудованы специальными изотермическими кузовами. Термоизоляция кузовов обеспечивается применением термоизоляционных материалов, обладающих малой теплопроводностью и гигроскопичностью, отсутствием запаха, долговечностью, огнестойкостью, пожаробезопасностью и т. п. На отечественных фургонах наибольшее применение получил пенопласт ПС-4. Этот материал негигроскопичен, достаточно прочен, хорошо приклеивается к металлу и другим материалам и остается стабильным по своим свойствам до температуры +60 °С.

Внутреннее охлаждение кузовов-рефрижераторов осуществляется временными или постоянными источниками холода. Первые поддерживают требуемую температуру внутри кузова в течение назначенного времени, а вторые — постоянно.

Применяемые в рефрижераторах временные источники холода представляют устройства, использующие переход определенного вещества (сухого льда, специальных растворов солей, сжиженных газов) из твердого и жидкого состояния в газообразное с поглощением теплоты из окружающей среды, в результате чего происходит ее охлаждение. Сухой лед (твердая углекислота) размещают в верхней части кузова в бачках или в специальных отсеках между внутренней и внешней облицовками. Регулирование температуры обеспечивается изменением поверхности охлаждения объема с сухим льдом. Применение сухого льда обеспечивает поддержание внутри кузова чистоты и низкой температуры, так как переход углекислоты из твердого состояния в газообразное происходит при температуре −78 °С. Однако углекислота имеет относительно высокую стоимость.

Из водных растворов минеральных или металлических солей и органических соединений наиболее эффективным хладоносителем является дихлорметан (Фреон 30). Для оттаивания замороженных растворов солей, охлаждающих кузов, используют зероторы и аккумуляторы холода. Зероторы (специальные сосуды) с солевым раствором сначала замораживаются в стационарных холодильниках, а затем размещаются внутри кузова рефрижератора. Оттаивание зеротора сопровождается поглощением теплоты и, следовательно, внутренним охлаждением кузова. При этом температура внутри кузова поддерживается −2 — 9 °С в течение 12 — 15 ч. Зероторы могут быть использованы неоднократно, но для их предварительного замораживания необходимо наличие холодильных станций. Затраты рабочего времени на их замену и обслуживание — другой недостаток зероторов.

Аккумуляторы холода представляют собой плоские сосуды с внутренними змеевиками. Солевой раствор в сосудах замораживается в результате циркуляции в змеевиках хладоносителя, при подключении змеевиков к внешней зарядной станции (стационарной, передвижной) или смонтированной на рефрижераторе компрессорной холодильной установке с приводом от электродвигателя, который работает от внешней электрической сети во время стоянки рефрижератора.

При использовании на рефрижераторах временных источников холода целесообразно предварительно охлаждать внутреннее пространство кузова стационарными холодильными установками или сжиженными газами. Предварительное охлаждение внутреннего пространства кузова от стационарных холодильных установок осуществляют подачей холодного воздуха в кузов по

гибким шлангам при помощи переносного или постоянного испарителя, установленного на кузове, и подводом хладагента. В качестве сжиженных газов в этом случае используют жидкую углекислоту и азот. Углекислота подается по шлангу внутрь кузова из внешнего резервуара, испаряется и быстро и равномерно охлаждает внутреннее пространство кузова. Углекислоту и азот можно также хранить в баллонах, установленных на рефрижераторах, а при необходимости подавать внутрь кузова и разбрызгивать в нем. В этом случае охлаждение может быть периодическим и осуществляться с помощью терморегулирующих устройств. При применении азота для охлаждения кузова достигается большая скорость понижения температуры (почти в 25 раз выше, чем при охлаждении от стационарных холодильных установок), создание инертной атмосферы в кузове, исключающей порчу перевозимых продуктов. При этом кузов и продукты не подвергаются обледенению.

Постоянные источники холода поддерживают необходимую температуру внутри кузова без пополнения запасов энергии извне.

Постоянные источники холода выполняют в виде холодильных установок, работа которых основана на испарении сжатых компрессором хладоагентов (фреонов).

