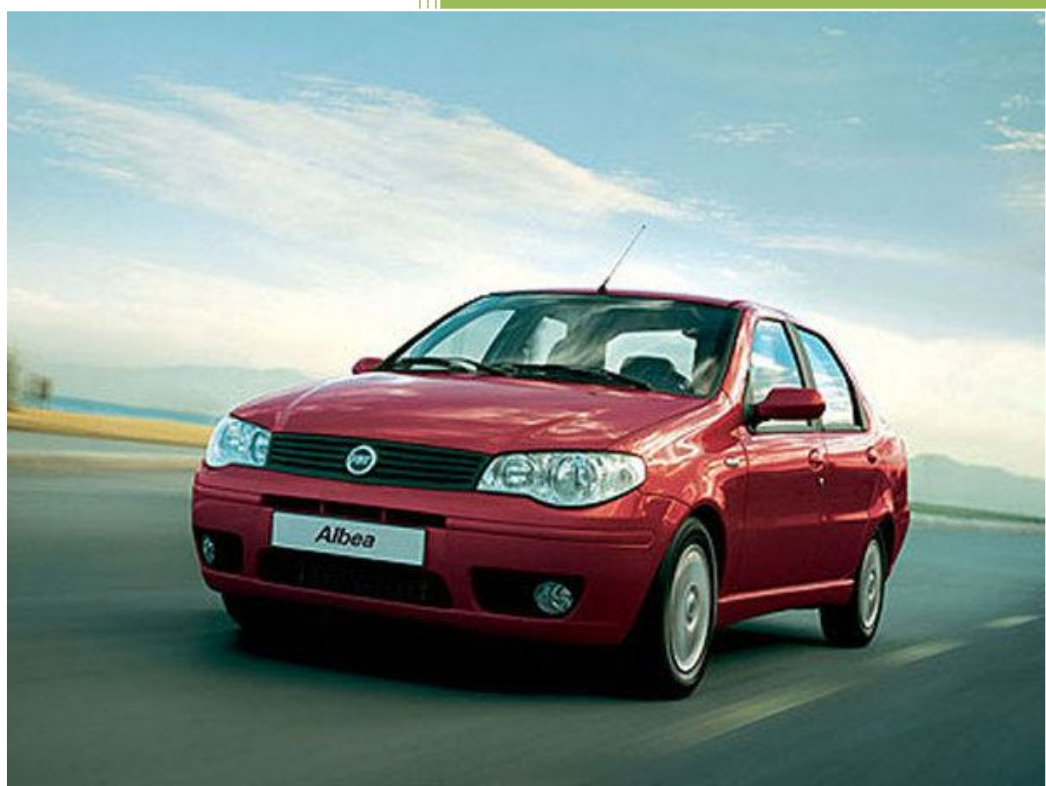


Лекции

2010

АВТОМОБИЛИ (Конструкция)



Каф. АИАХ

А.Н.Моисеев; А.Л.Гусев; Р.Д.Закиров

15.02.2010

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	5
ТЕМА 1 История развития автомобилей	7
ТЕМА 2 Назначение, классификация и общая компоновка автомобиля	14
2.1. Назначение	14
2.2. Классификация	14
2.3. Виды автотранспортных средств	14
2.5. Индексация автомобилей	19
ТЕМА 3 Трансмиссии автомобилей	22
3.1. Механические трансмиссии	22
3.2. Гидромеханическая трансмиссия	24
3.3. Гидрообъемная трансмиссия	24
3.4. Электромеханическая трансмиссия	26
ТЕМА 4 Устройство сцепления	28
4.1. Классификация сцеплений	28
4.2. Требования, предъявляемые к сцеплениям	28
4.3. Устройство сцепления	29
4.4. Конструктивные мероприятия, удовлетворяющие специальным требованиям к сцеплениям	32
4.5. Устройство привода управления сцеплением	34
4.6. Другие виды сцеплений	35
ТЕМА 5 Коробки передач	38
5.1 Назначение и схема трехвальной коробки передач	38
5.2. Синхронизаторы	41
5.3. Устройство механизма переключения коробок передач	43
5.4. Коробка передач переднеприводного автомобиля	44
5.5. Восьмиступенчатая коробка передач	45
5.6. Достоинства и недостатки ступенчатых коробок передач	47
5.7. Бесступенчатые коробки передач	47

5.8. Гидромеханическая коробка передач.....	47
ТЕМА 6 Раздаточные коробки	52
6.1. Назначение.....	52
6.2. Раздаточная коробка автомобиля с двумя ведущими осями	52
6.3. Раздаточная коробка 3-х-осного полноприводного автомобиля	53
ТЕМА 7 Карданные передачи	56
7.1. Назначение и расположение	56
7.2. Карданные шарниры	56
ТЕМА 8 Мосты.....	60
8.1. Главная передача.....	60
8.2. Дифференциалы	62
8.3. Кулачковые дифференциалы	64
8.4. Общая компоновка ведущих мостов	65
8.5. Балки ведущих мостов	67
8.6. Полуоси.....	67
8.7. Управляемый мост	68
ТЕМА 9 Подвеска	70
9.1. Направляющее устройство	70
9.2. Упругие элементы	71
9.3. Гасящие устройства	75
9.4. Стабилизатор поперечной устойчивости.....	77
9.5. Балансирная подвеска	78
9.6. Примеры конструкций подвесок	78
9.7. Установка передних колес	79
ТЕМА 10 Рулевое управление.....	81
10.1. Состав рулевого управления.....	82
10.2. Рулевые механизмы.....	83
10.3. Конструкция рулевых механизмов.....	84
10.4. Рулевой привод.....	86
10.5. Усилители рулевого управления	88
ТЕМА 11 Тормозная система	93

11.1. Тормозные механизмы	94
11.2. Тормозные приводы	98
11.3. Пневматический тормозной привод	104
11.4. Структурные схемы пневматических тормозных приводов рис. 11.18	107
11.5. Конструкция элементов тормозной пневмосистемы.....	110
11.6. Тормоза замедлители	113
11.7. Стояночные тормоза	113
ТЕМА 12 Автомобильные колеса	114
12.1. Пневматические шины	114
12.2. Ободья.....	118
12.3. Безопасные шины	119
ТЕМА 13 Несущая система	120
13.1. Рама	120
13.2. Безрамная несущая система.....	121
13.3. Кузов	122
13.4. Несущий кузов легкового автомобиля.....	122
13.5. Кузов грузового автомобиля.....	124
13.6. Вентиляция и отопление кузова	125
13.7. Конструктивные мероприятия, обеспечивающие безопасность	126

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильная промышленность — одна из ведущих отраслей машиностроения. Основная ее задача — совершенствование и развитие автомобильного транспорта. Грузовым автотранспортом доставляется свыше 80% всего объема грузов. Это в первую очередь касается транспортирования сельскохозяйственной продукции, где занято до 40% всего автопарка. В горнодобывающей промышленности автотранспортом перевозится более 40% всех грузов из карьеров. В лесном хозяйстве для перевозки древесины используют автомобили-лесовозы.

Автобусы в России выполняют 70% всего объема внутригородских и около 60% внегородских перевозок пассажиров.

Автомобили имеют большое значение для обороны страны, обеспечивая как транспортные перевозки, так и комплектацию многих видов мобильного вооружения. Их используют также в чрезвычайных ситуациях.

Промышленность выпускает специальные автомобили и автопоезда высокой проходимости, называемые транспортно-технологическими. Они предназначены для выполнения транспортных операций в технологическом цикле сельскохозяйственного производства и потому должны удовлетворять следующим специфическим требованиям сельского хозяйства: иметь проходимость, сопоставимую с проходимостью колесных уборочных машин; быть приспособленными к систематической высокопроизводительной работе в составе автопоезда на различных грунтовых дорогах и в полевых условиях; комплектоваться специализированными кузовами для перевозки различных сельскохозяйственных грузов; иметь устройства отбора мощности для привода специального оборудования и возможность движения с минимальной устойчивой скоростью 2,0...2,5 км/ч.

Повышение проходимости транспортно-технологических автомобилей обеспечивается за счет снижения давления шин на грунт до 0,25...0,35 МПа (в зависимости от вида грунта), применения одинарных широкопрофильных шин, в том числе с регулируемым давлением, установки дорожного просвета

300...340 мм и больших углов переднего и заднего свесов, возможности блокировки дифференциала.

Высокопроизводительная работа автопоезда достигается за счет применения в его составе прицепа и тягача одинаковой грузоподъемности, увеличения грузоподъемности с помощью надставных бортов, сокращения времени погрузочно-разгрузочных работ. Для реализации последнего условия необходимы автомобили с низкой погрузочной высотой как по полу платформы (1350...1450 мм), так и по кромкам надставных бортов (2850 мм).

Важным фактором повышения производительности является высокий ресурс транспортно-технологических автомобилей в дорожных условиях, типичных для сельского хозяйства. Примером таких транспортно-технологических автомобилей могут служить автомобили «КАЗ-4540» и «Урал-5557».

Основу автомобильной промышленности составляют заводы, выпускающие легковые и грузовые автомобили, автобусы, троллейбусы, специализированные кузова и надстройки, прицепы и полуприцепы, военную автомобильную технику, агрегаты, узлы и запасные части к ним, автотракторное электрооборудование и автоэлектронику, технологическое оборудование, оснастку и инструмент.

Кроме того, в систему автомобильной промышленности входит часть предприятий по техническому обслуживанию и ремонту автомобильной техники. Научная база отрасли — это ряд научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтов (НАМИ, НИИТавтопром и др.) совместно с научно-техническими центрами автомобильных и моторных заводов.

Автомобильные заводы — крупнейшие потребители продукции других отраслей. Так, в себестоимости легкового автомобиля более 50% составляют затраты на материалы и комплектующие изделия. В то же время автомобильные заводы являются одним из основных источников дохода для бюджетной системы государства.

ТЕМА 1 История развития автомобилей

Первый автомобиль в России был создан в 1896 г. в Петербурге. Производство автомобилей из импортируемых агрегатов пытались организовать московские велосипедный завод «Дукс» Меллера, станкостроительный завод Бромлея, машиностроительный завод «Аксай» в Ростове-на-Дону, велосипедные мастерские Лидтке в Петербурге. Петербургские компании «Иван Брейтигам», «Победа», «П. Д. Яковлев», «Крюммель» и московские «П. Ильин», «Братья Крыловы», «Субботин», «А. Евсеев» изготавливали оригинальные кузова, устанавливая их на импортные шасси. Автомобили производили по индивидуальным заказам, штучно.

Первая попытка организации промышленного производства была предпринята петербургским заводом «Г. А. Лесснер» в 1904 г. За неполные 6 лет было изготовлено около 100 легковых и грузовых автомобилей, и в 1909 г. их производство прекращено.

В 1909 г. Русско-Балтийский вагонный завод в Риге организовал промышленный выпуск автомобилей, изготовив в 1909—1915 г.г. 625 легковых и грузовых автомобилей.

В 1916 г. Главное военно-техническое управление России подписало контракты с группой промышленников на основе государственного кредита на строительство шести автозаводов: АМО в Москве, «Руссо-Балт» в Филях под Москвой, «Русский Рено» в Рыбинске, «В. А. Лебедев» в Ярославле, «Аксай» в Ростове-на-Дону.

Развитие автомобильной промышленности России прошло несколько этапов.

Первый этап (1924—1930 г.г.) характеризуется выпуском небольшого количества грузовых автомобилей индивидуального и серийного производства. Датой рождения российского автомобилестроения можно считать 1924 г., когда на Московском автомобильном заводе (АМО, ныне ЗИЛ) был организован серийный выпуск автомобилей АМО-Ф-15 грузоподъемностью 1,5 т.

В 1925 г. на Ярославском автомобильном заводе (ЯАЗ) начато производство трехтонных грузовых автомобилей. В 1927—1928 г.г. авторемонтный завод «Спартак» в Москве приступил к серийному производству легковых малолитражных автомобилей НАМИ-1.

Второй этап (1931—1941 г.г.) характеризуется организацией крупносерийного и массового производства автомобилей. Индустриализация страны и коллективизация сельского хозяйства обусловили увеличение потребности в автомобилях.

В 1931 г. введен в строй Московский автозавод, реконструированный для выпуска 25 тыс. трехтонных автомобилей. Наряду с развитием двухосных грузовых автомобилей выпускались трехосные автомобили повышенной проходимости ЗИС-6 грузоподъемностью 2,5 т. В 1933—1934 г.г. завод начал выпускать автобусы (ЗИС-8, ЗИС-12, ЗИС-16), а в 1936 г. — легковые шестиместные автомобили ЗИС-101.

В 1931 г. реконструирован и расширен Ярославский автозавод. На нем начато производство четырехтонного (Я-4) и пятитонного (Я-5) грузовых автомобилей и автобусного шасси Я-6. В 1936 г. ЯАЗ приступил к выпуску троллейбусов.

В 1932 г. введен в строй Горьковский автозавод (ГАЗ), рассчитанный на 100 тыс. автомобилей в год (грузовые автомобили ГАЗ-АА грузоподъемностью 1,5 т и легковые автомобили ГАЗ-А).

В 1938—1939 г.г. расширен и реконструирован Московский автосборочный завод КИМ для массового производства малолитражных легковых автомобилей КИМ-10.

В годы Великой Отечественной войны был построен Уральский автомобильный завод (УралАЗ) в г. Миасс. В 1942—1943 г.г. завод поставлял двигатели и коробки передач Московскому и другим автозаводам, а с июля 1944 г. выпускал трехтонные грузовые автомобили.

Третий этап (1945—1958 г.г.) характеризуется бурным ростом автомобильной промышленности. Одновременно с совершенствованием

конструкций автомобилей увеличивается их выпуск, разрабатываются новые модели. Так, в 1958 г. выпущено 300 различных типов и модификаций грузовых автомобилей, 10 моделей легковых автомобилей и 10 типов автобусов.

В 1947—1948 г.г. заводы взамен выпускаемых автомобилей начали освоение новых грузовых автомобилей ГАЗ-51, ГАЗ-63, ЗИС-150, ЗИС-151, «Урал-355М», ЯАЗ-200, МАЗ-200, МАЗ-205 и легковых автомобилей «Победа», ГАЗ-69.

После войны построены Минский автозавод (МАЗ), рассчитанный на выпуск двухосных грузовых автомобилей грузоподъемностью 6...7 т, и Кутаисский автозавод (КАЗ), выпускающий грузовые автомобили ЗИС-150.

На этом этапе реконструируют действующие заводы. Производственные мощности Московского автозавода достигают 200 тыс. грузовых автомобилей и автобусов в год, а Горьковского автозавода — 320 тыс. грузовых и 75 тыс. легковых автомобилей. Производство самосвалов на шасси ЗИС с 1947 г. начато Мытищинским машиностроительным заводом, а на шасси ГАЗ — Саранским заводом автосамосвалов. Ярославский завод перепрофилирован на производство дизелей, в частности ЯМЗ-236, разработанных совместно с НАМИ. Производство автомобилей ЯАЗ-200 и ЯАЗ-210 передается соответственно на Минский и Кременчугский (КрАЗ) автозаводы.

В 1950 г. завод им. Урицкого в г. Энгельсе начал производство троллейбусов (модель МТБ-82Д). В этом же году вступает в строй действующих Павловский автобусный завод, куда передается производство автобусов малого класса на шасси грузовых автомобилей ГАЗ. Производство этих автобусов начинается в конце 50-х годов и Курганский автобусный завод.

В 1955—1959 г.г. ЗИС выпускает первый в СССР междугородный автобус ЗИС-127 вагонной компоновки. С 1959 г. страна стала импортировать из Венгрии международные автобусы «Икарус», а автобусное

производство Московского завода переведено на вновь построенный Ликинский автобусный завод (ЛиАЗ).

В 1957 г. в Риге организовано производство автобусов особо малой вместимости (РАФ), используемых в качестве маршрутных такси и служебных машин. Львовский автобусный завод (ЛАЗ) специализирован на выпуск городских, пригородных и междугородных автобусов. В 1960 г. запорожский завод «Коммунар» был реконструирован на массовый выпуск микролитражных легковых автомобилей «Запорожец» (ЗАЗ).

Значительно расширяется производство специализированных и специальных автомобилей, для чего создаются новые заводы в Брянске, Заволжье, Саратове, Грабове, Кургане, Шумерле и Энгельсе. С целью расширения выпуска, повышения качества и унификации узлов и агрегатов автомобилей создается ряд специализированных заводов по выпуску двигателей, коробок передач, ведущих мостов, карданных валов, рессор, радиаторов, амортизаторов, поршней, фильтров, тормозной аппаратуры и других агрегатов и деталей.

Четвертый этап (1959—1980 г.г.) прямо связан с коренной технической реконструкцией автомобильного транспорта. В этот период грузооборот автомобильного транспорта увеличивался примерно в 1,4 раза за каждое пятилетие. Для удовлетворения нужд горнорудной, металлургической, химической и строительной промышленности (в том числе строительства крупнейших гидроэлектростанций) в 1965 г. выпуск автомобилей грузоподъемностью 10...14 т вырос в 6,5 раза по сравнению с 1958 г., а автомобилей-самосвалов грузоподъемностью 25 и 40 т — в 5,5 раза. Такой рост был обеспечен за счет ввода Кременчугского и Белорусского (БелАЗ, г. Жодино) автомобильных заводов.

Развитие массовых автомобильных перевозок было обеспечено за счет широкого использования автопоездов, прицепы и полуприцепы для которых начинают выпускать заводы в Грабове, Ирбите, Сердобске, Тавде, Ставрополе, Красноярске, Челябинске.

В 1976 г. начал работать Камский автомобильный завод (КамАЗ). Производственная мощность его составляла 150 тыс. большегрузных автомобилей и 200 тыс. дизельных двигателей в год. На Нефтекамском автомобильном заводе в этот период организовано производство самосвалов на шасси КамАЗ.

В 60-е годы основные заводы перешли на выпуск более совершенных моделей автомобилей: «ЗИЛ-130» и «ЗИЛ-131» (1967 г.) — на Московском автозаводе; «ГАЗ-53А» (1965 г.) и «ГАЗ-66» (1966 г.) — на Горьковском; «Урал-375» (1962 г.) и «Урал-377» (1966 г.) — на Уральском; «МАЗ-500», «МАЗ-503», «МАЗ-504» (1965г.) — на Минском автозаводе и др.

Возросший во второй половине 60-х годов спрос на легковые автомобили вызвал значительное расширение мощностей по их производству. С этой целью в Ижевске был построен автомобильный завод, в 1967 г. начавший выпуск автомобилей «Москвич-412» параллельно с АЗЛК.

Коренной перелом в развитии легкового автомобилестроения произошел при пуске Волжского автомобильного завода (ВАЗ), производственные мощности завода были рассчитаны на выпуск 660 тыс. легковых автомобилей малого класса и 75 тыс. полноприводных легковых автомобилей «Нива».

В середине 80-х годов Волжский, Камский и Серпуховской автомобильные заводы совместно начинают выпускать легковые автомобили особо малого класса («Ока»), в том числе модели для инвалидов.

За десять лет (1971—1980 г.г.) выпуск грузовых автомобилей увеличился в 1,5 раза, легковых — в 4 раза, автобусов — в 1,8 раза.

Пятый этап (1981—1990 г.г.) развития автомобильной промышленности связан с реализацией комплексных народнохозяйственных и социально-экономических программ.

Для агропромышленного комплекса создан и поставлен на производство большой парк сельскохозяйственных автопоездов с дизелем на базе новых моделей ГАЗ, ЗИЛ и КамАЗ грузоподъемностью 9...14 т, а также

принципиально новые полноприводные транспортно-технологические автомобили «Урал-5557» и «КАЗ-4540» (грузоподъемность автопоездов соответственно 14 и 11т). Для агропромышленного комплекса было создано 115 моделей транспортных средств.

Для открытых разработок созданы карьерные автомобили-самосвалы «БелАЗ» грузоподъемностью от 30 до 180 т. Для перевозки людей в условиях Крайнего Севера и Восточной Сибири разработаны специальные транспортные средства «НЗАС-4947» и «НЗАС-3964», выпускаемые Нефтекамским заводом.

На ВАЗе и АЗЛК поставлены на производство переднеприводные легковые автомобили.

Среди новых моделей конца 80-х годов, поставленных или подготовленных к производству, следует отметить грузовые автомобили «УАЗ-3303», «ГАЗ-3307», «Урал-4320», «КамАЗ-5320», автобусы «ПАЗ-3205», «ЛиАЗ-5256», легковые автомобили «ВАЗ-1111», «АЗЛК-2141», «Иж-2126», «ВАЗ-2108», «ВАЗ-2109», «ВАЗ-2121», «ГАЗ-24-10».

Шестой этап (1990—1996 г.г.) характеризуется спадом промышленного производства в автомобилестроении (**рис. 1.1, 1.2**). Внешняя причина этого — распад СССР, вследствие чего потеряно производство нескольких типов автомобилей и многих агрегатов: автомобилей и автобусов Украины (ЗАЗ, ЛАЗ, КрАЗ), грузовых автомобилей большой и особо большой грузоподъемности (МАЗ и БелАЗ, Белоруссия), микроавтобусов (РАФ, Латвия), автопогрузчиков (Украина, Армения), компрессоров (г. Паневежис, Литва), ремней безопасности (г. Рига, Латвия), карданных валов (г. Гродно, Белоруссия), гидромеханических передач (г. Львов, Украина), рулевых механизмов (г. Борисов, Белоруссия) и др.

Внутренние причины связаны с общим спадом экономики и платежеспособного спроса, наличием устаревших производственных мощностей и несоответствием ряда выпускаемых моделей реальным нуждам потребителей. Например, в 1990 г. лишь 10 % общего выпуска грузовых

автомобилей приходилось на малотоннажную технику, которая необходима для перевозки мелкопорционных грузов. По зарубежным данным, их выпуск должен составлять 50...60%.

Наметившиеся к 2000 г. определенные позитивные сдвиги в экономике нашей страны были характерны и для автомобилестроения. Практически во всех крупных объединениях по выпуску автомобилей и двигателей началось производство расширенной номенклатуры продукции. Налаживается технологически новое производство продукции за счет освоения лицензионной технологии. Так, заводы «Красный Аксай» и Таганрогский автомобильный начали производство лицензионных моделей фирмы ДЭУ, ГАЗ осваивает по лицензии выпуск двигателей фирмы «Штайер», УралАЗ — автомобилей фирмы «Ивеко». Наметились новые стратегия и приоритеты в области маркетинга, сбыта и сервиса.

ТЕМА 2 Назначение, классификация и общая компоновка автомобиля

2.1. Назначение

Автомобиль – это самодвижущаяся машина, предназначенная для перевозки по безрельсовому пути пассажиров, различных грузов или специального оборудования, а так же для буксирования прицепов.

2.2. Классификация

При разработке и изучении различных образцов изделий в любой области техники применяется принцип классификации, то есть разделение или объединение различных образцов изделий одной отрасли в классы (группы, виды и т.д.) на основе наличия общих признаков. Принцип классификации облегчает изучение и разработку изделий, поскольку позволяет обобщить представление о конструкции, принципах работы, эксплуатации и т.д., для целой группы (множества) изделий, объединённых общими признаками.

В основу современной классификационной системы отечественных автотранспортных средств положены следующие признаки:

- Вид автотранспортных средств;
- Основной технический параметр;
- Тип двигателя;
- Общая компоновка;
- Другие признаки классификации.

Этот перечень постоянно обновляется и дополняется в соответствии с развитием автомобилестроения.

2.3. Виды автотранспортных средств

По видам автомобильный подвижной состав подразделяют на:

- Пассажирский (включает легковые автомобили, автобусы, пассажирские прицепы и полуприцепы);
- Грузовой (включает грузовые автомобили, автомобили – тягачи, грузовые прицепы и полуприцепы);

- Специальный (включает автомобили, прицепы и полуприцепы, оснащённые специальным оборудованием, имеющим технологическое или иное назначение).

Иногда особо выделяют четвёртый вид автомобилей – специализированные. Это, как правило, грузовые автомобили, приспособленные для перевозки однородных грузов (хлебовозки, санитарные, почтовые и т.п.).

2.4. Классификация по основному техническому параметру

Внутри видов автотранспортные средства классифицируются по какому-либо основному параметру.

2.4.1 Легковые автомобили (пассажирские автомобили с числом мест до 8, включая водительское) подразделяются на пять классов по мощности (рабочему объёму двигателя):

- Особо малый с рабочим объёмом до 1,099 литра;
- Малый – 1,1...1,799 литра;
- Средний – 1,8...3,499 литра;
- Большой – более 3,5 литра;
- Высший (особо большой) – рабочий объём не регламентируется.

2.4.2 Автобусы (пассажирские автомобили с числом мест 9 и более, включая водителя) подразделяют по габаритной длине:

- Особо малый, длиной менее 5 метров;
- Малый – длиной 6...7,5 метров;
- Средний – 8,5...10 метров;
- Большой – 11...12 метров;
- Особо большой – 16,5...24 метра.

2.4.3 Грузовые автомобили, прицепы и полуприцепы подразделяют в зависимости от полной массы (без названия классов): до 1,2 тонн, 1,2...2т.; 2...8 т.; 8...14 т.; 14...20 т.; 20...40 т.; более 40 тонн.

Не общепринята, но существует классификация грузовых автомобилей по грузоподъёмности (для автомобилей с грузовой платформой):

- Особо малый – грузоподъёмность до 1 тонны;
- Малый – 1 ... 3 т.;
- Средний – 3 ... 8 т.;
- Большой – 8 ... 15 т.;
- Особо большой – 15 ... 26 т.;
- Сверхбольшой – более 26 тонн.

2.4.4 По типам двигателя автомобили подразделяют на:

- Карбюраторные (бензиновые с искровым воспламенением);
- Дизельные (с воспламенением от детонации топливовоздушной смеси);
- Альтернативные (газогенераторные, газовые);
- Электрические;
- Паровые;
- Газотурбинные;
- Автомобили с комбинированной силовой установкой (например, электромобиль с двигателем внутреннего сгорания).

2.4.5 По общей компоновке легковых автомобилей выделяют три схемы:

- Классическая (двигатель спереди, ведущий мост – задний);
- Переднеприводная компоновка (двигатель спереди, ведущий мост - передний);
- Заднеприводная (двигатель сзади, ведущий мост – задний).

По первой схеме выполняют легковые автомобили среднего, большого и высшего класса. Она обеспечивает хороший доступ к двигателю, большой объём багажного отсека, но, при этом, имеет относительно большую длину. Туннель в полу для прохода карданного вала загромождает внутренний объём салона.

Вторую схему часто применяют в автомобилях особо малого, малого и среднего классов. Она хороша тем, что двигатель, сцепление и коробку можно сделать с единым картером, автомобиль этой схемы хорошо устойчив

и управляем, длина меньше, чем в первой схеме, нет туннеля в полу, но затруднён доступ к двигателю.

Третья схема типична для автомобилей особо малого класса, применяется редко.

