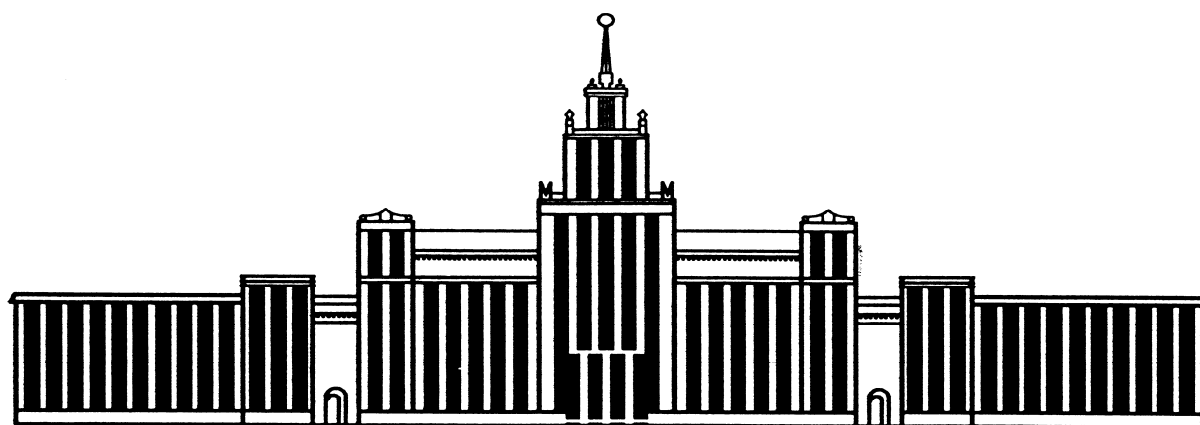

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

629.113(07)
С568

Рождественский, Ю.В., Иванов, Д.Ю.,
Гаврилов К.В., Леванов, И.Г.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
КОНСТРУКЦИЙ АВТОМОБИЛЕЙ**

Учебное пособие

Челябинск

2014

Министерство образования и науки Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра «Автомобильный транспорт и сервис автомобилей»

629.113 (07)
С568

Рождественский, Ю.В., Иванов, Д.Ю.,
Гаврилов К.В., Леванов, И.Г.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Учебное пособие

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2014

УДК 629.113.001(075.8)
С568

Одобрено
учебно-методической комиссией автотракторного факультета

Рецензенты:
Бердов Е.И., Маслов А.П.

С568 **Современные проблемы и направления развития конструкций автомобилей:** учебное пособие / Ю.В. Рождественский, Д.Ю. Иванов, К.В. Гаврилов, И.Г. Леванов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 128 с.

В учебном пособии содержатся краткие исторические сведения по существующим конструкциям автомобилей, отражены современные проблемы и тенденции развития конструкций их основных систем и агрегатов.

Учебное пособие предназначено для студентов направления «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» обучающихся по магистерской программе «Техническая эксплуатация автомобилей».

УДК 629.113.001(075.8)

© Издательский центр ЮУрГУ, 2014

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ДВИГАТЕЛЬ	
1.1. История создания двигателя внутреннего сгорания	6
1.2. Принцип работы двигателя внутреннего сгорания.....	10
1.3. Система охлаждения	13
1.4. Смазочная система.....	14
1.5. Система зажигания	15
1.6. Системы питания топливом и воздухом.....	15
1.7. Система выпуска отработавших газов	15
2. ТРАНСМИССИЯ.....	16
2.1. История развития трансмиссии.....	17
2.2. Состав трансмиссии.....	19
2.2.1. Сцепление.....	19
2.2.2. Раздаточная коробка.....	21
2.2.3. Дифференциал.....	23
2.2.4. Карданная передача.....	23
2.3. Виды трансмиссий.....	26
2.3.1. Механические трансмиссии.....	27
2.3.2. Трансмиссии с автоматическими коробками передач.....	28
2.3.3. Электрическая трансмиссия.....	35
2.3.4. Гидрообъемная трансмиссия.....	37
2.4. Системы полного привода.....	38
2.4.1. Система постоянного полного привода.....	39
2.4.2. Система автоматически подключаемого полного привода.....	40
3. ХОДОВАЯ ЧАСТЬ.....	41
3.1. История возникновения и развитие.....	42
3.2. Виды и краткие характеристики подвесок.....	43
3.3. Зависимая подвеска колес автомобиля.....	43
3.4. Рессорная подвеска.....	44
3.5. Независимая подвеска колес автомобиля.....	45
3.6. Будущее подвесок.....	47
3.7. Рамы.....	49
3.7.1. Виды рам	50
3.7.2. Преимущества и недостатки рамной конструкции.....	55
3.8. Колеса и шины.....	57
4. ТОРМОЗНОЕ И РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ	
4.1. История развития.....	63
4.2. Рулевое управление.....	65
4.2.1. Рулевой механизм червячного типа.....	65
4.2.2. Рулевой механизм «шестерня-рейка».....	66

4.3. Гидроусилитель рулевого управления	67
4.4. Электроусилитель рулевого управления.....	69
4.5. Активное рулевое управление	71
4.6. Тормозное управление.....	73
4.7. Устройство тормозной системы.....	74
4.7.1. Тормозной механизм.....	74
4.7.2. Тормозной привод	78
5. КУЗОВ	
5.1. История совершенствования конструкции кузова	86
5.2. Назначение и типы кузова.....	87
5.3. Кузова легковых автомобилей	88
5.4. Пассивная безопасность.....	91
5.4.1. Ремень безопасности	92
5.4.2. Подушка безопасности	93
5.4.3. Подголовник.....	93
5.5. Комфорт автомобиля.....	94
5.6. Перспективы развития кузова автомобиля.....	95
6. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЯ	96
6.1. Источники тока.....	96
6.1.1. Автомобильный аккумулятор.....	96
6.1.2. Автомобильный генератор.....	100
6.2. Потребители энергии.....	104
6.2.1. Система управления двигателем.....	104
6.2.2. Системы впрыска топлива.....	107
6.2.3. Система управления зажиганием.....	109
6.2.4. Система управления терморегулированием.....	113
6.2.5. Система управления впуском и выпуском.....	114
6.3. Системы активной безопасности.....	121
6.3.1. Антиблокировочная система тормозов.....	122
6.3.2. Противобуксовочная система.....	124
6.3.3. Система курсовой устойчивости.....	124
6.3.4. Система контроля усталости водителя.....	125
7. НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ АВТОМОБИЛЯ.....	126
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	128

Введение

Учебное пособие «Современные проблемы и направления развития конструкций автомобилей» разработано с целью формирования у студентов системы научных знаний в области конструкции транспортных машин и преобразование их в новые профессиональные качества, обеспечивающие наиболее эффективное использование автомобильной техники. Пособие соответствует основной образовательной программе по направлению «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и магистерской программе «Техническая эксплуатация автомобилей», разработанных на кафедре автомобильного транспорта и сервиса автомобилей Южно-Уральского государственного университета (научно-исследовательского университета).

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по магистерской программе «Техническая эксплуатация автомобилей» и должно способствовать формированию и углублению знаний по основным современным проблемам и направлениям в развитии конструкции транспортных машин. Сведения, приведенные в пособии, являются фундаментом для дальнейшего построения процесса обучения в соответствии с магистерской программой. В связи с этим материал содержит немало исторических фактов развития конструкций автомобилей, позволяющих оценить проблемы, тенденции и перспективы их дальнейшего совершенствования.

В пособии собраны воедино сведения из многочисленных источников по развитию конструкций легковых и грузовых автомобилей [1-6], в том числе сведения из интернета с сайтов autoustroistvo.ru, systemsauto.ru, tezcar.ru, ustroistvo-avtomobilya.ru, wiki.zr.ru [7-11].

Структура учебного пособия базируется на описании основных узлов, агрегатов и систем автомобиля. Особое внимание уделено двигателю, как наиболее сложному агрегату автомобиля. Подробно рассмотрены основные электронные системы управления и безопасности – наиболее динамично развивающиеся системы современного автомобиля. Уделено внимание последним инновационным разработкам в конструкции автомобиля, достижениям науки.

Пособие может быть использовано студентами как для подготовки к практическим занятиям, так и для выполнения самостоятельной работы. Пособие могут использовать студенты других специальностей и направлений, проявляющие интерес к развитию конструкций автомобилей. Оно может быть полезно школьникам и абитуриентам при выборе будущей профессии.

1. Двигатель

1.1. История создания двигателя внутреннего сгорания

Появление двигателя внутреннего сгорания в XIX веке обусловлено в первую очередь необходимостью создания эффективного и современного привода для различных промышленных устройств и механизмов. В то время, в основной своей массе, использовался паровой двигатель. Он имел массу недостатков, например, низкий коэффициент полезного действия (т.е. большинство энергии затрачиваемой на производство пара просто пропадало), был достаточно громоздким, требовал квалифицированного обслуживания и большого количества времени на запуск и остановку. Промышленности требовался новый двигатель лишенный этих недостатков. Им стал двигатель внутреннего сгорания.

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) — это тип двигателя, тепловая машина, в которой химическая энергия топлива (обычно применяется жидкое или газообразное углеводородное топливо), сгорающего в рабочей зоне, преобразуется в механическую работу. Несмотря на то, что ДВС являются несовершенным типом тепловых машин (сильный шум, токсичные выбросы, меньший ресурс), благодаря своей автономности (необходимое топливо содержит гораздо больше энергии, чем лучшие электрические аккумуляторы) ДВС нашли очень широкое распространение. Основным недостатком ДВС является то, что он производит высокую мощность только в узком диапазоне оборотов. Поэтому неотъемлемыми атрибутами двигателя внутреннего сгорания являются трансмиссия. Лишь в отдельных случаях (например, в самолётах) можно обойтись без сложной трансмиссии. Кроме этого ДВС нужны топливная система (для подачи топливной смеси) и выпускная система (для отвода выхлопных газов). Принцип работы ДВС показан на схеме (рис. 1.1).

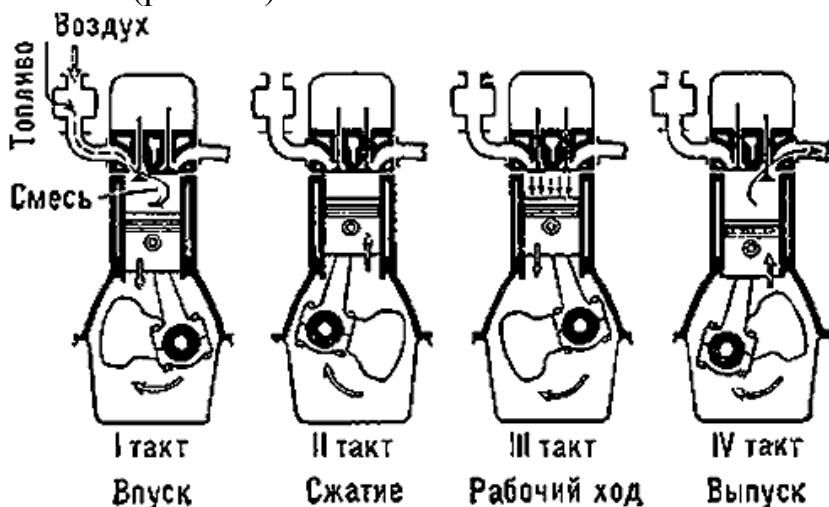


Рис. 1.1. Схема работы четырехтактного двигателя

Еще в XVII веке голландский физик Кристиан Хагенс (Christian Huygens) начал эксперименты с двигателями внутреннего сгорания, а в 1680 году был разработан теоретический двигатель, топливом для которого служил черный порох. Однако до воплощения в жизнь идеи автора не дошли. Первым, кому удалось создать действующий двигатель внутреннего сгорания был Нисефор Ньепс. В 1806 году он вместе с братом Клодом, представили в Национальный институт (так называлась тогда французская Академия наук) доклад о новой машине, которая «по силе была бы сравнима с паровой, но потребляла бы меньше топлива». Братья назвали ее «пирэолофор». С греческого это можно перевести как «влекомая огненным ветром». Работала она на угольной пыли, а не на бензине или газе. Заметим также, что первый двигатель Дизеля тоже работал на угольной пыли. Это изобретение вызвало большой интерес. Двум комиссарам было поручено разобраться в изобретении. Одним из комиссаров был Лазар Карно. Карно дал положительный отзыв.

Братья построили двигатель и оснастили им в 1806 году трехметровую лодку, весом 450 кг. Лодка ходила вверх по речке Соне со скоростью вдвое больше скорости течения. Учтите, что свою первую неудачную попытку спуска парохода Фултон осуществил в 1803 г., а знаменитый «Клермонт» начал плавание на год позже лодки Ньепсов. В 1807 г. братья-изобретатели искали возможности заручиться чьей-то финансовой поддержкой, и приняли решение добиваться аудиенции у Наполеона. Они готовили для демонстрации небольшое судно с двухцилиндровым двигателем. Но на дворе был уже 1811 год, и Наполеон не приехал в Лион, где должны были быть испытания, поскольку он готовился к походу на Россию. Ну, а после российской кампании императору уже было не до двигателей.

Пройдет еще четверть века, прежде чем английский физик Уильям Томсон (лорд Кельвин) и немецкий физик Рудольф Клаузиус возродят идеи Карно и сделают термодинамику наукой. О Ньепсах вообще никто не вспомнит. А следующий двигатель внутреннего сгорания появится лишь в 1858 году у бельгийского инженера Жан Жозефа Этьен Лемуара. Двухтактный карбюраторный двигатель, топливом для которого служил каменноугольный газ, станет первым коммерчески успешным двигателем такого рода. Первый двигатель проработал лишь несколько секунд из-за отсутствия системы смазки и системы охлаждения, которые были успешно применены на последующих образцах. В 1863 году Лемуар улучшил конструкцию своего двигателя, используя вместо газового топлива, керосин. Двигатель имел КПД 5%, но это был первый, после долгих лет забвения, коммерчески успешный проект создания нового двигателя для нужд промышленности.

1864 год – австрийский инженер Зигфрид Маркус создал первый в мире одноцилиндровый карбюраторный двигатель, работающий от сгорания сырой нефти.

1876 год – Николас Отто, создал модель рабочего процесса, известную, как «цикл Отто», цикл с принудительным воспламенением рабочего тела. ДВС Отто имел вертикальный цилиндр, вращаемый вал располагался на боку, с валом была соединена специальная рейка. Вал поднимал поршень, за счет чего образовывалось разрежение, благодаря которому всасывалась топливовоздушная смесь, которая впоследствии воспламенялась. В двигателе не использовалось электрическое зажигание, инженеры не обладали достаточным уровнем знаний в электротехнике, смесь воспламенялась открытым пламенем через специальное отверстие. После взрыва смеси возрастало давление, под действием которого поршень поднимался (сначала под действием газа, а потом по инерции) и специальный механизм отсоединял рейку от вала, вновь создавалось разрежение, топливо засасывалось в камеру сгорания, и процесс повторялся вновь. КПД этого двигателя превышал 15 %, что было значительно выше, чем КПД любой паровой машины того времени. Удачная конструкция, высокая экономичность, а так же постоянная работа над устройством агрегата (именно Отто в 1877 году запатентовал новый вид двигателя внутреннего сгорания с четырехтактным циклом, который лежит в основе большинства современных ДВС) позволило занять значительную долю рынка приводов для различных устройств и механизмов.