Привод холодильной установки осуществляется от двигателя автомобиля-тягача или от специального автономного двигателя. Холодильная установка в рефрижераторах размещается на передней стенке кузова. Холодильно-силовая часть установки размещается вне кузова, а испаритель с вентилятором – внутри кузова. При таком расположении частей холодильной установки обеспечивается полное использование внутреннего пространства кузова и лучший обдув воздухом элементов холодильной установки (компрессора, конденсатора) при движении.

Автопоезда для длинномерных грузов предназначены для перевозки леса, труб, сортового металла различных профилей и строительных железобетонных конструкций (плит, панелей, ферм, балок, санитарно-технических кабин и т. п.).

Для перевозки леса и металла используются прицепы-роспуски соответствующей грузоподъемности. Для перевозки труб используют одно- и двухосные прицепы-роспуски: первые – при перевозке труб длиной 6–12 м, а вторые – при перевозке сваренных труб длиной 24–48 м. Допустимый диаметр перевозимых труб от 0,5 до 1,4 м при толщине стенок 7–12 мм.

Для перевозки строительных железобетонных конструкций используют полуприцепы: панелевозы, фермовозы, плитовозы, балковозы, блоковозы, сантехкабиновозы.

Панелевозы – это полуприцепы с одно- и двухосной тележками. Грузоподъемность их составляет 9–22 т. Наибольшее применение получили ферменные (хребтовые и кассетные) панелевозы. У хребтовых панелевозов панели устанавливаются под углом 8–12° к вертикали, а у кассетных – вертикально внутри кассеты. Фермовозы – низкорамные полуприцепы кассетного типа с поворотными тележками. Их грузоподъемность 12–20 т, длина перевозимых ферм от 18 до 30 м. Плитовозы – высокорамные полуприцепы с одно- и двухосными тележками, имеют раздвижную раму для перевозки плит разной длины. Грузоподъемность их 9–13 т. Сантехкабиновозы – кассетные низкорамные полуприцепы одно- и двухосные. Грузоподъемность их составляет 9–13 т. Кабины перевозят в вертикальном положении.

Автопоезда-тяжеловозы служат для перевозки неделимых крупногабаритных, негабаритных и тяжеловесных грузов: различных строительных подвижных, дорожных, землеройных машин, агрегатов, машин и оборудования промышленных объектов, неделимых строительных блоков и конструкций. При перевозке таких грузов используются прицепы и полуприцепы-тяжеловозы. По грузоподъемности прицепы делятся на три группы: 1) до 30 т; 2) от

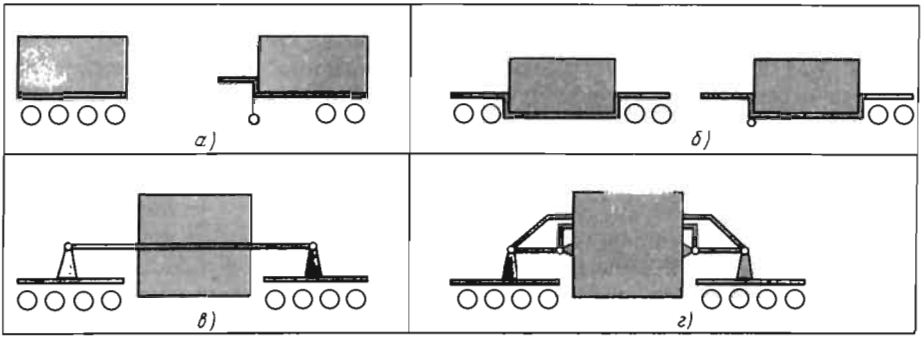


Рис. 232
Схемы прицепов и полуприцепов тяжеловозов

30 до 100 т; 3) свыше 100 т. Полуприцепы обычно имеют грузоподъемность до 60 т.

На рис. 232 представлены наиболее распространенные схемы прицепов и полуприцепов-тяжеловозов, конструкция которых определяется взаимным расположением рамы и колес.

Схема *а* – рама размещена над колесами. Конструкция проста, имеет наименьшую длину, но значительную погрузочную высоту (до 1,5 м и более) и худшую устойчивость.

Схема *б* – рама находится между передними и задними колесами. Конструкция имеет небольшую погрузочную высоту, хорошую устойчивость, но длина ее значительна. По этой схеме выполняются все три группы прицепов-тяжеловозов.

Схема *в* – рама выполнена в виде двух лонжеронов, к которым подвешивается груз.