Грузовые автомобили различают по взаимному расположению двигателя и кабины на три вида:

- Кабина за двигателем;
- Кабина над двигателем;
- Кабина перед двигателем.

Первая схема обеспечивает хороший доступ к двигателю, простоту компоновки сцепления и коробки передач, комфортное и относительно безопасное размещение водителя и пассажиров. Однако, при этом, увеличивается длина автомобиля и ухудшается передний обзор.

Вторая схема позволяет удлинить грузовую платформу, увеличить загрузку мостов до оптимальных пределов (догружается передний мост), улучшить переднюю обзорность, но затрудняет доступ к двигателю (требуется опрокидывать кабину).

Третью схему применяют при компоновке многоосных полноприводных автомобилей. Она позволяет равномерно распределить нагрузку между осями, имеет хорошую обзорность, но уменьшает длину грузовой платформы и ухудшает доступ к двигателю.

Автобусы компонуют, располагая двигатели впереди переднего моста, над передним мостом, под полом в пределах базы или за задним мостом. Наиболее приемлем последний вариант компоновки. Здесь обеспечиваются хороший доступ к двигателю, возможность рациональной компоновки салона, минимальный шум и вибрация в салоне, однако, в такой схеме затруднено (из-за удалённости от места водителя) управление силовым агрегатом, возникают проблемы с охлаждением двигателя.

Кроме перечисленных признаков существует ещё множество параметров внутривидовой классификации. Например, легковые автомобили различают по типу кузова;

Табл. 2.1.

Название	Характеристика
<i>Закрытый кузов</i>	
Лимузин	Удлиненная база, четыре боковые двери, два (три) ряда сидений, застекленная перегородка за первым рядом
Седан (хэтчбек, салун, берлина)	Нормальная база, четыре или две боковые двери, два (три) ряда сидений
Купе (берликетта)	Укороченная база, две боковые двери, один (два) ряд сидений
<i>Полностью открывающийся кузов</i>	
Фэзтон (устаревшее - торпедо)	Удлиненная или нормальная база, число дверей и рядов сидений зависит от базы
Родстер (спайдер)	Укороченная база, две боковые двери
<i>Грузопассажирские кузова</i>	
Универсал (стейшен вэгон, фамильяле, эстейд, брек)	Закрытый кузов со складывающимся задним рядом сидений, за счет чего можно увеличить помещение для груза
Пикап	Закрытая кабина с одним (двумя) рядом сидений, грузовая платформа
Хэтчбек (комби, лифтбек, свинчбек)	Промежуточное положение между универсалом и седаном, две (четыре) боковые двери и дверь в наклонной задней стенке

Автобусы, например, классифицируют по назначению:

- Городские автобусы – для перевозки пассажиров внутри города, вместимость от особо малой (маршрутные такси) до особо большой (автобусы с полуприцепами), в них обязательно наличие накопительных площадок. Они многодверные, допускают перевозку стоящих пассажиров по всей длине платформы;
- Междугородные автобусы служат для перевозки пассажиров на расстояния до нескольких сотен километров, обычно двухдверные (не считая дверей водителя), допускают перевозку стоящих в межкресельных проходах пассажиров;
- Автобусы дальнего следования для перевозки по межобластным маршрутам, имеют высокую степень комфорта, большие багажные отсеки, перевозят только сидящих пассажиров.

В технической характеристике автотранспортного средства приводятся данные по многим другим признакам: колёсная формула (отношение общего числа колёс к числу ведущих), осевая формула (отношение общего числа осей к числу ведущих), число мест, собственная масса, максимальная скорость, время разгона и т.д.

2.5. Индексация автомобилей

С 1966 года введена в действие новая система индексации, в соответствии с которой индекс автомобиля состоит из аббревиатуры завода - изготовителя и 4-значного числа. Первая цифра обозначает класс автомобиля по основному техническому параметру (для легковых автомобилей – рабочий объём двигателя, для грузовых – полная масса, для автобусов – длина). Вторая цифра соответствует эксплуатационному назначению (1 - легковые, 2 - автобусы, 3 - грузовые бортовые, 4 - седельные тягачи, 5 - самосвалы, 6 - цистерны, 7 - фургоны, 8 - резерв, 9 - специальные автомобили). Третья и четвёртая цифры индекса обозначают номер модели. Для обозначения модификации модели вводят пятую цифру.

Цифровое обозначение классов приведено в таблице 2.2.

Табл. 2.2.

Легковые автомобили		Автобусы		Грузовые автомобили						
Рабочий объём двигателя, л	Индекс	Габаритная длина, м	Индекс	Полная масса, т	Индекс					
					С бортовой платформой	Седелные тягачи	Самосвалы	Цистерны	Фургоны	Специальные
До 1,09	11	До 5	22	До 1,2	13	14	15	16	17	19
1,1...1,79	21	6...7,5	32	1,2...2	23	24	25	26	27	29
1,8...3,49	31	8...10	42	2...8	33	34	35	36	37	39
Свыше 3,5	41	11...12	52	8...14	43	44	45	46	47	49
-	-	16,5...24	62	14...20	53	54	55	56	57	59
-	-	-	-	20...40	63	64	65	66	67	69
-	-	-	-	Свыше 40	73	74	75	76	77	79

До 1966 года в СССР система индексации автомобилей строилась на следующем принципе. Индекс автомобиля состоял из буквенной аббревиатуры завода изготовителя и 2-х - 3-х-значного числа. Например, Горьковскому автозаводу ГАЗ был выделен диапазон от 1 до 100, его автомобили имели марку (индекс), например, ГАЗ 21, ГАЗ 24, ГАЗ 53 и т.д. Московскому заводу имени Лихачёва ЗИЛ выделен диапазон от 100 до 200 и

его автомобили имели, например, индексы ЗИЛ 110, ЗИЛ 114, ЗИЛ 131 и т.д. Другие предприятия имели свой диапазон чисел и аббревиатуру для индексации выпускаемых ими автомобилей.

Для прицепов и полуприцепов установлены свои группы индексов в зависимости от полной массы, приведённые в таблице 2.3.

Табл. 2.3.

Полная масса, т		Группа	Индекс
прицепа и полуприцепа	ропуска		
До 4	До 6	1	01-24
4...10	6...10	2	25-49
10...16	10...16	3	50-69
16...24	16...24	4	70-84
Свыше 24	Свыше 24	5	85-99

ТЕМА 3 Трансмиссии автомобилей

Трансмиссия автомобиля предназначена для передачи мощности от двигателя к ведущим колёсам, изменения частоты вращения колёс и подводимого к ним крутящего момента, как по величине, так и по направлению.

По способу передачи энергии трансмиссии делятся на: механические, гидромеханические, гидрообъёмные и электромеханические.

В механических трансмиссиях передача энергии происходит за счёт механического трения в сцеплениях, а так же зубчатыми колёсами, соединениями валов и шарнирами.

В гидромеханических трансмиссиях между двигателем и механической частью трансмиссии устанавливают гидротрансформатор или гидромуфту.

В гидрообъёмных трансмиссиях двигатель приводит в действие гидронасос, от которого жидкость под высоким давлением подводится к гидромоторам, расположенным в ведущих колёсах.

В электромеханических трансмиссиях двигатель вращает ротор электрогенератора, от которого питается один или несколько (по числу ведущих колёс) электродвигателей, непосредственно (или через редуктор), передающих вращение ведущим колёсам.

В силу ряда существенных недостатков последние три типа трансмиссий применяются редко.

3.1. Механические трансмиссии

В зависимости от типа основного агрегата трансмиссии – преобразователя частоты вращения – механические трансмиссии бывают ступенчатые и бесступенчатые. Последний тип трансмиссии применяется редко. Состав и взаимное расположение элементов механической ступенчатой трансмиссии зависит от осевой формулы (общее число мостов \times число ведущих мостов), а так же от расположения двигателя и мостов.

На **рис. 3.1** (А, Б, В, Г) показан состав и взаимное расположение элементов механической трансмиссии для автомобиля с осевой формулой

2x1 и различным расположением двигателя, а на **рис. 3.2** (Д, Е Ж) аналогичное для автомобилей повышенной проходимости.

На **рис. 3.1А** показана схема механической трансмиссии для легкового или грузового автомобиля классической компоновки. Цифрами обозначены: 1 - двигатель, 2 - сцепление, 3 - коробка передач, 4 - карданная передача, 5 - главная передача, 6 - дифференциал, 7 - полуоси, 8 - ведущие колёса.

На **рис. 3.1Б** и **рис. 3.1В** показана трансмиссия легкового автомобиля с задним и передним расположением двигателя. Здесь вместо одной карданной передачи поставлены две короткие.

Схема по **рис. 3.1Г** типична для грузовых автомобилей классической схемы, например, ГАЗ-53А, ЗИЛ 130 и др. Цифрой 10 обозначен задний ведущий мост. Он включает главную передачу и дифференциал. Иногда главную передачу разносят. Центральную главную передачу устанавливают в картере ведущего моста, а два дополнительных планетарных колёсных редуктора 11 ставят внутри ведущих колёс.

По мере увеличения числа ведущих мостов трансмиссия усложняется. Так у автомобиля повышенной проходимости типа 2x2 (ГАЗ 66), с передним расположением двигателя 1 (**рис. 3.2Д**), кроме сцепления 2, коробки 3, карданной передачи 4 и заднего ведущего моста 5 в трансмиссию входят: раздаточная коробка 6 и передний ведущий мост. Раздаточная коробка здесь передаёт вращающий момент от коробки передач через дополнительную карданную передачу 4 на передний ведущий мост.

Ещё сложнее трансмиссия у автомобилей высокой проходимости (схемы **рис. 3.2. Е** и **Ж**) типа 3x3. В трансмиссиях таких автомобилей задний ведущий мост 5 соединяют карданной передачей 4 с раздаточной коробкой 6 (схема Е) или со средним (проходным) ведущим мостом 8 (схема Ж). В раздаточной коробке располагают межосевой дифференциал 9. По схеме Е и Ж выполнены, например, трансмиссии КраЗ 255Б, Урал – 375.

Ступенчатые механические трансмиссии обычно проще, легче, дешевле и надёжнее бесступенчатых. Они имеют высокий КПД. К недостаткам таких

трансмиссий следует отнести разрыв потока мощности при переключении передач, вызывающий замедление движения, что снижает интенсивность разгона, кроме того, выбор передачи и момента переключения зависят от квалификации водителя и, поэтому, не всегда соответствуют наиболее выгодным режимам работы двигателя. Частые переключения утомляют водителя. У многоприводных автомобилей такие трансмиссии получаются тяжёлыми и шумными.

3.2. Гидромеханическая трансмиссия

В гидромеханической трансмиссии преобразователем величины момента является агрегат, включающий гидротрансформатор и ступенчатую механическую трансмиссию. Гидротрансформатор представляет собой гидродинамический преобразователь, плавно и автоматически изменяющий величину передаваемого момента в зависимости от нагрузки. Его конструкция и принцип действия будут рассмотрены в разделе «Устройство коробок передач».

Коэффициент трансформации момента гидротрансформатора лежит в пределах 2,5 – 3. Более высокую трансформацию момента получают за счёт дополнительной механической коробки передач. Основное достоинство гидромеханической трансмиссии заключается в плавном автоматическом регулировании момента в зависимости от нагрузки, что уменьшает число переключений скоростей, снижает утомляемость водителя, улучшает динамику автомобиля, повышает долговечность двигателя.

К недостаткам можно отнести меньший, в сравнении с механической трансмиссией, КПД и сложность конструкции.

3.3. Гидрообъёмная трансмиссия

В отличие от гидротрансформатора в гидромеханической трансмиссии применён не гидродинамический, а гидростатический принцип трансформации (т.е. используется не скоростной, а гидростатический напор жидкости).

Схема гидрообъёмной трансмиссии показана на **рис. 3.3а**. Цифрами обозначены: резервуар с маслом 1, фильтр 2, охладитель 3, подпиточный насос 4, редукционный 5 и предохранительный 6 клапаны, гидронасос 7, трубопровод высокого 8 и низкого 9 давления, гидродвигатели 10 (по числу ведущих колёс), охладитель 12 и дренажная система 13.

Вся система заполнена рабочей жидкостью (масла различных марок – трансформаторное, веретенное, промышленное, турбинное и др.). В таких трансмиссиях, чаще всего, применяют гидронасосы и гидромоторы плунжерного типа, **рис. 3.3б**. В его состав входят: статор 14, эксцентрично расположенный в нём ротор 15 с цилиндрами 16, а так же, ось (или цапфа) 18, внутри которой выполнены каналы для подвода жидкости в нагнетающую и стравливающую магистрали. Цилиндры ротора соединены с каналами распределителя.

Если вращать ротор гидронасоса, то он работает в режиме насоса. При этом одни плунжеры из-за эксцентриситета ξ , утапливаются, вытесняя жидкость из цилиндров, а другие под действием центробежных сил и пружин, выдвигаются, засасывая жидкость из магистрали низкого давления. Для перехода насоса в режим гидромотора нужно нагнетать жидкость в одну из полостей распределителя. При этом, действующая на цилиндр сила давления жидкости N , **рис. 3.3в**, создаёт, при наличии эксцентриситета ξ , составляющую T , которая создаёт момент, вращающий ротор. При вращении коленчатого вала соединённый с ним гидронасос 7 создаёт гидростатический напор (давление) жидкости, которая по трубопроводам высокого давления 8, подводится к гидродвигателям 10, где напор преобразуется в механическую работу (вращает ротор), а отработанная жидкость по магистрали низкого давления 9 возвращается в гидронасос. Часть жидкости просачивается через зазоры в насосе и моторах и сливается по трубкам дренажной системы 13 в резервуар 1, но подпитывающий насос подкачивает в магистраль 9 жидкость из резервуара.

Эксцентриситет ξ можно изменять с помощью механического или электромеханического привода. Обычно ξ регулируют только на насосе. При уменьшении величины ξ изменяется производительность насоса A_n , в то время как производительность мотора неизменна $A_m = const$ (при неизменном ξ мотора). Отношение $K_{гол} = A_m/A_n$ есть ничто иное как коэффициент трансформации.

При уменьшении ξ снижается производительность насоса A_n при этом уменьшается частота вращения гидромотора, но возрастает момент т.к. $M_m = k N/n_m$, где n_m - частота вращения ротора гидромотора, N – подводимая мощность.

3.4. Электромеханическая трансмиссия

В электромеханической трансмиссии механическая энергия двигателя преобразуется в связанном с ним генераторе, в электрическую, которая затем в одном или нескольких тяговых электродвигателях преобразуется в механическую и передаётся на ведущие колёса. При одном тяговом электродвигателе мощность от него к колёсам передаётся через карданную передачу и ведущий мост.

При многоприводной передаче агрегаты механической трансмиссии практически отсутствуют. Тяговые электродвигатели монтируют внутри, так называемых «мотор-колёс», и связывают с ними редукторами. Схема многоприводной электромеханической трансмиссии приведена на **рис. 3.4**.

В состав трансмиссии входят: генераторы постоянного 2 и переменного 3 тока, соединённые с двигателем 4. Генератор 3 обеспечивает работу вспомогательных механизмов, работающих на переменном токе. Генератор 2 питает электродвигатели мотор-колёс. На **рис.3.4б** приведена электрическая схема соединения генератора и тягового электродвигателя в одноприводной трансмиссии.

Генератор 10 имеет последовательную 11 и параллельную 12 обмотки возбуждения, а присоединённый к нему тяговый электродвигатель 8 - последовательную обмотку возбуждения 6. Управляют трансмиссией

педалью 15 дроссельной заслонки и переключателем хода 7, с помощью которого осуществляют реверсирование вращения электродвигателя или выключают его (изменяют направление тока в обмотке 6 или разрывают цепь её питания).

При трогании с места, нажимая на педаль 15, замыкают контакты выключателя 14 подпитки и, тем самым, включают в цепь обмотки возбуждения 12 генератора 10 аккумуляторную батарею 16. При этом, в результате увеличения силы тока возбуждения, резко возрастает мощность генератора, что обеспечивает интенсивный разгон автомобиля. Частота вращения генератора и его напряжение увеличиваются так, что срабатывает реле 9 и отключает аккумуляторную батарею из цепи.

Если мощность генератора не меняется, то повышение нагрузки вызывает снижение частоты вращения тягового электродвигателя, возрастание силы тока в обмотке его якоря и возбуждения и автоматическое увеличение тягового момента.

Достоинство описанной трансмиссии заключается в автоматическом бесступенчатом изменении передаточного числа, что упрощает управление автомобилем. Кроме того, возможность дистанционной передачи энергии (по проводам) упрощает конструкцию и компоновку. Отсутствие жёсткой механической связи между двигателем и трансмиссией исключает взаимное влияние происходящих в них колебательных процессов.

Недостатком электромеханической трансмиссии является низкий КПД (в сравнении со ступенчатой).

ТЕМА 4 Устройство сцепления

Сцепление предназначено для передачи крутящего момента от двигателя к коробке передач, кратковременного разъединения двигателя и трансмиссии на время переключения передач, а также плавного соединения их между собой, кроме того, сцепление выполняет функцию ограничителя динамических нагрузок в трансмиссии автомобиля.

4.1. Классификация сцеплений

По принципу действия сцепления подразделяют на фрикционные и гидравлические.

Наибольшее распространение получили фрикционные сцепления. Они подразделяются по форме и конструкции трущихся деталей на дисковые, конусные, ленточные, колодочные и др.

Конусные и колодочные сцепления применяются редко, а ленточные часто находят применение в трансмиссиях с автоматическими коробками передач.

Дисковые сцепления применяются наиболее часто. Их, в свою очередь, подразделяют на сухие и масляные, одно, двух и многодисковые. По способу создания силы, сжимающей диски, различают: пружинные (с одной центральной пружиной или несколькими периферийными), полуцентробежные (с пружинами и центробежными грузиками), центробежные (только с грузиками) и электромагнитные.

По типу привода управления сцепления делят на четыре группы: с механическим, гидравлическим, пневматическим и электромагнитным приводами.

4.2. Требования, предъявляемые к сцеплениям

Кроме общетехнических требований, касающихся простоты конструкции и обслуживания, высокой надежности, минимальной массы, ремонтпригодности и т. п., к сцеплениям предъявляется ряд специфических требований: плавность включения, чистота выключения, полнота включения, минимальный момент инерции ведомых частей, хороший отвод тепла, ограничение динамических нагрузок на элементы трансмиссии и двигатель, легкость включения.

Ниже, при рассмотрении устройства и принципа действия различных видов сцеплений, будут отмечены конструктивные меры, позволяющие исполнить перечисленные требования.

4.3. Устройство сцепления

На отечественных автомобилях наибольшее распространение получили фрикционные одно или двух дисковые сцепления сухого типа.

Сцепление включает ведущие элементы – маховик, кожух, нажимные диски и ведомые – ведомый диск и вал сцепления. В многодисковых сцеплениях применяют два и более нажимных и ведомых дисков. Ведомый диск зажат между маховиком и нажимным диском усилием одной центральной или нескольких периферийных пружин.

Чаще всего на легковых и некоторых грузовых автомобилях применяют однодисковые сцепления с центральной диафрагменной пружиной, а на тяжелых грузовых автомобилях двух или многодисковые сцепления с периферийными пружинами (может быть до 28 пружин, расположенных равномерно по окружности нажимного диска).

Кроме ведущих и ведомых деталей в состав сцепления входит механизм управления, служащий для включения и выключения сцепления. Он состоит из педали, элементов проводки (тяги, тросы, качалки), рычагов выключения и нажимного подшипника. В сцеплениях с гидравлическим или пневматическим приводом управление осуществляется посредством давления жидкости или газа.

На **рис.4.1.1**, представлена схема однодискового постоянно-замкнутого сцепления с периферийными пружинами и механическим приводом управления. Узел сцепления расположен в корпусе, жестко соединенном с корпусом маховика 10. На маховике закреплен кожух 2, внутрь которого помещен нажимной диск 1. Нажимной диск с помощью приливов Б на нажимном диске 1 через отверстия В плотно соединен с кожухом 2 и, таким образом, получает вращение от маховика. Нажимной диск имеет возможность перемещаться вдоль вала 7. Между маховиком и нажимным диском находится ведомый диск 9, посаженный на шлицы вала 7. Ведомый диск представляет собой стальной диск, с приклепанными к нему фрикционными накладками. Между кожухом 2 и

нажимным диском 1 расположены равномерно по окружности пружины 8, прижимающие диск 1 к диску 9 и, последний, к маховику 10 с усилием P . Благодаря возникающему при этом трению, вращающий момент от двигателя передается на трансмиссию. При действии на диски нажимного усилия P возникает сила трения, т.е. сцепление включается, а когда $P = 0$ сила трения исчезает, т.е. сцепление выключается.

Момент трения определяется зависимостью:

$$M_{\text{ф}} = M_{\text{max}} \cdot \beta = P \cdot R_{\text{ср}} \cdot \mu \cdot i, \text{ где:}$$

M_{max} – максимальный момент двигателя;

β – коэффициент запаса сцепления;

$R_{\text{ср}} = (R + r)/2$ – средний радиус трения;

μ – коэффициент трения ($\mu = 0.3 \dots 0.6$);

i – число поверхностей трения.

Для выключения сцепления водитель нажимает на педаль 6 и через тягу и рычаг 5 воздействует на нажимной подшипник 4. Он смещается в сторону двигателя, нажимает на концы рычагов 3, поворачивает их относительно осей отжимного рычажка 11 и, прилива Б, преодолевая сопротивление пружин 8, отводят нажимной диск от ведомого диска. Сцепление выключается и вал 7 не получает вращения от двигателя. При плавном отпуске педали, диск 1 пружинами 8 смещается в сторону двигателя и прижимает ведомый диск к маховику. Сцепление включается.

В отличие от однодискового, двухдисковое сцепление (**рис 4.1.2**), имеет два ведомых, и два ведущих диска: промежуточный 3 и нажимной 12, установленные поочередно.

Число ведомых дисков более одного увеличивает поверхность трения при передаче больших моментов. Ступицы ведомых дисков помещены на шлицы вала 14, который одновременно является валом коробки передач. Передний конец вала опирается на шариковый подшипник, установленный в расточке коленчатого вала.

Ведомые диски сцепления зажаты между торцовыми поверхностями маховика и ведущих дисков цилиндрическими нажимными пружинами 10, которые равномерно расположены в кожухе.

Промежуточный ведущий диск 3 имеет рычажный механизм 2, который автоматически устанавливает диск в среднее положение при выключении сцепления.

Отжимные рычажки 4 прикреплены к кожуху вилками и гайками. Наружные концы рычажков шарнирно соединены с нажимным диском 12, а внутренние — с упорным кольцом 9. Педаль сцепления связана с подшипником через вилку 8 выключения, рычаги и тяги.

При нажатии на педаль упорный подшипник 6 переместит вперед кольцо с внутренними концами отжимных рычажков, а наружные концы рычажков 4 отведут назад нажимной диск 12. Под действием рычажного механизма 2 промежуточный ведущий диск 3 отойдет от маховика и нажимного диска, вращение на ведомые диски от коленчатого вала передаваться не будет.

При включении сцепления сначала в контакт с ведомым диском 21 входит задний нажимной диск 12, а потом все остальные диски прижимаются к маховику. Этот порядок обеспечивает плавность включения.

Для повышения чистоты выключения иногда, например, в автомобилях семейства КАМАЗ, применяют устройство принудительного разведения дисков, монтируемое на среднем нажимном диске. Рычажный механизм (рис. 4.1.3), основан на действии рычагов 2 установленных на осях 3, которые закручены пружинами, помещенными в четырех выступах промежуточного диска 1. Рычаги расположены между маховиком 4 (рис. 4.1.3.б) и нажимным диском 6, и при включенном сцеплении они занимают положение, показанное на рис. рис. 4.1.3.б. При этом пружины на осях 3 получают дополнительную закрутку.

При выключении сцепления (рис. 4.1.3.в) нажимной диск 6, отходит от маховика, и рычаг 2 поворачивается усилием закрученных пружин и занимает показанное на рис. 4.1.3.в положение. В этом положении рычаги отталкивают промежуточный диск 1 от маховика и ограничивают сближение с ним нажимного диска.

Применение вместо периферийных пружин диафрагменной нажимной пружины существенно изменяет конструкцию сцепления. На **рис.4.2** представлена схема такого типа сцепления.

Пружина 4, **рис.4.2.а**, в свободном состоянии имеет вид конуса с радиальными прорезями, которые образуют сходящиеся к центру лепестки, выполняющие функцию рычагов выключения. Пружину устанавливают между нажимным диском 3 и кожухом 2. Наружным краем пружина опирается на два кольца 5, прикрепленные к кожуху. При сборке сцепления пружина упирается наружным краем в приливы нажимного диска и прижимает его к ведомому диску, а при выключении (**рис.4.2.б**) нажимают на нажимной подшипник и пружина, поворачиваясь относительно опорных колец, отходит от выступов нажимного диска.

Упругая характеристика пружины нелинейная (см. **рис. 4.2.д**), в результате чего в конце хода выключения усилие уменьшается, что облегчает управление сцеплением.

4.4. Конструктивные мероприятия, удовлетворяющие специальным требованиям к сцеплениям

Плавность включения обеспечивается, в основном, увеличением эластичности ведомых дисков путем придания им пружинящих свойств при сжатии их между ведущими элементами сцепления.

Один из вариантов конструкции ведомого диска показан на **рис.4.3**. Здесь пружинящее свойство диска обеспечивается тем, что стальной ведомый диск разделен на отдельные секции (лепестки) 2, изогнутые (поочередно) в разные стороны. Одна фрикционная накладка 1 приклепана к секциям изогнутым в одну сторону, а другая 10 к секциям, изогнутым в другую сторону. Поэтому в свободном (не сжатом) состоянии между накладками имеется зазор 1...2 мм. При включении сцепления диск сжимается, вследствие чего трущиеся поверхности приходят в соприкосновение плавно, и сила трения возрастает постепенно. Плавность включения несколько повышает также гаситель крутильных колебаний.

Чистота выключения обеспечивается принудительным отводом нажимного диска от ведомого настолько, чтобы зазор между ними был не менее 0,5...0,7 мм. Для этого педаль должна иметь достаточный рабочий ход. Кроме того, необходимо обеспечить (за счет регулировки) одинаковый зазор “а” между пятками рычагов выключения и опорной поверхностью нажимного подшипника.

Полнота включения обеспечивается созданием гарантированного зазора “l” (рис.4.1а) между рычагами выключения и нажимным подшипником.

Минимизация момента инерции ведомых деталей необходима для снижения опасности разрушения зубьев шестерен коробки передач при неудачном включении. Она достигается за счет уменьшения массы ведомой части сцепления, уменьшения диаметра ведомых дисков, увеличения коэффициента трения фрикционных накладок и т.д.

Хороший отвод тепла обеспечивают выполнением вентиляционных окон в корпусе и кожухе сцепления, выполнением на фрикционных накладках радиальных прорезей, приданием рычагам выключения формы лопастей вентилятора, увеличением массивности нажимных дисков и т.д.