Николас Отто родился 14 июня 1832 года в Хользаузене, Германия. Одним из первых его занятий была торговля чаем, кофе и сахаром. Вскоре, поддавшись последним научным веяниям (работы Лемуара с газовыми двухтактными двигателями) он увлекся изучением работы двигателей, а затем и их проектированием. После встречи с Евгеном Лангеном (Eugen Langen), человеком, который хорошо владел техникой, а заодно был владельцем сахарного завода, Отто решает оставить торговлю и вдвоем с напарником открывает первую в мире фабрику по производству двигателей «N.A. Otto & Cie». В 1867 году пара получает золотую медаль на Парижской Выставке за газовый двигатель.

1885 год – Готлиб Даймлер создал то, что сегодня называют прототипом современного двигателя – устройство с вертикально расположенными цилиндрами и карбюратором. Двигатель создавался для того, чтобы он мог двигать экипаж, поэтому требования, предъявляемые к нему, были весьма значительными. ДВС должен был быть, компактным, обладать достаточной мощностью и не требовать газогенератора. “Reitwagen” – так назвали первое двухколесное транспортное средство изобретатели. Год спустя миру предстал и первый прототип 4-х колесного авто. Майбах разработал эффективный карбюратор, который обеспечивал эффективное испарение

топлива. В то же время венгр Банки запатентовал устройство карбюратора с жиклером. В отличие от предшественников в новом карбюраторе предлагалось не испарять, а распылять топливо, которое испарялось непосредственно в цилиндре двигателя.

Готлиб Даймлер родился в 1834 году в Шомфорде, Германия. Газовые двигатели – вот в чем видел перспективу развития Даймлер. Ему пришлось обстучать множество порогов фирм, которые не хотели рисковать и вкладывать деньги в пока еще неизвестный им продукт. Майбах, первый человек, который понял его, впоследствии стал его другом и партнером. В 1882 году Даймлер совместно с Николасом Отто собирает всех лучших специалистов, с которыми ему приходилось когда-либо работать во главе с Майбахом. Задача была сформулирована следующим образом: создать работоспособный и эффективный газовый двигатель. И уже два года спустя эта задача была выполнена, а производство двигателей поставлено на поток. Два двигателя в день – огромная скорость по тем меркам. 1889 год – Даймлер усовершенствовал свой четырехтактный двигатель, предложив V-образное расположение цилиндров и использование клапанов, namного увеличивших удельную мощность двигателя на единицу массы. В 1889 году он организуют фирму «Daimler Motoren Gesellschaft», которая стала производить автомобили.

1886 год – 29 января Карл Бенц запатентовал конструкцию первого в мире трехколесного газового автомобиля (рис. 1.2) с электрическим зажиганием, дифференциалом и водяным охлаждением. Энергия к колесам подводилась при помощи специального шкива и ремня, присоединенным к передаточному валу. В 1891 году им же была построена 4-х колесная машина. Именно Карл Бенц был первым, кому удалось совместить воедино шасси и двигатель.

Карл Фридрих Бенц родился в 1844 году в городке Баден Мельбург, Германия в семье машиниста локомотива. Закончил среднюю школу, а позже Политехнический Университет Карлсруэ. В 1871 году организовал свою первую компанию с партнером Августом Риттером – “Iron Foundry and Machine Shop”, поставляющую строительные материалы. Изучение двигателей внутреннего сгорания, как считал Бенц, должно было принести ему дополнительный источник дохода. И в 1883 году он организовал «Benz & Company», компанию, которая производила двигатели промышленного назначения в городе Мангейм, Германия. Изначально компания выпускала двигатели по патенту Николаса Отто, но в 1885 году Бенцом была разработана собственная конструкция ДВС. Уже в 1893 году автомобили Бенца становятся первыми в мире дешевыми транспортными средствами массового производства. В 1903 году Фирма «Benz & Company» слилась с фирмой Даймлера, образовав «Daimler-Benz», а позже «Mercedes-Benz», а сам Бенц стал членом наблюдательного совета, пока не умер в 1929 году.

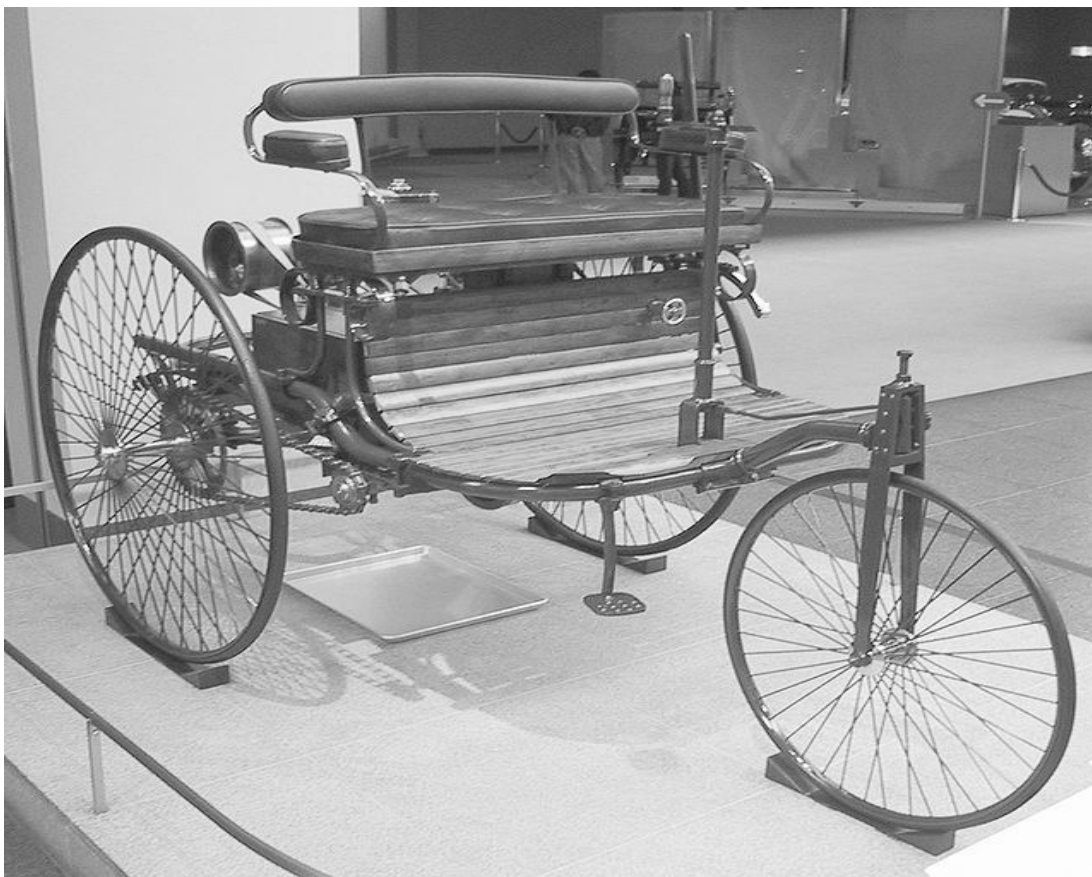


Рис. 1.2. Автомобиль К. Бенца

1.2. Принцип работы двигателя внутреннего сгорания

В настоящее время двигатель внутреннего сгорания является основным видом автомобильного двигателя. Различают следующие основные типы ДВС:

- поршневой двигатель внутреннего сгорания;
- роторно-поршневой двигатель внутреннего сгорания;
- газотурбинный двигатель внутреннего сгорания.

Из представленных типов двигателей самым распространенным является поршневой ДВС, разрез которого показан на рис. 1.3.

Достоинствами поршневого двигателя внутреннего сгорания, обеспечившими его широкое применение, являются:

- универсальность (сочетание с различными потребителями);
- невысокая стоимость;
- компактность;
- малая масса;
- возможность быстрого запуска;
- многотопливность.

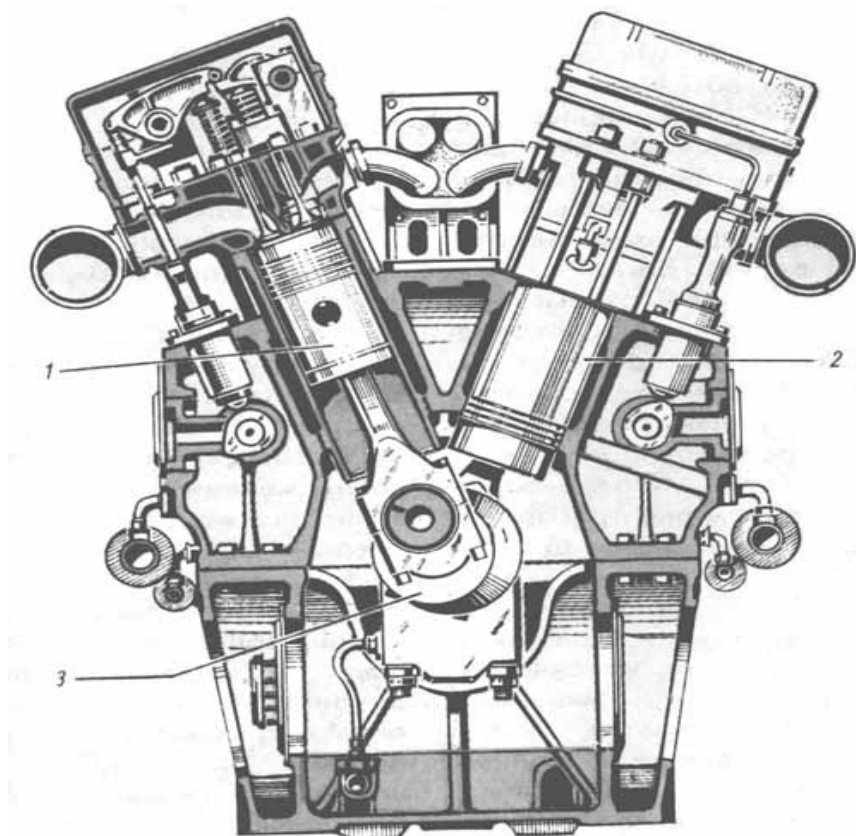


Рис. 1.3. Поршневой ДВС в поперечном разрезе:
1 – поршень; 2 – цилиндр; 3 – коленчатый вал

Вместе с тем, двигатели внутреннего сгорания имеют ряд существенных недостатков, к которым относятся:

- высокий уровень шума;
- большая частота вращения коленчатого вала;
- токсичность отработавших газов;
- невысокий ресурс;
- низкий коэффициент полезного действия.

Альтернативными видами топлива, используемыми в двигателях внутреннего сгорания, являются природный газ, спиртовые топлива – метанол и этанол, водород.

Поршневой двигатель внутреннего сгорания имеет следующее общее устройство:

- корпус;
- кривошипно-шатунный механизм;
- газораспределительный механизм;
- впускная система;

- топливная система;
- система зажигания (бензиновые двигатели);
- система смазки;
- система охлаждения;
- выпускная система;
- система управления.

Принцип работы двигателя внутреннего сгорания основан на эффекте теплового расширения газов, возникающего при сгорании топливно-воздушной смеси и обеспечивающего перемещение поршня в цилиндре.

Работа поршневого ДВС осуществляется циклически. Каждый рабочий цикл происходит за два оборота коленчатого вала и включает четыре такта (четырёхтактный двигатель):

- впуск;
- сжатие;
- рабочий ход;
- выпуск.

Во время тактов впуск и рабочий ход происходит движение поршня вниз, а тактов сжатие и выпуск – вверх. Рабочие циклы в каждом из цилиндров двигателя не совпадают по фазе, чем достигается равномерность работы ДВС. В некоторых конструкциях двигателей внутреннего сгорания рабочий цикл реализуется за два такта – сжатие и рабочий ход (двухтактный двигатель).

На такте впуск впускная и топливная системы обеспечивают образование топливно-воздушной смеси. В зависимости от конструкции смесь образуется во впускном коллекторе (центральный и распределенный впрыск бензиновых двигателей) или непосредственно в камере сгорания (непосредственный впрыск бензиновых двигателей, впрыск дизельных двигателей). При открытии впускных клапанов газораспределительного механизма воздух или топливно-воздушная смесь за счет разрежения, возникающего при движении поршня вниз, подается в камеру сгорания.

На такте сжатия впускные клапаны закрываются, и топливно-воздушная смесь сжимается в цилиндрах двигателя.

Такт рабочий ход сопровождается воспламенением топливно-воздушной смеси (принудительное или самовоспламенение). В результате возгорания образуется большое количество газов, которые давят на поршень и заставляют его двигаться вниз. Движение поршня через кривошипно-шатунный механизм преобразуется во вращательное движение коленчатого вала, которое затем используется для движения автомобиля.

При такте выпуск открываются выпускные клапаны газораспределительного механизма, и отработавшие газы удаляются из цилиндров в вы-

пусковую систему, где производится их очистка, охлаждение и снижение шума. Далее газы поступают в атмосферу.

Коэффициент полезного действия ДВС – около 40%. В конкретный момент времени, как правило, только в одном цилиндре совершается полезная работа, в остальных – обеспечивающие такты: впуск, сжатие, выпуск.

1.3. Система охлаждения

Система охлаждения предназначена для охлаждения деталей двигателя, нагреваемых в результате его работы. На современных автомобилях система охлаждения, помимо основной функции, выполняет ряд других функций, в том числе:

- нагрев воздуха в системе отопления и вентиляции;
- охлаждение масла в системе смазки;
- охлаждение отработавших газов в системе рециркуляции отработавших газов;
- охлаждение воздуха в системе турбонаддува;
- охлаждение рабочей жидкости в автоматической коробке передач.

Конструкции систем охлаждения бензинового и дизельного двигателей подобны. Система охлаждения имеет следующее общее устройство (рис. 1.4). Подробнее о системе терморегулирования см. раздел 6.

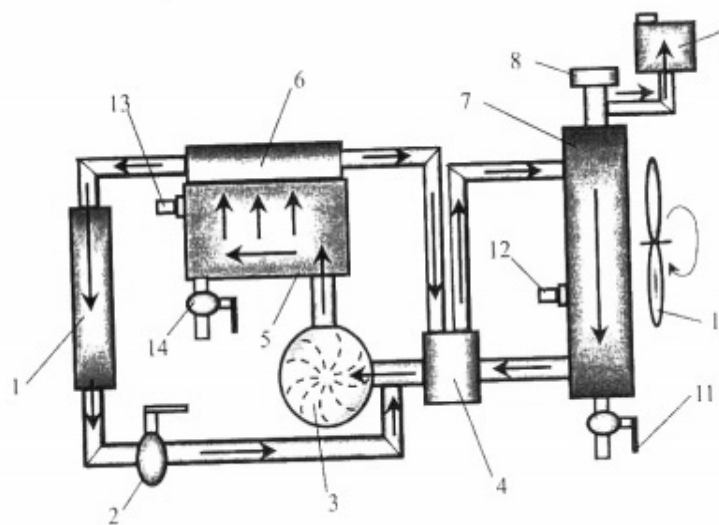


Рис.1.4. Система охлаждения:

1 – теплообменник отопителя; 2 – кран отопителя; 3 – насос охлаждающей жидкости; 4 – термостат; 5 – рубашка охлаждения двигателя; 6 – головка цилиндров; 7 – радиатор системы охлаждения; 8 – воздушный клапан; 9 – расширительный бачок; 10 – вентилятор; 11 – кран радиатора; 12 – датчик температуры охлаждающей жидкости на выходе радиатора; 13 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 14 – кран системы охлаждения блока цилиндров

1.4. Смазочная система

Смазочная система предназначена для снижения трения между сопряженными деталями двигателя. Кроме выполнения основной функции система обеспечивает:

- охлаждение деталей двигателя;
- удаление продуктов нагара и износа;
- защиту деталей двигателя от коррозии.