Схема *г* – безрамная конструкция, на которой груз подвешивается к кронштейнам, образуя с ними единую несущую систему.

Конструкции, выполненные по схемам *в* и *г*, обеспечивают наиболее низкое расположение груза и высокую устойчивость. Однако они являются узкоспециализированными (для конкретного груза). По этим схемам выполняются прицепы-тяжеловозы третьей группы грузоподъемности.

Автомобили-самопогрузчики обеспечивают перевозку и механизацию погрузки и выгрузки различных штучных или затаренных сыпучих грузов. Они оборудованы специальными устройствами и механизмами.

По типу погрузочно-разгрузочного оборудования автомобили – самопогрузчики бывают: со стреловыми кранами, с качающимися порталами, с грузоподъемными бортами, с наклоняющейся платформой и со съемными кузовами.

Автомобили-самопогрузчики со стреловыми кранами могут погружать и разгружать тарные грузы как на своей платформе, так и на платформах расположенных рядом автотранспортных средств. Они оборудованы гидравлическими кранами, которые складываются в транспортном положении. Конструкции кранов и их гидравлических приводов аналогичны и отличаются только размерами узлов. Поворотные краны консольного типа устанавливают на раме автомобиля между кабиной и кузовом.

Автомобили-самопрогрузчики кранового типа наиболее широко используют при перевозке малогабаритных контейнеров. Время погрузки или разгрузки одного контейнера составляет 1 – 1,5 мин.

Автомобили-самопогрузчики с качающимися порталами служат для перевозки универсальных контейнеров Министерства путей сообщения (масса 2,5 т). Погрузка и выгрузка производится при помощи портала, шарнирно соединен-

ного с полом кузова автомобиля. Портал имеет гидравлический привод. Время погрузки или разгрузки одного универсального контейнера не превышает 3 мин.

Автомобили-самопогрузчики с грузоподъемными бортами обеспечивают погрузку и разгрузку штучных или затаренных грузов, масса одного места 100 – 1000 кг. Грузоподъемным обычно является задний борт кузова. Привод этого борта обеспечивает его горизонтальное положение при подъеме от уровня земли до уровня пола кузова и, наоборот, при опускании. В транспортном положении грузоподъемный борт закрыт. В тех случаях, когда кузов автомобиля не имеет бортов, грузоподъемный борт выполняется в виде съемной горизонтальной площадки, размеры которой несколько меньше борта кузова автомобиля. Привод грузоподъемного борта может быть механический, гидравлический или комбинированный. Перемещение грузоподъемного борта происходит по вертикальным направляющим стойкам или при помощи шарнирного параллелограмма. Погрузка и выгрузка грузов при помощи грузоподъемного борта может производиться не только на автомобили с открытыми грузовыми платформами, но и в автомобили-фургоны.

Автомобили-погрузчики со съемными кузовами предназначены для перевозки промышленных, строительных и сельскохозяйственных грузов с механизированным снятием и установкой груженых кузовов. Такие автомобили оборудованы качающейся рамой-порталом, имеющей гидравлический привод. Для перевозки съемных кузовов-контейнеров используются автомобили-погрузчики с наклоняющейся рамой, которая имеет гидравлические подъемные механизмы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Боровских Ю. И., Кленников М. В., Сабинин А. А. Устройство автомобиля. М. Высшая школа. 1983. 110 с.

Бухарин Н. А., Прозоров В. С., Щукин М. М. Автомобили. Л. Машиностроение. 1973. 504 с.

Вахламов В. К. Автомобиль «Нива» ВАЗ-2121. М. Транспорт, 1984. 78 с.

Дербаремдикер А. Д. Амортизаторы транспортных машин. М. Машиностроение. 1985. 199 с.

Зубарев А. А., Плеханов И. П. Газобаллонные автомобили. М. ДОСААФ СССР. 1984. 86 с.

Краткий автомобильный справочник. 9-е изд., перераб. и доп. М. Транспорт. 1982. 464 с.

Лукин П. П., Гаспарянц Г. А., Родионов В. Ф. Конструирование и расчет автомобиля. М. Машиностроение. 1984. 374 с.

Работа автомобильной шины/В. И. Кнороз, Е. В. Кленников, И. П. Петров и др. М. Транспорт. 1976. 238 с.