Ограничение динамических нагрузок достигается за счет выбора минимально-необходимого запаса сцепления и установки гасителя крутильных колебаний.

Гаситель крутильных колебаний ставят, обычно, на ведомом диске. Он предохраняет силовую передачу от появления на ее валах крутильных колебаний, возникающих по причине цикличности работы двигателя внутреннего сгорания и резких изменений угловых скоростей в силовой передаче, при движении по неровной дороге.

При наличии гасителя ведомый диск соединяют со ступицей 6 (рис. 4.3), не жестко, а при помощи шести-восьми пружин 8. Пружины установлены в сжатом состоянии в прямоугольных вырезах фланца ступицы 6, ведомого диска 3 и диска 9 гасителя. Диски 3 и 9 соединены штифтами 5. Для увеличения трения между фланцем ступицы и дисками установлены фрикционные прокладки 4 и регулировочная шайба 7.

Когда усилие через диск не передается, прорези на нем и фланце ступицы 6 совпадают. При включении сцепления усилие от диска 3 на ступицу 6 передается через пружины 8. Пружины сжимаются и диск 3, несколько, смещается относительно ступицы 6, что увеличивает плавность включения. Смещение сопровождается трением между прокладками 4 и дисками, что приводит к гашению колебаний.

Установка гасителя позволяет изменить частотную характеристику трансмиссии и добиться исключения явления резонанса крутильных колебаний.

Легкость управления достигается подбором необходимых передаточных отношений в механизмах управления сцеплением, применением, где возможно, подшипников качения для повышения КПД передачи усилия управления, использованием гидро- и пневмоприводов, а также усилителей.

4.5. Устройство привода управления сцеплением

При изучении данного вопроса ограничимся рассмотрением механического и гидравлического устройств управления сцеплением.

Механический привод включает в себя педаль сцепления (**рис. 4.4**), выжимной подшипник 3, вилку 6 выключения сцепления, рычаг 9 вилки и тягу 8. Нажатием на педаль 1 с помощью тяги, рычага и вилки перемещается вперед выжимной подшипник 3. Он нажимает на внутренние концы отжимных рычажков 4, которые наружными концами отводят нажимной диск от маховика, освобождая ведомый диск, т. е. сцепление выключается.

Для включения сцепления педаль отпускают. Под усилием пружин педаль, рычаг вилки и выжимной подшипник отходят назад, а нажимной диск под действием пружин прижимает ведомый диск к маховику. При включенном сцеплении между выжимным подшипником 3 и отжимными рычажками 4 должен быть зазор, который соответствует определенному свободному ходу педали.

Гидропривод (**рис. 4.5**) обеспечивает более плавное нарастание силы трения между дисками сцепления. Основные элементы гидропривода — бачок 1 с тормозной жидкостью, рабочий 17 и главный 3 цилиндры, тяги, шланги и педаль. Педаль 7 сцепления, главный цилиндр 3 с рычагами и тягами

составляют отдельный блок, прикрепленный болтами к кабине автомобиля. Педаль удерживается в исходном (крайнем заднем) положении пружиной 6. Главный цилиндр 3 соединен питающим шлангом 2 с бачком, а гибким соединительным шлангом 8 — с рабочим цилиндром 17.

При нажатии на педаль 7 сцепления усилие от нее передается толкателю 5 главного цилиндра. Под действием толкателя поршень 9 перемещается вперед и вытесняет жидкость в рабочий цилиндр.

Полость главного цилиндра сообщается с бачком 1 через перепускное А и компенсационное Б отверстия. При нажатии на педаль 7 поршень 9 главного цилиндра переместится справа налево и, после перекрытия отверстия -Б, вытеснит жидкость через трубопровод в рабочий цилиндр. Поршень 18 через толкатель 15 повернет вилку 13 выключения сцепления. При отпуске педали детали привода возвращаются в исходное положение (под воздействием пружин) и сцепление включается. При этом давление в системе понижается до атмосферного.

При резком отпуске педали в главном цилиндре может возникнуть разрежение, если жидкость, поступающая из трубопровода, не успеет заполнить полость слева от поршня 9, тогда часть жидкости из бачка, через перепускное отверстие - А, отжимая края манжеты, поступит в пространство слева от поршня. Потом, по мере поступления жидкости из трубопровода, избыток ее через отверстие - Б вернется в бачок.

Зазор между нажимным подшипником и рычагами выключения сцепления регулируется за счет длины толкателя 15, зазор между поршнем 9 и толкателем 5 главного цилиндра, обеспечивающий свободный ход педали, регулируется за счет длины штока 5.

Кроме рассмотренных приводов управления сцеплений достаточно широко применяются приводы с пневмоусилителями, а также электровакуумные приводы.

4.6. Другие виды сцеплений

Электромагнитное сцепление бывает без ферронаполнителя и с ферронаполнителем (рис 4.6).

Сцепление без ферронаполнителя состоит из связанного с двигателем сердечника 2 электромагнита, **рис.4.6а**, его обмотки 3 и якоря 4, установленного на шлицах первичного вала коробки передач.

Напряжение к обмотке подводится через щетку 1, кольцо 7 и “массу” автомобиля. Под воздействием электромагнитного поля якорь 4 притягивается к сердечнику 2. В результате возникает трение, обеспечивающее передачу момента от двигателя к коробке передач.

При выключении обмотки 3 пружина 5 отводит якорь 4 от сердечника и сцепление выключается.

В таком сцеплении легко автоматизировать процесс управления, но плохо то, что сердечник приходится выполнять из чистого железа (для улучшения электромагнитных свойств), а с точки зрения износостойкости требуется достаточно твердая сталь.

В последнее время находит применение сцепление с ферронаполнителем, **рис.4.6б**

Сердечник 2 электромагнита (ведущий элемент) с обмоткой 3 установлен на маховике 8 двигателя, а якорь 4 (ведомый элемент) – на шлицах первичного вала коробки передач. Пространство между якорем и сердечником (зазор 0.6...0.8 мм) заполнено ферропорошком или ферроэмульсией. Напряжение к обмотке подводится через щетку 1 и кольцо 7. В результате намагничивания частиц ферронаполнителя они притягиваются одна к другой и к рабочим поверхностям сердечника и якоря и, таким образом, соединяют ведущую и ведомую части сцепления.

В таком сцеплении почти не изнашиваются рабочие поверхности сердечника и якоря, можно плавно регулировать передаваемый момент за счет регулирования напряжения питания обмотки. Однако вращающиеся детали очень массивные, что усложняет процесс переключения передач в коробке.

4.7. Материалы основных деталей сцепления

Ведомые диски сцепления изготавливают из сталей 85 (ГАЗ) или 50 (ЗИЛ), ступицы ведомых дисков из сталей 30 или 40Х. Для нажимных дисков

применяется чугун марки СЧ18-36. Пружины сцепления изготавливают из сталей 60Г, сталь 85 или 50ХФА.

Фрикционные накладки изготавливают из прессованных тканевых, плетеных, металлокерамических или синтетических фрикционных материалов. В качестве наполнителя при прессовании применяются металлы или минеральные вещества (медь, цинк, графит), а связующим являются синтетические смолы, каучук и др.

ТЕМА 5 Коробки передач

5.1 Назначение и схема трехвальной коробки передач

Коробка передач предназначена для изменения сил тяги на ведущих колёсах и скорости движения автомобиля путём увеличения или уменьшения передаточного числа. Кроме того коробка позволяет осуществить движение автомобиля задним ходом и разобщить коленчатый вал двигателя от ведущих колёс на продолжительное время при работе двигателя на стоянке или при движении накатом.

Передаточное отношение коробки передач равно отношению частот вращения ведущего и ведомого валов. Необходимость изменения передаточного отношения объясняется тем, что сопротивление движению автомобиля, зависящее от дорожных условий, меняется в широких пределах, а крутящий момент поршневого двигателя при максимальной подаче топлива может меняться всего на 10-50 % (коэффициент приспособляемости дизеля до 1,2, а карбюраторного двигателя до 1,5), в то время как при быстром разгоне или на подъёме требуется более значительно увеличить силу тяги в сравнении с тем значением, которое соответствует $M_{\max \text{ дв}}$

В зависимости от характера изменения передаточного отношения различают коробки передач ступенчатые, бесступенчатые и комбинированные. По характеру связи между ведущими и ведомыми валами коробки делят на: механические, гидравлические, электрические и комбинированные. По способу управления – на: автоматические и неавтоматические. Ступенчатые коробки подразделяют ещё по числу передач и по количеству валов. Наибольшее распространение получили ступенчатые механические коробки передач с зубчатыми механизмами. Они бывают с неподвижными геометрическими осями зубчатых колёс или с подвижными (т.н. планетарные).

Рассмотрим подробнее устройство и принцип действия ступенчатых механических коробок передач с неподвижными осями. Число изменяемых передаточных чисел (передач) обычно равно 4-5, иногда оно доходит до 8 и более. Чем больше число передач, тем лучше используется мощность двигателя и выше топливная эффективность. Однако увеличение числа передач усложняет

коробку, затрудняет правильный выбор передачи, оптимальной для данных дорожных условий.

Числовой ряд передаточных чисел в коробке передач образует геометрическую прогрессию. В этом случае разгон происходит наиболее интенсивно т.к. для разгона на каждой передаче используется наибольшая средняя мощность двигателя. Разница в скоростях движения в конце разгона на предыдущей передаче и в начале разгона на следующей передаче - минимальна, что облегчает переключение. Согласно закону геометрической прогрессии $I_{m+1}=I_m \cdot q$, где q – знаменатель прогрессии. Он характеризует плотность ряда скоростей. У современных автомобилей $q = 1,1 \dots 1,5$. Иногда величину q (плотность ряда) увеличивают или уменьшают для двух соседних наиболее часто используемых передач.

Оценочным показателем коробки служит диапазон передаточных чисел:

$$D = i_{\max} / i_{\min}$$

Для автомобилей различных видов он лежит в пределах:

$$D_{\text{легк}} = 3 \dots 4, D_{\text{груз}} = 5 \dots 8, D_{\text{спец}} = 9 \dots 13.$$

Рассмотрим устройство и принцип действия коробки передач на примере схемы механической четырёхступенчатой, трёхвальной коробки передач с неподвижными осями колёс **рис 5.1**.

На ведущем вале 1 (он же вал сцепления или первичный вал), зацело с ним, выполнено зубчатое колесо 2 с зубчатым венцом 3. В расточке колеса 2, на подшипнике установлен передний конец вторичного (ведомого) вала 8. На нём на шпонках или шлицах установлена ступица 4, на наружных шлицах которой установлена муфта включения III и IV передач и муфта переключения 5 (см. А-А). Вслед за ступицей 4 на валу 8 установлены: зубчатое колесо 7, с дополнительным зубчатым венцом 6, зубчатое колесо 9, с дополнительным зубчатым венцом 9а, затем ещё одна ступица 4 с муфтой 10, на которой, в отличие от муфты 5, выполнен наружный зубчатый венец 10а. Далее по валу 8 размещается зубчатое колесо 11 с дополнительным зубчатым венцом 11а. Задний конец вала 8 опирается на подшипник, размещённый в стенке картера 19 коробки. Кроме первичного 1 и вторичного 8 валов в состав коробки входит

третий - промежуточный вал 12, опирающийся по концам на подшипники, установленные в стенках картера 19. На валу 12 выполнены, или моментно закреплены, зубчатые колёса 13, 14, 15, 16, 20. Сбоку от вала 12 в картере 19 смонтирована ось 18 с шестернёй 17 заднего хода. Зубчатые колёса 13, 14, 15, 20 выполнены косозубыми и находятся в постоянном зацеплении с косозубыми колёсами 2, 7, 9, 11. Колёса 7, 9, 11 имеют возможность свободно вращаться на валу 8, а муфты 5 и 10 перемещаться по внешним зубьям ступиц 4 вдоль оси вала 8. Шестерня заднего хода 17 может передвигаться вдоль оси 18.

При нахождении муфт 5 и 10, а также шестерни 17, в том положении, в котором они изображены на схеме, момент с вала 1 на вал 8 не передаётся. При этом зубчатые колёса 2, 13, 14, 7, 15, 9, 20, 11 вращаются (находясь в постоянном зацеплении), но поскольку колёса 7, 9, 11 свободно посажены на вал 8, момент на него не передаётся.

Если передвинуть муфту 10 вдоль вала 8 до сцепления ее внутренних зубьев с зубьями венца 11а, то включается I передача, при этом поток мощности (момент) с вала 1 через зубчатые колёса 2, 13, 20, 11, 11а, муфту 10, ступицу 4 (заднюю) передаётся на вал 8.

Если муфту 10 передвинуть влево по рисунку до введения в зацепление ее внутренних зубьев с зубьями венца 9а, то включается II передача, и момент на вал 8 с вала 1 передаётся по цепочке: колёса 2, 13, 15, 9, 9а, муфта 10, ступица 4, вал 8.

Третья передача включается перемещением муфты 5 вправо до соединения зубьев муфты с венцом 6. Момент передаётся по цепочке: вал 1, колёса 2, 13, 14, 7, венец 6, муфта 5, ступица 4, вал 8.

Четвёртая передача включается при перемещении муфты 5 влево до сцепления зубьев муфты с венцом 3, и момент непосредственно с вала 1 через венец 3, муфту 5, ступицу 4 передаётся на вал 8. Передача эта называется прямой, т.к. передаточное число равно 1.

На первой передаче передаточное число равно $i_1 = Z_{13}/Z_2 \cdot Z_{11}/Z_{20}$, на второй - $i_2 = Z_{13}/Z_2 \cdot Z_9/Z_{15}$, на третьей - $i_3 = Z_{13}/Z_2 \cdot Z_7/Z_{14}$.

Для включения заднего хода шестерню 17 нужно сдвинуть влево по оси 18. При этом шестерня 17 соединит колесо 16 с зубчатым венцом 10а, выполненным на муфте 10. Момент с вала 1 через колёса 2, 13, 16, 17, 10а, муфту 10, ступицу 4 передаётся на вал 8, но с противоположным знаком (другого направления) т.к. шестерня 17 является третьим зубчатым колесом в цепочке передачи вращения от вала 12 к валу 8 (см. рисунок сечение Б-Б). Как известно каждое дополнительное зубчатое колесо в цепи меняет вращение на противоположное.

Рассмотренная схема трёхвальной четырёхступенчатой механической коробки передач широко применяется в легковых и грузовых автомобилях классической компоновки с приводом на заднюю ось. Соосность ведущего (первичного) и ведомого (вторичного) валов позволяет удобно передать вращающий момент с коробки на задний мост с помощью карданных передач.

5.2. Синхронизаторы

Для перехода с одной передачи на другую, как показано выше, необходимо муфту 5, **рис 5.1**, (при переборе третьей и четвёртой передач) или муфту 10 (для первой и второй передач) вывести из зацепления с одним зубчатым венцом и ввести в зацепление с другим. Если процесс выведения из зацепления не представляет сложности, то введение в зацепление муфты с венцом вновь включаемой передачи осложняется тем, что муфта и венец имеют разные скорости вращения. Для облегчения процесса включения в конструкциях, переключающих муфт, предусматривается специальное устройство, называемое синхронизатором.

Рассмотрим его устройство и принцип действия на примере синхронизатора третьей и четвёртой передач автомобиля «Москвич-407 **рис 5.2**.

Шестерня 1 первичного вала и шестерня 7 третьей передачи вторичного вала 8 имеют зубчатые венцы 3 и 6 и конусные поверхности по концам. Между этими шестернями расположен собственно синхронизатор. Он состоит из ступицы 12 с сухарями 5 и пружинными кольцами 11, подвижной муфты 13 и двух бронзовых блокирующих колец 9 и 14.

Ступица 12 установлена на шлицах вторичного вала 8 и закреплена стопорным кольцом 2. В трех пазах 16 на ступице установлены сухари 5, разжимаемые двумя пружинными кольцами 11 и входящие своими выступами в кольцевую канавку 15 на внутренней поверхности передвигной муфты 13, которая своими зубьями надвинута на зубья ступицы. В наружную выточку муфты 13 входит вилка 4 переключающего механизма. По обеим сторонам ступицы установлены блокирующие кольца 9 и 14, имеющие внутри конусную поверхность, а снаружи зубчатый венец со скошенными торцами зубьев. В пазы 10 колец входят концы сухарей.

Действие синхронизатора заключается в следующем. При включении передачи (например, четвертой) муфта 13 передвигается с помощью вилки 4 по зубьям ступицы 12 к шестерне 1 первичного вала. При этом сухари 5, удерживаемые в муфте кольцами 11, своими торцами надавливают на блокирующее кольцо 14 и слегка прижимают его к конусной поверхности шестерни 1. Вследствие трения и разности скоростей вращения первичного и вторичного валов кольцо 14 повернется в сторону вращения шестерни 1 на величину бокового зазора C между сухарями и пазами кольца. Зазор C равен половине толщины зуба зубчатых венцов. При этом скошенная поверхность торцов зубьев муфты 13, упираясь в скошенную поверхность торцов зубьев кольца 14, не даст зубьям войти в зацепление, поэтому блокирующие кольца (под давлением со стороны рычага переключения) сильнее прижимаются к конусной поверхности шестерни 1. В результате трения между конусами скорости вращения ведущего и ведомого валов выравниваются. После этого сопротивление скошенных поверхностей торцов зубьев уменьшается и, муфта 13 сдвигается дальше, при этом сухари 5 выжимаются из канавки муфты и зубья муфты проходят через зубья венца кольца 14 и надвигаются на зубья венца 3 шестерни 1, производя безударное включение четвертой передачи.

Состав и действие синхронизаторов для включения других передач аналогичны описанному выше.

5.3. Устройство механизма переключения коробок передач

Механизм переключения коробки состоит из вилок 3, 7, 8 (рис 5.3), закрепленных на ползунах 27, 28, 29 рычага 1 переключения. Рычаг 1 прижимается пружиной 2 к сферической поверхности крышки 26. В состав механизма переключения входят, также, шариковые фиксаторы 25, предотвращающие самопроизвольное включение и выключение передач, а также замок, исключающий одновременное включение двух передач и пружинный предохранитель 33, затрудняющий включение передачи заднего хода. Замок состоит из двух сухарей 30 и 32, размещенных в горизонтальном отверстии крышки коробки между средним и крайними ползунами, и штифта 31, находящегося в отверстии среднего ползуна. На ползунах выполнены углубления под сферические концы сухарей 30 и 32 и по три углубления под шарики фиксаторов. На ползунах также выполнены головки с поперечными (по отношению к оси ползуна) пазами, в которые вводится нижний конец рычага переключения. При передвижении верхнего конца рычага влево по рисунку его нижний конец окажется в прорези головки правого ползуна 29. Если теперь, верхний конец рычага переместить вперед (влево по рисунку), то ползун 29 нижним концом рычага переместится назад (вправо по рисунку) и, при этом, зубчатая каретка 6 вилок 7 будет введена в зацепление с венцом 12 промежуточного вала 20 и включится первая передача.

Если же верхний конец рычага переместить назад, то нижний его конец переместится вперед (влево по рисунку) и каретка 6 внутренними шлицами войдет в зацепление с дополнительным (малым) венцом зубчатого колеса 5 и включится вторая передача.

Если отклонить верхний конец рычага вправо (по движению автомобиля) почти без усилия, то нижний его конец окажется в прорези головки ползуна 28. И теперь при перемещении рычага вперед или назад ползун 28 переместится назад или вперед (вправо или влево по рисунку). При этом вилка 3 переместит муфту синхронизатора 21 до положения включения соответственно четвертой или третьей передачи.

Если верхний конец рычага отклонить вправо с усилием, то, нижний конец его, преодолевая усилие пружины предохранителя 33, окажется в прорези головки ползуна 27, включения заднего хода. Если дальше переместить верхний конец рычага назад по движению, то нижний его конец переместит с помощью вилки 8 блок шестерен заднего хода влево по рисунку до зацепления шестерни 15 с колесом 6, а шестерни 14 с зубчатым венцом 12 и включится передача заднего хода.

Шарики фиксаторов, закатываясь в одно из трех углублений, фиксируют положения ползун в трех положениях, соответствующих включению двух соседних передач и нейтральному положению.

Замки, предохраняющие от включения одновременно двух передач, работают следующим образом. При перемещении, например, среднего ползуна оба сухаря 30 и 32 выдавливаются из углублений в среднем ползуне и входят в углубления крайних ползун, исключая их смещение. Если же перемещать один из крайних ползун, сухарь, взаимодействующий с ним, выходит из углубления на своем ползуне, запирает средний ползун и, действуя через штифт 31 на другой сухарь, запирает также и другой крайний ползун.

Здесь рассмотрен лишь один из известных вариантов конструкции механизма переключения. При размещении рычага переключения на рулевой колонке устройство механизма переключения существенно иное. У переднеприводных автомобилей в связи с особым расположением коробки передач, механизм ее переключения также отличается от рассмотренного выше, однако все механизмы имеют и много общего.

5.4. Коробка передач переднеприводного автомобиля

В автомобилях с передним расположением двигателя и приводом на передние колеса, а также в автомобилях с задним расположением двигателя и приводом на задние колеса соосность ведомого и ведущего валов, как в трехвальной схеме, затрудняет компоновку трансмиссии, поэтому в таких компоновках чаще всего используются двухвальные коробки передач.

Рассмотрим конструкцию и принцип действия коробки передач автомобиля «Ока» (ВАЗ 1111) **рис 5.4** На этом автомобиле установлена двухвальная,

четырёхступенчатая коробка передач. Коробка объединена в одном картере 1, рис. 5.4. с главной передачей и дифференциалом. Первичный вал 2 выполнен в виде блока шестерен 3, 4, 5, 6, 7 и оперт на подшипники. Зубчатые венцы 3, 5, 6, 7 (ведущие колеса) первичного вала находятся в постоянном зацеплении с ведомыми шестернями 8, 9, 10, 11 переднего хода, расположенными на игольчатых подшипниках на вторичном валу 12. Кроме них на вторичном валу установлены два синхронизатора 13 и 14. Зацело с вторичным валом изготовлена ведущая шестерня главной передачи 15, находящаяся в постоянном зацеплении с ведомой шестерней главной передачи 16, участвующей в работе ведущего моста. На первичном валу 2 имеется также зубчатый венец 4 передачи заднего хода. Шестерня включения заднего хода, так же как и на трехвальных коробках, установлена на оси (на рисунке не показана), и при включении заднего хода эта шестерня соединяет зубчатый венец 4 и дополнительный венец на муфте переключения 14.

Переключение передач переднего хода осуществляется с помощью муфт-синхронизаторов 13 и 14 аналогично действию трехвальной коробки, рассмотренной выше.

5.5. Восьмиступенчатая коробка передач

Устройство восьмиступенчатой коробки (на примере коробки, так называемого горного тягача КАЗ 4540) представлено на рис 5.5. В состав коробки входят: первичный вал 1, вторичный вал 2, промежуточный вал 3, ось 4 шестерни включения заднего хода 5, синхронизатор делителя 6, шестерня 7, установленная на первичном валу 1 на игольчатом подшипнике.

На вторичном валу 2 на подшипниках установлены шестерни 9, 11, 13, 15 и синхронизаторы 16 и 17. На промежуточном валу 3 на шпонках установлены зубчатые колеса 8, 10, 12, 14 и нарезаны зубья первой передачи и заднего хода. На правом (внутреннем) конце вала 1 имеются шлицы, на которые насажена ступица синхронизатора делителя 6.

Смещение муфты синхронизатора 6 влево, в сторону шестерни 7, обеспечивает соединение этой шестерни с первичным валом 1 по цепочке: шлицевой конец вала 1 – ступица синхронизатора 6 – муфта синхронизатора 6 –

дополнительный зубчатый венец шестерни 7 – через шлицы на шестерню 7. Таким образом, включается низшая передача делителя. Крутящий момент от первичного вала 1 передается через вышеуказанную цепочку на шестерню 7 и далее через колесо 8 на промежуточный вал 3. С вала 3 момент передается на ведомый (вторичный) вал 2 через пары зубчатых шестерен 3 и 9 – первая передача, 10 и 11 – вторая передача, 12 и 13 – третья передача, 14 и 15 – четвертая передача в зависимости от положения кареток синхронизаторов 16 и 17.

Смещение муфты синхронизатора 6 в сторону шестерни 5 обеспечивает соединение этой шестерни с ведущим валом 1 по цепочке: шлицевой конец вала 1 – ступица синхронизатора 6 – муфта синхронизатора 6 - дополнительный зубчатый венец шестерни 15 – через шлицы на шестерню 15. При этом происходит включение высшей передачи делителя. Теперь момент с первичного вала 1 на промежуточный вал 3 передается не через зубчатую пару 7-8, а через пару 15-14. Передаточное отношение у этих пар разное (у пары 7-8 больше, чем у пары 15-14).

На высшей передаче крутящий момент с вала 1 передается на шестерню 15 (по выше обозначенной цепочке) и, далее, с шестерни 15 на шестерню 14, промежуточный вал 3 и с него на ведомый вал 2 через пары шестерен: 12 и 13, 10 и 11, 3 и 9 (в зависимости от положения муфт синхронизаторов 16 и 17).

Передача 4В – прямая, т.к. момент с вала 1 на вал 2 передается напрямую через шестерню 15 и синхронизатор 6 делителя. Включение передачи заднего хода аналогично предыдущим коробкам.

Переключение передач основной коробки производится с помощью механизма переключения, аналогичного описанному выше, а переключение делителя с помощью пневмо-цилиндра 18, управляемого электропневматическими клапанами с помощью двухпозиционного переключателя (Н-В), находящегося на рычаге переключения передач. В коробке имеется электрический датчик, а на панели управления сигнальная лампа включенного (выключенного) положения делителя.

5.6. Достоинства и недостатки ступенчатых коробок передач

Механические ступенчатые коробки передач благодаря простоте конструкции, высокому КПД, хорошей надежности и долговечности получили самое широкое распространение. Однако они обладают и рядом существенных недостатков. Например, в таких коробках происходит разрыв мощности во время переключения, что ухудшает динамику движения автомобиля. Дискретность ряда передаточных отношений не позволяет оптимально использовать мощность двигателя. Правильность выбора передачи в конкретных условиях движения зависит от квалификации водителя. Частое переключение передач утомляет водителя, особенно в условиях интенсивного движения (например, по городу).

5.7. Бесступенчатые коробки передач

Многих недостатков ступенчатых коробок передач удастся избежать, применяя бесступенчатые трансмиссии – механические, электромеханические, гидрообъемные и гидромеханические.

Бесступенчатое механическое регулирование момента и частоты вращения в трансмиссиях автомобиля можно обеспечить благодаря применению так называемых вариаторов – клиноременного, лобового, тороидного, фрикционного многодискового и других. Принцип действия этих механизмов широко известен. Однако по ряду причин они редко применяются в трансмиссиях автомобилей.

Электромеханический и гидрообъемный принцип передачи мощности от двигателя к ведущим колесам автомобиля также широко известен, принципиальная схема и состав такого типа трансмиссий рассмотрены выше в разделе классификации трансмиссий.