Смазочная система имеет общее устройство, показанное на рис. 1.5.

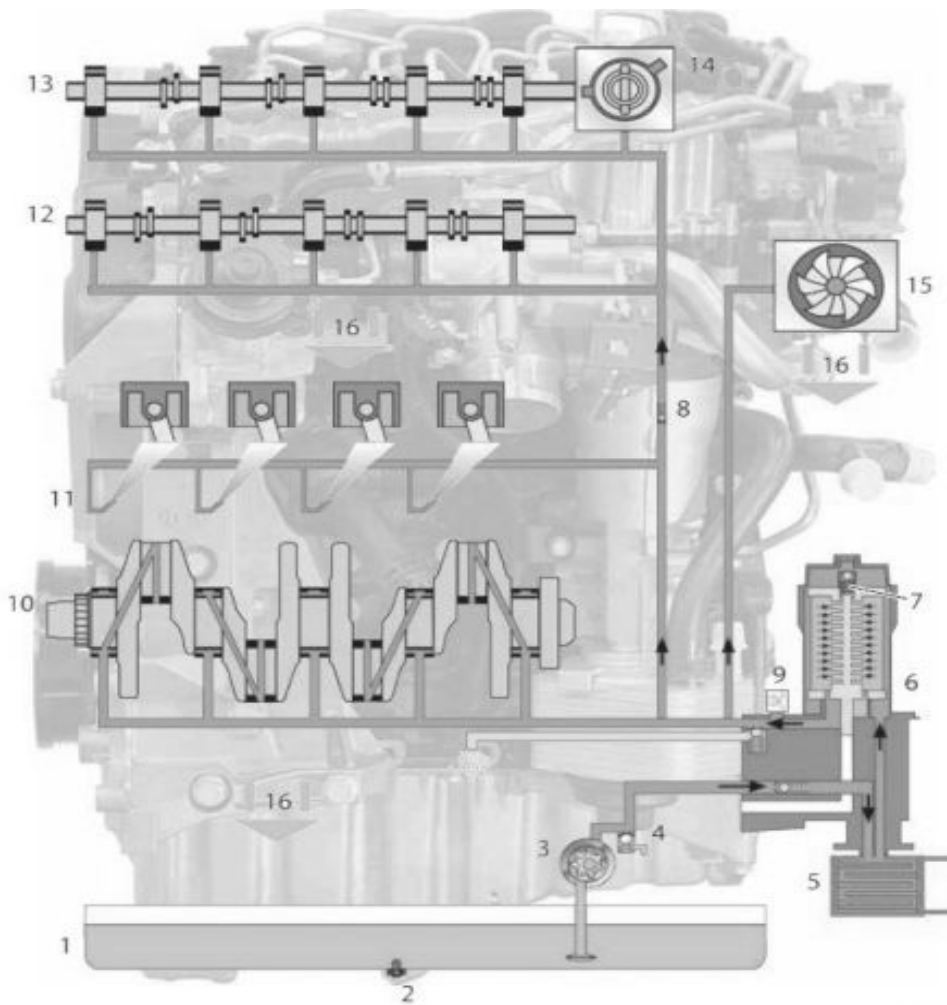


Рис 1.5. Смазочная система:

1 – масляный поддон; 2 – датчик уровня и температуры масла; 3 – масляный насос; 4 – редукционный клапан; 5 – масляный радиатор; 6 – масляный фильтр; 7 – перепускной клапан; 8 – обратный клапан; 9 – датчик давления масла; 10 – коленчатый вал; 11– форсунки; 12 – распределительный вал выпускных клапанов; 13 – распределительный вал впускных клапанов; 14 – вакуумный насос; 15 – турбонагнетатель; 16 – стекание масла; 17 – сетчатый фильтр; 18 – дроссель

На некоторых автомобилях применяется смазочная система с сухим картером. Масло храниться в специальном масляном баке, куда закачивается из картера двигателя насосом. Картер двигателя всегда остается без масла, что обеспечивает стабильную работу системы во всех режимах, независимо от положения маслозаборника и уровня масла в картере.

1.5. Система зажигания

Система зажигания предназначена для воспламенения топливно-воздушной смеси бензинового двигателя.

Различают следующие типы систем зажигания: контактная система зажигания; бесконтактная (транзисторная) система зажигания; электронная (микропроцессорная) система зажигания. Подробнее см. раздел 6.

1.6. Системы питания топливом и воздухом

Системы предназначена для питания двигателя автомобиля топливом и воздухом. **Топливная система** имеет следующее устройство: топливный бак; топливный насос; датчик указателя запаса топлива; топливный фильтр; топливопроводы; система впрыска.

Конструкция **впускной системы** включает воздухозаборник, воздушный фильтр, дроссельную заслонку, впускной коллектор.

В зависимости от способа образования топливно-воздушной смеси различают следующие **системы впрыска** бензиновых двигателей: центрального впрыска; распределенного впрыска; непосредственного впрыска. Впрыск топлива в дизелях может производиться двумя способами: в предварительную камеру или непосредственно в камеру сгорания. Управление системами представлено в разделе 6.

1.7. Система выпуска отработавших газов

Выпускная система (рис.1.6) (другое наименование – система выпуска отработавших газов, выхлопная система) предназначена для отвода отработавших газов двигателя, а также снижения шума и токсичности.

При открывании выпускного клапана, отработавшие газы двигателя попадают в выпускной коллектор. В бензиновых двигателях они продвигаются дальше по приемной трубе. В дизельных вариантах отработанные газы приводят в действие крыльчатку турбокомпрессора, и только затем попадают в приемную трубу. Далее газы попадают в катализатор. В катализаторе происходит оседание на поверхность активного элемента вредных примесей. Надо отметить, что катализатор работает только при высокой температуре (от 250 градусов). Контролирует состав отработавших газов

кислородные датчики (лямбда-зонды) на входе и выходе катализатора. Управляющий сигнал с датчиков подается на систему управления впрыска и в зависимости от содержания вредных примесей регулируется подача воздуха или топлива в цилиндры. После прохождения катализатора выхлоп «гасится» в резонаторе и далее поступает в глушитель. В глушителе резко меняется направление движения выхлопных газов и уменьшается их шум. После выхлопные газы улетучиваются в атмосферу. Подробнее см. раздел 6.

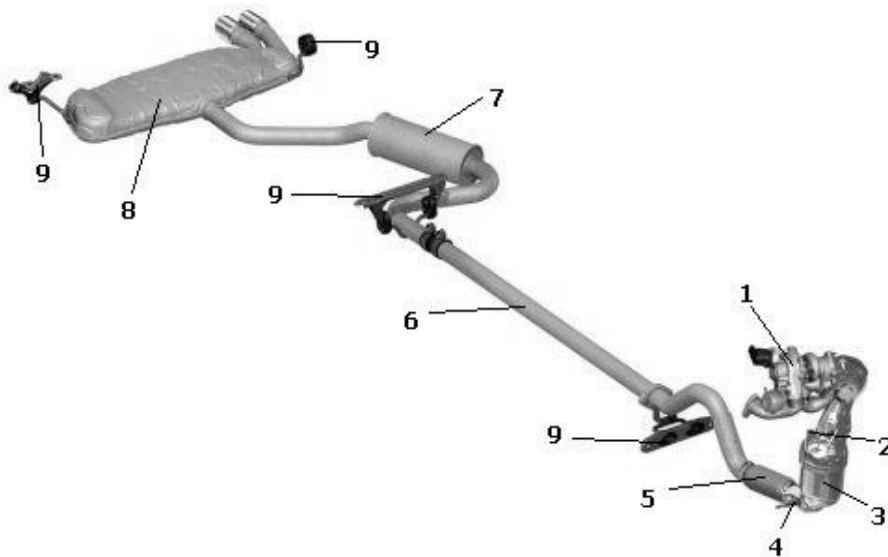


Рис.1.6. Система выпуска отработавших газов автомобиля с турбокомпрессором: 1 – турбокомпрессор; 2 – кислородный датчик перед нейтрализатором; 3 – каталитический нейтрализатор; 4 – кислородный датчик за нейтрализатором; 5 – выпускная труба с виброизолирующей муфтой; 6 – выпускная труба; 7 – предварительный глушитель; 8 – основной глушитель; 9 – подвеска выпускной системы

2. Трансмиссия

Все, что связывает двигатель с ведущими колесами, составляет трансмиссию автомобиля. Трансмиссия в автомобиле выполняет, как правило, следующие функции:

- передает крутящий момент от двигателя к ведущим колесам;
- изменяет величину и направление крутящего момента;
- перераспределяет крутящий момент между ведущими колесами.

В зависимости от вида преобразуемой энергии различают следующие виды трансмиссии:

- механическая трансмиссия;

- электрическая трансмиссия;
- гидрообъемная трансмиссия.

2.1. История развития трансмиссии

В 1780-е годы над проектом автомобиля (в определённом смысле этого слова, скорее — велосипеда, с педальным приводом) работал известный русский изобретатель Иван Кулибин. В 1791 году им была изготовлена повозка-самокатка, в которой он применил маховое колесо, тормоз, коробку скоростей, подшипники качения и т. д. Механическая часть в самокатке Кулибина состояла из ходового механизма, рулевого управления и тормозного устройства. Переднее колесо трехколесной коляски было управляемым, а одно из задних — ведущим. Ведущее колесо могло вращаться с разной скоростью, в то время как слуга нажимал на педали равномерно. Это происходило потому, что движение передавалось через шестеренчатую передачу барабану, который выполнял в ходовом механизме самокатки роль коробки скоростей. Шестерня, находившаяся на заднем конце продольного горизонтального вала, могла зацепляться за большой, средний или малый венец барабана. Таким образом можно было получить тихий, средний или полный ход самокатки.

Автомобиль Benz Velo был оснащён размещённым в задней части одноцилиндровым двигателем объёмом 1045 см³ мощностью 1,5 л.с. (1,1 кВт) с 450 оборотами в минуту. В 1896 году мощность двигателя была увеличена до 2,75 л.с. (2,1 кВт) при 600 об./минуту, что позволяло машине разогнаться до 19 км/ч [3], в 1900 — 3 л.с. (2,2 кВт) при 700 об./мин. и в 1901 году — 3,5 л.с. (2,6 кВт) при 800 об./минуту. Автомобиль имел двухступенчатую коробку передач с приводом на задних колёсах. Двигатель, установленный горизонтально над задней осью, приводил ее во вращение через одну ременную и 2 зубчатых передачи. Под двигателем было установлено большое горизонтальное колесо – маховик, который был создан для создания равномерного вращения, а также для запуска двигателя, стоило его лишь раскрутить. С 1896 года в автомобиле появилась дополнительная третья передача и возможность заднего хода.

Ford Model T (выпускавшийся с 1908 по 1927) был снабжён четырёхцилиндровым двигателем рабочим объёмом 2,9 л (2893 см³) и двухступенчатой коробкой передач планетарного типа. В конструкции автомобиля были применены такие нововведения, как отдельная головка блока цилиндров и педальное переключение передач.

В начале 1940-х годов существовала трёхступенчатая трансмиссия, обозначавшаяся Slushomatic, у которой первая передача была обычной, а вторая — объединена в единый диапазон с автоматически включающейся третьей.

Однако первую в мире полностью автоматическую трансмиссию создала другая американская фирма — General Motors. В 1940 модельном году такая стала доступна в виде опции на автомобилях марки Oldsmobile, затем Cadillac, впоследствии — Pontiac. Она несла коммерческое обозначение Hydra-Matic и представляла собой комбинацию гидромукты и четырёхступенчатой планетарной коробки передач с автоматическим гидравлическим управлением. А всего ступеней переднего хода в трансмиссии в целом было пять (плюс задний ход).

В 1956 году GM представила усовершенствованную автоматическую трансмиссию Jetaway, которая отличалась использованием двух гидромукт вместо одной у Hydra-Matic. Это позволило сделать переключения передач значительно более плавными, но привело к большому снижению КПД. Кроме того, на ней появился режим парковки (положение селектора «P»), в котором трансмиссия блокировалась специальным стопором. На Hydra-Matic блокировку включал режим заднего хода «R».

Уже в начале 1950-х годов появляются трёхступенчатые автоматические трансмиссии с гидротрансформатором разработки фирмы Borg-Warner.

В середине 1960-х годов окончательно утвердилась и (в США) была законодательно зафиксирована современная схема переключения автоматических трансмиссий — P-R-N-D-L. В прошлое ушли кнопочные переключатели диапазонов и старые образцы трансмиссий без парковочной блокировки.

В конце 1980—1990-е годы происходит компьютеризация систем управления двигателем. Эти же системы, либо аналогичные им, стали применяться и для управления автоматическими трансмиссиями. Если прежние системы управления использовали лишь гидравлику и механические клапаны, то теперь потоками жидкости управляют соленоиды, контролируемые компьютером. Появляются первые пятиступенчатые автоматические трансмиссии. Совершенствование расходных материалов позволяет на многих автоматических коробках переключения передач (АКПП) устранить процедуру замены масла, так как ресурс залитого в её картер на заводе масла стал сравним с ресурсом самой коробки передач.

В 2002 году на BMW седьмой серии появляется шестиступенчатая автоматическая трансмиссия разработки ZF (ZF 6HP26). В 2003 году Mercedes-Benz создаёт первую семиступенчатую трансмиссию 7G-Tronic. В 2007 году Toyota представила Lexus LS460 с восьмиступенчатой трансмиссией. В 2013 году Land Rover объявил о скором появлении на своих автомобилях 9-ступенчатой автоматической коробки передач, разработанной компанией ZF, первой ее получила в 2014 году обновленная модель Evoque.

2.2. Состав трансмиссии

- Сцепление;
- Коробка передач;
- Промежуточный карданный вал;
- Раздаточная коробка;
- Карданные валы к ведущим мостам;
- Главная передача;
- Дифференциал;
- Полуоси;
- Шарниры равных угловых скоростей;
- Коробка отбора мощности.

2.2.1. Сцепление

Сцепление предназначено для кратковременного отсоединения двигателя от трансмиссии и плавного их соединения при переключении передач, а также предохранения элементов трансмиссии от перегрузок и гашения колебаний. Сцепление автомобиля располагается между двигателем и коробкой передач.

В зависимости от конструкции различают следующие типы сцепления:

- фрикционное сцепление;
- гидравлическое сцепление;
- электромагнитное сцепление.

Фрикционное сцепление передает крутящий момент за счет сил трения. В гидравлическом сцеплении связь обеспечивается за счет потока жидкости. Электромагнитное сцепление управляется магнитным полем.

Самым распространенным типом сцепления является фрикционное сцепление. Различает следующие виды фрикционного сцепления:

- однодисковое сцепление;
- двухдисковое сцепление;
- многодисковое сцепление.

В зависимости от состояния поверхности трения сцепление может быть сухое и мокрое. В сухом сцеплении используется сухое трение между дисками. Мокрое сцепление предполагает работы дисков в жидкости.

На современных автомобилях устанавливается в основном сухое однодисковое сцепление (рис. 2.1). Однодисковое сцепление имеет следующее устройство:

- маховик;
- картер сцепления;
- нажимной диск;

- ведомый диск;
- диафрагменная пружина;
- подшипник выключения сцепления;
- муфта выключения.