Райков И. Я., Рытвинский Г. Н. Автомобильные двигатели внутреннего сгорания. М. Высшая школа. 1970. 432 с.

Раймпель И. Шасси автомобиля. М. Машиностроение. 1983. 354 с.

Теория и конструкция автомобиля/ В. А. Иларионов, М. М. Морин, Н. М. Сергеев и др. М. Машиностроение. 1985. 368 с.

Унгер Э. В., Машатин В. И., Этманов С. А. Устройство и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ. М. Транспорт, 1976. 392 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Автобус 8, 271, 279
Автомобиль 8
– высокой проходимости 206
–, габаритные размеры 9
– газобаллонный 71
–, индексация 8
–, колея колес 9
–, масса 8
– переднеприводный 135
– повышенной проходимости 123, 206, 213
–, техническая характеристика 8, 206
Автопоезд 6, 291
Аккумулятор свинцовый 84
–, емкость 85
Аккумуляторная батарея 70, 75, 81, 84, 88
Активная безопасность 11, 278
Активная масса 87
Амортизатор 189, 198
Антиблокировочная система 103
Антифриз 44
Арочные шины 179

Б

Багажник 269
База автомобиля 206
Бак топливный 54
Балансировка карданных валов 150
– колес
– сцепления 114
Барабанный тормоз 226
Бедная смесь 49
Безопасность 4, 175, 192, 242
– активная 11, 278
– пассивная 11, 278
Бескамерная шина 174
Бескаркасный кузов 267
Бесступенчатая механическая передача 129
Ближний свет 100
Блок цилиндров 24
Блокировка гидротрансформатора 112
– дифференциала 160
– колес 242
Блокировка колес 242
Богатая смесь 49
Буксирование автомобиля 264
– прицепа 6, 291
Буксирное устройство 264
Буксирные крюки 264
Буксование 110
Буфер 191, 264, 268

В

Вал карданный 150
– коленчатый 13, 15, 20, 27, 70
– распределительный 13, 34, 88
Вариатор 92
Ведущие колеса 9
Вентиль шины 173
Вентилятор 47, 103
Вентиляция картера двигателя 41
– кузова 278
Вертикальная реакция 222, 242
Вес сцепной 105
Вещества токсичные 11, 68
Витая пружина 190

Влагоотделитель 247, 252
Внутреннее трение в шине 171
Водило 123
Воздушная система охлаждения 44
Воздушная заслонка 60
Воздушный фильтр 64
Воздухораспределитель 260
Восьмиступенчатая коробка передач 138
Впуск 18,32
Всережимный регулятор 69
Вспенивание масла 41
Вспомогательная тормозная система 224
Вторичная камера 61
Выпрямитель двухполупериодный 77
Выпуск 18

Г

Габаритные размеры 9
Габаритный коридор 206
Газобаллонный автомобиль 71
Газовый смеситель 72
Газотурбинный двигатель 12, 21
Газы картерные 41
– отработавшие 11, 16, 66
– –, токсичность 11,17
Газы сжижаемые 71
– сжимаемые 71
Гаситель крутильных колебаний 113, 149
Гасящее устройство 187
Генератор 75, 88
– переменного тока 76, 78
– постоянного тока 75
Гидравлический привод тормозов 234
Гидромотор-колесо 109
Гидромуфта 112, 125
Гидростатический напор 109
Гидротрансформатор 108, 124
– комплексный 126
Гидроусилитель рулевого привода 216
Гильза цилиндра 24
Главная дозирующая система 51, 59, 61
Главная передача 154
– – гипоидная 155
– – коническая 155
– – центральная 156
– – червячная 155
Глушитель шума выпуска 11, 65
Головка блока цилиндров 24
Горючая смесь 16, 49, 50, 60, 65
Грузовой подвижной состав 6
Грузовой кузов 277
Грузоподъемность 178
– номинальная 8