Достаточно широкое распространение в автомобилестроении получил так называемый гидромеханический способ передачи мощности, реализованный в конструкции автоматических коробок передач.

5.8. Гидромеханическая коробка передач

Наибольшее распространение получили комбинированные гидромеханические коробки передач, состоящие из гидродинамической

бесступенчатой передачи (гидротрансформатора) и последовательно присоединенной к ней механической ступенчатой коробки передач.

Гидротрансформатор (**рис. 5.6**) представляет собой гидравлический механизм, включаемый между двигателем и механической частью трансмиссии автомобиля и обеспечивающий автоматическое изменение передаваемого крутящего момента в соответствии с изменениями нагрузки на ведомом валу. В простейшем гидротрансформаторе имеются три рабочих колеса с лопатками, **рис. 5.6**: вращающееся насосное колесо 4, турбинное 3 и неподвижное колесо-реактор 5. Лопатки делают криволинейными. Изнутри лопатки колес закрыты круглыми стенками, образующими внутри колес малую кольцевую полость круглого сечения (тор). Рядом расположенные колеса с лопатками образуют замкнутую по окружности полость, в которой циркулирует залитая в гидротрансформатор жидкость (низковязкое масло).

Насосное колесо 4 соединено с корпусом (ротором) и через него с коленчатым валом 1 двигателя. Турбинное колесо 3 связано через коленчатый вал 7 с последовательно установленной ступенчатой механической коробкой передач. Реактор закреплён неподвижно на втулке 6, соединённой с картером гидротрансформатора. Ротор 2 установлен на подшипниках в картере. Для того чтобы масло постоянно заполняло рабочую полость колес, а так же в целях охлаждения масло непрерывно нагнетается (при работе) из резервуара в рабочую полость шестеренчатым насосом и сливается обратно в резервуар.

При работе гидротрансформатора масло захватывается лопатками вращающегося насосного колеса 4, отбрасывается центробежной силой к наружной окружности, попадает на лопатки турбинного колеса 3, и вследствие создаваемого при этом напора, приводит его во вращение вместе с ведомым валом 7. Далее масло поступает на лопатки неподвижно закрепленного колеса – реактора, изменяющего направление потока жидкости и направляющего его на вход насосного колеса.

Таким образом, масло циркулирует по замкнутому кругу, обозначенному стрелками на **рис 5.6**. Одновременно масло участвует в общем вращении с колесами.

Наличие неподвижного колеса-реактора, изменяющего направление потока жидкости, приходящего с турбинного колеса, вызывает появление силы реакции воздействующей на турбинное колесо со стороны реактора.

Указанная сила создаёт, соответственно, реактивный момент на турбинном колесе, дополнительно к моменту, действующему со стороны насосного колеса.

Таким образом, наличие реактора даёт возможность получить на валу турбинного колеса крутящий момент отличный от момента передаваемого двигателем насосному колесу. Чем медленнее вращается турбинное колесо, по сравнению с насосным, (например, при возрастании нагрузки на валу турбинного колеса – внешней нагрузки), тем значительнее лопатки реактора изменяют направление проходящего через них потока жидкости и, тем больший дополнительный момент передаётся от реактора турбинному колесу, вследствие чего увеличивается момент на его валу. Это свойство гидротрансформатора автоматически изменять соотношение моментов на ведущем и ведомом валах в зависимости от соотношения чисел оборотов (от внешней нагрузки), аналогично действию передаточной коробки с автоматическим изменением передаточных чисел.

Основными кинематическими параметрами, характеризующими работу гидротрансформатора, являются:

- отношение моментов на ведущем и ведомом валу, называемое коэффициентом трансформации:

$$K = M_T / M_H$$

- передаточное число, определяемое отношением скорости вращения валов:

$$i = \omega_H / \omega_m.$$

Наибольшего значения коэффициент трансформации $K = 2 \dots 4$, достигает при $\omega_T = 0$ (при остановленном турбинном колесе), при этом $i = \infty$. При увеличении оборотов турбины передаточное отношение гидротрансформатора плавно и бесступенчато уменьшается, приближаясь к единице.

С целью увеличения КПД гидротрансформатора реакторное колесо соединяют с корпусом реактора с помощью, так называемой, муфты свободного хода, которая при увеличении ω_T позволяет реакторному колесу вращаться в

направлении вращения турбинного колеса. Момент на реакторном колесе становится равным нулю и гидротрансформатор превращается в гидромуфту. При этом $M_T = M_H$; $K = 1$.

Гидротрансформатор не обеспечивает требуемого диапазона передаточных чисел, отключения ведущего вала от ведомого и движения автомобиля задним ходом, поэтому, обычно его применяют в сочетании со ступенчатыми механическими коробками передач.

Рассмотрим устройство и принцип действия гидромеханической передачи с дополнительной трёхступенчатой механической коробкой передач, схема которой приведена на **рис. 5.7**.

Работой передачи управляют с помощью рукоятки (контроллера) управления, имеющего 4 положения, обозначенные буквами Н, Д, П, ЗХ.

При нейтральном положении рукоятки Н оба сцепления 3 и 5, и оба тормоза 4 и 7, выключены; при этом ведущий вал 2 разобщен от центрального вала 6 коробки, и вращение на ведомый вал 13 не передается.

При установке рукоятки в положение П (первая передача) включается переднее сцепление 3 и задний тормоз 7. Вращение с ведущего вала 2 передается центральному валу 6 и далее через заднюю солнечную шестерню 12, короткие 14 и длинные 9 сателлиты (каретка 11 с осями сателлитов стоит неподвижно) на коронную шестерню 10 и ведомый вал 13. Передаточное число коробки при этом равно 2,84 и за счет действия гидротрансформатора 1 оно может возрасти автоматически до 5,68 ($K = 2$).

При установке рукоятки в положение Д и соответствующих условиях работы (трогание с места, разгон и т.д.) автоматически включается переднее сцепление 3 и передний тормоз 4, что соответствует включению 2-ой передачи.

При этом вращение с вала 2 передается на вал 6, далее через заднюю солнечную шестерню 12, на короткие сателлиты 14 и на длинные сателлиты 9, которые дополнительно обкатываясь по неподвижно закрепленной передней солнечной шестерне 8, передают более ускоренное вращение чем на первой передаче на коронную шестерню 10 и ведомый вал 13. Передаточное число коробки равно 1,68 и может автоматически, за счет гидротрансформатора

меняться до 3,36. При уменьшении сопротивления движению, и появлении возможности увеличения скорости и перехода на третью передачу автоматически включаются переднее 3 и заднее 5 сцепления. При этом планетарный редуктор блокируется, и все три вала 2, 6, 13 вращаются как одно целое. Передаточное число коробки при этом равно 1 и может увеличиваться только за счет действия гидротрансформатора. При увеличении сопротивления дороги опять автоматически включается вторая передача. Кроме того, в случае необходимости (например, при обгоне), водитель сам может включить вторую передачу, нажав на педаль управления дроссельной заслонкой до отказа.

При установке рукоятки в положение ЗХ, включаются заднее сцепление 4 и задний тормоз 7. При этом вращение с передней солнечной шестерни 8 передается через длинные сателлиты 9 (каретка 11 неподвижна), на коронную шестерню 10 в обратном направлении и таким образом включается задний ход. Передаточное число при этом равно 1,72.

Автоматические включения передач (управление тормозами и сцеплениями) осуществляется с помощью специальной гидравлической системы, реагирующей на скорость и сопротивление движению. Таким образом, в результате автоматического переключения передач и дополнительной автоматической трансформации крутящего момента с помощью гидротрансформатора передаточные числа в трансмиссии меняются в широких пределах, обеспечивая необходимые режимы работы автомобиля. Управление осуществляется только нажатием на педаль управления дроссельной заслонкой.

ТЕМА 6 Раздаточные коробки

6.1. Назначение

Раздаточная коробка предназначена для распределения (раздачи) усилия на все ведущие оси автомобиля, а также для включения и выключения переднего ведущего моста.

Раздаточные коробки устанавливаются в трансмиссии после коробки передач. Обычно они снабжаются двухступенчатым редуктором. В результате наличия двух ступеней включения увеличивается диапазон передаточных чисел силовой передачи и удваивается общее число передач автомобиля.

Один ряд передач получается при включении высшей передачи раздаточной коробки, а второй – с большим передаточным отношением – при включении низшей передачи. Увеличение диапазона передаточных чисел и общего числа передач позволяют наиболее эффективно использовать располагаемую мощность двигателя при разных дорожных условиях.

6.2. Раздаточная коробка автомобиля с двумя ведущими осями

Устройство раздаточной коробки показано на **рис 6.1**

Ведущий вал 2 установлен в стенках картера 17 на шариковых подшипниках. На переднем наружном конце вала 2 закреплен фланец карданной передачи, идущей от коробки передач.

Выход вала 2 из картера уплотнен сальником, установленным в крышке 19 (примерно аналогично уплотнены выходы всех других валов). На валу 2 на шлицах установлена ведущая шестерня 1, находящаяся в постоянном зацеплении с передней шестерней 18 блока промежуточных шестерен. Блок установлен на оси 4 на роликовых подшипниках.

С шестерней 18 находится в постоянном зацеплении шестерня 11, установленная свободно на втулке на ведомом валу 8. Вал 8 установлен в стенках картера на роликовых подшипниках. Задний подшипник закрыт крышкой 5, являющейся основанием для крепления колодок центрального тормоза. На заднем конце вала 8 имеется шестерня привода спидометра 20 и

закреплен фланец карданной передачи 6 к заднему ведущему мосту. К фланцу крепится барабан центрального тормоза 7.

По шлицам вала 8 может перемещаться шестерня 9. К передней стенке картера прикреплена крышка 16, в которой на шариковом подшипнике установлен вал 14 привода переднего моста. Задний конец вала 14 опирается на втулку 12, установленную в расточке вала 8.

Управление раздаточной коробкой осуществляется одним или двумя рычагами из кабины, связанными через переключающий механизм свилкой шестерни 9 переключения передач раздаточной коробки ивилкой муфты 15 включения переднего моста.

При заднем положении муфты 15 передний ведущий мост выключен. При сдвигании муфты 15 вперед она своими внутренними зубьями надвигается на зубчатый венец 13 вала 14 и наглухо соединяет вал 14 с валом 8, включая передний мост.

Для переключения передач редуктора нужно переместить шестерню 9 вперед или назад по шлицам вала 8.

При смещении назад шестерня 9 входит в зацепление с шестерней 3 и включается низшая передача, а при смещении вперед шестерня 9 надвигается на зубчатый венец 10 шестерни 11 и включается высшая передача.

В устройствах переключения коробки и включения переднего моста предусматривается блокирующее устройство, исключающее включение низшей передачи при выключенном переднем мосте и выключение переднего моста при включенной низшей передаче. Принцип действия блокирующих устройств примерно аналогичен устройствам, исключающим включение двух передач (одновременно) в коробках передач.

6.3. Раздаточная коробка 3-х-осного полноприводного автомобиля

Конструкция раздаточной коробки 3-х-осного автомобиля и схема ее работы приведены на **рис 6.2** и **рис 6.3**

В корпусе 2 на подшипниках установлены: ведущий вал 1, промежуточный 13, вал 6 привода второго заднего моста, вал 9 привода первого заднего моста и вал 12 привода переднего моста.

На гладкой части вала 1 на втулке установлена шестерня 3, находящаяся в постоянном зацеплении с шестерней 14 промежуточного вала 13. Шестерня 3 имеет внутренние зубья. На шлицах вала 1 установлена передвижная шестерня 4, служащая для включения высшей и низшей передач коробки.

На внутреннем конце вала 6 привода второго заднего моста изготовлена шестерня 5, находящаяся в постоянном зацеплении с шестерней 8 промежуточного вала 13, на котором наглухо закреплены три шестерни 7, 8, 14. Средняя шестерня 7 служит для включения низшей передачи коробки. На валу 9 привода первого заднего моста закреплена шестерня 10, находящаяся в постоянном зацеплении с шестерней 8 промежуточного вала. На переднем конце вала 9 имеются шлицы.

На шлицах внутреннего конца вала 12 привода переднего моста установлена муфта 11, служащая для включения переднего моста. Шестерня 4 переключения передач и муфта 11 включения переднего моста передвигаются при помощи двух рычагов, связанных с переключающими механизмами.

При включенной коробке передач ведущий вал вращается, но когда шестерня 1 (**рис. 6.3**) находится в нейтральном положении усилие на другие валы не передается.

При перемещении рычага 2 переключения передач назад, шестерня 1 входит в зацепление с внутренними зубьями шестерни 3, соединяя ее с валом. При этом включается высшая передача раздаточной коробки и вращение передается через промежуточный вал на валы привода задних мостов.

При перемещении рычага 4, включения переднего моста вперед, муфта 5 передвигается назад и заходит на шлицы вала привода заднего моста, соединяя его с валом привода переднего моста.

При перемещении рычага 2, переключения передач вперед, шестерня 1 сдвинется назад и войдет в зацепление с шестерней 6 промежуточного вала, при этом включится низшая передача раздаточной коробки на все мосты.

В переключающих рычагах коробки поставлено устройство, исключающее возможность включения низшей передачи при выключенном переднем мосте и выключение переднего моста при включенной низшей передаче. Для этого на нижнем конце рычага 4 включения переднего моста поставлен болт против нижнего конца рычага 2 переключения передач. В случае попытки включения низшей передачи при выключенном переднем мосте конец рычага 2 упирается в болт рычага 4, чем исключает возможность включения низшей передачи.

Оба рассмотренных типа раздаточных коробок не исключают появления вредной циркуляции мощности между мостами, т.к. они не имеют межосевых дифференциалов, позволяющих колесам вращаться с разной скоростью (например, движении по неровности).

Конструкция раздаточной коробки с межосевым дифференциалом будет рассмотрена ниже при изучении работы дифференциала.

ТЕМА 7 Карданные передачи

7.1. Назначение и расположение

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 (вторичный) вал коробки передач или раздаточной коробки с ведущим валом главной передачи моста.

Коробка передач крепится на раме (кузове), а ведущий мост присоединен к раме или кузову через подвеску и может перемещаться относительно рамы. Поэтому, при движении автомобиля взаимное положение этих механизмов изменяется.

Примеры расположения карданных передач показаны на **рис 7.1**.

7.2. Карданные шарниры

Карданные шарниры это устройства, обеспечивающие передачу крутящего момента между валами, если оси их пересекаются под углом. Различают карданные шарниры равных и неравных угловых скоростей. Последние бывают жесткими и упругими **рис 7.2**.

Жесткий карданный шарнир неравных угловых скоростей передает момент через подвижные соединения жестких деталей. Он состоит из вилок 3 и 5 **рис. 7.2б**, в отверстия которых вставлены концы А, Б, В и Г соединительного элемента – крестовины 4. Вилки жестко закреплены на валах 1 и 2.

При повороте вала 1 вокруг своей оси на угол α вал 2 поворачивается вокруг своей оси на угол β .

Соотношение между углами определяется выражением $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta \cdot \cos \gamma$, где γ - угол наклона оси вала 2 относительно оси вала 1. Из выражения следует, что каждые 90° поворота вала 1 угол β становится то больше, то меньше угла α , то равен ему. Следовательно, при равномерном вращении

вала 1 вал 2 вращается неравномерно, его частота меняется по синусоидальному закону. Неравномерность тем больше, чем больше угол γ .

Чтобы избежать неравномерного вращения ведущих колес автомобиля в карданной передаче устанавливают два карданных шарнира, причем так, чтобы углы γ_1 и γ_2 (**рис 7.2а**) были равны, а вилки карданных шарниров, закрепленные на неравномерно вращающемся валу 5, располагались в одной плоскости.

Углы γ для жестких карданных шарниров могут достигать $15...20^\circ$.

Упругие карданные шарниры устанавливают при $\gamma = 2...3^\circ$. Их действие основано на упругой деформации специальных соединительных элементов 2.

Одновременно эти элементы выполняют функции дополнительных гасителей крутильных колебаний.

Типовая конструкция карданного вала показана на **рис. 7.4**, а конструкция простейшей карданной передачи с промежуточной опорой в виде, так называемого подвешенного подшипника показана на **рис.7.3**.

Карданные шарниры равных угловых скоростей исключают неравномерность вращения ведомого вала карданной передачи. Принцип действия карданного шарнира равных угловых скоростей показан на схеме **рис 7.2в**. Валы 1 и 2 соединены между собой рычагами 3 и 4. Рычаги контактируют между собой в точке Б. При вращении валов линейная скорость точки Б одинакова для обоих рычагов, т.е. $V = \omega_1 \cdot b = \omega_2 \cdot a$. Равенство угловых скоростей $\omega_1 = \omega_2$ возможна, 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 точка Б должна перемещаться по биссекторной плоскости. Конструктивно это условие можно выполнить разными способами.

На **рис 7.5** изображен шариковый карданный шарнир равных угловых скоростей с делительными канавками. На **рис.7.5а** показан продольный разрез и детали шарикового карданного шарнира равных угловых скоростей с делительными канавками. Здесь вилки 1 и 5 имеют по четыре делительные

канавки 2 и 4, средние линии которых представляют собой окружности с центрами O_1 и O_2 , равноудаленные от центра шарнира O . При сборке шарнира в канавки вилок, расположенных под прямым углом, закладывают четыре рабочих шарнира 3. Предварительно между вилками устанавливают центрирующий шарик 6 на штифт 8, который входит в отверстие шарика 6 и одной из вилок. От осевых смещений штифт 8 удерживается штифтом 7. Так как рабочие шарики расположены симметрично относительно центра шарнира, то при передаче момента под углом центры шариков, 3 описывают окружности, которые находятся в биссекторной плоскости (**рис 7.5б**).

При этом, в передаче момента участвуют только два шарика. Такой шарнир работает до углов между валами до 40° .

На **рис 7.6** показана другая конструкция шарикового карданного шарнира равных угловых скоростей. Он называется шарниром с делительным рычажком. Здесь в передаче крутящего момента участвуют все шарики (6 штук), что уменьшает контактное напряжение и увеличивает срок службы шарнира.

На **рис 7.6а** показаны детали шарнира, а на **рис 7.6б** его расположение в приводе ведущего управляемого колеса. Детали шарнира расположены в чашке 1, имеющей на внутренней поверхности шесть меридиональных сферических канавок. Такие же канавки сделаны в обойме 3, в шлицевое отверстие которой входит ведущий вал. Делительное устройство, устанавливающее шарики 4 в биссекторной плоскости, состоит из сепаратора 2, сферической чашки 5 и делительного рычажка 6. Делительный рычажок сферическими поверхностями входит в гнезда ведущего и ведомого вала и в отверстие сферической чашки 5. Пружиной 7 он прижимается к ведомому валу. Длины плеч рычажка 6 подобраны таким образом, что при передаче момента под углом рычажок 6 поворачивает сепаратор 2 с шариками 4 на угол, равный половине угла между осями ведущего и ведомого вала, т.е. он устанавливает шарики в биссекторной плоскости. Такой шарнир работает до углов 35° .

На **рис 7.7** показан третий тип карданного шарнира равных угловых скоростей, так называемый *кулачковый карданный шарнир*.

Здесь изображен шарнир привода ведущего управляемого колеса автомобиля Урал 375. Шарнир состоит из вилок 2 и 6, связанных с наружной 1 и внутренней 7 полуосями. В вилки вставлены кулаки 3 и 5. В пазы кулаков входит диск 4, представляющий собой промежуточное звено шарнира.

Можно привести еще много конструктивных решений шарниров равных угловых скоростей, например, в приводе передних ведущих управляемых колес автомобиля «Нива», «ВАЗ»-2121 применен в качестве внутреннего шарнира карданной передачи шарнир, позволяющий совершать осевые перемещения при уменьшении расстояния между мостом и управляемыми колесами (**рис 7.8**).

ТЕМА 8 Мосты

Мосты автомобиля служат для поддержания рамы и кузова и передачи от них на колеса вертикальной нагрузки, а также передачи от колес на раму (кузов) толкающих тормозных и боковых усилий. В зависимости от типа устанавливаемых колес мосты делят на ведущие, управляемые, комбинированные и поддерживающие.

Ведущие и комбинированные мосты предназначены для передачи крутящего момента от карданного вала к ведущим колесам, а также восприятия усилий, действующих между колесами и подвеской. По конструкции эти мосты делятся на разрезные и неразрезные. Разрезной мост представляет собой шарнирную конструкцию, позволяющую правому и левому колесам перемещаться независимо один от другого, неразрезной ведущий мост имеет жесткую (цельную) конструкцию, в которой перемещения колес зависимы друг от друга. В состав ведущих и комбинированных мостов входят: главная передача, дифференциал, привод колес, балка моста (в разрезных мостах часто отсутствует) и устройства для передачи сил от ведущих колес к раме или кузову автомобиля.

8.1. Главная передача

Главная передача предназначена для увеличения крутящего момента и уменьшения частоты вращения ведущих колес до необходимой частоты.

Передаточное число главной передачи зависит от мощности и быстроходности двигателя, массы и назначения автомобиля. Обычно для грузовых автомобилей $i_{гп} = 6,5 \dots 9,0$, а для легковых $i_{гп} = 3,5 \dots 5,5$. При разработке главных передач особое внимание уделяется минимизации габаритных размеров, обеспечению плавности работы и высокому КПД.

Известны схемы червячных и шестеренчатых главных передач. Последние получили наибольшее распространение. Шестеренчатые главные передачи бывают одинарные, двойные и двойные разнесенные (**рис. 8.1**). Одинарная главная передача включает пару конических зубчатых шестерен – ведущую 1 (**рис.8.1а**) и ведомую 2. Ведомая шестерня передает вращение на

корпус дифференциала 3. Применение конических шестерен позволяет повернуть на 90° направление передаваемого момента. Как будет показано ниже, в переднеприводных автомобилях при поперечном расположении силового агрегата нет необходимости поворачивать момент, так что главную передачу выполняют в виде пары цилиндрических шестерен.

Двойная главная передача (**рис. 8.1б**) кроме пары конических шестерен 1 и 2 имеет еще цилиндрическую зубчатую пару 4 и 5. Здесь ведомая шестерня 5 второй пары закреплена на корпусе 3 дифференциала и передает на него крутящий момент. Введение второй пары объясняется стремлением уменьшить габариты механизма при больших передаточных числах главной передачи. Иногда вторую ступень главной передачи выполняют в виде двух зубчатых пар, установленных рядом с ведущими колесами (**рис.8.1в**).

Конические шестерни главных передач выполняют с криволинейными зубьями или с гипоидным зацеплением (**рис.8.2.**). Внешне гипоидная передача отличается смещением (вверх или вниз) оси ведущей шестерни по отношению к оси ведомой (параметр С). Передачи второго типа более долговечны, но имеют меньший КПД.

Известны конструкции двойных главных передач, имеющие две зубчатые пары с разными передаточными отношениями. В этом случае главная передача позволяет удвоить общее число передач в трансмиссии, аналогично двухступенчатой раздаточной коробке.

Конструкция такой передачи показана на **рис. 8.3**. В ее состав входят: две конические шестерни - ведущая 1 и ведомая 2, жестко связанная с валом 3, цилиндрические шестерни 4 и 5, свободно посаженные на валу 3, муфта переключения ступеней 6, а также ведомые цилиндрические шестерни первой 7 и второй 8 ступеней. При помощи муфты 6 можно соединить с валом 3 одну из двух шестерен 4 и 5, и передать момент на корпус дифференциала 9 через шестерню 7, либо через шестерню 8.

8.2. Дифференциалы

Дифференциал служит для распределения крутящего момента между ведущими колесами, которым он позволяет вращаться с неодинаковыми частотами при движении автомобиля на поворотах или по неровностям.

Корпус дифференциала получает вращение от ведомой шестерни главной передачи 2. Если корпус вращается с угловой скоростью w_d , то левая и правая полуосевые шестерни могут вращаться со скоростями w_l и w_p .

Эти три параметра связаны зависимостью:

$$w_l + i_d w_p = (1 + i_d) \cdot w_d; \quad (8.1),$$

где i_d - передаточное число дифференциала. Если $i_d = 1$, то дифференциал называется симметричным, в этом случае полуосевые шестерни одинаковы по диаметрам и числу зубьев. Для такого дифференциала выражение 8.1 примет вид:

$$w_l + w_p = 2 w_d; \quad (8.2).$$

Его схема приведена на **рис 8.4а**. На **рис 8.4б** показан несимметричный дифференциал. У него полуосевые шестерни 5 и 6 различаются по диаметру и числу зубьев и поэтому $i_d \neq 1$. Из условия равновесия моментов приложенных к дифференциалу можно записать:

$$M_d = M_l + M_p \quad (8.3),$$

где M_l и M_p – крутящие моменты передаваемые на левое и правое колесо моста.

Из условия равенства мощности подведенной к дифференциалу и отведенной от него имеем:

$$N_l + N_p = N_d - N_{тр} \text{ или } M_l \cdot w_l + M_p \cdot w_p = M_d \cdot w_d - M_{тр} \cdot w_d \quad (8.4),$$

где $M_{тр}$ - часть крутящего момента, теряемая на трение в дифференциале. Из выражений (8.1), (8.2), (8.3) и (8.4) можно получить:

$$M_l = (M_d - M_{тр}) / (1 + i_d); \quad M_p = (i_d M_d + M_{тр}) / (1 + i_d)$$

В обычных дифференциалах $M_{тр}$ невелик, поэтому можно записать:

$$M_l = M_d / (1 + i_d); \quad M_p = i_d \cdot M_d / (1 + i_d) \quad (8.5).$$

Для симметричного дифференциала ($i_d = 1$) получаем:

$$M_d = M_n = M_d/2 \quad (8.6).$$

Распределение момента у симметричного дифференциала поровну хорошо, когда автомобиль движется по дороге с хорошим сцеплением. Тогда оба колеса нагружаются примерно одинаково, уменьшается неравномерность износа, нагруженность приводов колес, уменьшается сопротивление повороту и т.д. Но если одно колесо попадает на скользкий участок, момент на этом колесе уменьшается до значения ограниченного коэффициентом сцепления с дорогой. Такой же момент (из-за свойств дифференциала) будет и на втором колесе, хотя оно находится на хорошем участке дороги. Если суммарного момента будет не достаточно для движения, то колесо, попавшее на скользкий участок дороги, будет буксовать (вращаться быстрее корпуса дифференциала). Для устранения этого недостатка применяют блокировку дифференциала, т.е. в необходимых случаях выключают дифференциал, в результате чего обе полуоси соединяются между собой жестко.

Конструктивные схемы шестеренчатых дифференциалов приведены на **рис 8.4** и **рис 8.5**.

Симметричные шестеренчатые дифференциалы обычно выполняют с коническими шестернями, **рис 8.4а**, **рис 8.5**. и применяют в качестве межколесных, а несимметричные выполняют с цилиндрическими шестернями, **рис 8.4б**, и применяют в качестве межосевых дифференциалов, позволяющих рационально загрузить ведущие мосты (пропорционально сцепным весам, приходящимся на оси).