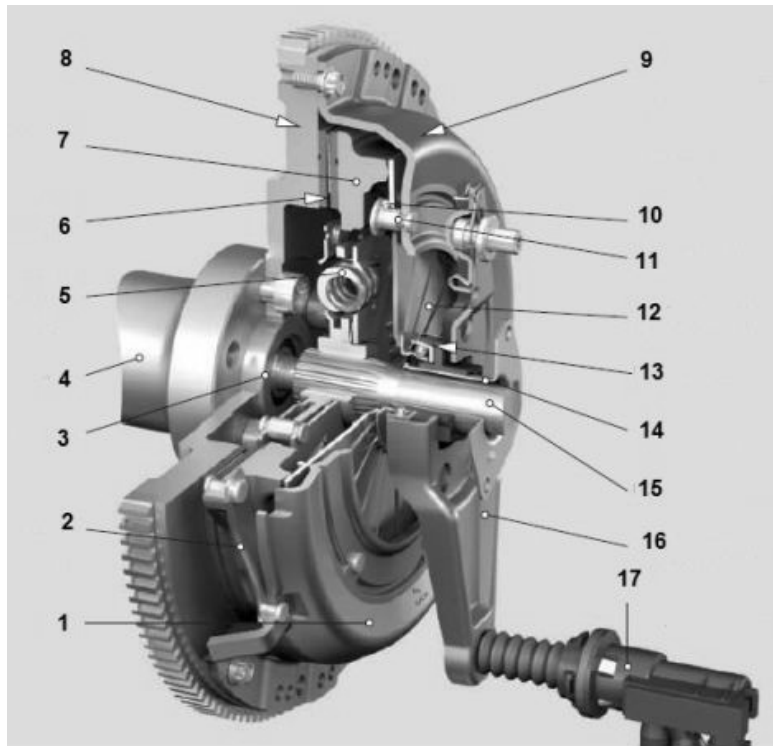


Рис. 2.1. Схема однодискового сцепления:

1 – корпус; 2 – тангенциальная пружина; 3 – опорный подшипник; 4 – коленчатый вал; 5 – демпферная пружина; 6 – ведомый диск; 7 – нажимной диск; 8 – маховик; 9 – корзина сцепления; 10 – кольцо; 11 – распорный болт; 12 – диафрагменная пружина; 13 – выжимной подшипник; 14 – направляющая; 15 – первичный вал коробки передач; 16 – вилка выключения сцепления; 17 – рабочий цилиндр

На грузовых и легковых автомобилях с мощным двигателем применяется **двухдисковое сцепление** (рис. 2.2). Двухдисковое сцепление осуществляет передачу большего крутящего момента при неизменном размере, а также обеспечивает большой ресурс конструкции. Это достигнуто за счет применения двух ведомых дисков, между которыми установлен промежуточный диск. В результате получены четыре поверхности трения.

Сцепление постоянно включено. Работу сцепления обеспечивает привод сцепления. При нажатии на педаль сцепления привод сцепления перемещает вилку сцепления, которая воздействует на подшипник сцепления. Подшипник нажимает на лепестки диафрагменной пружины нажимного

диска. Лепестки диафрагменной пружины прогибаются в сторону маховика, а наружный край пружины отходит от нажимного диска, освобождая его. При этом тангенциальные пружины отжимают нажимной диск. Передача крутящего момента от двигателя к коробке передач прекращается.

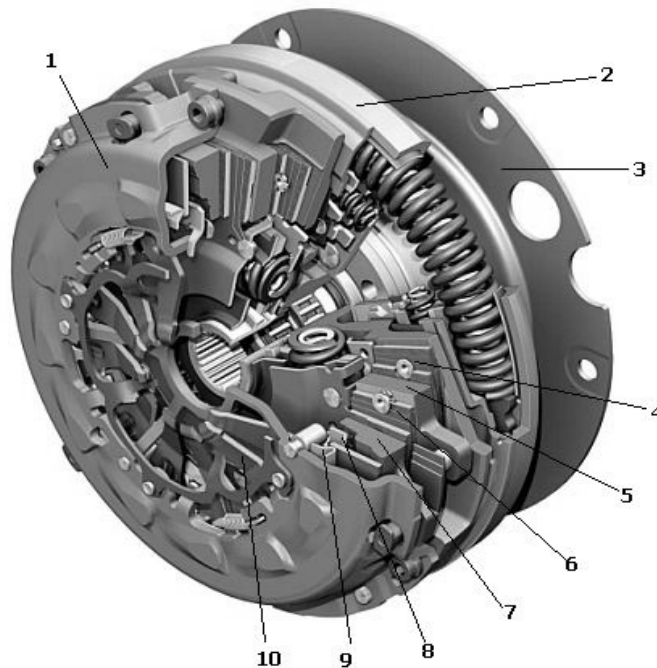


Рис. 2.2. Схема двухдискового сцепления:

1 – крышка корпуса; 2 – двухмассовый маховик; 3 – приводная пластина; 4 – ведомый диск 2 с демпферными пружинами 4; 5 – промежуточный диск; 6 – ведомый диск 1; 7 – нажимной диск; 8 – сенсорная пружина; 9 – регулировочное кольцо; 10 – диафрагменная пружина

При отпуске педали сцепления диафрагменная пружина приводит нажимной диск в контакт с ведомым диском и через него в контакт с маховиком. Крутящий момент за счет сил трения передается от двигателя к коробке передач.

2.2.2. Раздаточная коробка

Раздаточная коробка (рис. 2.3) является неотъемлемым атрибутом автомобиля, оборудованного системой полного привода. Раздаточная коробка имеет следующее предназначение:

- распределяет крутящий момент по осям автомобиля;
- увеличивает крутящий момент при движении по плохим дорогам и бездорожью, если выполнена в одном корпусе с демультпликатором..

Конструкция раздаточной коробки различается в зависимости от вида системы полного привода. Вместе с тем, можно выделить следующее общее устройство раздаточной коробки:

- ведущий вал;
- межосевой дифференциал;
- механизм блокировки межосевого дифференциала;
- вал привода задней оси;
- цепная (зубчатая) передача;
- вал привода передней оси.

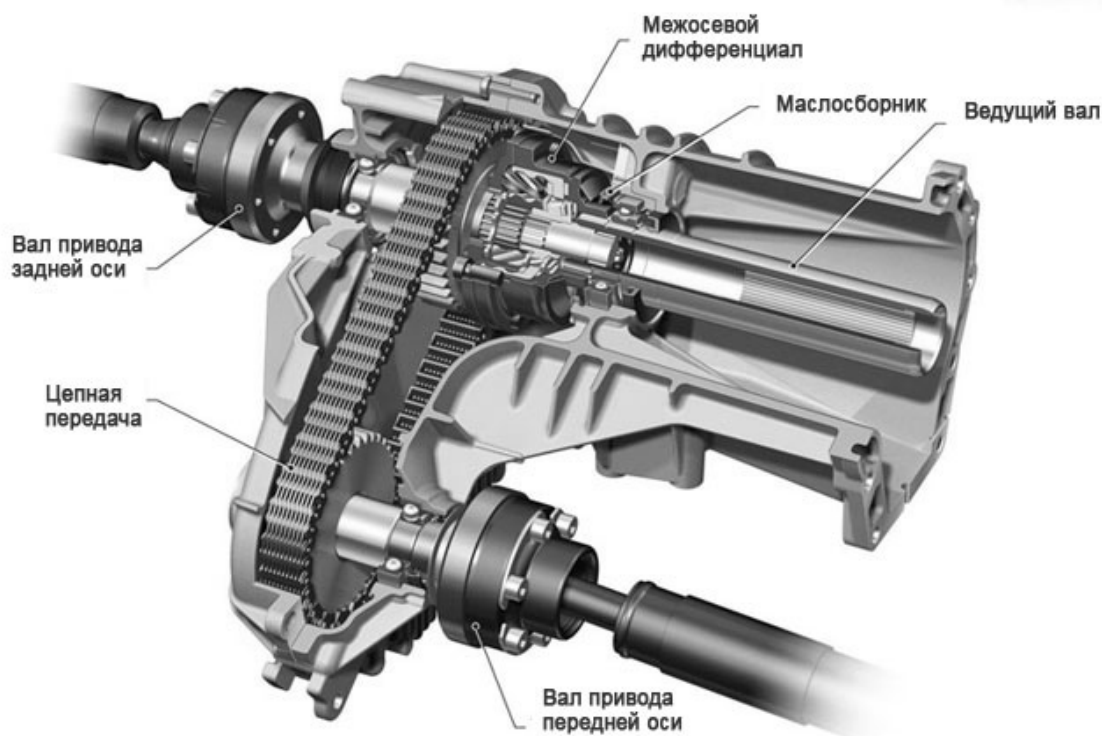


Рис. 2.3. Схема раздаточной коробки

Ведущий вал передает крутящий момент от коробки передач к раздаточной коробке. Межосевой дифференциал предназначен для распределения крутящего момента между осями и позволяет им вращаться с разными угловыми скоростями. Межосевой дифференциал может быть симметричным и несимметричным. Симметричный дифференциал распределяет крутящий момент между осями поровну, несимметричный – в опре-

деленном соотношении. В раздаточных коробках, используемых в системах полного привода подключаемого автоматически и полного привода подключаемого вручную межосевой дифференциал, как правило, не меняется.

2.2.3. Дифференциал

Дифференциал предназначен для передачи, изменения и распределения крутящего момента между двумя потребителями и обеспечения, при необходимости, их вращения с разными угловыми скоростями.

Дифференциал является одним из основных конструктивных элементов трансмиссии. Расположение дифференциала в трансмиссии автомобиля:

- в заднеприводном автомобиле для привода ведущих колес – в картере заднего моста;
- в переднеприводном автомобиле для привода ведущих колес – в коробке передач;
- в полноприводном автомобиле для привода ведущих колес – в картере переднего и заднего мостов;
- в полноприводном автомобиле для привода ведущих мостов – в раздаточной коробке (межосевой дифференциал).

Дифференциалы, используемые для привода ведущих колес, называются межколесными. Межосевой дифференциал устанавливается между ведущими мостами полноприводного автомобиля.

Конструктивно дифференциал построен на основе планетарного редуктора. В зависимости от вида зубчатой передач, используемой в редукторе, различают следующие виды дифференциалов: конический; цилиндрический; червячный.

Конический дифференциал применяется в основном в качестве межколесного дифференциала. Цилиндрический дифференциал устанавливается чаще между осями полноприводных автомобилей. Червячный дифференциал может устанавливаться как между колесами, так и между осями.

Устройство самого распространенного конического дифференциала показано на рис. 2.4. Составные части дифференциала: корпус, сателлиты, полуосевые шестерни.

2.2.4. Карданная передача

Карданная передача предназначена для передачи крутящего момента между валами, расположенными под углом друг к другу. В автомобиле карданная передача применяется, как правило, в трансмиссии и рулевом управлении.

Посредством карданной передачи могут соединяться следующие элементы трансмиссии:

- двигатель и коробка передач;
- коробка передач и раздаточная коробка;
- коробка передач и главная передача;
- раздаточная коробка и главная передача;
- дифференциал и ведущие колеса.

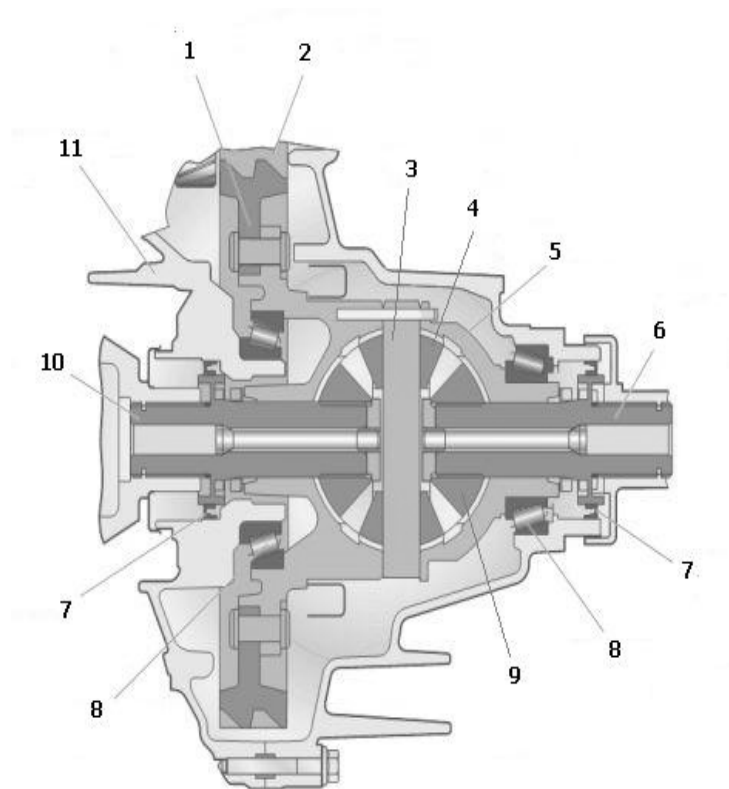


Рис. 2.4. Схема дифференциала:

1 – ведомая шестерня главной передачи; 2 – фрагмент ведущей шестерни главной передачи; 3 – ось сателлитов; 4 – сателлит; 5 – корпус дифференциала; 6 – правый фланцевый вал; 7 – сальник; 8 – конический роликовый подшипник; 9 – полуосевая шестерня; 10 – левый фланцевый вал; 11 – фрагмент картера коробки передач

Карданная передача с шарниром неравных угловых скоростей

Карданная передача с шарниром неравных угловых скоростей (рис. 2.5) имеет устоявшееся название – карданная передача, обиходное название – кардан. Данный тип передачи применяется в основном на заднеприводных автомобилях и автомобилях с полным приводом.

Шарнир неравных угловых скоростей объединяет две вилки, расположенные под углом 90° друг к другу, крестовину и фиксирующие элементы. Крестовина вращается в игольчатых подшипниках, установленных в про-

ушинах вилок. Подшипники необслуживаемые, пластичная смазка закладывается в них при сборке и в процессе эксплуатации не меняется.

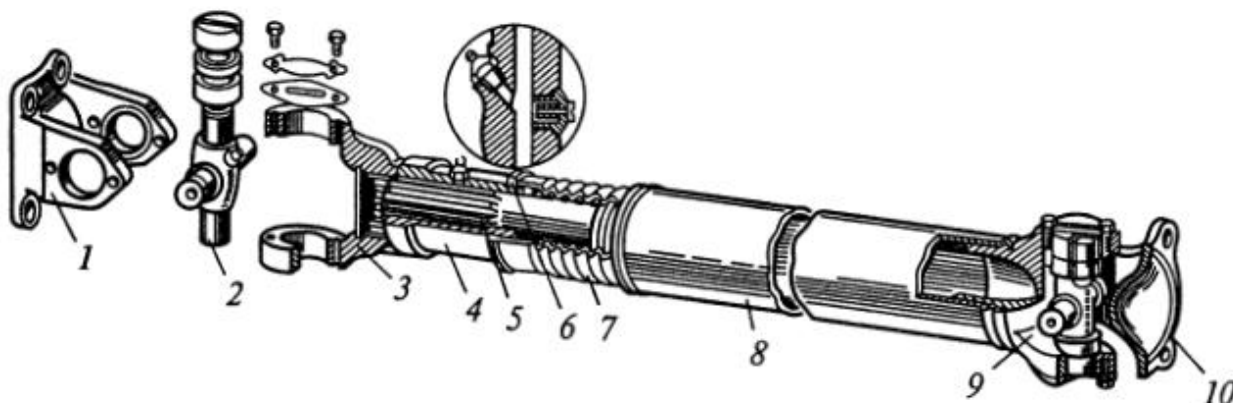


Рис. 2.5. Карданная передача с шарниром неравных угловых скоростей: 1 – вилка; 2 – крестовина; 3 – скользящая вилка; 4 – втулка шлицевого соединения; 5 – шлицевой наконечник; 6 – манжета; 7 – чехол; 8 – труба вала; 9 – вилка; 10 – вилка

Особенностью шарнира неравных угловых скоростей является неравномерная (циклическая) передача крутящего момента, т.е. за один оборот ведомый вал дважды отстает и дважды обгоняет ведущий вал. Для компенсации неравномерности вращения в карданной передаче применяется не менее двух шарниров, по одному с каждой стороны карданного вала. При этом вилки противоположных шарниров располагаются в одной плоскости.