Д

Давление воздуха в шине 171, 177
– газов 25
– масла 38
Датчик лагометрический 103
– реостатный 102
– термовибрационный 102
– центробежный 60
– электромагнитный 103
Двигатель 9, 12, 105
– двухтактный 20
– короткоходный 17
–, крепление 30
–, мощность 57, 60, 71
– одноцилиндровый 15
–, порядок работы 28
–, приемистость 53
–, степень сжатия 17, 71
–, температурный режим 44
Двухпроводный тормозной привод 248
Дезаксиальный кривошипно-шатунный механизм 17
Делитель 123, 137
Демонтаж шин 182
Демпфер 113
Демультипликатор 123, 139
Детонационная стойкость 71
Дефлектор 279
Деформация шины 171
Диафрагменная пружина 113
Дизель 12
Дизельное топливо 66
Дисбаланс карданных валов 150
Диск колеса 182

Дисковый тормоз 226, 231
Дифференциал 50, 54, 59, 106
– межколесный 160
– межосевой 108, 160, 162, 168
– повышенного трения 131, 162
– самоблокирующийся 166
Диффузор 50, 54, 59, 106
Дозирующие системы карбюратора 51
Дозирующий конус 63
Дополнительная коробка передач 123, 137
Дорожно-транспортное происшествие 11
Дорожный рисунок протектора 174
Дроссельная заслонка 21, 50, 54, 60, 72, 89

Ж

Жалюзи 47
Жидкостная система охлаждения 42
Жидкость охлаждающая 44
Жиклер 50, 61

З

Заводы автомобильные 5
Зависимая подвеска 197
Задний мост 198
Запасная тормозная система 223
Заслонка воздушная 60
– дроссельная 21, 50, 54, 60, 72
Звуковой сигнал 103
Зимний рисунок протектора 176

И

Индексация автомобилей 8
Индекс грузоподъемности 181
– скорости 181
Индикаторная диаграмма 18
Инерционно-импульсная передача 131
Интенсивность торможения 243
Искра электрическая 87
– –, мощность 90
Испаритель 71
Источник тока 74

К

Калориферная система 279
Камера сгорания двигателя 24
Камера шины 171, 173
Капот 268
Карбюратор 49, 57
–, дозирующие системы 51
– многокамерный 57
– «Озон» 61
– простейший 50
– эмульсионный 52
Карбюраторный двигатель 12
– –, режимы работы 51
Каркас покрышки шины 172
Каркасный кузов 267, 271
Картерные газы 41
Карьерный рисунок протектора 176
Катушка зажигания 88, 91
Качение колеса 171
Кислота серная 84
Кислоты отработавших газов 41
Клапаны 13, 33
Классификация подвижного состава 6
Клиноременная передача 129
Колебания кузова 194
Коленчатый вал 13, 15, 20, 27, 70
– – неполноопорный 28
– – полноопорный 28
Колеса автомобиля 9, 110, 170, 188
– ведущие 9, 105, 170
– гидромотор 109
– – поддерживающие 170
– – управляемые 170
– – электромотор 109
Колеса гидротрансформатора 112
Колесная формула 8, 106, 165
Колесный редуктор 108, 158
Колея 9
Коллектор 79
Комбинированный упругий элемент 192
Компенсирующее соединение 150
Комплексный гидротрансформатор 126
Компрессор 251
Кондиционирование воздуха 103, 281

Контрольно-измерительные приборы 101
Корд 172
Коробка отбора мощности 109
Коробка передач 106, 120
– – автоматическая 120
– – бесступенчатая 120, 124
– – гидромеханическая 108, 126, 141
– – гидрообъемная 129
– – дополнительная 123
– – комбинированная 120
– – ступенчатая 120, 132, 138
Коробка раздаточная 108, 165
– – с блокированным приводом 166
– – с дифференциальным приводом 167
Коррозионная стойкость 283
Коэффициент избытка воздуха 49
– наполнения 19
– приспособляемости 21
– сцепления 160
– трансформации 126
– трения 225, 231
Кран стояночной тормозной системы 258
Крепление двигателя 30
Кривошипно-шатунный механизм 12, 23
– – – дезаксиальный 17
Крутильные колебания 29
Кузов 9, 11, 263, 267
Кулачковый карданный шарнир 153

Л

Лебедка 109
Легковой автомобиль 9, 267
Ленточный барабанный тормоз 226
Листовая рессора 190
Лобовой трансформатор 131
Лонжерон 263
Лонжеронная рама 263