Симметричные дифференциалы, в зависимости от передаваемой силы, выполняются с 2-мя, 3-мя или 4-мя сателлитами. В дифференциале с 2-мя сателлитами 3, (**рис 8.5а**) они устанавливаются на оси 1, которая вставляется в корпус 2 дифференциала и закрепляется в нем.

При 3-х или 4-х сателлитах они надеваются на крестовину 6, которая зажимается между половинками 4 и 5 корпуса (**рис.8.5б**).

8.3. Кулачковые дифференциалы

Для ограниченного (неполного) увеличения силы тяги при буксовании одного колеса вместо шестеренчатых применяются так называемые самоблокирующиеся дифференциалы, например дифференциал с повышенным внутренним трением.

Одной из конструктивных разновидностей такого дифференциала является кулачковый дифференциал **рис 8.6**.

Он состоит из левой 1 и правой 5 чашек и сепаратора 6, жестко соединенного с ведомой шестерней главной передачи. В отверстия сепаратора вставлены сухарики 2, расположенные в два ряда в шахматном порядке. Сухарики упираются торцами во внутреннюю 3 и внешнюю 4 обоймы. Поверхности обойм, соприкасающиеся с сухарями, имеют выступы – кулачки.

В центральные шлицевые отверстия чашек входят полуоси. Таким образом, одна чашка соединяется с левой, а другая с правой полуосями. Когда ведомая шестерня главной передачи вместе с сепаратором приводятся во вращение, сухари оказывают одинаковое давление на кулачковые поверхности обеих обойм и заставляют их вращаться.

Если одно из колес автомобиля испытывает большее сопротивление, то связанная с ним обойма будет вращаться медленнее сепаратора. Сухари начнут проскальзывать по наклонным поверхностям кулачков этой обоймы и перемещаться в сторону другой обоймы, скользя по ее кулачковым поверхностям. При этом они, как бы подталкивают 2-ю обойму, заставляя ее вращаться быстрее. Благодаря трению сухарей при скольжении по кулачкам изменение скоростей вращения обойм может произойти лишь при достаточно большой разнице в сопротивлении, испытываемом правым и левым колесом. Следовательно, при буксовании одного колеса момент на 2-ом будет достаточным для движения автомобиля.

Конструкцию и принцип действия дифференциалов других типов (червячного, дифференциала с муфтой свободного хода) слушателям следует изучить самостоятельно по рекомендованным литературным источникам.

Примеры компоновки межосевых дифференциалов приведены на **рис 8.7** и **рис 8.8**.

На **рис 8.7** показана конструкция раздаточной коробки автомобиля с несимметричным межосевым шестеренчатым дифференциалом. В нижней части корпуса коробки на 2-х подшипниках установлены ступицы корпуса 14 дифференциала, состоящего из 2-х половин. В отверстиях стенки корпуса и, прикрепленной к нему шайбы 11, установлены четыре сателлита 15, входящих в зацепление с кольцевой шестерней 12, соединенной с валом 10 привода заднего ведущего моста, и с солнечной шестерней 13, соединенной с валом 17 привода переднего моста.

Дифференциал распределяет подводимый крутящий момент между передним и задним мостом пропорционально сцепному весу (коэффициент распределения определяется передаточным отношением между шестернями 12 и 13).

Дифференциал можно заблокировать, передвинув муфту 16 вправо. При этом корпус дифференциала наглухо соединяется с передним валом 17 и дифференциал выключается.

На **рис. 8.8** приведена конструкция ведущего моста с симметричным шестеренчатым межосевым дифференциалом, который может быть заблокирован (при необходимости) с помощью муфты 9.

8.4. Общая компоновка ведущих мостов

Пример общей компоновки мостов автомобилей УАЗ приведен на **рис. 8.9**.

В ведущих (заднем и переднем) мостах автомобилей семейства УАЗ главная передача одинарная, состоит из ведущей 9 и ведомой 6 конических шестерен со спиральными зубьями. Вал шестерни 9 установлен в картере мостов на двойном коническом роликовом подшипнике 11. Между

внутренними кольцами подшипников установлены прокладки 10 для регулировки зажима подшипников. С обеих сторон наружного кольца подшипника имеются шайбы для регулировки положения ведущей шестерни. Вал снабжен маслоотгонным кольцом 12 и сальником 13. Со стороны дифференциала вал опирается на роликовый подшипник. Дифференциал - шестеренчатый симметричный, имеет два сателлита, посаженные на пальце 7 в неразъемной коробке 8.

Коробка дифференциала установлена в картере на двух конических роликовых подшипниках 4, под внутренние кольца которых поставлены регулировочные прокладки 5. Картер главной передачи состоит из двух частей с разъемом в продольной вертикальной плоскости. С обеих сторон в картер запрессованы трубчатые стальные полуосевые рукава. Полуоси 3 (рис. 8.9а) заднего моста имеют на наружных концах фланцы, с помощью которых они соединяются со ступицей 1 колеса. Ступица 1 установлена на наконечнике полуосевого рукава на 2-х конических роликовых подшипниках 2. Полуось и ступица уплотнены сальником.

Ведущий передний мост в соответствии с выше приведенной классификацией является комбинированным. Его конструкция показана на рис. 8.9в.

Полуоси 14 переднего моста соединены с приводными валами 19 колес с помощью шарниров 16 равных угловых скоростей шарикового типа. Приводной вал фланцем 21, установленным на шлицах, соединен со ступицей 20 колеса. Ступица посажена на поворотной цапфе 22 на 2-х конических роликовых подшипниках. Крепление подшипников и их регулировка осуществляется гайкой навернутой на цапфу.

Корпус 18 поворотной цапфы соединен шкворневыми пальцами 17 с полусферическим наконечником 15, прикрепленным к полуосевому рукаву. На корпусе цапфы имеется сальниковое уплотнение сопряженное с полусферической поверхностью наконечника 15.

8.5. Балки ведущих мостов

Основу ведущего моста составляет пустотелая жесткая балка, на концах которой, на подшипниках, устанавливаются ступицы ведущих колес, а внутри размещается главная передача, дифференциал и полуось.

Балки бывают разъемные и неразъемные (цельные). По способу изготовления – штампованные, сварные или литые **рис.8.10**.

Картер разъемной балки состоит из 2-х литых половинок 2 и 3, **рис. 8.10а**, в которые запрессованы стальные трубчатые полуосевые рукава 1. На рукавах приварены площадки 4 для крепления рессор и фланцы 5 крепления опорных дисков тормозов. Штампованные балки обычно делают неразъемными, **рис. 8.10б**. Балку в этом случае выполняют из 2-х половин, соединенных сваркой. На балке приваривают элементы крепления деталей подвески и тормозных механизмов (детали 6, 7, 8, 10). Неразъемные литые балки, **рис. 8.10в**, выполняют, обычно, прямоугольного сечения, по концам запрессовываются трубы 11 для крепления ступиц колес. На балке крепятся фланцы для установки опорных дисков тормозов, а также элементы для установки деталей подвески.

8.6. Полуоси

В неразрезных мостах передачу вращающего момента от дифференциала к ведущим колесам осуществляют полуоси. Кроме того они участвуют в восприятии сил, действующих на колеса автомобиля и передают эти усилия на балку моста.

Полуоси, в зависимости от испытываемой нагрузки делят на три типа: полуразгруженные, разгруженные на три четверти и полностью разгруженные **рис. 8.11**.

Внешний конец полуразгруженной полуоси, **рис. 8.11а**, опирается непосредственно на подшипник, укрепленный на балке ведущего моста. Полуось испытывает изгиб от силы тяжести и толкающей силы P_x , изгиб от боковых сил Y и кручение от момента $P_x \cdot r$.

Внешний конец полуоси, разгруженной на три четверти **рис. 8.11б** закреплен на ступице колеса и опирается на балку моста через подшипник, установленный между ступицей и балкой. Полуось работает на кручение от момента $P_X \cdot r$ и частично на изгиб от боковой силы Y .

Внешний конец полностью разгруженной полуоси, **рис.8.11в**, опирается на два подшипника, установленных между ступицей и балкой моста. При этом боковая сила Y , приложенная к колесу, создает радиальную нагрузку на подшипники (в виде пары сил).

Таким образом, эта полуось работает только на кручение. Для восприятия момента от дифференциала на внутренних концах полуосей выполняют шлицы, а передачу момента от полуосей к колесам осуществляют либо также с помощью шлицов, соединяющих внешний конец полуоси со ступицей колеса, либо с помощью фланца, выполненного на внешнем конце полуоси, к которому крепится ступица колеса.

8.7. Управляемый мост

Конструкция управляемого моста приведена на **рис. 8.12**. Основу моста составляет балка 4, обычно двутаврового сечения (кованная стальная).

Средняя часть балки выгнута вниз, чтобы опустить как можно ниже двигатель.

Шкворень 16, образующий ось поворота колеса, 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 регулируется прокладками 2. К поворотной цапфе болтами прикреплен опорный диск тормозного механизма. На цапфе на двух конических роликовых подшипниках установлена ступица 10 переднего колеса. Подшипники закреплены гайкой

11, которая фиксируется замочным кольцом и контргайкой 12. Гайкой 11 регулируется затяжка подшипников.

ТЕМА 9 Подвеска

Подвеска служит для упругого соединения рамы или кузова с мостами (колесами) автомобиля, смягчая толчки и удары, возникающие при наезде на неровности дороги. В состав подвески входят: направляющие устройства, упругие элементы, гасящие устройства, стабилизатор.

9.1. Направляющее устройство

Для обеспечения движения автомобиля на его кузов (раму) необходимо передать от колес силу тяги или (и) сопротивление, боковые силы, а также моменты сил (тяги, торможения). Эту функцию выполняет направляющее устройство подвески. В схеме **рис. 9.1** роль такого устройства выполняет рычаг (тяги) 9, передающая силу тяги P_T и реактивный момент $P_T r$ с балки моста 2 на раму 8. Направляющее устройство определяет характер перемещения колес относительно автомобиля.

По типу направляющего устройства подвески делятся на зависимые и независимые. **рис. 9.2**

Отличительной особенностью зависимой подвески, **рис. 9.2а**, является наличие жесткой балки, связывающей правое и левое колеса оси, вследствие чего перемещения одного из них передаются другому. Пример зависимой подвески приведен на схеме **рис. 9.3**.

Независимая подвеска, **рис. 9.2б** и **рис. 9.4**, характеризуется тем, что колеса одной оси не имеют между собой непосредственной связи и перемещаются независимо друг от друга.

Независимые подвески делят на подвески с перемещением колеса в поперечной, продольной и одновременно продольной и поперечной плоскостях. Наибольшее распространение эти подвески получили для управляемых колес автомобиля.

На **рис.9.4** приведены часто применяемые схемы рычажных независимых подвесок с перемещением колеса в поперечной плоскости: однорычажная – **рис. 9.4а**, двухрычажная с рычагами одинаковой длины – **рис. 9.4б** и двухрычажная с рычагами разной длины – **рис.9.4в**. В этих

схемах подвесок происходит изменение колеи при качании, что повышает износ шин. В схемах (а) и (б) при качании возникают гироскопические моменты, могущие вызвать колебания колес. Однако эти схемы широко применяются. Подвески с качанием колес в продольной плоскости, а также в обеих плоскостях применяются редко, что обусловлено сложностью компоновки, недостаточной жесткостью.

9.2. Упругие элементы

Упругие элементы смягчают вертикальные динамические нагрузки при движении автомобиля по неровной дороге, что улучшает плавность хода.

По типу упругих элементов подвески делят на: рессорные, пружинные, торсионные, резиновые, пневматические и комбинированные.

9.2.1. Рессоры. В рессорной подвеске упругим элементом является листовая рессора, состоящая из собранных вместе отдельных листов выгнутой формы, **рис. 9.5**. Под действием динамической нагрузки листы рессоры сгибаются. Чем больше листов, тем мягче рессора. Листы рессоры при сборке стягивают центральным болтом 1. Для того чтобы листы не сдвигались в бок **рис 9.6**, один относительно другого применяют U – образные хомуты 1, **рис. 9.6а**, или специальные выштамповки **рис. 9.6б**.

Рессорные подвески делают обычно зависимыми. Рессоры располагают вдоль автомобиля и крепят к балке моста и к раме (кузову), **рис. 9.7**. Крепление к раме осуществляется с помощью ушков, образованных на коренных (самых длинных) листах рессоры, **рис. 9.8**. При больших нагрузках ушко усиливается отгибом последующих листов, **рис. 9.8б** и **рис. 9.8в**.

Рессоры одним ушком с помощью пальца шарнирно крепятся непосредственно к раме, а вторым соединяется с рамой через качающиеся серьги (**рис. 9.7а**), что позволяет ей изменять длину при прогибе.

Существуют и другие способы крепления рессоры к раме, например в конструкции передней подвески автомобиля ГАЗ 53А (**рис. 9.9**) передний конец рессоры закреплен в кронштейне 1 между верхней 2 и нижней 11 резиновыми опорами, а также упирается в торцовую резиновую опору 12.

Задний конец рессоры подвижный. Он закреплен в кронштейне 4 только с помощью 2-х резиновых опор. При прогибе рессоры он перемещается в результате деформации этих опор.

Крепление рессоры к балке моста (**рис. 9.10**) может быть 2-х типов: рессорная подушка 1 жестко крепится к балке 2, **рис. 9.10а** или рессорная подушка свободно устанавливается на балке и может поворачиваться вокруг нее, **рис. 9.10б**.

Первый способ применяется тогда, когда рессора передает реактивный и тормозной моменты, а второй – когда рессора разгружена от передачи моментов (например, при балансирной подвеске 2-х мостов). Несколько иначе осуществляется крепление рессоры при, так называемой, кантилеверной подвеске, **рис. 9.7б**. Здесь рессора одним концом крепится шарнирно к балке моста, а в средней части и вторым концом она соединяется с рамой, причем второй конец соединяется с рамой через качающуюся серьгу.

В грузовых автомобилях, у которых разница в нагрузке на рессору, при езде с грузом и без него велика, применяют подрессорник, **рис. 9.11**. Подрессорник устроен примерно также как основная рессора, только имеет меньшее число листов. Подрессорник крепят к балке моста и располагают над или под основной рессорой. На раме против концов подрессорника крепят упоры.

При полной загрузке в работу вступают подрессорники, а при неполной работает только основная рессора.

Основное преимущество рессорных подвесок заключается в том, что они выполняют одновременно роль упругих элементов и направляющего устройства. Кроме того, рессора частично выполняет функцию гасящего устройства, так как при прогибе листов они скользят друг относительно друга, при этом возникают силы трения и, кинетическая энергия превращается в тепловую, которая рассеивается в пространстве.

9.2.2. Пружинные упругие элементы. Пружинные подвески выполняются, как правило, на основе винтовых пружин. В подвеске они воспринимают только вертикальные нагрузки, а для восприятия горизонтальных и боковых сил, а также моментов необходимы направляющие устройства (рычаги, реактивные штанги, стойки) **рис. 9.3, рис. 9.4, рис. 9.22, рис. 9.23, рис. 9.24.**

При использовании пружин также необходимо гасящее устройство, так как в пружинах отсутствует трение.

9.2.3. Торсионные упругие элементы. Торсион представляет собой стальной упругий стержень, работающий на скручивание. Одним концом торсион крепится к раме (кузову), а другим к рычагам подвески в результате упругая связь колеса с рамой обеспечивается за счет упругого скручивания торсиона. Конструктивно торсионы выполняют в виде круглых стержней, труб или прямоугольных пластин. Торсионы, как и пружины, требуют направляющих и гасящих устройств.

9.2.4. Резиновые упругие элементы. Такого рода упругие элементы широко применяются в современных автомобилях в виде вспомогательных упругих элементов – ограничителей или буферов (**рис. 9.9, рис. 9.10, рис. 9.22, рис. 9.23, рис. 9.24**).

9.2.5. Пневматические упругие элементы. Пневматические упругие элементы обеспечивают упругие свойства подвески за счет сжатия воздуха. Наиболее распространены пневматические упругие элементы в виде двухсекционных круглых баллонов, **рис. 9.12**. Он состоит из резино-кордовой оболочки 1, разделительного кольца 2, прижимных колец 3 и болтов крепления 4. Такие упругие элементы используются часто в автомобилях, у которых нагрузка меняется в широких пределах (автобусы, самосвалы).

Схема такой подвески представлена на **рис. 9.13**. Компрессор 1 нагнетает сжатый воздух в ресивер 8, через фильтр – водо-маслоотделитель 10 и регулятор давления 9. Из ресивера воздух поступает в регулятор 3

постоянства высоты кузова. Баллон 5 соединен с дополнительным резервуаром 6, в который поступает воздух в случае увеличения его давления в упругом элементе при сжатии, что повышает мягкость подвески.

Регулятор 3 постоянства подъема кузова обеспечивает при любой загрузке одно и то же расстояние между мостом и кузовом. При возрастании нагрузки кузов опускается и, расстояние между ним и мостом уменьшается. Стойка 4 опускает поршень регулятора 3 вниз. Вследствие этого воздух из ресивера 8 проходит в резервуар 6 и в баллон 5, увеличивая в нем давление, в результате чего кузов поднимается до прежнего уровня. При уменьшении нагрузки все происходит наоборот. В регуляторе 3 есть специальное устройство, замедляющее его срабатывание, поэтому регулятор реагирует только на изменение статической нагрузки. Достоинство такой подвески заключается в высокой плавности хода. Неизменность высоты кузова облегчает загрузку и выгрузку, исключает накренение автомобиля при несимметричной загрузке. Но пневматическая подвеска требует установки направляющих устройств.

9.2.6. Комбинированные упругие элементы. Такие устройства объединяют два и более различных упругих элемента. На **рис. 9.14** показана схема гидропневматической подвески.

Насос 2 нагнетает жидкость из бака 1 в аккумулятор давления 3. В аккумуляторе жидкость поступает в полость под мембраной. Над мембраной находится сжатый газ (воздух или азот). Давление в аккумуляторе поддерживается в определенных пределах. При превышении давления жидкость сливается в бак. Из аккумулятора жидкость поступает к регуляторам 4 постоянства высоты подъема кузова правого и левого колеса. Из регулятора 4 жидкость поступает в поршневой пневматический упругий элемент 5. В этом элементе пространство между поршнем 6 и мембраной 7 заполнено жидкостью, а полость над мембраной – сжатым газом. Здесь сжатый газ является упругим телом, а жидкость передает вертикальные нагрузки.

Корпус упругого элемента прикреплен к кузову, а поршень через шток соединен с рычагами подвески. При колебаниях автомобиля, жидкость, из аккумулятора 3 и обратно проходит через систему клапанов 8 и испытывает сопротивление. В результате, часть кинетической энергии превращается в тепловую, и затем, рассеивается в окружающем пространстве. Таким образом, в этой схеме вместе с упругим элементом реализовано и гасящее устройство.

9.3. Гасящие устройства

Гасящие устройства (амортизаторы) предназначены для гашения колебаний кузова и колес автомобиля.

Принцип действия гасящих устройств основан на превращении механической энергии колебаний в тепловую и последующем ее рассеивании.

Гашение энергии частично обеспечивается трением в подвижных соединениях подвески (особенно в рессорах). Однако для этих целей используют специальные устройства – чаще всего гидравлические амортизаторы, работа которых основана на использовании сопротивления вязкой жидкости при проходе ее через отверстия. Амортизаторы различают по соотношению коэффициентов сопротивления при ходах сжатия K_C и отдаче K_O , и по наличию или отсутствию разгрузочных клапанов. Амортизаторы бывают двустороннего действия с симметричной ($K_O = K_C$) и несимметричной ($K_C < K_O$) характеристиками, а также одностороннего действия $K_C \gg 0$. Сейчас распространены двусторонние несимметричные амортизаторы с разгрузочными клапанами, **рис. 9.15**, у которых сила сопротивления во время хода сжатия растет медленнее, чем в ходе отдачи. Точки 1 и 2 соответствуют открытию разгрузочных клапанов. У современных амортизаторов $K_O = (2...5) \cdot K_C$. По конструкции (**рис 9.16**) амортизаторы бывают рычажные, **рис. 9.16а**, и телескопические **рис. 9.16б**. Наиболее распространены последние.

9.3.1.Телескопический гидравлический амортизатор двухстороннего действия. Конструкция телескопического гидравлического амортизатора представлена на **рис. 9.17**. Он состоит из трех основных узлов: цилиндра 18 с днищем 23, поршня 20 со штоком 5 и направляющей втулки 2 с уплотнителем.

Шток 5 прикреплен к кузову автомобиля, а цилиндр соединен с мостом. При колебании кузова и колес поршень перемещается внутри цилиндра. В поршне 20 имеется два ряда сквозных отверстий, расположенных по окружности. Отверстия 16 наружного ряда сверху закрыты перепускным клапаном 12, поджатым слабой пружиной. Отверстия 14 внутреннего ряда закрыты клапаном отдачи 13 с сильной пружиной 17. В днище цилиндра имеется еще два клапана: клапан сжатия 21 и перепускной 22. Последний имеет слабую пружину и закрывает сверху отверстие в днище цилиндра. Цилиндр заполнен амортизаторной жидкостью. Гребенчатый сальник 8 препятствует вытеканию жидкости при перемещении штока. Он находится в обойме 9 и поджат пружиной 3. Гребешки на внутренней поверхности сальника снимают жидкость со штока при ходе его вверх, при этом жидкость скапливается в канавках. При ходе штока вниз жидкость из канавок увлекается штоком обратно в полость между сальником и направляющей штока, а оттуда стекает в компенсационную камеру 1 между резервуаром 19 и цилиндром 18. Резиновый гребенчатый сальник 7 и войлочный 6 препятствуют попаданию грязи в цилиндр при ходе штока вниз. Камера 1 служит для компенсации изменения объема жидкости по обе стороны поршня возникающего из-за перемещения штока.

При плавном ходе сжатия давление жидкости незначительное. Под действием этого давления жидкость из под поршня вытесняется в двух направлениях. Через ряд отверстий 16 в поршне жидкость, открывая перепускной клапан 12, проходит в пространство над поршнем. В тоже время часть жидкости, объем которой равен объему штока, вводимого в цилиндр, перетекает через калиброванное отверстие 11 клапана сжатия 21 в

компенсационную камеру 1, повышая в ней давление воздуха. При этом клапан 21 закрыт действием пружины 10. При резком ходе сжатия поршень перемещается быстро и давление жидкости в цилиндре возрастает значительно. Под действием высокого давления открывается клапан сжатия 21 и дальнейшее увеличение сопротивления амортизатора резко замедляется.

Клапан 21 разгружает амортизатор от больших усилий при ударах на плохой дороге. Кроме того, он предохраняет от повышения сопротивления амортизатора при повышении вязкости жидкости в холодное время года. При плавной отдаче поршень медленно перемещается вверх, и шток выходит из цилиндра. Перепускной клапан 12 закрывается и давление жидкости над поршнем возрастает. Под действием этого давления жидкость из пространства над поршнем через отверстия 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 13 закрыт. Под действием давления воздуха жидкость из камеры 1 через отверстие в днище поступает к перепускному клапану 22, преодолевая слабую пружину, открывает его и перетекает в цилиндр.

При резком ходе отдачи давление жидкости над поршнем возрастает значительно. Под действием этого давления преодолевается действие сильной пружины клапана 13, и он открывается, в результате чего увеличивается площадь прохода жидкости в полость под поршнем. Степень открытия клапана 13 зависит от резкости хода поршня. В результате возрастание сопротивления амортизатора резко замедляется. Эффект примерно такой же, что и при срабатывании клапана 21 на ходе сжатия.

9.4. Стабилизатор поперечной устойчивости

Стабилизатор поперечной устойчивости представляет собой упругое устройство, которое устанавливают в подвеске поперек автомобиля. Он состоит из стержня 1, **рис. 9.18** и стоек 2. Стержень П-образной формы круглого сечения из рессорно-пружинной стали. Средняя его часть закреплена в упругих резиновых опорах 3 на раме или кузове, а концы через

стойки 2 и резиновые подушки 4 шарнирно соединены с мостом или рычагом подвески. Иногда концы стержня шарнирно крепят прямо к мосту или рычагам подвески без стоек.

При кренах или колебаниях автомобиля концы стержня перемещаются в разные стороны (один опускается, другой поднимается), вследствие этого средняя часть стержня упруго закручивается, как торсион, препятствуя крену, и поперечным колебаниям кузова. В тоже время, при вертикальных и продольных колебаниях стержень свободно проворачивается в своих опорах, не препятствуя этим колебаниям. Обычно стабилизаторы ставят на передних мостах. Иногда, например, в автомобилях ВАЗ в качестве стабилизатора используют балку заднего моста.

9.5. Балансирная подвеска

Балансирная подвеска это особая компоновка рессорной подвески двух рядом расположенных мостов, **рис. 9.19**. Подвески с коротким балансиром, **рис. 9.19а**, применяют на полуприцепах и автомобилях с колесной формулой 6х2.

В подвеске на **рис. 9.19б** под листовой рессорой установлен большой балансир, а над ним реактивные тяги.

В схеме на **рис. 9.19в** балансиром является сама рессора, она качается на оси, а сверху и снизу установлены реактивные штанги, ограничивающие продольное перемещение мостов.

На **рис. 9.20** приведен пример балансирной подвески задних мостов автомобиля ЗИЛ 131, выполненной по схеме, **рис. 9.19в**.

9.6. Примеры конструкций подвесок

На **рис. 9.21**, **рис. 9.22**, **рис. 9.23** приведены примеры конструкций подвесок.

На **рис. 9.21** изображена независимая рычажно-пружинная подвеска с гидравлическим амортизатором и стабилизатором поперечной устойчивости, выполненная по схеме **рис 9.4в**.

На **рис. 9.22** изображена независимая подвеска легкового автомобиля с приводом на передние колеса. Подвеска телескопическая с амортизаторными стойками. На **рис. 9.23** изображена зависимая пружинная подвеска заднего моста легкового автомобиля с телескопическими амортизаторами.

9.7. Установка передних колес

Передние колеса автомобиля должны иметь определенные углы установки для облегчения управления, сохранности шин и снижения динамических нагрузок на детали подвески. Кроме того, за счет определенной установки передних колес обеспечивается их стабилизация, т.е. стремление возвращаться в нейтральное положение после поворота. Установка колес определяется углами развала, продольного и поперечного наклонов стойки, а также величиной схождения колес **рис 9.24**.

Угол развала α - это угол между вертикальной плоскостью и плоскостью переднего колеса, наклоненного наружу. Он необходим для того, чтобы при движении колесо занимало вертикальное положение при прогибе оси и выборе люфтов в подвеске.

Угол поперечного наклона стойки β измеряется между вертикалью и осью стойки, верхняя часть которой отклонена внутрь. Благодаря поперечному наклону при повороте автомобиля происходит небольшой подъем его передней части. Вес поднятой части автомобиля стремится вернуть колеса после поворота в положение, соответствующее прямолинейному движению.