В карданной передаче в зависимости от расстояния, на которое передается крутящий момент, применяется один или два карданных вала. При двухвальной схеме первый вал носит название промежуточного, второй – заднего карданного вала. Место соединения валов фиксируется с помощью промежуточной опоры. Промежуточная опора крепится к кузову (раме) автомобиля. Для компенсации, возникающих в результате работы, изменений длины карданной передачи в одном из валов выполняется шлицевое соединение.

Соединение карданной передачи с другими элементами трансмиссии производится с помощью соединительных элементов: фланцев, муфт и др.

Карданная передача с шарниром равных угловых скоростей

Карданная передача с шарниром равных угловых скоростей (ШРУС) нашла широкое применение в переднеприводных автомобилях.

Карданная передача данного типа включает два шарнира равных угловых скоростей, соединенных приводным валом. Ближайший к коробке передач (дифференциалу) шарнир носит название внутреннего, противоположный ему – внешний шарнир.

С целью снижения уровня шума карданная передача с шарниром равных угловых скоростей также применяется в трансмиссиях автомобилей с задним и полным приводом..

Карданный шарнир равных угловых скоростей (рис. 2.6) обеспечивает передачу крутящего момента от ведущего к ведомому валу с постоянной угловой скоростью, независимо от угла наклона валов. Самым распространенным в конструкции трансмиссии переднеприводного автомобиля является шариковый шарнир равных угловых скоростей.

Корпус имеет внутреннюю сферическую форму. Внутри корпуса располагается обойма. В корпусе и обойме выполнены канавки, по которым движутся шарики. Сепаратор удерживает шарики в определенном положении. Для защиты шарнира на ШРУС устанавливается грязезащитный чехол – «пыльник».

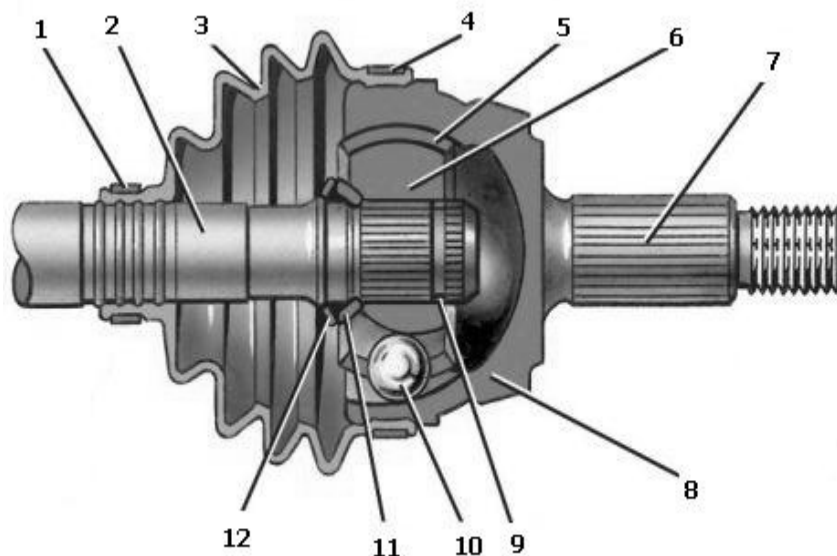


Рис.2.6. Схема шарнира равных угловых скоростей:

1 – хомут; 2 – полуось; 3 – грязезащитный чехол; 4 – хомут; 5 – сепаратор; 6 – обойма; 7 – малая полуось; 8 – корпус шарнира; 9 – стопорное кольцо; 10 – шарик; 11 – конусное кольцо; 12 – пружинная шайба

2.3. Виды трансмиссий

В зависимости от вида преобразуемой энергии различают следующие виды трансмиссии:

- механическая трансмиссия;
- электрическая трансмиссия;
- гидрообъемная трансмиссия.

2.3.1. Механические трансмиссии.

В механических трансмиссиях коробки перемены передач (КПП) или кратко – коробки передач (КП) содержат (рис. 2.7) лишь шестерёнчатые и фрикционные устройства. Преимущества их состоят в высоком коэффициенте полезного действия (КПД), компактности и малой массе, надёжности в работе, относительной простоте в производстве и эксплуатации. Недостатком механической трансмиссии является ступенчатость изменения передаточных чисел, снижающая использование мощности двигателя. Поэтому спортивные автомобили, снабжённые механической трансмиссией, оборудуют электронными переключателями передач (подрулевыми лепестками, кнопками на руле и пр.) и коробками передач со сверхбыстрыми синхронизирующими сервомеханизмами. Преимущества механических коробок перемены передач (МКПП):

- Наименьшая по сравнению с иными типами КП цена.
- Намного меньшая в сравнении с гидромеханической трансмиссией масса.
- Высокий КПД по сравнению с гидромеханической трансмиссией.
- Обычно не требует отдельной системы охлаждения, как автоматическая коробка перемены передач (АКПП).
- Средний автомобиль с АКПП при прочих равных уступает автомобилю с МКПП по топливной экономичности и динамике разгона.
- Относительная простота и отработанность конструкции.
- Достаточно высокая надёжность (срок службы МКПП сравним со сроком службы автомобиля, только сцепление требует замены).
- Большинство моделей не требуют дефицитных или специфических расходных материалов, частого обслуживания.
- У автомобилей с МКПП шире набор специальных техник вождения, опытный водитель может более эффективно использовать такой автомобиль при передвижении в гололедицу, по грязи и бездорожью.
- Автомобиль с МКПП легко пускается «с толкача», может буксироваться на любое расстояние с любой скоростью.
- МКПП, в отличие от гидромеханической АКПП, допускает полное разобщение двигателя и трансмиссии.

Недостатки МКПП:

- Утомляющее водителя переключение передач, особенно в городском цикле и движении в пробках.

- Более сложное относительно АКПП управление автомобилем, необходимость наличия специфического навыка для достижения плавного переключения передач без рывков.
- Переключение передач сопряжено с временным разобщением двигателя и трансмиссии, что увеличивает время переключения.

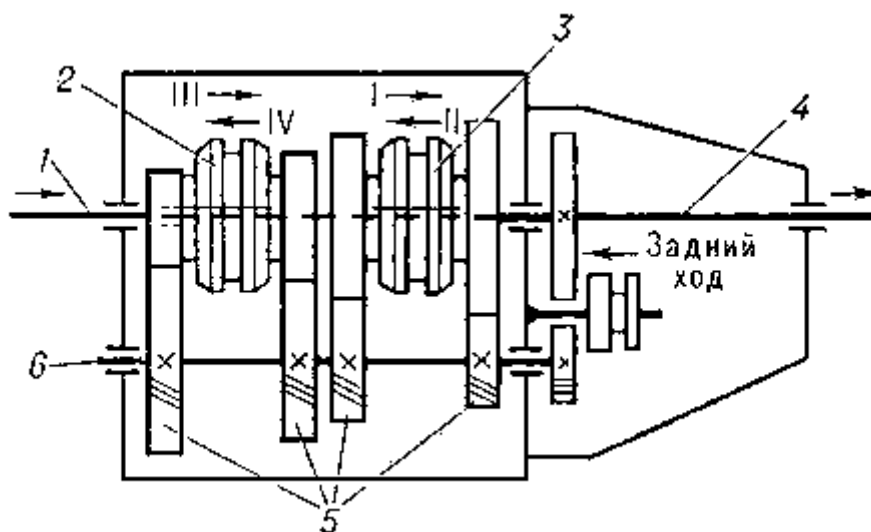


Рис. 2.7. Схема механической автомобильной четырёхступенчатой (I—IV) коробки передач: 1 — первичный вал; 2, 3 — муфты с синхронизаторами; 4 — выходной вал; 5 — шестерни, входящие в зацепление с зубчатыми колёсами; 6 — вторичный вал

2.3.2. Трансмиссии с автоматическими коробками передач

Существует 3 основных принципа устройства трансмиссий с АКПП: использование в трансмиссии гидротрансформатора, вариатора или роботизированной КПП.

Гидромеханические трансмиссии имеют гидромеханическую коробку передач, в состав которой входят гидродинамический преобразователь момента (гидротрансформатор) и механический редуктор. Преимущества этих трансмиссий состоят в автоматическом изменении крутящего момента в зависимости от внешних сопротивлений, возможности автоматизации переключения передач и облегчении управления, фильтрации крутильных колебаний и снижении пиковых нагрузок, действующих на агрегаты трансмиссии и двигатель, и в повышении вследствие этого надёжности и долговечности поршневого двигателя и трансмиссии.

Наиболее эффективным считается вариатор, позволяющий плавно изменять передаточное отношение в трансмиссии с высоким КПД.

Отдельно выделяют роботизированную трансмиссию, где разъединение сцепления и переключение передач также происходит автоматически, но

отсутствует механизм плавного изменения крутящего момента — гидротрансформатор.

Автоматическая гидромеханическая трансмиссия (рис. 2.8) переключает передачи в зависимости от скорости автомобиля, сопротивления движению и обеспечивает водителю комфортные условия для вождения.

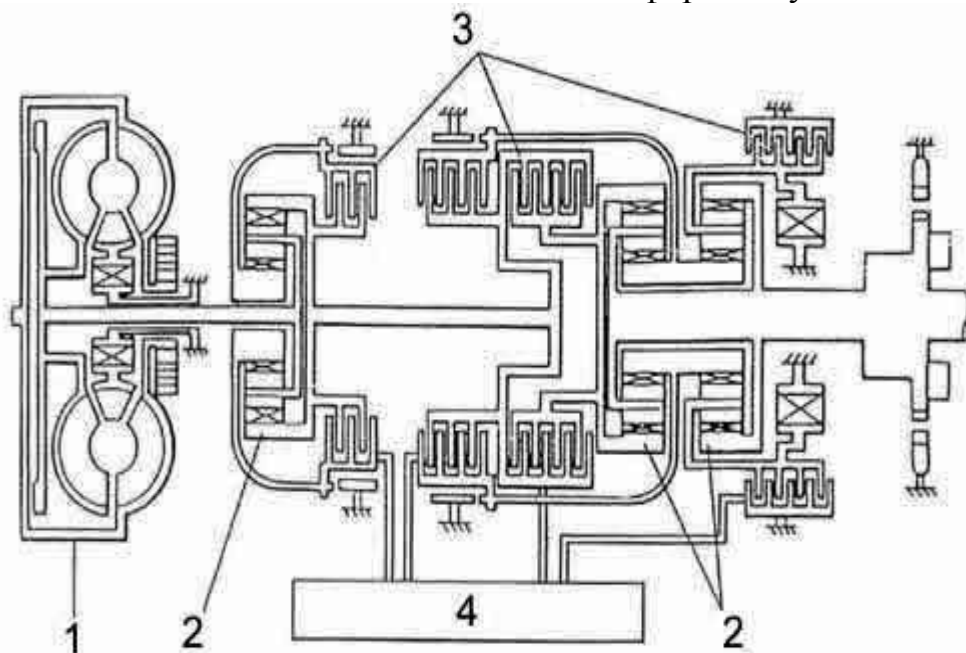


Рис. 2.8. Устройство автоматической коробки переключения передач с гидротрансформатором: 1 – гидротрансформатор (ГТ) – соответствует сцеплению, но не требует непосредственного управления со стороны водителя; 2 – планетарный ряд – соответствует блоку шестерен в механической коробке передач и служит для изменения передаточного отношения при переключении передач. 3 – тормозная лента, передний фрикцион, задний фрикцион – компоненты, посредством которых осуществляется переключение передач; 4 – устройство управления

Гидротрансформатор (ГТ) служит для передачи крутящего момента непосредственно от двигателя к элементам автоматической коробки передач. Гидротрансформатор (рис. 2.9) наполнен маслом, которое активно перемешивается при его работе. Насосное колесо жёстко связано с корпусом гидротрансформатора, при вращении вала двигателя оно создает внутри гидротрансформатора поток масла, который вращает колесо статора (реактора) и турбину. Конструктивным отличием гидротрансформатора от гидромуфты является наличие реактора. Статор (реактор) ГТ связан с насосным колесом через обгонную муфту. При значительной разнице частоты вращения насоса и турбины, статор (реактор) автоматически блокируется и передает на насосное колесо больший объём жидкости. Благодаря статору

(реактору) происходит увеличение крутящего момента до трёх раз при старте с места. Турбина жёстко связана с валом АКПП.

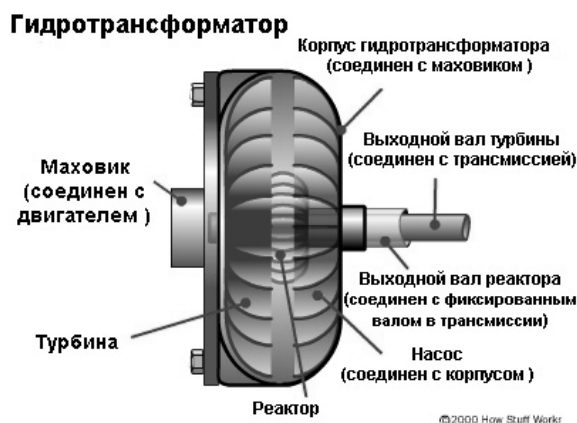


Рис.2.9. Устройство гидротрансформатора

Автоматическая трансмиссия с вариатором (рис.2.10) имеет следующее общее устройство:

- механизм, обеспечивающий передачу крутящего момента и разъединение коробки передач от двигателя (нейтральное положение коробки передач);
- собственно вариатор (вариаторная передача);
- механизм, обеспечивающий движение задним ходом;
- система управления.

Для передачи крутящего момента и разъединения вариатора от двигателя используются следующие механизмы:

- центробежное автоматическое сцепление (вариатор Transmatic);
- электромагнитное сцепление с электронным управлением (вариатор Huper);
- многодисковое мокрое сцепление с электронным управлением (вариаторы Multitronic, Multimatic);
- гидротрансформатор (вариаторы Autotronic, Ecotron

Функцию разъединения двигателя от коробки передач в системе Multitronic выполняют два мокрых (работающих в масле) многодисковых сцепления. Сцепления представляют собой многодисковые фрикционные муфты – фрикционы: фрикцион переднего хода и фрикцион заднего хода. Конструкция фрикционных муфт аналогична муфтам, применяемым для переключения передач в планетарных АКПП.