М

Магнитный поток 79, 112
Маркировка шин 181
Масса активная 87
Масса снаряженного автомобиля 8
Маховик 28, 99, 110, 112
Механизм двигателя 12
– – газораспределения 12, 28, 33
– – кривошипно-шатунный 12, 23
– переключения передач 121, 132
– планетарный 122, 158
Монтаж шин 182
Морозостойкие шины 180
Мост 9, 185
– ведущий 106, 185
– передний 165
– поддерживающий 186
– промежуточный 108
– управляемый 185
Мощностная смесь 49
Мощность 17, 19, 57, 60, 71
Муфта выключения сцепления 113
Муфта опережения впрыскивания топлива 69

Н

Надежность 11
Накат 158
Наклон шкворня 208
Наполнение цилиндра 32
Направляющее устройство подвески 187, 201
Напряжение питания 75
– пробоя 87
Насос жидкостной 45
– масляный 38
– подъема платформы 109
– топливный 35, 56
– – высокого давления 66
– топливоподкачивающий 67, 70
– ускорительный 51, 53, 59
– шестеренный 148
Независимая подвеска 199
Несущая система 9, 263
Несущий кузов 267
Нормальная смесь 49

О

Обзорность 11, 272
Обмотка возбуждения 77

Обод 170, 181
– глубокий 182
– разборный 182
Ободная лента 171, 174
Ограничитель максимальной частоты вращения 60
Ограничитель хода подвески 199
Однопроводная схема электрооборудования 75
Однопроводный тормозной привод 248
Оперение 276
Освещение 74
Остаточный магнетизм 76
Отопление кузова 278
Отработавшие газы 10, 16, 20, 66
– –, компоненты 41
– –, токсичность 17
Отражатель 100
Отрицательные воздействия автомобиля 10
Охлаждающая жидкость 44
Очистка цилиндра 200

П

Панелевоз 291
Пассажирский подвижной состав 6
Педаль подачи топлива 69
– сцепления 110
– тормоза 237
Первичная камера 61
Передаточное число главной передачи 154
– – коробки передач 120
– – рулевого механизма 207
– – – привода 207
– – трансмиссии 105
– – трансформатора 131
Передача бортовая 108
– главная 154
– заднего хода 121
– импульсная 131
– клиноременная 129
Переднеприводной автомобиль 135
Переменный ток 76
Питание 75
Плавность хода 176
Планетарный механизм 122, 158
Платформа 277
Плечо обкатки 208
Пневмакаток 172, 177, 179
Пневматическая шина 170
Пневматический тормозной привод 261
Пневматический упругий элемент 191
Пневматический усилитель 117
Поворачиваемость 206
Поворот автомобиля 217, 220
Поглощение энергии удара 212
Подвеска 9, 164
– балансирная 203
– зависимая 188, 197
– независимая 188, 201
– пневматическая 191
– рычажно-пружинная 201
Подрессорник 194
Подъемный механизм 284
Полуприцеп 6, 266
Полукаркасный кузов 267
Полунесущий кузов 267
Поплавковая камера 50, 56, 59, 61
Поршень 13, 15, 25
Поршневой палец 26
Порядок работы цилиндров 28
Потери энергии в трансмиссии 105
Предварительный натяг 159
Предохранитель от замерзания 253
Предпусковой подогреватель 48
Прерыватель 88
Привод передний 135
– рулевой 206, 213
– сцепления 111
– тормозной 233
Прицеп 7, 109
Пробег шин 180
Продувка цилиндра 20
Промышленность автомобильная 6
Проскальзывание колес 159
Простейший карбюратор 50
Протектор шины 172

Проходимость 9, 178
Прочность шины 172
Пружина диафрагменная 113
– спиральная 190
Пружинный энергоаккумулятор 257
Прямая передача 121
Прямолинейное движение 220
Пуск двигателя 74, 92
– – холодного 60
Пусковое устройство 51, 54
Пятиступенчатая коробка передач 135