Угол продольного наклона γ измеряется между вертикалью и осью стойки, верхняя часть которой наклонена назад. При этом точка пересечения линии оси стойки с дорогой лежит впереди точки касания колеса с дорогой. Благодаря этому при повороте появляется стабилизирующий момент, стремящийся вернуть колесо в плоскость его качения. Этот эффект усиливается с увеличением скорости, тем самым облегчается управление автомобилем.

Указанные углы при рычажно-пружинной подвеске регулируются подбором толщины шайб 15 **рис.9.21**, помещенных между привалочной плоскостью оси поворота верхнего рычага и упорной плоскостью на поперечине подвески. Для стоечной подвески угол α регулируется с помощью специального эксцентрикового болта в клеммовом кронштейне 4, **рис. 9.23**, а угол γ регулируется за счет толщины пакета прокладок в узлах крепления стабилизатора.

Схождение колес – это такое положение, при котором расстояние между ободьями впереди меньше чем сзади. Оно необходимо для того, чтобы при движении колеса катились параллельно без бокового проскальзывания, так как, сила сопротивления качению стремится повернуть колеса наружу. Схождение регулируется длиной рулевых тяг.

ТЕМА 10 Рулевое управление

Рулевое управление автомобиля предназначено для изменения направления движения.

В большинстве случаев изменение направления движения автомобиля осуществляется поворотом управляемых колёс в горизонтальной плоскости **рис. 10.1**.

Реже используется для поворота торможение колёс одного борта или складывание сцепного устройства в горизонтальной плоскости (одноосные тягачи). Управляемыми могут быть колёса одной или нескольких осей автомобиля. На **рис. 10.1а** показана схема поворота автомобиля при управлении колёсами передней оси. Если считать колёса жёсткими, то поворот автомобиля в этой схеме будет проходить вокруг центра O , расположенного в точке пересечения осей обоих управляемых колёс с осью задних. Все колёса будут катиться по дугам окружностей без бокового скольжения. При этом управляемые колёса должны быть повернуты на разные углы q_B и q_H . Угол поворота внутреннего колеса q_B больше угла поворота наружного q_H . Зависимость между углами имеет вид:

$$\operatorname{ctg} q_H = \operatorname{ctg} q_B + B/L,$$

где B - расстояние между осями поворотных цапф, L -база автомобиля.

Способность автомобиля поворачиваться на заданной площади (поворачиваемость) характеризуется минимальным радиусом поворота:

$$R_{\min} = L/\sin q_{H\max},$$

где $q_{H\max}$ - максимальный угол поворота наружного колеса. У современных автомобилей $q_{H\max} \gg 30^\circ$, поэтому минимальный радиус поворота приблизительно в 2 раза больше базы автомобиля. При управлении колёсами передней и задней осей (схема **рис. 10.1б**) минимальный радиус поворота уменьшается вдвое $R_{n\min} = L/(2\sin q_{H\max})$.

Важным параметром управляемости является ширина габаритного коридора (**рис. 10.1в**), в который вписывается автомобиль при повороте. На

рисунке показана схема определения этой ширины B_r для трехосного автомобиля.

10.1. Состав рулевого управления

Рулевое управление включает рулевой механизм, который осуществляет передачу усилия от водителя к рулевому приводу, и рулевой привод, осуществляющий передачу усилия от рулевого механизма к управляемым колёсам.

На **рис. 10.2** представлена типичная схема рулевого управления для автомобиля с передними управляемыми колёсами и зависимой подвеской передней оси. Здесь каждое управляемое колесо установлено на поворотной цапфе 13, соединенной с балкой 11 моста шкворнем 8. Шкворень неподвижно закреплён на балке и его верхний и нижний концы входят в проушины цапфы. При повороте цапфы за рычаг 7 она вместе с колесом поворачивается вокруг шкворня. Поворотные цапфы соединены между собой рычагами 9 и 12, а также поперечной тягой 10, поэтому колёса поворачиваются одновременно. Поворот управляемых колёс осуществляется при вращении водителем рулевого колеса 1. От него вращение передаётся через вал 2 на червяк 3, находящийся в зацеплении с сектором 4. На валу сектора закреплена сошка 5, которая через продольную тягу 6 и рычаг 7 поворачивает цапфы с управляемыми колёсами.

Рулевое колесо 1, вал 2, червяк 3 и сектор 4 образуют рулевой механизм. Здесь благодаря червячной передаче происходит увеличение усилия, прикладываемого водителем к рулевому колесу. Сошка 5, продольная тяга 6, рычаги 7, 9 и поперечная тяга 10 составляют рулевой привод. Тяга 10, рычаги 9, 12 и балка 11 образуют рулевую трапецию. Её конфигурация определяет соотношение углов поворота управляемых колёс.

В России принята правосторонняя система движения, поэтому рулевое колесо для лучшей видимости при разъезде его с встречным транспортом устанавливается с левой стороны кабины.

10.2. Рулевые механизмы

Рулевой механизм должен обеспечить лёгкий поворот управляемых колёс, что возможно при достаточно большом передаточном отношении в нём. Однако слишком большое передаточное отношение увеличивает время поворота, поэтому его ограничивают. Для легковых автомобилей $i_{р.м} = 12...20$, а для грузовых - $15...25$, для облегчения управления применяют специальные усилители.

Иногда передаточные отношения делают переменным по ходу рулевого колеса. В среднем положении его делают большим чтобы уменьшить удары на рулевое колесо при наезде на неровности дороги, а в крайних положениях $i_{р.м}$ делают меньше, что сокращает время поворота.

В процессе эксплуатации детали рулевого механизма изнашиваются, особенно в средней части зацепления, соответствующей прямолинейному движению. Износ приводит к увеличению свободного хода в рулевой системе, что снижает безопасность. По этой причине в рулевых механизмах любой конструкции должна быть предусмотрена возможность регулировки зазоров в зацеплениях.

Рулевые механизмы в современных автомобилях разделяют на: червячные, винтовые и шестеренчатые.

В червячном рулевом механизме момент от рулевого колеса к приводу передаётся от червяка, закреплённого на рулевом валу, к червячному сектору, установленному на одном валу с сошкой. У многих рулевых механизмов червяк выполняют глобоидным, а зубья сектора заменяют роликом, вращающимся на подшипниках. Здесь сохраняется зацепление до больших углов поворота, снижаются потери на трение и износ деталей червячной пары.

В винтовом рулевом механизме вращение винта преобразуется в прямолинейное перемещение гайки, на которой нарезана зубчатая рейка, входящая в зацепление с зубчатым сектором. Сектор установлен на валу сошки. Для уменьшения трения соединение винт-гайка осуществляют через

шарики. Передаточное число в таком механизме определяется отношением размера начальной окружности сектора к шагу винта.

К шестеренчатым рулевым механизмам относят реечные механизмы и механизмы с коническими зубчатыми передачами.

10.3. Конструкция рулевых механизмов

На **рис. 10.3.** показан червячный рулевой механизм с глобоидным червяком 5 и трехгребневым роликом 8. Червяк установлен в картере 4 на конических роликовых подшипниках 6. Беговые дорожки для роликов обоих подшипников выполнены прямо на червяке. Наружное кольцо нижнего подшипника упирается в крышку 2, закрепленную на картере болтами. Между крышкой и картером поставлены прокладки 3 для регулировки натяга подшипников. Червяк насажен плотно на шлицах вала. На верхнем конце вала имеется лыска. С помощью клина и лыски вал соединяется с карданным шарниром 7, связывающим его с рулевым колесом. В картере установлен вал 9 сошки 1. Опорами вала 9 служат втулки, запрессованные в расточку картера и крышку 14. Трехгребневый ролик 8 установлен в пазу головки вала сошки на оси с помощью двух роликовых подшипников. С обеих сторон ролика на его оси поставлены стальные полированные шайбы. На конце вала 9 нарезаны конические шлицы, на которых гайкой закреплена рулевая сошка 1. Выходы валов уплотнены сальниками. На нижнем конце вала 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. Шайбу 12 с прокладками 13 крепят гайкой 11. Положение гайки фиксируется стопором 10, привернутый к крышке болтами.

Зазор в зацеплении передачи переменный. Он минимальный при нахождении ролика в средней части червяка и увеличивается по мере поворота рулевого колеса в ту или другую сторону. Такой характер изменения зазора в новой рулевой передаче позволяет неоднократно

восстанавливать зазор в средней части по мере износа деталей без опасности заедания ролика по краям червяка.

На **рис. 10.4** показан рулевой механизм с цилиндрическим червяком и боковым сектором. В нём на конец трубчатого вала 12 напрессован червяк 4. Вал установлен в картере 7 на подшипниках 3 и 8. Предварительный натяг в подшипниках регулируется прокладками 9. Зубья червячного сектора 5 нарезаны на боковой поверхности, выполненной зацело с валом сошки. Вал установлен в картере на двух игольчатых подшипниках 13 и 14. На конце вала на конусных шлицах закреплена сошка. Зацепление выполнено таким образом, что зазор увеличивается по мере поворота вала от среднего положения. Минимальный зазор в среднем положении определяется толщиной шайбы 15.

Из винтовых механизмов на отечественных автомобилях часто применяются механизмы типа винт-шариковая гайка-сектор.

Винт 4 **рис. 10.5** установлен на двух конических роликовых подшипниках 5 и 12. Он приводится во вращение от вала рулевого колеса. На винте нарезаны винтовые канавки полукруглого профиля. Такие же канавки нарезаны в гайке 8, свободно надетой на винт. При совмещении канавок в винте и гайке образуется винтовой канал, в который заложены стальные шарики. В гайку вставлены две направляющие трубки 2, соединяющие концы винтовых каналов со средней частью гайки. В этих трубках тоже находятся шарики. Трубки вместе с винтовыми каналами образуют для шариков два замкнутых желоба. При вращении винта шарики, находящиеся у торцов гаек, выкатываются в концы трубок, а по ним перемещаются к средней части гайки, откуда, по винтовым каналам снова двигаются к торцам гайки.

На поверхности гайки нарезана зубчатая рейка, находящаяся в зацеплении с зубчатым сектором 9. Он выполнен зацело с валом рулевой сошки и поворачивается на трёх игольчатых подшипниках 14, 16. На одном конце вала закреплена сошка 13, другой конец соединён с регулировочным

винтом 17, которым регулируют зазор в зацеплении наклонных зубьев сектора с рейкой.

На **рис. 10.6** показано рулевое управление с реечным рулевым механизмом, наиболее часто применяемым на легковых автомобилях особо малого и малого классов.

При повороте рулевого колеса 1 шестерня 2 перемещает рейку 3, от которой усилие передаётся на рулевые тяги 5. Тяги 5 за поворотные рычаги 4 поворачивают управляемые колёса. Рейка 3 и шестерня 2 выполнены косозубыми. Вал 8 вращается на двух упорных подшипниках 10 и 14, натяг которых осуществляется кольцом 9 и верхней крышкой 7. Упор 13, прижатый пружиной 12 к рейке, воспринимает радиальные усилия, действующие на рейку. Постоянное прижатие рейки к шестерне обеспечивает точность зацепления пары.

В рулевых устройствах вал рулевого колеса проходит сквозь рулевую колонку, которая крепится на кронштейне кабины (кузова).

В целях безопасности при лобовых столкновениях вал делают или телескопическим или шарнирно сочлененным, что обеспечивает его складывание при ударе. Существуют и другие типы безопасных конструкций рулевого вала. В верхней части рулевой колонки на современных автомобилях крепят устройства управления светотехническими приборами, стеклоочистителями и звуковым сигналом, а также устанавливают замки зажигания и другие элементы.

Детали рулевых механизмов работают в условиях жидкой смазки, заливаемой в картер рулевого механизма.

10.4. Рулевой привод

При повороте колёс или наезде на препятствие детали рулевого привода перемещаются друг относительно друга как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. Для обеспечения свободы этих перемещений, при условии надёжной передачи усилий, соединения продольной тяги 6, **рис. 10.2** с сошкой 5 и рычагом 7, а также соединения поперечной тяги 10 с

рычагами 9 и 12 осуществляют, в большинстве случаев, шаровыми шарнирами **рис 10.7**. На автомобилях повышенной проходимости иногда соединения поперечной тяги с рычагом поворотных цапф осуществляют с помощью цилиндрических пальцев.

Продольную тягу 1, **рис. 10.7а**, делают трубчатой с двумя шарнирами по концам. Шарнир включает палец 3, сухари 4 и 7, пробку 5, пружину 8, ограничитель 9. При затягивании пробки 5 головка пальца зажимается сухарями, а пружина 8 сжимается. Пружина не допускает зазоров, появляющихся в результате износов, и смягчает толчки, передаваемые от колёс на рулевой привод. Ограничитель предотвращает чрезмерное сжатие пружин. Шарниры располагают в тяге относительно пальцев 2 и 3 так, чтобы через пружины передавались усилия, действующие на тягу от сошки 6 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 9, **рис. 10.7б**, при неподвижных наконечниках 11 можно регулировать длину тяги при регулировке схождения колёс. Пальцы 15 жёстко крепятся в рычагах поворотных цапф. Шаровой поверхностью палец прижимается предварительно сжатой пружинкой 12 через пятку 13 к сухарю 14. Такое устройство позволяет непосредственно передавать усилие от пальца на тягу и в обратном направлении. Пружина 12 устраняет зазор в соединении при износе деталей.

Отличие шарниров в поперечной и продольной тягах заключается в том, что в продольной тяге усилие передаётся через пружину, а в поперечной непосредственно. Это делается во избежание поперечных колебаний колёс.

Шарниры смазываются через маслёнки. Иногда смазка закладывается при сборке на заводе и в эксплуатации не возобновляется.

Выше рассмотрена конструкция и принцип действия рулевого привода при зависимой подвеске управляемых колёс. При независимой подвеске колёс конструкция рулевого привода иная. На **рис 10.8** представлена

конструктивная схема такого привода. Основная особенность заключается в том, что поперечная тяга в такой схеме обычно состоит из трёх частей: средней тяги 8 и шарнирно соединённых 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, близко расположен к оси качания колеса. При деформации подвески это исключает самопроизвольный поворот колёс.

10.5. Усилители рулевого управления

Усилители предназначены для снижения усилия на рулевом колесе и повышения безопасности движения автомобиля при действии со стороны дороги на управляемые колеса неуравновешенных усилий. Усилитель должен обладать следящим действием, высокой чувствительностью и динамической устойчивостью (отсутствие автоколебаний), обеспечивать возможность управления автомобилем в случае выхода усилителя из строя, не допускать включения усилителя при случайных воздействиях со стороны дороги при прямолинейном движении.

Кинематическое слежение заключается в повороте управляемых колес в соответствии с поворотом рулевого колеса и его направлением. Силовое слежение обеспечивает пропорциональность усилия на рулевом колесе усилию, необходимому для поворота управляемых колес.

Усилители бывают гидравлические и пневматические. В их состав входит источник энергии (гидронасос с аккумулятором или компрессор с ресивером), распределитель, исполнительный механизм и соединительные трубопроводы. Распределитель осуществляет подвод энергии жидкости под давлением или сжатого газа к исполнительному механизму – гидро- (пнеumo-) цилиндру. В последнем энергия жидкости (воздуха) преобразуется в усилие, передающееся на управляемые колеса.

Источником энергии в системе гидроусилителя, как сказано выше, является гидронасос. Наиболее распространены пластинчатые и шестеренные

насосы. Они обеспечивают в автоматическом режиме требуемые расходы и давление, получая вращение от двигателя автомобиля.

При повороте рулевого колеса **рис. 10.9**, например, вправо, сошка 12 рулевого механизма 14 повернется по ходу часовой стрелки и сместит золотник 9 распределителя 8 назад по отношению к принятому направлению движения автомобиля. В результате жидкость от насоса 2 подается через распределитель в полость А и гидроцилиндр 7 начинает поворачивать управляемые колеса 4 вправо. При этом полость Б цилиндра соединена со сливной магистралью 1.

После прекращения поворота рулевого колеса управляемые колеса под давлением рабочей жидкости на поршень цилиндра продолжают поворачиваться направо. Под действием рычага 5 и тяги 3 корпус распределителя смещается назад и перекрывает доступ жидкости в полость А цилиндра усилителя. Поворот управляемых колес прекращается. Таким образом, управляемые колеса поворачиваются в соответствии с поворотом рулевого колеса. Кинематическое следящее действие придает обратная связь (рычаг 5 и тяга 3), которой управляемые колеса соединяются с корпусом распределителя. Силовое следящее действие достигается введением реактивных элементов: камер или плунжеров. В приведенной схеме силовое слежение достигается с помощью реактивных камер 6 и 10, в которые через колиброванные отверстия поступает жидкость из нагнетательной магистрали. Она воздействует на верхний или нижний торец золотника 9 в зависимости от направления поворота автомобиля. В результате усилие, необходимое для смещения золотника, зависит от давления в нагнетательной магистрали 11, которое, в свою очередь, определяется моментом сопротивления повороту управляемых колес.

Усилитель может вступать в работу не только под действием сил от рулевого колеса, но и от сил, передаваемых от управляемых колес. Предположим, что от толчка управляемое колесо повернулось вправо. Вследствие обратной связи колеса 4 через рычаг 5 и тягу 3 с корпусом

распределителя 8, последний перемещается относительно неподвижного золотника вниз (по рисунку) и жидкость от насоса подастся в полость Б гидроцилиндра. В результате жидкость под давлением создаст препятствие для поворота колеса вправо. Таким образом, усилитель удерживает колеса в положении, соответствующем положению рулевого колеса. Чтобы исключить включение усилителя при действии незначительных сил со стороны управляемых колес в распределителе в полостях 6 и 10 устанавливаются центрирующие пружины. И, если сила со стороны колес на распределитель меньше усилия предварительного сжатия пружин, то распределитель не включается в работу, кроме того, самопроизвольному включению усилителя препятствует давление жидкости в реактивных камерах 6 и 10.

В зависимости от относительного расположения элементов различают 4 схемы компоновки усилителей (**рис.10.10**).

При первой схеме распределитель, гидроцилиндр и рулевой механизм выполнены в едином блоке, **рис. 10.10а**. Эта схема компактна, имеет минимальное число шлангов, не склонна к автоколебаниям из-за высокой жесткости гидравлических магистралей. Но здесь весь рулевой привод нагружается усилием от гидроцилиндра, приложенным к валу сошки.

Во второй схеме, **рис.10.10б**, гидроусилитель объединен в блок с рулевым механизмом, а гидроцилиндр расположен отдельно. Здесь привод не нагружен усилием от гидроцилиндра. Он имеет малую склонность к автоколебаниям, легко компоуется, гидроцилиндр, расположенный близко к управляемым колесам, воспринимает динамические нагрузки при ударах.

При третьей схеме, **рис.10.10в**, гидрораспределитель и гидроцилиндр объединены, а рулевой механизм расположен отдельно. В этом случае гидроцилиндр нужно располагать в строгом соответствии с рулевым механизмом, так как шаровой палец сошки должен управлять работой распределителя.

В четвертой схеме рулевой механизм, распределитель и силовой цилиндр размещены автономно. Эта схема наиболее гибка с точки зрения компоновки и унификации элементов, но имеет много шлангов и склонна к автоколебаниям.

Рассмотрим конструкцию и работу гидроусилителя, встроенного в рулевой механизм на примере рулевого управления автомобиля ЗИЛ 431410 (рис. 10.11).

Давление жидкости в системе гидроусилителя создается лопастным насосом, приводимым от двигателя. Винт 4 может незначительно перемещаться в осевом направлении вследствие разности длины золотника 12 и корпуса 13. Это перемещение равно примерно 1,1 мм. в каждую сторону.

На золотнике имеется три пояска, а в корпусе распределителя три окна в виде кольцевых канавок. Золотником в корпусе образовано две камеры В и Г.

Жидкость от насоса поступает по шлангу в среднее окно, а отводится от распределителя из двух крайних окон через другой шланг. В корпусе распределителя имеется шесть каналов, в каждом из которых установлено между промежуточной 9 и верхней 16 крышками по два реактивных плунжера 23. Каждая пара плунжеров разжимается центрирующей пружиной 22. Предварительное сжатие пружин 22 осуществляется при закручивании гайки 15. Внутренние полости каналов между парами плунжеров соединяются со средним окном корпуса. В корпусе распределителя имеется шариковый клапан 11, соединяющий напорную магистраль со сливной, когда насос усилителя не работает.

Картер рулевого механизма служит гидроцилиндром. Поршень 3 делит гидроцилиндр 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 среднее положение (1-й рис.10.11б). В этом

случае между большими кольцами упорных подшипников и торцами корпуса распределителя будут, примерно, одинаковые зазоры $T/2$. Масло от насоса проходя через камеры В и Г распределителя поступает в сливную магистраль.

При повороте, например, вправо винт 4 (**2-й рис.10.11б**), вывертывается из гайки и перемещается вместе с золотником до упора большого кольца подшипника в торец корпуса. Усилие центрирующих пружин на реактивные плунжеры будет передаваться на рулевое колесо. Зазор между подшипником 14 и торцом корпуса будет максимальным, равным T . Камера В будет отсоединена от сливной магистрали, а камера Г от насоса и жидкость от насоса поступит в полость А цилиндра. Давление в ней 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 и винт с золотником (обратная связь) до тех пор, пока золотник не займет в корпусе нейтральное положение. Аналогично работает усилитель и при повороте влево.

Давление жидкости, действующее на реактивные плунжеры, повышается по мере увеличения сопротивления повороту колес, вследствие этого увеличивается и сила на рулевом колесе.

При неработающем усилителе управление становится более тяжелым, так как водитель должен вручную преодолеть кроме усилия сопротивления колес еще и усилие на вытеснение жидкости из одной полости гидроцилиндра в другую через шариковый клапан 11.

ТЕМА 11 Тормозная система

Тормозная система предназначена для снижения скорости движения автомобиля вплоть до полной остановки и обеспечения неподвижности во время стоянки. В процессе торможения кинетическая энергия автомобиля переходит в работу трения между фрикционными накладками и тормозным барабаном или диском, а так же между шинами и дорогой.

Современные автомобили должны иметь рабочую, запасную и стояночную тормозные системы. Большегрузные автомобили и большие автобусы, эксплуатирующиеся в горных условиях, должны иметь вспомогательную тормозную систему.

К тормозным системам предъявляются следующие требования: стабильные тормозные свойства, надежность, удобство и легкость управления, быстроедействие, а также сохранение устойчивости автомобиля при торможении.

Рабочая тормозная система предназначена для управления скоростью на всех режимах движения путем воздействия на механизмы колесных тормозов.

Запасная тормозная система работает при отказе основной системы.

Стояночная тормозная система служит для удержания автомобиля в неподвижном состоянии. Она воздействует на колесные тормоза рабочей тормозной системы или специальный дополнительный тормоз, связанный с трансмиссией автомобиля.

Вспомогательная тормозная система предназначена для уменьшения энергонагруженности тормозных механизмов рабочей тормозной системы, например, на длинных спусках и состоит из моторного или трансмиссионного тормоза – замедлителя.

Различают режим служебного и аварийного торможения. Первое применяют для плавного снижения скорости или остановки в заданном месте, а аварийное торможение производят с максимально возможной, в данных условиях интенсивностью.

Во время служебного торможения используют часто торможение двигателем, когда водитель уменьшает или прекращает подачу топлива в цилиндры двигателя. За счет трения в двигателе и агрегатах трансмиссии создается тормозная сила. Во время торможения двигателем можно использовать и рабочую тормозную систему.

В тормозной системе автомобиля выделяют две основные составляющие: тормозные механизмы и тормозные приводы.

11.1. Тормозные механизмы

К тормозным механизмам предъявляют следующие основные требования: эффективность действия, стабильность действия при изменении скорости, частоты торможения, температуры трущихся поверхностей и износе, а также плавность действия. По форме вращающихся элементов различают барабанные и дисковые тормозные механизмы.

Барабанный тормозной механизм представлен на **рис. 11.1**. В таких механизмах разжимные устройства, **рис. 11.2**, бывают трех типов: S-образный разжимной кулак, гидроцилиндр, клин. По числу разжимных устройств и количеству степеней свободы колодок барабанные механизмы классифицируют по следующим схемам **рис. 11.3**. Колодки с одной степенью свободы (схемы I...III, XII...XV) крепятся к суппорту в одной или двух точках с помощью опорных пальцев.

Колодки с двумя степенями свободы (самоустанавливающиеся в барабане) имеют следующие виды опор:

- закругленный конец колодки опирается на плоскую опору суппорта и скользит по ней (схемы IV, VII, IX, X, XVI)
- нижний конец колодки с помощью рычага крепится к суппорту (схема V) при этом один конец рычага шарнирно соединяется с колодкой, а другой суппортом;
- нижний конец колодки с помощью штока соединяется с другой колодкой (схемы VI-IX), а опорой для колодки служит само разжимное устройство;

- у тормозных механизмов выполненных по схемам VI, XIII одна колодка имеет две степени свободы, а другая - одну.

На **рис. 11.4** показана схема сил, действующих на колодки.

Силы F_1 и F_2 , создаваемые разжимным устройством, прижимают колодки к барабанам. Со стороны барабана на тормозные накладки действуют нормальные силы N_1 и N_2 . Силы трения F_{T1} и F_{T2} создают суммарный тормозной момент и реакции в опорах колодок R_1 и R_2 . Силы трения направлены в сторону вращения барабана. Сила F_{T1} прижимает дополнительно левую колодку барабана, а F_{T2} – отталкивает правую. Левую колодку называют самоподжимной (активной), а правую – самоотжимной (пассивной).

Многообразие схем тормозных механизмов обусловлено наличием существенных различий их тормозных свойств. Так, например, в схемах I и II одна колодка самоотжимная, а другая самоподжимная, а в схеме III обе колодки самоподжимные. В результате схема III создает большой тормозной момент, но зато в ней меньше стабильность тормозов (при нагреве тормозные свойства резко ухудшаются). Таким образом, можно сравнить многие схемы и объяснить целесообразность их существования.

Рассмотрим конструкции барабанных тормозных механизмов с различными тормозными устройствами.

В тормозном механизме с разжимным гидроцилиндром гидроцилиндр 2, **рис.11.5** имеет, как правило, два поршня одинакового диаметра. Колодки 1 установлены шарнирно на опорных пальцах 13, прикрепленных к суппорту. Пальцы выполняют эксцентричными, что позволяет регулировать зазоры между накладками и барабаном в нижней части колодок. Зазоры в верхней части колодок регулируют с помощью эксцентриков 8. На наружном торце пальцев сделана метка 16 (углубление), показывающая положение наибольшего эксцентриситета опорного пальца. При правильной регулировке метки должны быть обращены одна к другой. При растормаживании колодки возвращаются в исходное положение усилием пружины 4.

В тормозном механизме с разжимным кулаком, **рис.11.1** обе колодки опираются на оси 2. Стяжные пружины прижимают колодки к разжимному кулаку 11 и нижним опорам. На валу разжимного кулака в рычаге 10 установлен регулятор зазоров между накладками 4 и барабаном 12. При торможении шток тормозной камеры поворачивает вал разжимного кулака, что вызывает прижатие колодок к барабану. Наличие роликов 7 снижает трение и увеличивает КПД разжимного устройства. Профиль разжимного кулака выполнен по спирали Архимеда или эвольвентным. Благодаря этому суммарная сила со стороны кулака на колодке не зависит от установки кулака в процессе изнашивания накладок.