Планетарный механизм используется только для движения задним ходом. При движении автомобиля вперед происходит блокировка редуктора фрикционом переднего хода. При движении назад – фрикцион заднего хода блокирует коронную шестерню редуктора на корпус коробки передач, вследствие чего планетарный редуктор движется в противоположную сто-

рону. Скорость движения задним ходом ограничивается системой управления.

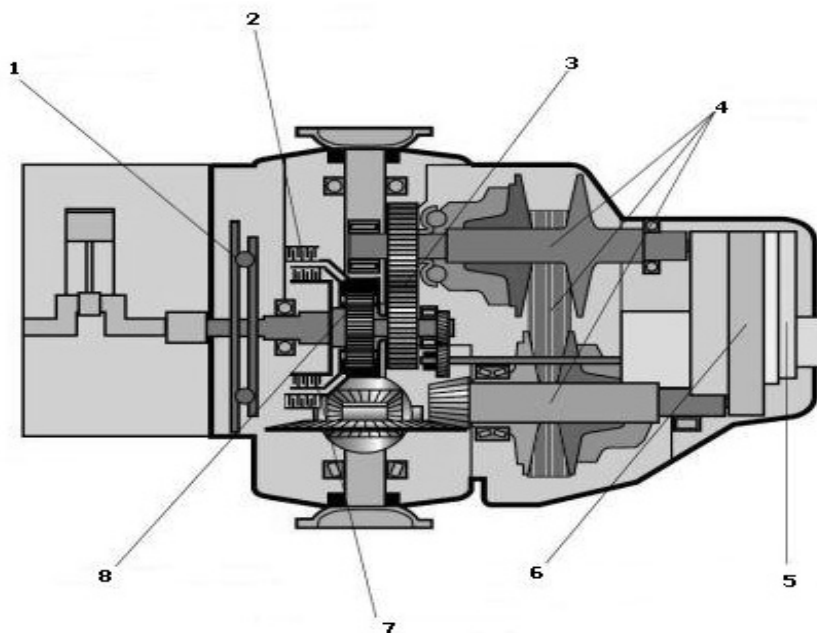


Рис. 2.10. Трансмиссия с вариатором Multitronic: 1 – маховик с демпфером крутильных колебаний; 2 – фрикцион заднего хода; 3 – промежуточная передача; 4 – вариатор; 5 – электронный блок управления; 6 – гидравлический блок управления; 7 – фрикцион переднего хода; 8 – планетарный механизм

Вариатор обеспечивает плавное изменение передаточного числа. Он состоит из следующих конструктивных элементов:

- ведущий шкив;
- ведомый шкив;
- цепь.

Каждый из шкивов представляют собой два диска с конической поверхностью. Ведущий диск соединяется с коленчатым валом двигателя через промежуточную передачу. С ведомого диска крутящий момент направляется на главную передачу. Один из дисков на каждом шкиве подвижен. Это позволяет в процессе работы изменять диаметр шкива.

В вариаторе Мультиитроник впервые применена металлическая цепь. Привод каждого из шкивов состоит из двух гидроцилиндров – прижимного и регулировочного. Прижимной гидроцилиндр непосредственно прижимает цепь к дискам шкива. Регулировочный гидроцилиндр обеспечивает изменение диаметра шкива, т.е. регулирует передаточное отношение. Сила, с которой диски прижимаются к цепи, контролируется датчиком крутящего момента. Датчик установлен на ведущем диске.

Так как вариатор Multitronic устанавливается на переднеприводные автомобили, в конструкцию коробки передач включены главная передача и дифференциал.

Система управления коробкой передач включает следующие элементы:

- гидравлический блок управления;
- входные датчики;
- электронный блок управления.

Гидравлический блок управления осуществляет непосредственное управление фрикционными переднего и заднего хода, прижимными и регулировочными цилиндрами, регулирует давление рабочей жидкости в системе, а также производит охлаждение фрикционных. В гидравлическом блоке имеются:

- золотник ручного управления;
- гидравлические клапаны;
- электромагнитные клапаны управления давлением.

Циркуляцию рабочей жидкости в системе обеспечивает масляный насос шестеренного типа, который имеет привод от первичного вала. Для охлаждения фрикционных применяется эжекционный насос, действие которого основано на подаче рабочей жидкости за счет разряжения. Охлаждение рабочей жидкости производится в масляно-водяном теплообменнике, включенном в систему охлаждения двигателя.

К входным датчикам системы управления коробкой передач относятся:

- датчик положения рычага селектора;
- датчик числа оборотов на входе коробки передач;
- датчик числа оборотов на выходе коробки передач;
- датчик температуры рабочей жидкости;
- датчик давления рабочей жидкости.

Электронный блок управления служит для выбора оптимального передаточного отношения в соответствии с условиями движения и желаниями водителя. На основании сигналов датчиков электронный блок управления вычисляет величину давления рабочей жидкости и реализует это давление путем воздействия на электромагнитные клапаны. Блок управления установлен непосредственно на коробке передач.

Роботизированные трансмиссии различаются по конструкции роботизированных коробок перемены передач. Можно выделить следующее общее устройство роботизированной коробки:

- сцепление;
- механическая коробка передач;
- привод сцепления и передач;
- система управления.

В роботизированных коробках передач используется сцепление фрикционного типа. Это может быть отдельный диск или пакет фрикционных дисков. Прогрессивным в конструкции коробки передач является двойное сцепление, которое обеспечивает передачу крутящего момента без разрыва

потока мощности. На рис .2.11 показана коробку передач DSG (Direct Shift Gearbox) автомобилей Volkswagen.

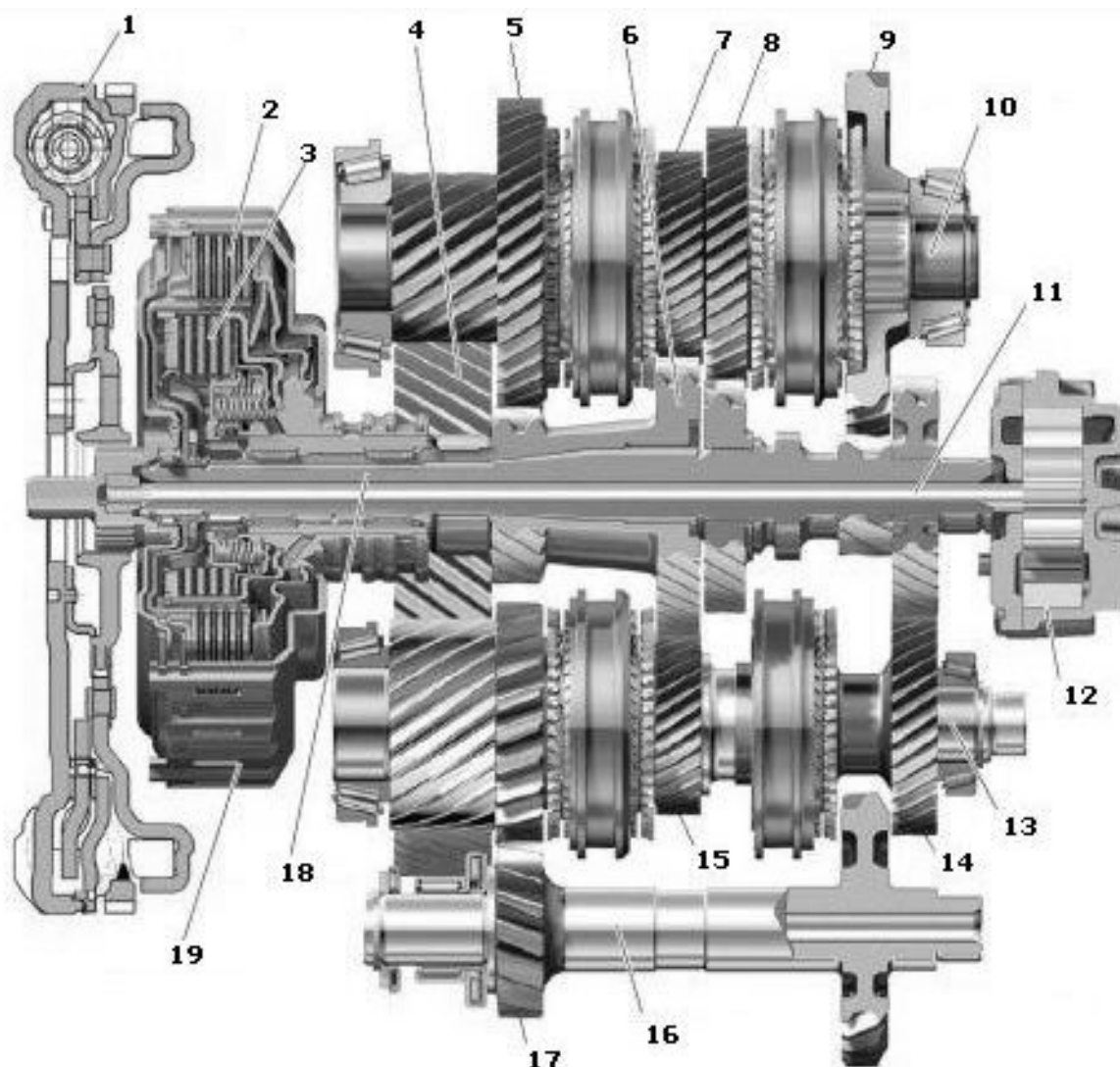


Рис. 2.11. Схема роботизированной коробки передач DSG:
1– двухмассовый маховик; 2–первая фрикционная муфта; 3–вторая фрикционная муфта; 4–ведомая шестерня главной передачи; 5–ведомая шестерня второй передачи; 6–первичный вал второго ряда; 7–ведомая шестерня четвертой передачи; 8–ведомая шестерня третьей передачи; 9–ведомая шестерня первой передачи; 10–первый вторичный вал; 11–вал масляного насоса; 12–масляный насос; 13–второй вторичный вал; 14–ведомая шестерня пятой передачи; 15–ведомая шестерня шестой передачи; 16–ось шестерни заднего хода; 17–шестерня заднего хода; 18–первичный вал первого ряда; 19–сдвоенное сцепление

Непрерывная передача крутящего момента от двигателя к ведущим колесам достигнута за счет применения двух сцеплений и соответствующих им двух рядов передач. Наиболее распространенные коробки передач DSG имеют шестиступенчатую и семиступенчатую конструкции. Семиступенчатая коробка (крутящий момент до 250 Нм) устанавливается на легковые автомобили В, С и некоторые модели D класса. Шестиступенчатая коробка передач передает крутящий момент до 350 Нм и устанавливается на более мощных машинах.

Двойное сцепление обеспечивает передачу крутящего момента на первый и второй ряды передач. Сцепление включает ведущий диск, соединенный через входную ступицу с маховиком, и две фрикционные многодисковые муфты, связанные через главную ступицу с рядами передач.

На шестиступенчатой коробке передач двойное сцепление «мокрого» типа, т.е. постоянно находится в масле. Семиступенчатая коробка имеет сухое сцепление, что позволяет значительно уменьшить объем заправляемого масла (с 6.5 л до 1.7 л), снизить энергозатраты и повысить топливную экономичность двигателя. С этой же целью на семиступенчатой коробке масляный насос с гидравлическим приводом заменен на более экономичный электрический насос.

Первый ряд коробки обеспечивает работу нечетных передач и заднего хода, второй ряд отвечает за четные передачи. Каждый из рядов передач представляет собой первичный и вторичный валы с блоками шестерен. Первичные валы расположены соосно, при этом первичный вал второго ряда выполнен полым и надет на первичный вал первого ряда.

Шестерни на первичных валах имеют жесткое соединение с валом. Шестерни вторичных валов вращаются свободно. При этом шестерни первичного и вторичного валов находятся в постоянном зацеплении. Между шестернями вторичного вала расположены синхронизаторы, которые осуществляют включение конкретной передачи. Для выполнения реверсивного движения в коробке передач предусмотрен промежуточный вал с шестерней заднего хода. На вторичных валах также расположены ведущие шестерни главной передачи.

Для управления сцеплением и переключения передач предназначена система управления коробкой передач. Система управления включает:

- входные датчики;
- электронный блок управления;
- электрогидравлический блок управления;
- исполнительные механизмы.

Электронный и электрогидравлический блоки управления, а также практически все входные датчики, объединены в единый модуль, имеющий название Mechatronic. Модуль управления располагается непосредственно в картере коробки передач.

Входные датчики отслеживают частоту вращения на входе и выходе коробки передач, давление и температуру масла, а также положение вилок включения передач. Электронный блок управления на основании сигналов датчиков реализует, заложенный в него, алгоритм управления коробкой передач.

Электрогидравлический блок управления обеспечивает работу гидравлического контура управления коробкой передач. В него входят следующие элементы:

- золотники-распределители;
- электромагнитные клапана;
- клапана регулирования давления;
- мультиплексор.

Золотники-распределители приводятся в действие рычагом селектора. Электромагнитные клапаны осуществляют переключение передач. Клапаны регулирования давления обеспечивают работу фрикционных муфт. Электромагнитные клапаны и клапаны регулирования давления являются исполнительными механизмами системы управления коробкой передач.

В коробке применено устройство мультиплексор, которое позволяет управлять восьмью гидроцилиндрами переключения передач только с помощью четырех электромагнитных клапанов. В исходном положении мультиплексора работают одни гидроцилиндры, в рабочем – другие, при этом в обоих режимах общие электромагнитные клапаны.

Принцип работы коробки передач DSG заключается в последовательном включении передач обоих рядов. При этом во время работы одной передачи, следующая передача уже выбрана и готова к включению.

2.3.3. Электрическая трансмиссия

Электрическая трансмиссия состоит из электрического генератора, тягового электродвигателя (или нескольких), электрической системы управления, соединительных кабелей. Как правило электрическая часть трансмиссии согласуется с механическими редукторами и такая трансмиссия называется электромеханической. Основным достоинством электромеханических трансмиссий, является обеспечение наиболее широкого диапазона автоматического изменения крутящего момента и силы тяги, а также отсутствие жёсткой кинематической связи между агрегатами электротрансмиссии, что позволяет создать различные компоновочные схемы.

Недостатком, препятствующим широкому распространению электрических трансмиссий, являются относительно большие габариты, масса и стоимость (особенно если используются электрические машины постоянного тока), сниженный КПД (по сравнению с чисто механической). Однако, с развитием электротехнической промышленности, массовым распро-

странением асинхронного, синхронного, вентильного, индукторного и др. видов электрического привода, открываются новые возможности для электромеханических трансмиссий. Иногда применяют ведущее колесо с установленным внутри электродвигателем – электромотор-колесо.

Электрические трансмиссии применяются в тепловозах, карьерных самосвалах, некоторых морских судах, тракторах ЧТЗ, самоходных механизмах, военной технике (в свое время, на танках ЭКВ (СССР) и немецких военных машинах «Фердинанд» и «Мышонок»), автобусах (например ЗИС-154)). В настоящее время все ведущие мировые автостроительные фирмы начали использовать такие трансмиссии в гибридных автомобилях.

Впервые на массово производимом автомобиле бесступенчатая электрическая трансмиссия была установлена на гибридный автомобиль Toyota Prius (NHW10) в 1990-х годах, после разработки и начала производства современных компактных электромашин с мощными постоянными магнитами и производства мощных силовых электронных блоков управления электромашинами.

Однорежимная гибридная трансмиссия имеет очень простое механическое устройство и состоит только из одного планетарного механизма и двух электромашин, при этом отсутствуют многодисковые фрикционные муфты.