Р

Рабочая смесь 16, 50, 88, 94
Рабочая тормозная система 223
Рабочий процесс 18
Рабочий ход двигателя 19, 88
Равномерное движение 158
Радиатор 44
Радиоприемник 103
Радиус поворота 205
Развал колес 183
Разгруженный кузов 267
Раздаточная коробка 108, 165
– – с блокированным приводом 166
– – с дифференциальным приводом 167
Разрядный ток 86
Рама 9, 194, 263
– лонжеронная 263
– хребтовая 267
Распределитель зажигания 92
Распределительный вал 13, 34, 88
Растормаживание 244
Расход топлива 49, 171, 178
– – эффективный 18
Расширение 18
Реактивная штанга 198, 204
Реактор 125
Реакция дороги 164
Регулятор вакуумный 89, 93
– всережимный 69
– давления 72, 251
– напряжения 82
– – бесконтактный 83
– – контактно-транзисторный 79, 82
– – транзисторный 79, 83
– постоянства высоты кузова 191
– тормозных сил 241, 255
– центробежный 93
Редуктор газовый 72
Редуктор колесный 108, 154
Режим полных нагрузок 59
– разгона 123
– холостого хода 41, 60, 62, 70
– – – принудительного 63
– частичных нагрузок 59
Резиновый упругий элемент 191
Резонаторная камера 66
Реле вибрационное 79
– обратного тока 81
Ремни безопасности 270
Рессора листовая 190, 204
Ресурс 60
Рефрижератор 290
Рисунок протектора шины 172
– – – повышенной проходимости 175
Роторно-поршневой двигатель 12
Роторный двигатель 12
Рубашка охлаждения 13
Рулевая трапеция 184, 207
– тяга 213
Рулевое управление 9, 206
– – повышенной безопасности 212
– –, эффективность 11
Рулевой механизм 206
– – винт – гайка – сектор 209
– – винтовой 209, 211
– – червячный 209, 211
– – шестеренный 209
– привод 206, 213
Рычаг переключения передач 121
– подвески 199
Рычажно-пружинная подвеска 191

С

Самовоспламенение 66
Самопогрузчик 292

Саморегулирование генератора 81
Самосвал 282
Свеча 16, 88, 90
Свойства антифрикционные 25
Свойства эксплуатационные 9
Сглаживающая способность шины 171
Сжатие 18
Себестоимость перевозок 6
Седельный тягач 265
Седельно-сцепное устройство 266
Седло 226
Сервопружина 115
Сервотормоз 227
Сериесный электродвигатель 97
Сигнализация 74
Сиденье 11, 269, 273
Силовой агрегат 106
Сила боковая 164
– сопротивления 105
– тяги 164
Симметричный дифференциал 168
Синхронизатор 121
Система автомобиля 9
– – антиблокировочная 103
– – регулирования подачи топлива 103
– – тормозная 9
– – управления коробкой передач 126
– – электрооборудования 74
Системы двигателя 12
– – выпуска 49
– – дозирующая карбюратора 51, 72
– – – –, холостого хода 51, 53, 62, 72
– – зажигания 12, 87
– – – бесконтактная 96
– – – контактная 87
– – – транзисторная 94
– – – электронная 103
– – охлаждения 12, 42, 280
– – питания 12, 48, 66
– – смазочная 12, 36
– – смесеобразования 49, 51
Симметричный дифференциал
Следящий механизм 243
Смесеобразование 12, 49
Смеситель газовый 72
Смесительная камера 59
Смесь 16, 49, 60, 65
Смолистые вещества 41
Соединительный элемент шины 182
Сопротивление качению 178
Специализированный подвижной состав 6, 282
Спиральная пружина подвески 190
Способ смесеобразования 12
Стабилизатор поперечной устойчивости 187, 199
Стабилизация управляемых колес 207
Стабильность тормозного механизма 225
Стартер 29, 96
Стеклоочиститель 103
Степень сжатия 17, 71, 94
Стояночная тормозная система 223
Ступенчатая коробка передач 120
Ступица 170, 181, 204
Схема смазочной системы 36
– соединения «звезда» 77
Схождение колес 183
Сцепление 109
– автоматическое 112
–, балансировка 114
– гидравлическое 109, 111
– фрикционное 109
– – двухдисковое 114
– – однодисковое 112
– электромагнитное 109, 112
Сцепное устройство 265
Сцепной вес 105

Т

Такты двигателя 18, 32, 66
Тележка автомобиля 9
Телескопическая стойка 204
Телескопический амортизатор 196
Температурный режим двигателя 44
Тепловой зазор 35
Термостат 46, 65
Ток высокого напряжения 90