На **рис. 11.6** представлен тормозной механизм с клиновым разжимным устройством и автоматической регулировкой зазора.

В нем толкатели 10 имеют цилиндрические осевые отверстия, в которые вставлены регулировочные втулки 9, имеющие наружную и внутреннюю резьбу. Наружная резьба треугольной формы с большим наклоном витков. Она похожа на храповое колесо. Такую же нарезку имеют торец штифта 11, установленного в отверстие суппорта 8. Штифт проходит через прорезь в толкателе 10 и прижимается к наружной резьбе втулки 9 пружиной. Штифт является, как бы, собачкой храпового колеса. Он позволяет толкателю перемещаться только вдоль оси. Внутри регулировочной втулки 9 ввернут регулировочный винт 12, в паз которого входит ребро колодки 4. Винт не может поворачиваться, а перемещается только вдоль оси при повороте, втулки 9 или вместе с ней.

При торможении толкатели 10 под действием клина перемещаются совместно с регулировочными втулками 9 и винтами 12, прижимая накладку к тормозному барабану. Если зазор между накладками и барабаном соответствует норме, то зубья штифтов 11 находятся в зацеплении с одними и теми же витками резьбы втулки 9. При этом втулка скользит относительно неподвижного штифта 11 и слегка поворачивается по резьбе. Если зазор больше нормы, то перемещение толкателя и втулки увеличивается.

Увеличивается и поворот втулки, что приводит к зацеплению штифта с соседними витками резьбы. При растормаживании, когда толкатели 10, втулка 9, винты 12 возвращаются в исходное положение, регулировочная втулка поворачивается относительно штифта, вызывая осевое перемещение регулировочного винта, чем и обеспечивается заданный зазор между накладками и барабаном.

Дисковые тормозные механизмы находят применение, в основном, на легковых и реже на грузовых автомобилях. Они могут быть открытые или закрытые, одно или многодисковые.

В зависимости от способа крепления скобы, с закрепленными на ней тормозными цилиндрами и колодками, различают механизмы с фиксированной и плавающей скобой.

Дисковый механизм с фиксированной скобой обеспечивает большее приводное усилие и большую жесткость. В центре скобы 1, **рис. 11.7**, размещен тормозной диск 9, по обеим сторонам которого находятся колесные тормозные цилиндры 2. Внутри тормозного цилиндра имеется поршень 8 с уплотнительным кольцом 7. Полости тормозных цилиндров трубопроводом 3 соединены с главным тормозным цилиндром. При торможении давление в тормозных цилиндрах повышается и поршень, перемещаясь, прижимает колодки 6, накладками 10 к вращающемуся диску 9. Тормозные колодки 6 удерживаются в скобе 1 пальцами 4. После прекращения торможения давление в цилиндрах падает, и поршни за счет упругости уплотнительных колец 7 отходят от колодок, а колодки отводятся от диска за счет его биения. Регулирование зазора здесь не предусмотрено.

На **рис. 11.8** представлен дисковый тормозной механизм с плавающей скобой. Здесь тормозной цилиндр установлен в скобе с одной стороны диска. Скоба может перемещаться по направляющим штифтам в суппорте совместно с одной тормозной накладкой. При торможении поршень прижимает к диску одну колодку и за счет реакции опоры на скобу перемещает и ее совместно с другой колодкой, прижимая, таким образом, обе

колодки к диску. В таком устройстве есть один существенный недостаток. Если деформируются или закорродируют направляющие штифты, то одна из накладок будет изнашиваться быстрее.

Дисковые механизмы имеют преимущества перед барабанными. Это: меньшие зазоры между дисками и колодками, из-за чего повышается быстродействие тормозов; выше стабильность тормозных свойств, при изменении условий (износ, изменение коэффициента сцепления и т. д.); равномерный износ; лучше теплоотвод. Однако из-за сложности герметизации загрязнение трущихся поверхностей приводит к повышенному износу накладок и дисков.

В завершение рассмотрения конструкции тормозных механизмов необходимо сказать несколько слов о материалах фрикционных пар. Тормозные барабаны и диски могут быть литыми или штампованными из стали. При литье используют чугун с примесью меди, никеля, молибдена и титана для повышения износостойкости. Штампованные барабаны из стали имеют внутренний слой из легированного чугуна. Колодки делают литыми из легких сплавов или чугуна, а также сварными или штампованными из стали. Тормозные накладки могут быть формованными, прессованными или плетеными. Материалом накладок служит коротковолокнистый асбест с наполнителем и связующими материалами. Накладки клепаются или приклеиваются к колодкам.

11.2. Тормозные приводы

К тормозным приводам автомобиля предъявляют следующие требования:

- обеспечение соответствия величины тормозных моментов усилию, приложенному водителем к тормозной педали и ее перемещению, то есть обеспечение следящего действия;
- время срабатывания при торможении не более 0,6 секунд, при растормаживании - не более 1,2 секунд;

- наличие в приводе рабочей тормозной системы не менее двух независимых контуров, чтобы при повреждении какой-либо части привода сохранялось не менее 50% работоспособности;
- обеспечение автоматического торможения прицепа при отрыве от тягача.

Схемы наиболее распространенных двухконтурных приводов тормозов приведены на схемах **рис. 11.9**.

Тормозные приводы могут быть гидравлическими, пневматическими и комбинированными.

В легковых автомобилях особо малого и малого классов, а также в грузовиках и автобусах полной массой до одной тонны применяют гидроприводы, приводимые в действие водителем. Гидроприводы могут быть оснащены вакуумным, пневматическим или гидравлическим усилителем, облегчающим управление тормозами.

Пневмопривод, где используется для управления тормозами энергия сжатого воздуха, применяется на грузовых автомобилях средней и большой грузоподъемности и автобусах. На автомобилях большой и особо большой грузоподъемности применяются комбинированные тормозные приводы (пневмогидравлические или электро-пневмо-гидравлические).

Гидравлические тормозные приводы бывают прямого действия, когда водитель непосредственно воздействует на тормозные механизмы, и не прямого действия, когда помимо водителя в действии принимает участие усилитель.

Принципиальная схема тормозов показана на **рис. 11.10** на примере тормозного привода ВАЗ-2103. В состав гидропривода входят: дисковые передние тормоза 1 и 2, колодочные задние тормоза 9 и 10 барабанного типа, двоянный тандемный главный цилиндр 4, вакуумный усилитель 5, регулятор тормозных сил 8, включенный в контур 7 задних тормозов, контур 3 передних тормозов. Схема приводится в действие педалью тормозов 6.

Усилие нажатия на педаль передается на поршень главного цилиндра и жидкость по трубопроводам вытесняется из полостей главного цилиндра в полости колесных цилиндров. Поршни колесных цилиндров выдвигаются и приводят в действие тормозные механизмы колес (прижимают колодки к барабанам и дискам). Чем больше сила нажатия на педаль, тем сильнее прижимаются колодки, создавая тормозной момент на колесах. Назначение и работа каждого элемента схемы будет рассмотрена подробнее ниже при описании конструкции элементов.

Главный тормозной цилиндр подает жидкость в колесные цилиндры под давлением пропорциональным усилию на тормозной педали.

На **рис. 11.11** представлена конструкция главного тормозного цилиндра автомобилей ГАЗ. В нем имеется два последовательно соединенных поршня 3 и 8. Через толкатель 9 цилиндр связан с педалью тормоза.

В отторможенном положении оба поршня через подвижные головки 6 упираются в болты 10. При этом между поршнем и головкой образуется щель, сквозь которую жидкость из бачка проходит в рабочие полости I и II цилиндра.

При торможении толкатель 9 перемещает поршень 8 (первичный). Головка 6 под действием пружины 15 прижимается через уплотнитель 7 к торцу поршня 8, разобщая жидкость в бачке от жидкости в первичной рабочей полости. При этом жидкость из первичной рабочей полости цилиндра проходит через отверстия в пластине клапана 1 избыточного давления и поступает в трубопровод, идущий к колесным цилиндрам задних тормозных механизмов. Одновременно жидкость в первичной рабочей полости давит на вторичный поршень 3, который вытесняет жидкость через свой клапан избыточного давления в трубопровод, ведущий к тормозным механизмам передних колес. При растормаживании поршни 3 и 8 под действием возвратных пружин 4 возвращаются в исходное положение до упора головок 6 в болты 10.

В исправном состоянии давление жидкости в обеих полостях I и II цилиндра примерно одинаковое. При повреждении, например, контура задних колес жидкость вытекает из полости II. При нажатии на педаль поршень 8 "провалится" до упора в поршень 3, и будет перемещать его, создавая давление в полости I, которая связана трубопроводом с тормозами передних колес. Если поврежден контур передних колес, то при нажатии на педаль поршень 8 через жидкость в полости II переместит поршень 3 до упора влево (по рисунку) и потом в полости II будет создаваться давление жидкости, передаваемое по трубопроводу к задним колесным цилиндрам.

Колесный тормозной цилиндр (рабочий цилиндр) крепится на опорном диске тормозного барабана или на скобе в случае тормоза дискового типа. Колесные цилиндры бывают однопоршневые (дисковые тормоза) или двухпоршневые (чаще используются на барабанных тормозных механизмах).

Конструкция колесных цилиндров дисковых тормозов показана на **рис. 11.7** и **рис. 11.8**. На **рис. 11.12** показан колесный двухпоршневый тормозной цилиндр. В его корпусе 2 установлены два поршня 6 и 10, воздействующие через толкатели 1 и 5 на колодки тормоза. Поршни уплотнены резиновыми кольцами 4. В корпусе выполнены два отверстия. В нижнее отверстие 8 ввернут штуцер трубопровода, идущий от главного цилиндра, а в верхнее отверстие 3 – перепускной клапан, предназначенный для удаления воздуха из тормозной системы при заполнении ее жидкостью (прокачка тормозов). На поршень надеты разрезные кольца 7 и 9, вставленные в цилиндр (корпус) с большим натягом. Каждый поршень имеет осевое перемещение относительно своего кольца в пределах некоторого зазора, ограниченного буртиком на внутреннем конце поршня.

При торможении давление жидкости перемещает поршни вместе с кольцами. При растормаживании стяжные пружины колодок не могут передвинуть кольца в обратном направлении, преодолев их натяг в корпусе. Поэтому между колодками и барабаном автоматически устанавливается зазор, соответствующий зазору между кольцом и буртом поршня.

Регулятор тормозных сил автомобиля служит для автоматического изменения давления жидкости в контуре задних тормозов в зависимости от прогиба рессор (от нагрузки на заднюю ось), чем ограничивается рост тормозных сил на задние колеса с целью предотвращения их юза. Его конструкция представлена на **рис. 11.13**.

Корпус 11 закреплен на кузове автомобиля. В корпусе находится поршень 3. Шток поршня опирается на торсион 1, соединенный с задним мостом. В корпусе размещены, также, втулка 5, резиновый уплотнитель головки поршня и пружина 9, надетая на шток поршня 4, упирающаяся одним концом в тарелку 8, а другим в уплотнительное резиновое кольцо 10. В заплечике поршня имеются отверстия "а" для прохода жидкости. Корпус закрыт пробкой 4.

К полости А корпуса регулятора подключен трубопровод 2 от главного тормозного цилиндра 14. Полость Б трубопроводом 6 соединена с колесными тормозными цилиндрами задних колес.

При нажатии на педаль 13 тормоза жидкость из главного тормозного цилиндра поступает к колесным цилиндрам передних 15 и задних 12 тормозов. В задние цилиндры она поступает через регулятор тормозных сил через отверстие "а" и кольцевой зазор между уплотнителем 7, головкой поршня 3 и втулкой 5.

В начале торможения, когда давление на жидкость небольшое, она свободно перетекает через регулятор, приводя в действие тормоза задних колес. При увеличении давления жидкости, когда срабатывают тормоза, задняя часть кузова приподнимается и уменьшается сила, действующая со стороны торсиона на поршень. Сила давления жидкости на поршень сверху больше чем снизу из-за разности диаметров D и d . Вследствие этого поршень будет опускаться вниз до упора в уплотнитель 7 и разъединит полости А и Б. Поступление жидкости к задним тормозам прекратится (прекратится и рост тормозного момента на задние колеса). Причем каждому положению кузова будет соответствовать определенное предельное давление жидкости при

котором разобщаются полости А и Б, то есть значению нагрузки на задние колеса при торможении соответствует определенный тормозной момент.

В конце торможения, когда задняя часть кузова опустится, сила, действующая на шток со стороны торсиона возрастет и поршень регулятора поднимется, и снова сообщит полости А и Б. Жидкость снова будет поступать к задним колесным цилиндрам. В современных автомобилях часто применяют с целью исключения блокирования колес (юз) автоматические антиблокирующие устройства, работа которых основана на измерении угловой скорости вращения задних колес. Электрический сигнал с датчика угловой скорости после специальной обработки поступает на модулятор, управляющий подачей жидкости в рабочие цилиндры задних колес.

Вакуумный усилитель предназначен для создания дополнительного усилия в гидроприводе тормозов.

Простейшая схема вакуумного усилителя представлена на **рис. 11.14**.

Усилитель имеет следящий клапан и диафрагму, помещенную в корпусе. Диафрагма разделяет корпус на две полости. В полости Б постоянно поддерживается вакуум, так как она соединена шлангом с впускным коллектором двигателя автомобиля. Полость А соединяется с помощью клапана 9 с полостью Б в отторможенном состоянии или с атмосферой при торможении.

При торможении усилие от педали 5 передается на клапан 9, который соединяет полость А с атмосферой, предварительно отсоединив ее от полости Б. Атмосферное давление перемещает диафрагму влево (по рисунку), при этом толкатель, связанный с мембраной, создает дополнительное усилие на поршни 8 и 7 гидроцилиндра, увеличивая давление в его полостях. Далее давление жидкости передается к колесным тормозным цилиндрам.

Устройство следящего клапана обеспечивает пропорциональность дополнительного усилия, создаваемого усилителем, усилию воздействия водителя на педаль тормозов.

Подробнее конструкцию и работу вакуумного усилителя предлагается изучить самостоятельно на примере гидро-вакуумного усилителя одного из отечественных автомобилей (например, ГАЗ 53А).

11.3. Пневматический тормозной привод

Применение такого типа привода тормозов оправдывается возможностью использования единого источника энергии – воздушного компрессора для работы различных систем автомобиля, включая и тормозную систему. В то же время пневматический привод гораздо сложнее гидравлического по составу элементов и их конструкции. Простейший пневматический тормозной привод представлен на схеме **рис. 11.15**.

Он состоит из ресивера 1, в который подается сжатый воздух от компрессора, крана 3, приводимого в действие от педали 2 и тормозного цилиндра (камеры) 4, шток 6 которого связан с разжимным кулаком тормоза 7. При торможении пробка крана соединяет полость тормозного цилиндра с ресивером. Сжатый воздух воздействует на поршень 5 и приводит в действие тормозной механизм (**рис. 11.15б**).

Для того чтобы давление воздуха в цилиндре 4 зависело от усилия на педали 2 (следящее управление) вместо крана 3 устанавливают автоматический следящий механизм **рис 11.16**. Следящие механизмы бывают прямого и обратного действия.

Следящий механизм прямого действия состоит из мембраны 2 (**рис. 11.16а**), выпускного 8 и впускного 5 клапанов, соединенных стержнем 7 и корпуса 1, разделенного мембраной 2 и перегородкой 3 на три полости: А, Б и В. В центре мембраны размещено седло 10 выпускного клапана, выполненное в виде трубки. Внутренняя часть трубки сообщается через полость А с атмосферой. Полость Б соединена трубопроводом с тормозным цилиндром, приводящим в работу тормозной механизм.

В исходном состоянии 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. Между седлом 10 и клапаном 8 имеется зазор. В этой ситуации тормозной цилиндр через открытый клапан 8 сообщается с атмосферой и тормозной механизм расторможен. При нажатии на педаль 13 усилие от нее через рычаг 12 и пружину 11 передается на седло 10, которое вместе с мембраной 2 переместится вправо. В начальный период перемещения устранится зазор между седлом 10 и клапаном 8, в результате седло прижмется к клапану, а после откроется впускной клапан 5. Сжатый воздух из ресивера начнет поступать в полость Б, а из нее в тормозной цилиндр и начнется торможение. После прижатия колодок тормоза к барабану давление воздуха в полости цилиндра и полости Б начнет возрастать. Его воздействие на мембрану будет увеличиваться и она вместе с клапанами 8, 5 и седлом 10 переместится влево до тех пор, пока не закроется впускной клапан 5. При этом давление воздуха передается через привод и от педали воспринимается ногой водителя. Рост давления в полости Б прекратится. Силы, действующие на мембрану слева и справа, уравниваются, и движение мембраны прекратится. Слева на мембрану действует сила, зависящая от усилия на педали, а справа – давление воздуха, установившееся в полости Б и тормозном цилиндре, то есть следящий механизм устанавливает давление в тормозной системе в зависимости от усилия нажатия на педаль тормоза. При прекращении нажатия на педаль (растормаживание) мембрана под действием давления воздуха в полости Б прогнется влево, выпускной клапан 8 откроется и воздух из тормозного цилиндра через полости А следящего механизма выйдет в атмосферу. Поршень и шток тормозного цилиндра возвратятся в исходное положение и колодки растормозятся. Желаемый ход педали до состояния равновесия сил, действующих на мембрану, определяется жесткостью пружины 11.

Следящий механизм обратного действия изменяет давление воздуха обратно пропорционально приводной силе (усилию воздействия на педаль). Он состоит из корпуса 1 (**рис.11.16б**), мембраны 2, уравнивающей пружины 14, впускного 5 и выпускного 8 клапанов и их седел. Мембрана 2 и

перегородка 17 образуют в корпусе три полости А, Б и 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. Клапаны 5 и 8 установлены на одном стержне 7.

Седло выпускного клапана 8 закреплено в центре мембраны. Внутри него установлена на тяге пружина 11 хода педали. Как видно данный следящий механизм отличается от следящего механизма прямого действия наличием уравнивающей пружины 14.

При отпущенной педали пружина 14 прогибает мембрану вправо и выпускной клапан 8 оказывается закрытым. В результате полость Б и аппарат 15 оказываются изолированными от атмосферы. Впускной клапан 5 открыт и воздух из компрессора поступает в полость Б и через аппарат 15 заряжает ресивер 16. По мере повышения давления в полости Б мембрана прогибается влево, сжимая уравнивающую пружину 14. Когда мембрана прогнется влево на столько, что клапан 5 сядет на седло и отсоединит полость Б от компрессора сила сжатия пружины 14 и сила давления воздуха на мембрану станут равными. Чем больше предварительное сжатие пружины, тем при большем давлении наступит равновесие сил, действующих на мембрану. То есть, регулируя сжатие пружины можно изменять максимальное значение давления воздуха в ресивере.

При нажатии на педаль равновесие мембраны нарушается. Мембрана прогибается влево, пружина 14 еще больше сжимается и открывается выпускной клапан 8. Давление воздуха в полости Б уменьшается, пружина 14 начинает разжиматься, перемещая мембрану вправо до тех пор пока не закроется клапан 8 и тогда наступит новое равновесное положение мембраны. Слева на мембрану действует усилие пружины 14, а справа уменьшенное давление воздуха и усилие от педали. Таким образом обеспечивается четкая зависимость между уменьшенным давлением в

полости Б и усилием на педали. Чем больше сила нажатия на педаль, тем меньше давление в полости Б.

Иногда чувствительный элемент в следящих механизмах делают в виде поршня, а не мембраны.

Исполнительные механизмы в пневмоприводах тормозов, преобразующие давление воздуха в усилие на штоке, приводящие в действие тормозные механизмы **рис.11.17**, выполняют, обычно, в виде тормозных камер. Давление воздуха воспринимается мембраной 1 (**рис.11.17а**) и передается с нее через диск 5 на шток 4. Мембрана перемещается вправо, сжимая пружину 3. Усилие со штока через рычаг приводит в действие кулачковое разжимное устройство колодок тормозов.

На **рис. 11.17б** представлена схема тормозной камеры, объединенной с пружинным энергоаккумулятором. Внутри цилиндра 11, помещен поршень 7 с толкателем 8 энергоаккумулятора. Поршень подпирается предварительно сжатой пружиной 6. Толкатель упирается в мембрану 1 тормозной камеры. На **рис. 11.17б** показано такое положение, когда пружина 6, действуя на поршень 7 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 и шток 8 перестает воздействовать на шток 4 тормозной камеры. Автомобиль может двигаться. Если при движении подавать сжатый воздух через отверстие 10, то тормозной механизм снова будет приведен в действие.

11.4. Структурные схемы пневматических тормозных приводов рис. 11.18

Сжатый воздух в пневмосистему поступает от компрессора 1 (**рис. 11.18а**), приводимого в действие от двигателя автомобиля. Сжатый воздух от компрессора через фильтр-влагодделитель 2, регулятор давления 3, спиртонасытитель 4, защитные клапаны 5 и 6 поступает в ресиверы 7, 8, 9. Эта совокупность элементов составляет питающую часть пневмосистемы тормозов. Влагодделитель 2 охлаждает и осушает воздух, поступающий от компрессора, регулятор 3 автоматически ограничивает давление в ресиверах

до 0,7-0,75 МПа. По достижении этого давления подача воздуха в ресиверы прекращается, и компрессор переходит в режим разгрузки, воздух или перепускается из одного цилиндра компрессора в другой, или через регулятор стравливается в атмосферу. При падении давления в ресиверах до 0,6-0,65 МПа, регулятор переключает компрессор снова в рабочий режим.

Спиртонасытитель 4 служит для впрыска спирта в пневмомагистраль после фильтра 2 при низких температурах воздуха. Смешиваясь с выделившейся влагой, пары спирта образуют раствор с низкой температурой замерзания (антифриз).

Защитные клапаны 5 и 6 разделяют питающую часть пневмосистемы на независимые контуры. Они позволяют двигаться воздуху только в направлении к ресиверам. Клапаны бывают одинарными, двойными, тройными и четырехсторонними.

Работой одноконтурного пневмопривода управляют тормозным краном 11, **рис.11.18б**, с помощью педали. Тормозной кран – это следящий аппарат прямого действия, через который воздух от ресивера 10 поступает к тормозным камерам 12. При растормаживании воздух из тормозных камер через кран стравливается в атмосферу. Современные пневмоприводы тормозов выполняют двухконтурными. Контур передних тормозов включает ресивер 14, **рис. 11.18в**, одну секцию двухсекционного тормозного крана 15, клапан 17 ограничения давления и рабочие аппараты передних колес.

Контур задних тормозов состоит из ресивера 13, другой секции тормозного крана 15, регулятора 16 тормозных сил и тормозных камер 18 задних колес с пружинными энергоаккумуляторами.

Обе секции тормозного крана являются следящими механизмами прямого действия. Агрегаты 16 и 17 корректируют давление воздуха при торможении, а при растормаживании через них дополнительно стравливается воздух для ускорения растормаживания.

На **рис. 11.18г** показана схема стояночной тормозной системы. Она включает два ресивера 20 и 24, причем, последний располагают вблизи от

тормозных камер 23 с энергоаккумуляторами. Управляют работой системы с помощью крана 21 от рукоятки. Кран 21 представляет собой следящий механизм обратного действия. Он изменяет давление в полости 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 из них воздух в атмосферу. В двух крайних положениях рукоятки давление воздуха в цилиндре соответствует или максимальному или атмосферному (расторможен или заторможен), а в промежуточных положениях рукоятки происходит плавное торможение. На **рис. 11.18д**, и **рис. 11.18е** показаны две структурные пневмосхемы для управления тормозами прицепа.

При однопроводной схеме, **рис. 11.18д**, на автомобиле установлены: ресивер 25, комбинированный тормозной кран 27, 28 и рабочие аппараты 26.

Пневматическое тормозное оборудование прицепа включает воздухораспределитель 30, ресивер 31 и рабочие аппараты 32. Соединение приводов автомобиля и прицепа осуществляется одним трубопроводом 29. При отпущенной педали воздух из ресивера 25 через секцию 28 тормозного крана (следящий механизм обратного действия), трубопровод 29, воздухораспределитель 30 поступает в ресивер 31 прицепа, заряжая его. При нажатии на педаль тормоза секция 27 тормозного крана (следящий механизм прямого действия) подает давление в рабочие аппараты 26 пропорциональное усилию нажатия на педаль. Одновременно следящий механизм 28 снижает давление в трубопроводе 29, а воздухораспределитель 30 устанавливает давление в рабочих аппаратах 32 соответственно давлению в трубопроводе 29. То есть давление в рабочих аппаратах 32, как и в аппаратах 26 пропорционально нажатию на педаль. Заряд ресивера 31 и управление торможением происходит через один трубопровод 29, поэтому не исключена ситуация "истощения" запасов воздуха в ресивере 31 при частых торможениях.

При двухпроводном приводе прицепа (**рис. 11.18е**) оборудование 33, 34 на автомобиле 38, 39, 40 на прицепе такое же, как при однопроводной схеме (соответственно 25, 26, 31, 30 и 32). Тормозным краном 35 – следящим механизмом прямого действия – управляют торможением автомобиля и прицепа. Наполнение воздухом ресиверов 38 прицепа осуществляется от ресиверов автомобиля по отдельному трубопроводу 36.

Для управления торможением прицепа воздухораспределитель 39 соединен другим трубопроводом 37 с выходом тормозного крана 35. Распределитель изменяет давление в рабочих аппаратах прямо пропорционально давлению в трубопроводе 37.

11.5. Конструкция элементов тормозной пневмосистемы

Компрессор и регулятор давления. На современных автомобилях применяют двухцилиндровые одноступенчатые компрессоры, приводимые в действие от вала двигателя клиноременной или зубчатой передачей **рис. 11.19**.

Система охлаждения и смазки таких компрессоров объединены с системами двигателя. При вращении коленчатого вала 1 (**рис. 11.19а**) поршни 2 перемещаются в цилиндрах. При опускании поршня, воздух через клапан 5 всасывается из камеры 17 в цилиндр, а при подъеме поршня воздух сжимается и выталкивается через пластинчатый клапан по трубке в воздушные баллоны (ресиверы).

Компрессор снабжен разгрузочным устройством, переводящим его на холостой ход при превышении расчетного давления воздуха в баллонах.

Под выпускными клапанами 5 в каналах корпуса компрессора установлены плунжеры 7. На штоки плунжеров через коромысло действует пружина 6. Канал 8, расположенный под плунжерами, сообщается с регулятором давления. Регулятор закреплен на компрессоре. К отверстию 9 регулятора (**рис. 11.19б**) подведена трубка от воздушных баллонов.