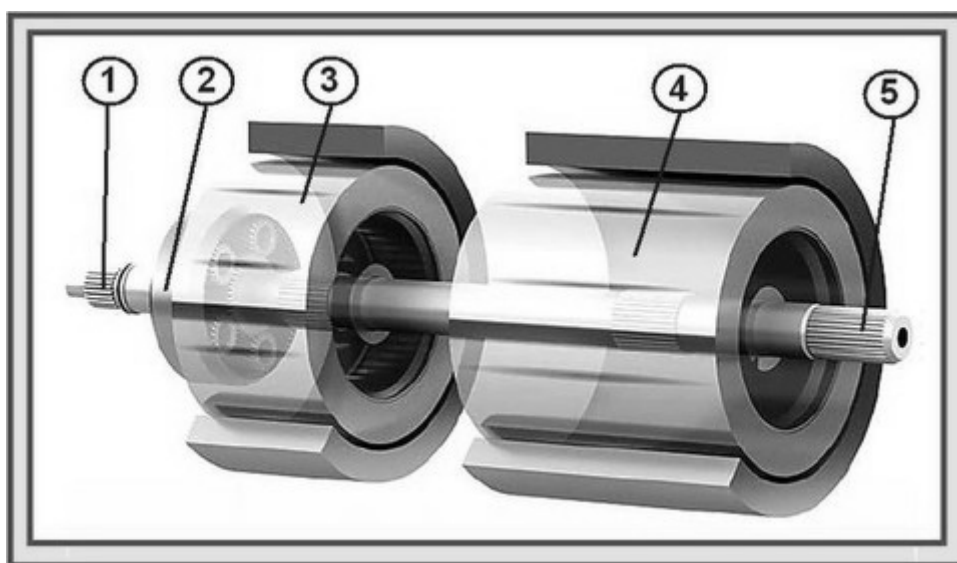


Рис. 2.12. Однорежимная бесступенчатая электрическая трансмиссия с разделением потока мощности на входе: 1 – входной вал; 2 – делитель мощности на входе (планетарный механизм); 3 – электромашинa 1; 4 – электромашинa 2; 5 – выходной вал

Мощность двигателя внутреннего сгорания поступает непосредственно на планетарный механизм. Планетарный механизм разделяет общий поток

мощности ДВС на две ветки – механическую и электрическую. На основных режимах большая часть мощности ДВС направляется по механической ветке через трансмиссию непосредственно на выходной вал трансмиссии. Оставшаяся мощность ДВС передаётся на первую электромашину. Первая электромашина, в основном работающая в режиме генератора, и преобразует часть механической мощности ДВС, переданной на генератор, в электрическую энергию. Электрическая энергия, выработанная генератором, используется для зарядки высоковольтной аккумуляторной батареи или для питания второй электромшины, в основном работающей в режиме тягового электродвигателя. Тяговый электродвигатель обратно преобразует электрическую энергию, поступающую от генератора или от высоковольтной аккумуляторной батареи, в механическую энергию и передаёт её на выходной вал трансмиссии.

Известна двухрежимная гибридная трансмиссия, улучшающая все качества однорежимной трансмиссии за счёт добавления ещё второго режима бесступенчатой электрической трансмиссии. Этот второй режим называется комбинированным разделением мощности бесступенчатой электрической трансмиссии. Достигается это за счёт установки ещё одного планетарного механизма в однорежимную гибридную трансмиссию с двухступенчатым механическим редуктором на выходе.

Есть и другие конструкции электрических трансмиссий.

2.3.4. Гидрообъемная трансмиссия.

Этот вид трансмиссии представляет собой бесступенчатую передачу автомобиля. Схема аналогична электромеханической трансмиссии. В гидрообъемной трансмиссии двигатель внутреннего сгорания приводит в действие гидронасос, соединенный трубопроводами с гидромоторами, валы которых связаны с ведущими колесами автомобиля. При работе двигателя гидростатический напор жидкости, создаваемый гидронасосом в гидромоторах ведущих колес, преобразуется в механическую работу. Ведущие колеса с гидромоторами, установленными в них, называются гидромотор-колесами. Рабочее давление в системе в зависимости от конструкции гидроагрегатов 10 – 50 МПа.

На рис. 2.13 представлена простейшая схема устройства и работы гидрообъемной передачи, в которой используется гидростатический напор жидкости. При вращении коленчатого вала двигателя через кривошип 2 и шатун 3 производится перемещение поршня 4 гидронасоса. Жидкость из гидронасоса через трубопровод 9 подается в цилиндр гидродвигателя, поршень 8 которого перемещает через шатун 7 кривошип 5 и приводит во вращение ведущее колесо 6.

Преимуществом гидрообъемной трансмиссии является бесступенчатое автоматическое изменение ее передаточного числа и передаваемого крутящего момента, что обеспечивает плавное трогание автомобиля с места, облегчает и упрощает управление автомобилем и снижает утомляемость водителя и, следовательно, повышает безопасность движения. Она также повышает проходимость автомобиля в результате непрерывного потока мощности и плавного изменения крутящего момента.

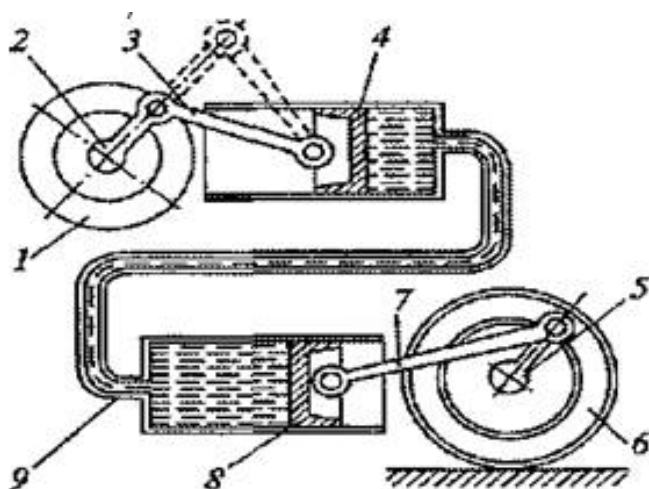


Рис. 2.13. Схема гидрообъемной передачи: 1 – двигатель; 2, 5 – кривошипы; 3, 7 – шатуны; 4, 8 – поршни; 6 – колесо; 9 – трубопровод

В действительности гидрообъемные передачи, применяемые на автомобилях, гораздо сложнее, чем представленная на рисунке. Так, они включают роторные гидронасосы плунжерного типа, колесные гидродвигатели, магистрали высокого и низкого давления, редукционные клапаны, охладитель, дренажную и подпитывающую системы (резервуар, фильтр, охладитель, насос, редукционный и предохранительный клапаны).

По сравнению с механической гидрообъемная трансмиссия имеет большие габаритные размеры и массу, меньшие КПД, долговечность и более высокую стоимость. Она сложна в изготовлении и требует надежных уплотнений.

2.4. Системы полного привода

Трансмиссии полноприводных автомобилей имеют различные конструкции. В совокупности они образуют **системы полного привода**. Различают следующие виды систем полного привода:

- постоянный полный привод;
- полный привод подключаемый автоматически;
- полный привод подключаемый вручную.

Разные виды систем полного привода имеют, как правило, разное предназначение. Вместе с тем можно выделить следующие общие преимущества данных систем, определяющие область их применения:

- эффективное использование мощности двигателя;
- лучшая управляемость и курсовая устойчивость на скользком покрытии.

2.4.1. Система постоянного полного привода

Система постоянного полного привода (рис. 2.14) (другое наименование – система полного привода Full Time, в переводе «полное время») обеспечивает постоянную передачу крутящего момента на все колеса автомобиля. Система имеет следующее общее устройство:

- сцепление;
- коробка передач;
- раздаточная коробка;
- карданные передачи задней и передней оси;
- главные передачи задней и передней оси;
- межколесные дифференциалы задней и передней оси.

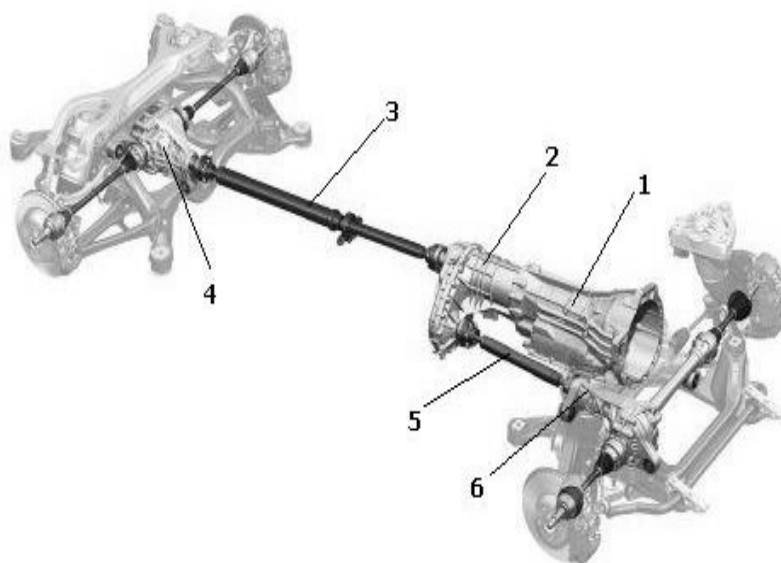


Рис. 2.14. Схема системы постоянного полного привода Quattro: 1–коробка передач; 2– раздаточная коробка; 3–карданная передача; 4–главная передача и задний межколесный дифференциал; 5–вал привода передней оси; 6–главная передача и передний межколесный дифференциал

Постоянный полный привод применяется как на автомобилях с заднеприводной компоновкой (продольное расположение двигателя и коробки передач), так и на автомобилях с переднеприводной компоновкой (поперечное расположение двигателя и коробки передач). Такие системы различаются в основном по конструкции раздаточной коробки и карданных передач. Известными системами постоянного полного привода являются система Quattro от Audi (см. рис. 2.14), xDrive от BMW, 4Matic от Mercedes.

Принцип работы системы постоянного полного привода заключается в следующем. Крутящий момент от двигателя передается на коробку передач и далее на раздаточную коробку. В раздаточной коробке момент распределяется по осям. При необходимости водителем может быть включена понижающая передача. Далее крутящий момент через карданные валы передается на главную передачу и межосевой дифференциал каждой из осей. От дифференциала крутящий момент через полуоси передается на ведущие колеса. При проскальзывании колес одной из осей автоматически или принудительно производится блокировка межосевого и межколесного дифференциалов.

2.4.2. Система автоматически подключаемого полного привода

Практически все ведущие автопроизводители имеют в своем модельном ряду автомобили с автоматически подключаемым полным приводом. Известной системой полного привода подключаемого автоматически является 4Motion от Volkswagen (рис. 2.15). Система полного привода подключаемого автоматически имеет следующее общее устройство:

- сцепление;
- коробка передач;
- главная передача передней оси;
- межколесный дифференциал передней оси;
- раздаточная коробка;
- карданная передача;
- муфта подключения задней оси;
- главная передача задней оси;
- межколесный дифференциал задней оси;
- полуоси.

Принцип работы системы полного привода подключаемого автоматически, оборудованного фрикционной муфтой, заключается в следующем. Крутящий момент от двигателя, через сцепление, коробку передач, главную передачу и дифференциал передается на переднюю ось автомобиля. Крутящий момент через раздаточную коробку и карданные валы также передается на фрикционную муфту. В нормальном положении фрикционная муфта имеет минимальное сжатие, при котором на заднюю ось передается

до 10% крутящего момента. При проскальзывании колес передней оси по команде электронного блока управления срабатывает фрикционная муфта и передает крутящий момент на заднюю ось. Величина передаваемого на заднюю ось крутящего момента может изменяться в определенных пределах.

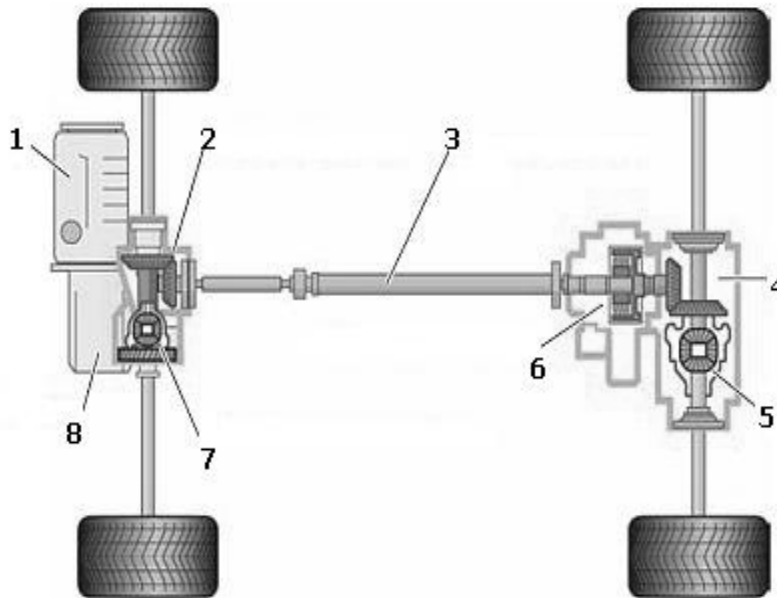


Рис. 2.15. Схема системы полного привода подключаемого автоматически 4Motion (Volkswagen): 1 – двигатель; 2– раздаточная коробка; 3– карданная передача.; 4– главная передача задней оси; 5– межколесный дифференциал задней оси; 6– фрикционная муфта; 7– межколесный дифференциал передней оси; 8– коробка передач

В системе полного привода 4Motion применяется многодисковая фрикционная муфта Haldex (рис. 2.16). Муфта обеспечивает управляемую передачу крутящего момента (величина передаваемого крутящего момента определяется степенью замыкания муфты) от передней к задней оси автомобиля. Муфта Haldex встроена в картер дифференциала задней оси.

3. Ходовая часть

Подвеска – совокупность деталей, узлов и механизмов, связывающих корпус машины с опорными элементами (колёсами, катками).

3.1. История возникновения и развитие

Уже на первых автомобилях появилась рессорная подвеска, которая выполняла несколько довольно важных функций. Во-первых, она связывала кузов машины с дорогой. Во-вторых, подвеска обеспечивала передачу через колеса сил от дороги на несущую систему.