– переменный 76
– трехфазный 77
Токсичность 17, 20, 61, 71
Токсичные вещества 11, 63
Топливная аппаратура 11
– экономичность 20, 94
Топливный бак 54
– насос 35, 56
– фильтр 55
Топливо дизельное 66
Торможение 158
Тормоз-замедлитель 148, 235
Тормоз колесный 224
– трансмиссионный 160
Тормозная система 9, 222
– – двухконтурная 235
Тормозная камера 245
Тормозная сила 188, 222, 242
Тормозной барабан 231
– кран 247
– момент 225
– привод 233, 248, 261
– цилиндр 262
Тороидный гидротрансформатор 131
Торсион 190
Трансмиссия 9, 105
– бортовая 108
– гидрообъемная 105
– комбинированная 105
– механическая 105
– мостовая 108
– электрическая 105
Трансформатор лобовой 131
– тороидный 131
Трубопровод впускной 65
– выпускной 65
Трубчатый радиатор 45
Тягач 6, 109

У

Углы наклона шкворня 208
Угол опережения зажигания 89
– развала колес 183
– схождения колес 184
Удерживающие средства 11
Указатели контрольно-измерительных приборов 103
– поворота 100
Универсальный рисунок протектора 175
Управляемость 11, 160, 176
Управляемые колеса 205
Упругое устройство подвески 187
Уравновешенность рулевого механизма 225
Уравновешивание кабины 274
Уровень электролита 87
Усилитель привода сцепления 111
– – – пневматический 117
– – рулевого 216
– – тормозного 238
Ускорительный клапан 259
Ускорительный насос 51, 53, 59
Условия движения 106
Установка управляемых колес 183
Устойчивость 11, 160, 176, 192

Ф

Фазы газораспределения 32
Фары 100
Фильтр воздушный 64
– масляный 13, 39
– – центробежный 40
– топливный 55
– – дизелей 71
Фонарь 99
Форсунка 70
Фургон 277, 289

Х

Характеристика скоростная 20
Ход амортизатора 195
– – отдачи 196
– – сжатия 196
– – штока 195
Ход колес 202
Ход педали сцепления 110
– – –, регулировка 119
Ход рулевого колеса 209
Хребтовая рама 267

Ц

Центробежный масляный фильтр 40
Цилиндр двигателя 13, 24, 38, 54
– тормозной главный 236
– – колесный 238
Цилиндрическая пружина 199
Цистерна 277, 287

Ч

Четырехступенчатая коробка передач 132

Ш

Шарнир карданный 108, 149
– рулевого привода 215
Шасси 9
Шатун 13, 27
Шестеренный насос 38
– – рулевого механизма 209
Шины 11,
Ширина протектора шины 172
Шум 10
Шумоизоляция кузова 272

Э

ЭДС 75, 85
Экономайзер 51, 59
Экономичная смесь 49
Экономичность 17, 23
– топливная 20
Эконостат 51, 62
Эксплуатационные свойства 9
Эластичность колес 206, 208
Электрическая искра 87
Электровакуумное управление сцеплением 117
Электродвигатель сериесный 97
Электролит 84
–, плотность 85
Электромагнитный привод 111
Электромотор-колесо 109
Электронные приборы 74
Энергопоглощающий элемент 212
Эффективность систем управления 11
– тормозного механизма 225
Эффективный расход топлива 18

Учебник

Николай Николаевич Вишняков,
Владимир Константинович Вахламов,
Андрей Николаевич Нарбут и др.

Автомобиль
Основы конструкции

Редактор **Е. В. Радовская**
Художественный редактор **С. С. Водчиц**
Оформление художника **С. С. Водчица**
Технический редактор **Т. С. Старых**
Корректор **И. М. Борейша**

ИБ № 4624

Сдано в набор 17.07.85.
Подписано в печать 13.06.86. Т-15306.
Формат 70 × $100^1/_{16}$. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать офсетная
Усл. печ. л. 24,51 Усл. кр.-отт. 98,68 Уч.-изд. л. 25,57
Тираж 150 000 экз. Заказ 52. Цена 1 р. 50 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» им. А. М. Горького Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197136, Ленинград, П-136, Чкаловский пр., 15

1 р. 50 к.

« МАШИНОСТРОЕНИЕ »