При нормальном давлении (менее 0.6 МПа) шариковые клапаны 13 и 12 регулятора под действием пружины 16 и штока 15 опущены вниз, при этом,

отверстие втулки 11 корпуса закрыто шариком 12, а боковой канал 14 штуцера открыт, сообщая разгрузочное устройство через отверстие 10 и канал 8 с атмосферой. В таком положении разгрузочное устройство выключено и компрессор подает воздух в ресиверы. Когда давление воздуха в системе достигнет 0,7...0,75 МПа шариковые клапаны 12 и 13 регулятора поднимутся, сжимая через шток 15 пружину 16. При этом канал 14 в штуцере закрывается шариком 13 и канал 8 отсоединяется от атмосферы. Отверстие во втулке 11 открывается шариком 12 и в канал 8 поступает сжатый воздух из баллонов. Под действием давления плунжера 7 поднимаются и надавливают штоками на впускные клапаны 5. Теперь оба цилиндра компрессора через воздушную камеру 17 сообщаются между собой. Нагнетание воздуха в магистраль прекращается. Как только давление в баллонах упадет, регулятор вновь включит компрессор.

На некоторых автомобилях, например КамАЗах, разгрузочные устройства выполнены в виде отдельных агрегатов и называются регуляторами давления. Принцип действия их аналогичен описанному выше, однако, конструктивно они выполнены иначе. Их устройство рекомендуется изучить самостоятельно.

Ресиверы представляют собой стальные сварные баллоны. Их количество определяется структурой пневмосистемы. Объем рассчитан на то, чтобы при выключенном компрессоре, воздуха в баллонах хватало на несколько торможений. Для слива конденсата в баллонах предусмотрены краны.

Тормозные краны предназначены для управления подачей сжатого воздуха из ресиверов к исполнительным органам тормозной системы автомобиля или автопоезда. Они обеспечивают следящее действие, т.е. изменяют давление воздуха подаваемого в рабочие органы, в зависимости от входного воздействия (усилия на педали, ее хода). Схема и принцип действия следящих устройств рассмотрены выше.

Тормозные краны бывают прямого и обратного действия, а так же комбинированные. По числу обслуживаемых контуров различают одно-, двух-, трех- и многосекционные тормозные краны.

Односекционные краны используют в одноконтурных тормозных приводах, двухсекционные – в двухконтурных приводах одиночного автомобиля, а трехсекционные – для управления тормозами автопоезда, причем, две первые секции обслуживают тормозную систему тягача, а третья – тормоза прицепа.

Рассмотрим конструкцию тормозного крана на примере двухсекционного крана автомобиля КамАЗ, **рис 11.20**.

Он объединяет два поршневых следящих механизма прямого действия, служащие для управления передними и задними контурами рабочей тормозной системы. В работу кран приводится от педали тормоза. Воздействие от педали передается через рычаг 4, ролик 5 и толкатель 6.

Следящий механизм верхней секции включает поршень 2, выполненный зацело с выпускным седлом, резиновый клапан 9, прижимаемый к впускному седлу, пружиной 8, и перемещающийся вдоль стержня 13. Следящий механизм нижней секции состоит из поршня 10 с выпускным седлом, клапана 12 и впускного седла 11. Сжатый воздух из ресивера подводится через вывод Г, а через вывод В верхняя секция соединяется с рабочими аппаратами тормозов среднего и заднего мостов. Через вывод Д нижняя секция подключена к своему ресиверу, а через вывод А она соединяется с рабочими аппаратами тормозов переднего моста. Приводная сила педали через шток 6 и резиновую пружину 3 непосредственно приводит в действие верхнюю секцию тормозного крана. Через отверстие Б сжатый воздух попадет в полость над приводным поршнем 1, который воздействует на поршень 10, приводя в действие нижнюю секцию. При отказе верхней секции стержень 13 воспринимает приводную силу через шпильку 7 и приводит в действие нижнюю секцию. При растормаживании воздух из обеих секций выходит в атмосферу через вертикальный канал, закрываемый клапаном 14.

11.6. Тормоза замедлители

Тормоза замедлители используются для снижения энергонагруженности рабочей тормозной системы при движении на затяжных или крутых спусках. Они бывают трех типов: моторные, гидравлические и электродинамические. Моторный замедлитель искусственно затрудняет вращение коленчатого вала двигателя за счет перекрытия специальной заслонкой или клапаном выпускной магистрали двигателя, при одновременном перекрытии подачи топлива. Управляется такой тормоз пневмоцилиндрами, закрывающими заслонки.

Гидравлический тормоз замедлитель представляет собой гидромуфту, ротор которой соединен с валом трансмиссии, а статором служит корпус. Сопротивление вращению лопаток ротора в полости статора, заполненной жидкостью, обеспечивает дополнительный тормозной момент.

В электродинамических замедлителях торможение достигается за счет вихревых токов, возникающих в якоре, вращающемся в поле электромагнитов.

11.7. Стояночные тормоза

Стояночные тормоза должны удерживать автомобиль на уклоне до 25%. Они бывают двух типов – центральный трансмиссионный тормоз и стояночный тормоз, действующий на колеса (обычно задние).

Центральный трансмиссионный тормоз, чаще всего, монтируется на вторичном валу коробки передач. Он представляет собой колодочный или ленточный фрикционный тормоз с приводом от рычага, расположенного в кабине автомобиля. Второй тип стояночного тормоза так же приводится в действие от рычага и через тросовую проводку приводит в действие тормозные механизмы колес (раздвигает тормозные колодки) **рис. 11.21**. Стояночные тормоза могут использоваться как аварийные при отказе рабочей тормозной системы.

ТЕМА 12 Автомобильные колеса

Колеса осуществляют связь автомобиля с дорогой. Они обеспечивают движение автомобиля, его поддрессирование, изменение направления движения и передачу всех нагрузок от автомобиля на дорогу. Колеса делятся на ведущие, управляемые, комбинированные и поддерживающие.

Ведущие колеса преобразуют подводимый к трансмиссии момент в силу тяги, а свое вращение – в поступательное перемещение автомобиля.

В общем случае автомобильное колесо состоит из пневматической шины 1 (рис. 12.1), соединительного элемента 2, ступицы 3 и обода 4.

12.1. Пневматические шины

Шина является одним из основных элементов колеса. Благодаря упругости сжатого воздуха, находящегося внутри шины, при качении колеса по неровностям дороги происходит упругая деформация шины, приводящая к плавному перемещению оси колеса. Во время толчков возрастает давление воздуха в шинах и его нагрев. Тепло рассеивается в окружающее пространство. Таким образом, энергия удара гасится шиной. Упругая деформация шины при ударах растянута во времени, так что шина не только поглощает энергию ударов, но и сглаживает их. Чем меньше давление в шинах (до определенного предела) тем лучше шина сглаживает толчки. Однако шины с низким давлением создают большее сопротивление качению, так как часть энергии, затрачиваемой на деформацию шины, безвозвратно теряется на внутреннее трение в материале шины. За счет внутреннего трения шина разогревается и больше изнашивается. Давление в шинах современных легковых автомобилей и грузовиков малой грузоподъемности обычно составляет 0,2...0,27 МПа. Для более тяжелых грузовых автомобилей и автобусов давление в шинах поддерживается в пределах 0,5...0,7 МПа. На автомобилях высокой проходимости устанавливаются шины с регулируемым, в процессе движения, давлением. Здесь оно бывает в пределах 0,05...0,3 МПа.

Шины автомобильных колес классифицируют по конструктивным признакам и геометрическим размерам. По конструктивным признакам различают шины камерные, бескамерные, по направлению нитей корда – радиальные и диагональные. Используются и другие признаки классификации по конструктивным особенностям, например по профилю рисунка шин и т.п.

К определяющим геометрическим параметрам относят: ширину шины B (рис. 12.2), высоту профиля H , наружный диаметр D и посадочный диаметр d . В зависимости от ширины профиля (отношение H/B) различают шины обычного профиля – H/B более 0,9, широко профильные – $H/B = 0,6...0,9$, сверх низко профильные – H/B до 0,7, арочные - $H/B = 0,39...0,5$, и шины пневмокаты - $H/B = 0,25...0,39$. Широкие и низкие шины часто применяют вместо спаренных (сдвоенных) обычных шин, а арочные шины и пневмокаты устанавливаются на высокопроходимых автомобилях.

В обозначениях шин обычно указывают размеры D , B , d и конструкцию каркаса (направление нитей основы корда) буквами P или R (для шин с радиальным кордом). Размеры D и d могут даваться в дюймах или миллиметрах. Иногда на шинах указывается, так называемый, индекс скорости. Так индекс L соответствует допустимой скорости 120 км/ч, P – 150 км/ч, Q – 160 км/ч и S – 180 км/ч. Встречается в маркировке и индекс грузоподъемности шины. Например, индекс 75 соответствует грузоподъемности шины 3870 Н, индекс 85 – 5750 Н, 103 – 8750 Н и т.д.

Маркирует так же завод изготовитель, морозостойкость, возможность шиповки и т.д.

Конструкции камерных и бескамерных шин различны. Камерная шина состоит из покрышки 9 (рис. 12.3), камеры 10 и ободной ленты 7 (в шинах легковых автомобилей ленты не ставят). Покрышка шины воспринимает давление сжатого воздуха, находящегося в камере, предохраняет камеру от повреждения и обеспечивает сцепление с дорогой.

Изготавливают покрышки из специальных марок резин (каучук в смеси с серой, мелом, смолой и др. материалами).

Покрышка состоит из протектора 1, подушечного слоя 2 (брекер), каркаса 3, боковин 4 и бортов 5 с сердечником 6.

Каркас является основой покрышки. Он соединяет все элементы в одно целое, обеспечивает прочность и эластичность покрышки. Выполняется каркас из нескольких слоев специальной прорезиненной ткани, называемой кордом. В каркасе покрышки легкового автомобиля имеется 4...6 слоев корда, а для грузовых 6...14 слоев. Слои корда соединяются вулканизацией.

Кордная ткань состоит, в основном, из продольных нитей с очень редкими поперечными нитями. Кордовые нити бывают хлопчатобумажными, вискозными, капроновыми, нейлоновыми, а так же, металлическими. От материала корда зависит прочность и долговечность шины. Наиболее высокие показатели характерны для металлического корда.

Если продольные нити корда расположены под углом 50 - 58 градусов к плоскости проведенной через ось колеса, то такая покрышка называется диагональной, а если этот угол равен 0 – то покрышка называется радиальной **рис. 12.4**. Последний тип шин более прочный, эластичный в радиальном направлении, но дороже диагональных.

Протектор обеспечивает сцепление шины с дорогой и защищает каркас. Изготавливают протектор из твердых износостойких резин. В нем различают расчлененную часть и подканавочный слой. Толщина протектора от 10...20 мм – для легковых и до 15...30 мм – для грузовых шин.

Рисунок протектора зависит от назначения шины (**рис. 12.5**). Видно, что с ухудшением дорожных условий рисунок протектора укрупняется с целью увеличения сцепляемости шины с поверхностью дороги. Однако при движении на высоко проходимых шинах по твердым дорогам увеличивается износ протекторного слоя, возрастает шум. Кроме указанных на **рис. 12.5** рисунках протектора, существует, так называемый, зимний рисунок (**рис. 12.6а**). Он предназначен для движения по заснеженным и обледенелым

дорогам и состоит, обычно, из отдельных угловатых блоков, расчлененных надрезами, и глубоких канавок. Такой протектор предназначен для установки шипов противоскольжения **рис. 12.6**.

Шип состоит из корпуса 2 и сердечника 1. Корпус выполнен из сплава стали со свинцом, а сердечник - из твердых износостойких материалов.

Подушечный слой (брекер) связывает протектор с каркасом. Он распределяет нагрузку с протектора на каркас и состоит из нескольких слоев разреженного корда. Толщина брекера 3...7 мм. В шинах легковых автомобилей брекер иногда не устанавливают.

Боковины защищают каркас и замыкают протектор на борта. Они выполняются из протекторной резины толщины 1,5...3,5 мм.

Борта служат для крепления покрышки на ободе. Внутри бортов заделаны стальные проволочные сердечники, увеличивающие прочность бортов на растяжение. Сердечник обмотан концами слоев корда, образующего каркас.

Камера удерживает сжатый воздух внутри шины. Это эластичная резиновая оболочка. Она несколько меньше внутреннего объема покрышки так, что, в накаченном виде камера находится в растянутом состоянии. Толщина стенки камеры 1,5...2,5 мм. или 2,5...5 мм - для шин легковых и грузовых автомобилей соответственно.

Для накачивания и выпуска воздуха камера оснащена специальным клапан-вентилем.

Ободная лента предохраняет камеру от истирания о борта и обод, а также от защемления камеры между бортами и ободом. Она изготавливается из резиновой профильной ленты.

Бескамерные шины (**рис. 12.3б**) не имеют камеры и ободной ленты. Основное отличие их от камерных заключается в том, что бескамерная шина изнутри имеет герметизирующий резиновый слой 11 толщиной 1,5...3,5 мм, привулканизированный к каркасу. Кроме того, на бортах бескамерной шины имеется резиновый слой, уплотняющий стык борта с ободом. Материал

каркаса так же имеет повышенную газонепроницаемость. Бескамерная шина монтируется с натягом на герметичный обод. Вентиль крепится на ободе. Бескамерные шины прочнее, надежнее и безопаснее камерных шин. При потере герметичности они могут использоваться с камерой.

12.2. Ободья

Обод вместе с соединительной жесткой частью колеса удерживает шину и передает нагрузку от нее на ступицу. Он должен строго соответствовать по размерам шине. Соединительные элементы могут выполняться в виде диска или отдельных спиц. Конструктивные схемы ободьев показаны на **рис 12.7** и **рис 12.8**.

Ободья, диски и спицы выполняются штамповкой из листовой стали и соединяются, сваркой (чаще всего) или болтами.

Расположение привалочной плоскости диска относительно средней плоскости обода характеризует вылет колеса (размер a , **рис. 12.7**).

Привалочная плоскость диска может быть расположена внутрь от плоскости симметрии обода (вылет положительный) или наоборот. Различают цельные и разборные ободья. Цельные ободья применяют для шин легковых автомобилей, а разборные – для грузовых шин. Ободья колес грузовых автомобилей делают разборными, потому что из-за высокой жесткости бортов и боковин грузовой шины невозможно произвести установку шины через закраины обода.

Соединение колеса со ступицей должно обеспечить передачу вращающего момента и центрирование колеса на ступице. Дисковые колеса крепят на ступице болтами или шпильками. Центрирование колес осуществляется по сферическим или коническим фаскам крепежных отверстий, по центральному отверстию диска или по выступам на диске.

Крепление колес легкового автомобиля показано на **рис.12.9**, а грузового на **рис. 12.10**.

Для балансировки колес на ободьях устанавливают специальные грузики.

12.3. Безопасные шины

Безопасная шина **рис. 12.11** по внешнему виду и конструкции близка к обычной шине, но имеет более широкую беговую дорожку и усиленную надбортную часть. При выходе воздуха, специально выполненные закраины обода, (**рис. 12.11б**) опираются на беговую часть шины, в следствии чего борта шины не сходят с полок обода (как в случае с обычной шиной **рис. 12.11а**). Боковины и беговая часть шины служат амортизационной средой, обеспечивающей возможность безопасной остановки автомобиля. Чтобы снизить трение надбортной части по резине беговой дорожки внутри шины на ободе располагают баллончики со смазывающей жидкостью, которая выдавливается внутрь шины при падении давления в шине.

ТЕМА 13 Несущая система

Несущая система служит для установки всех частей автомобиля и восприятия вертикальных, скручивающих и толкающих статических и динамических нагрузок, действующих на автомобиль в движении. Несущую систему образует рама или несущий кузов.

13.1. Рама

На раме размещаются и закрепляются практически все элементы автомобиля (двигатель, трансмиссия, грузовая платформа и т.д.).

Практически все грузовые, а так же легковые автомобили высшего класса и некоторые автобусы имеют рамную несущую систему. Различают два типа современных конструкций рам - лонжеронную и хребтовую **рис 13.1.**

Лонжеронная рама состоит из двух лонжеронов (продольные балки) 3 и 5 (**рис. 13.1а**), соединенных между собой поперечинами. Лонжероны отштампованы из листовой стали и имеют швеллерное сечение. Они, как правило, имеют переменную высоту сечения (наибольшую в середине длины), могут быть изогнуты в вертикальной плоскости. К лонжеронам и поперечинам крепятся (сваркой, клепкой, болтами) различные элементы (кронштейны опоры и т.п.) для установки механизмов и узлов автомобиля. На переднем конце рамы установлен буфер 2 и буксирные крюки 1. Буфер воспринимает передние удары при наезде на препятствие, а крюки служат для буксировки. В задней части рамы установлено буксирное (прицепное) устройство 10, предназначенное для присоединения прицепов и буксируемых автомобилей.

На **рис. 13.1б** представлен эскиз хребтовой рамы. Она состоит из одной центральной несущей рамы, как правило, трубчатого сечения, к которой крепятся различные установочные кронштейны. Часто несущая балка составляется из картеров (корпусов) отдельных механизмов трансмиссии (коробки, раздатки, мостов и т.д.), соединенных между собой патрубками. Такие рамы имеют большую жесткость, особенно крутильную, но здесь

затруднен доступ к механизмам трансмиссии, корпуса которых составляют раму.

На **рис 13.2** представлена конструкция рамы автомобиля КамАЗ 5320 (**рис 13.2а**), УРАЛ 4320 (**рис. 13.2б**) и конструкция сцепного устройства. На рисунках достаточно подробно представлена конструкция рам, так что дополнительных пояснений не требуется. Следует обратить внимание на то, как в конструкции рам (в форме ее элементов) учитывается назначение и компоновочные требования. Например, формы поперечин (выгнутая или вогнутая) обеспечивает компоновку двигателя на раме. Для обеспечения простоты и удобства сборки и обслуживания часть элементов рамы делается съемными.

На рамах седельных тягачей, предназначенных для буксировки полуприцепов, устанавливается седельное сцепное устройство (**рис 13.3**). Седельное устройство снабжено замком, обеспечивающим полуавтоматическую сцепку и расцепку тягача и полуприцепа. На раме сцепное устройство закреплено с возможностью качания в продольной и поперечной плоскости, что обеспечивает независимость перемещения полуприцепа и тягача при движении по неровностям дороги. Замок запирает шкворень полуприцепа автоматически, а открывается с помощью рычага 17. Произвольная расцепка предотвращается планкой 5, устанавливаемой после сцепки напротив штока запорного кулака.

13.2. Безрамная несущая система

Применяется, обычно, на легковых автомобилях малого и среднего классов, а так же для автобусов. Здесь функцию рамы выполняет цельнометаллический несущий кузов, имеющий достаточную прочность и жесткость при действии всего спектра нагрузок. Более подробно конструкция таких несущих систем будет рассмотрена ниже при изучении устройства кузовов.

13.3. Кузов

Кузов автомобиля служит для размещения водителя, грузов и пассажиров, а так же для защиты их от внешних воздействий. Кузова делятся на грузовые, пассажирские, грузопассажирские и специальные. Причем грузовые кузова могут быть общего назначения (грузовые платформы) и специализированные (самосвалы, фургоны, цистерны и т.д.). Пассажирские кузова также могут быть общего назначения и специализированные (медицинские, пожарные, лабораторные и т.п.).

В зависимости от наличия или отсутствия элементов, составляющих жесткий пространственный остов (каркас) различают каркасные, полукаркасные и бескаркасные кузова. В бескаркасном кузове жесткость обеспечивается путем придания отдельным элементам определенной формы сечения (различные выштамповки, усиления, накладки и т.д.).

В настоящее время каркасные кузова выполняются, чаще всего, на автобусах. Легковые автомобили имеют кузова бескаркасной конструкции, а кабины грузовиков делают бескаркасными или полукаркасными.

По характеру воспринимаемых нагрузок кузова делят на несущие, полунесущие и разгруженные.

У несущего кузова нет рамы, и все нагрузки воспринимаются кузовом. Разгруженный кузов характерен для рамной несущей конструкции, причем кузов в этом случае воспринимает только вес груза и крепится на раме не жестко. Полуразгруженные кузова воспринимают совместно с рамой часть нагрузок и крепятся на ней жестко.

13.4. Несущий кузов легкового автомобиля

Обычно кузов легкового автомобиля имеет неразъемный стальной корпус 1 (**рис.13.4**), к которому прикреплены: капот двигателя 2, крышка багажника 4, двери 5, крылья и детали декоративного оформления (облицовка радиатора, буферы и т.д.). Внутри кузова установлены сиденья 3.

Корпус представляет собой жесткую сварную конструкцию, состоящую из отдельных (часто 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 выполнена из нескольких лонжеронов подмоторная рама для крепления силового агрегата (двигатель и сцепление) и передней подвески.

Основание - это, как правило, жесткая штампованная панель, усиленная по периметру жестким коробчатым профилем. В передней части основания имеются передний щит панели и брызговики, а в задней панели и брызговики. Боковины – цельноштампованные или сварные из отдельных деталей (стойки, пороги и т.д.). Крыша цельноштампованная, часто вместе с проемами заднего и переднего окон. Двери собраны из наружных и внутренних штампованных панелей. Они подвешиваются в проемах кузова на двух петлях, снабжены замками, ограничителями открывания. Внутри дверей смонтированы, также стеклоподъемники. Окна иногда выполняются двухсекционными, когда большая часть окна может опускаться внутрь двери, а меньшая (форточка) открывается поворотом вокруг вертикальной оси. Боковые и задние окна выполняются, как правило, из закаленного стекла, а переднее (ветровое) стекло из триплекса (трехслойное стекло). В проемах кузова стекла устанавливаются на резиновых уплотнителях. Двери также уплотняются специальным резиновым профилем.

Капот двигателя и крышка багажника выполнены из штампованных панелей с усиливающими накладками. Они крепятся к кузову двумя петлями и снабжены замками и иногда пружинами, облегчающими открывание и обеспечивающими фиксацию в открытом положении.

Сиденья устанавливаются в один или несколько рядов (в зависимости от класса и назначения автомобиля). Переднее сиденье обычно двухместное раздельное, а заднее – диванного типа. Переднее сиденье выполняется регулируемым в продольном направлении и по углу наклона спинки. Заднее сиденье иногда снабжаются откидывающимся подлокотником, превращающим его в двухместное.

Сиденья обычно выполняются из пружинных металлических каркасов, покрытых губчатой резиной и декоративной специальной обивкой.

Внутренняя поверхность кузова (крыша, двери) отделывается декоративной и шумо-, теплоизолирующей обивкой. Шумоизоляция обеспечивается за счет применения противозумных паст, битумных мастик, перфорированных картонов. Пример конструкции сидений приведен на **рис. 13.5**.

Кузов легкового автомобиля и кабина грузовиков снабжается ремнями безопасности, предохраняющими водителя и пассажиров от тяжелых травм и гибели при аварии. Для каждого человека предусмотрен охватывающий грудь диагональный и поясной ремни. Длина ремней регулируется. Фиксация ремней осуществляется путем защелкивания концевого язычка ремня в замке.

13.5. Кузов грузового автомобиля

Кузов рамного грузового автомобиля состоит из кабины, оперения и грузового кузова **рис 13.6**.

Кабина представляет собой жесткую сварную, цельнометаллическую конструкцию, состоящую из каркаса 1 (**рис. 13.6а**), крыши 2, верхней 1, задней 3 и боковых 5 панелей. Для обеспечения доступа к двигателю и его системам в грузовиках с кабиной, расположенной над двигателем, она выполняется откидывающейся. Устройство откидывания кабины обеспечивает легкое опрокидывание кабины (за счет уравнивания ее специальными пружинами или торсионами) примерно на 45% вперед, а также надежную фиксацию ее в откинутом и опущенном положении.

Оперение кабины грузового автомобиля включает капот 6 (**рис 13.6б**), крылья 7, подножки 8 и облицовку радиатора 9.

В случае, когда кабина грузового автомобиля расположена над двигателем, капот отсутствует.

Грузовой кузов может выполняться в виде грузовой платформы, самосвальным, в виде фургона, цистерны и т. д.

Грузовая платформа часто делается дерево-металлической (**рис 13.6в**). Она состоит из основания, пола и бортов. Основание включает брусья 11 и 13. К нему крепятся пол 14, неподвижный передний борт 16 и откидные боковые 15 и задние 12 борта. Доски пола и бортов скрепляются металлическими планками 19. Откидные борта крепятся к основанию с помощью петель 20, а передний – специальными стойками.

Откидные борта в поднятом положении удерживаются запорами 17. Бортовая платформа в сборе крепится к раме с помощью стремянок 10 и гаек 18. Часто бортовые платформы снабжаются дополнительными устройствами для наращивания бортов и установки тентов.

13.6. Вентиляция и отопление кузова

Система вентиляции и отопления кузова предназначена для регулирования воздухообмена и температуры воздуха в салоне автомобиля. Для легкового автомобиля она, обычно, включает отопитель жидкостного типа с дополнительными устройствами. Отопитель состоит из радиатора 12 (**рис 13.7**), к которому подводится горячая жидкость из системы охлаждения двигателя. Одновременно через коробку 10 воздухопритока к радиатору подводится наружный воздух.

Наружный воздух во внутрикапотное пространство поступает через щели в задней части капота. Проходя сквозь радиатор, воздух нагревается и поступает в салон. Крышка 9 воздухопритока позволяет регулировать количество воздуха, поступающего в салон через отопитель.

Во время движения автомобиля воздух подается в салон за счет скоростного напора, а во время стоянки или при недостатке скоростного напора свежий воздух подается в салон электровентилятором 3. Температура воздуха, поступающего в салон, регулируется количеством горячей жидкости, поступающей в радиатор отопителя. Воздух, поступающий в салон через отопитель, направляется к дефлекторам 8 и воздухопроводу 1. Распределительная крышка 16 регулирует расход воздуха через дефлекторы и воздухопровод. При открытой крышке большая часть воздуха идет через

воздухопровод 1, а при закрытой – через дефлекторы 8. Соответственно изменяется подвод нагретого воздуха вниз к ногам водителя, или вверх, на обогрев стекол и верхней части салона.

В автобусах тепло на обогрев салона обычно отбирается от радиатора системы охлаждения двигателя и теплый воздух по каналам обогрева поступает в салон.

Легковые автомобили имеют, как правило, естественную приточную и вытяжную вентиляцию салона (открывающиеся окна, форточки, люки). Приточная вентиляция осуществляется через заборный люк в крышке капота, а вытяжная через отверстие (щели) в боковинах кузова и перфорированную обивку внутренней поверхности крыши.

13.7. Конструктивные мероприятия, обеспечивающие безопасность

Конструкция кузова автомобиля существенно влияет на безопасность движения. В смысле обеспечения активной безопасности большое значение имеют: хорошая обзорность с места водителя во всех направлениях, величина поверхности очистки лобового стекла, предохранение от запотевания и обмерзания стекол, удобства посадки водителя снижающее его утомляемость.

К конструктивным мерам пассивной безопасности можно отнести: наличие и эффективность ремней безопасности, безосколочные стекла, конструкцию панелей и приборов с повышенной энергопоглощающей способностью, утопленными кнопками управления и другими деталями; конструкции обеспечивающие возможность эвакуации человека из аварийного автомобиля, высокая прочность пассажирского салона кузова, огнестойкость конструкции.