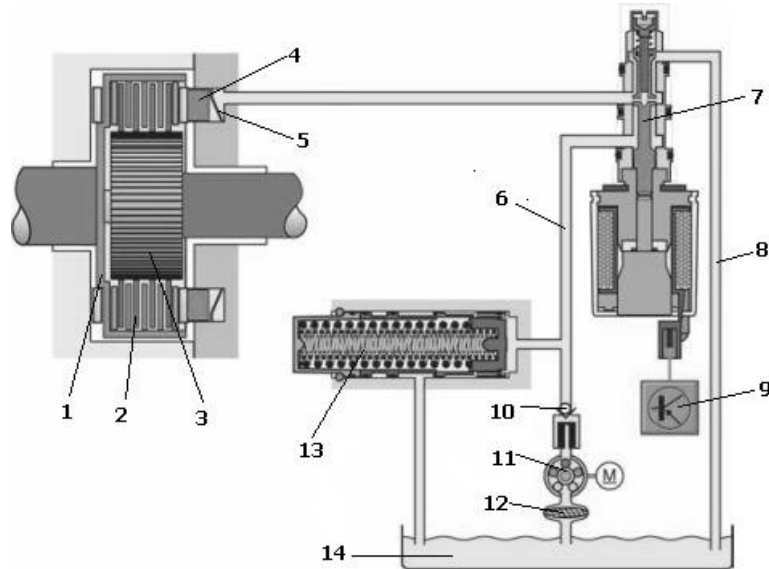


Рис. 2.16. Схема фрикционной муфты Haldex:

1 — барабан; 2—пакет фрикционных дисков; 3—ступица; 4—поршень; 5—тарельчатая пружина; 6—подающая магистраль; 7—клапан управления; 8—обратная магистраль; 9—блок управления; 10—обратный клапан; 11—насос; 12—масляный фильтр; 13—аккумулятор давления; 14—масляный бак

Главное — подвеска отвечает за плавность движения автомобиля, а также регулирует необходимое перемещение колес относительно кузова машины. Подвески, которые были «унаследованы» от карет, имели рессорное строение и относились к классу зависимых — то есть, оба колеса на одной оси имели жесткую связку между собой, что отражалось на плавности движения не самым лучшим образом. Затем из конструкции подвесок инженеры начали изымать рессоры, и добавлять рычаги. Но сама конструкция при этом оставалась зависимой. Впрочем, рычажная подвеска уже отличалась более прогрессивными характеристиками, что не преминуло сказаться на плавности хода автомобилей. Настоящий комфорт водители почувствовали, когда автомобильные конструкторы изобрели независимую подвеску, в которой оба колеса одной оси не были жестко связаны между собой. Вершиной эволюции подвесок стала так называемая активная конструкция, при которой водитель или бортовой компьютер автомобиля мо-

жет изменять параметры подвески в зависимости от скорости движения автомобиля и качества дорожного покрытия.

3.2. Виды и краткие характеристики подвесок

По способу соединения с корпусом (рамой) машины

- Жёсткие
- Полужёсткие (тракторные)
- Мягкие (эластичные и упругие)

По связи колёс с упругими элементами

Двухрычажная подвеска

- С продольными рычагами (маятниковая)
- С поперечными рычагами
- Телескопическая

По способу соединения колёс между собой

- Независимая (индивидуальная).
- Блокированная (зависимая, устаревшее — балансирная)
- Смешанная

По управляемости

- Активная (управляемая)
- Полуактивная (изменяется только дорожный просвет)
- Пассивная (неуправляемая)

3.3. Зависимая подвеска колес автомобиля

Зависимая подвеска – подвеска, когда колеса одной оси автомобиля связаны между собой жесткой балкой (рис. 3.1). При наезде на препятствие одного из колес, второе наклоняется на тот же угол.

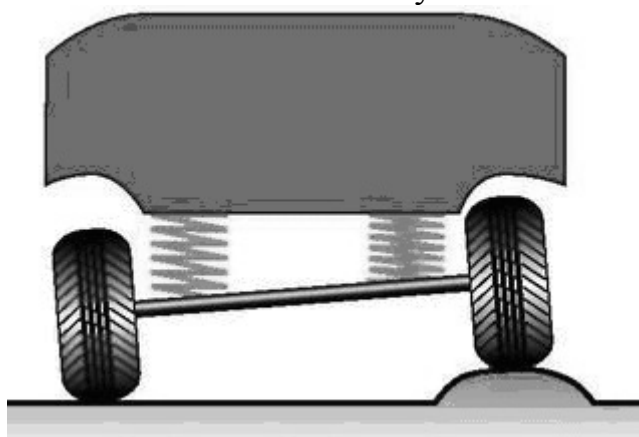


Рис. 3.1. Зависимая подвеска

Типичным представителем такой конструкции может служить задняя подвеска с цилиндрическими винтовыми пружинами в качестве упругих элементов. Как пример можно привести конструкцию задних подвесок классических "Жигулей". В этом случае балка заднего моста "подвешивается" на двух винтовых пружинах и дополнительно крепится к кузову при помощи четырех продольных рычагов. Кроме этого, для улучшения управляемости, уменьшения крена кузова в поворотах и улучшения плавности хода устанавливается поперечная реактивная штанга (рис. 3.2). Основным недостатком этого типа подвески является значительная масса балки заднего моста. Этот показатель особенно возрастает, когда мост выполняется ведущим: приходится "нагружать" балку весом картера главной передачи, редуктора и т.п. А приводит все это к возрастанию неподрессоренных масс, из-за чего значительно ухудшается плавность хода и появляются вибрации.

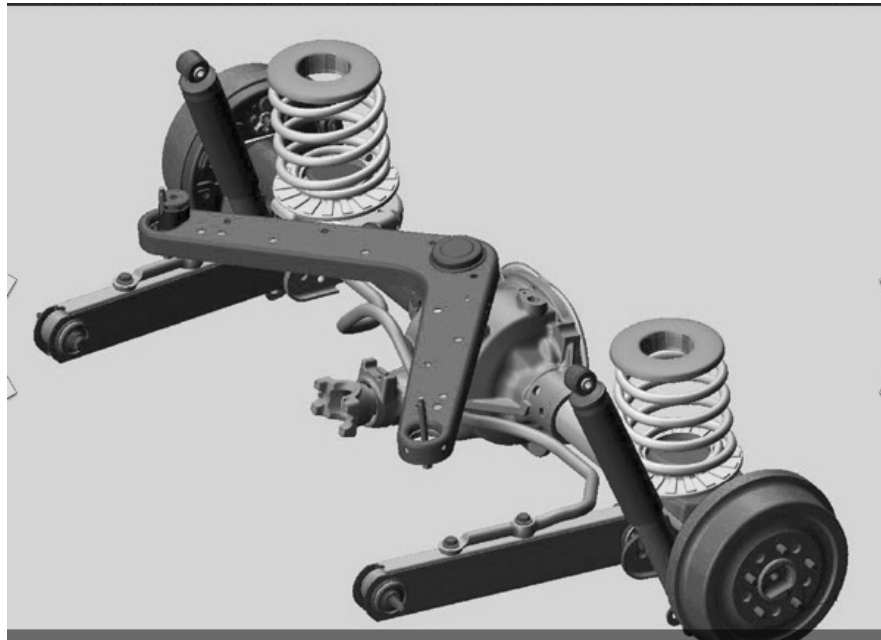


Рис.3.2. Задняя зависимая подвеска

3.4. Рессорная подвеска

Одна из первых и наиболее распространенных конструкций зависимой подвески – с продольными или поперечными рессорами и гидравлическими амортизаторами. Ее применяют на грузовиках, коммерческих автомобилях и на некоторых моделях вседорожников. Это наиболее простой вариант решения задней подвески: мост "подвешивается" на продольных рессорах, закрепленных в кронштейнах кузова. Кроме этого, к балке заднего моста крепятся амортизаторы. В такой конструкции рессоры выпол-

няют также функции направляющих элементов, то есть связывают колесо с кузовом и определяют его кинематику.

Рессорная подвеска имеет простую конструкцию, высокую надежность, выдерживает очень большие нагрузки и поэтому чаще всего применяется на тяжелых джипах, иногда на более легких вседорожниках. Пружинные подвески немного сложнее рессорных, но при этом компактны и довольно мягкие и длинноходные. В остальных же случаях применяются различные варианты независимых рычажных задних подвесок.

3.5. Независимая подвеска колес автомобиля

Независимая подвеска – подвеска, когда колеса одной оси автомобиля не связаны жестко друг с другом. При наезде на препятствие, одно из колес может менять свое положение, не изменяя при этом положения второго колеса (рис. 3.4).

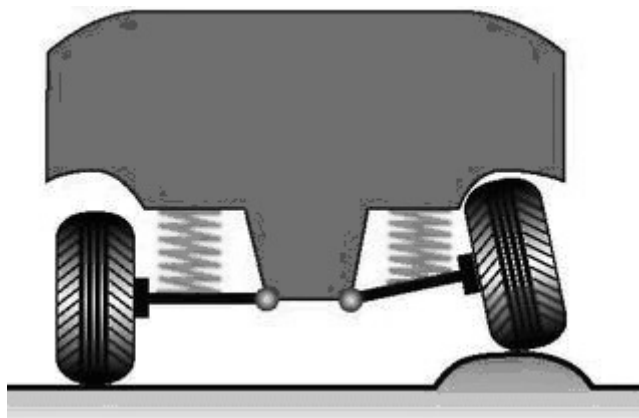


Рис. 3.4. Независимая подвеска

Подвеска «Макферсон»



Рис. 3.5. Подвеска «Макферсон»

Подвеска качающаяся свеча или «Макферсон» (рис.3.5), названная по имени инженера Эрла Макферсона (**McPherson**), разработавшего её в 1960 году, представляет собой подвеску колеса, состоящую из одного рычага, стабилизатора поперечной устойчивости и блока из пружинного элемента и амортизатора телескопического типа, называемого качающейся свечой, в связи с тем, что он закреплен в верхней части к кузову при помощи упругого шарнира и может качаться при движении колеса вверх-вниз.

Кинематическая схема менее совершенна, чем подвеска на двух поперечных или продольных рычагах: при большом ходе подвески развал (угол наклона колеса к вертикальной плоскости) будет меняться, и тем больше, чем больше ход подвески. Но в связи с технологичностью и дешевизной данный тип подвески получил очень большое распространение в современном автомобилестроении.

Многорычажная

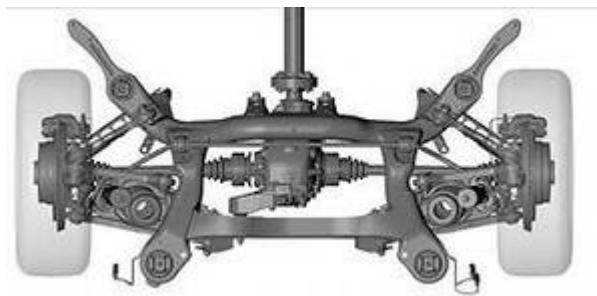


Рис.3.6. Многорычажная подвеска

Многорычажная подвеска несколько напоминает двухрычажную подвеску и имеет все ее положительные качества (рис.3.6). Эти подвески более сложны и более дороги, но обеспечивают большую плавность хода и лучшую управляемость автомобиля. Большое количество элементов - сайлент-блоков и шаровых шарниров хорошо гасят удары при резком наезде на препятствия. Все элементы крепятся на подрамнике через мощные сайлент-блоки, что позволяет увеличить шумоизоляцию автомобиля от колес. Применение многорычажной независимой подвески придает подвеске стабильный контакт колес с любым покрытием на дороге и четкий контроль автомобиля при изменениях направления движения.

Главные преимущества многорычажной подвески:

- Независимость колес друг от друга,
- Низкая неподрессоренная масса,
- Независимая продольная и поперечная регулировки,

- Хорошая недостаточная поворачиваемость,
- Хороший вариант для использования в схеме 4x4.

Главный недостаток современной схемы – сложность и, соответственно, цена. До недавнего времени ее применяли только на дорогах автомобилях.

3.6. Будущее подвесок

Подвеска типа "ДеДион"

Стремясь как можно больше "облегчить" задний мост, инженеры многих автомобильных компаний начали применять подвеску типа "Де Дион", названную по имени своего изобретателя, француза Альберта Де Диона (рис. 3.7). Главное ее отличие – картер главной передачи теперь отделен от балки моста и прикреплен непосредственно к кузову. Теперь крутящий момент передается от двигателя автомобиля к ведущим колесам через полуоси, качающиеся на шарнирах равных угловых скоростей. Этот тип подвески может быть как зависимым, так и независимым.

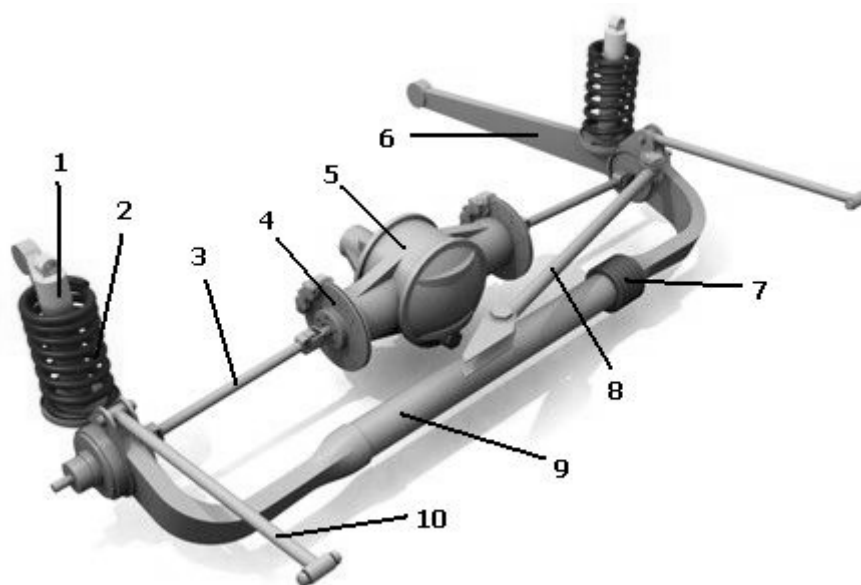


Рис. 3.7. Подвеска типа «ДеДион»:

1 – амортизатор; 2 – витая пружина; 3 – приводной вал; 4 – тормозной диск; 5 – дифференциал, закрепленный на раме; 6 – задний рычаг; 7 – шлицевая муфта; 8 – поперечный рычаг; 9 – неразрезная балка; 10 – верхний рычаг

Активная подвеска

Под термином «активная» понимается подвеска, параметры которой могут изменяться при эксплуатации. Электронная система управления в составе активной подвески позволяет изменять параметры автоматически. Конструкции активной подвески можно условно разделить по элементам подвески, параметры которой изменяются. Наиболее широко в конструкции активной подвески используются амортизаторы с регулируемой степенью демпфирования. Данный вид активной подвески имеет собственное устоявшееся название – адаптивная подвеска. Такую подвеску еще называют полуактивной подвеской, т.к. в ее конструкции не используются дополнительные приводы.

При регулировании демпфирующей способности амортизатора реализуется два подхода: использование электромагнитных клапанов в амортизаторной стойке и применение специальной магнитно-реологической жидкости для наполнения амортизатора. Электроника позволяет регулировать степень демпфирования индивидуально для каждого амортизатора, чем достигаются различные характеристики жесткости подвески (высокая степень демпфирования – жесткая подвеска, низкая степень демпфирования – мягкая подвеска).

Активная подвеска с регулируемыми упругими элементами более универсальна, т.к. позволяет поддерживать определенную высоту кузова и жесткость подвески. С другой стороны такая подвеска имеет более сложную конструкцию (используется отдельный привод для регулирования упругих элементов), поэтому и стоимость ее намного выше. В качестве упругого элемента в активной подвеске используются традиционные пружины, а также пневматические и гидропневматические упругие элементы.

Управление гидроцилиндрами осуществляет электронная система, которая включает несколько различных датчиков (положения кузова, продольного, поперечного и вертикального ускорения, давления), блоков управления и исполнительных устройств – электромагнитных клапанов. Система практически полностью исключает крены кузова при различных условиях движения (поворот, ускорение, торможение), а также регулирует положение кузова по высоте (понижает автомобиль на скорости свыше 60 км/ч).

Пневматический упругий элемент составляет основу пневматической подвески. Он обеспечивает регулирование высоты кузова относительно поверхности дороги. Давление в пневматических упругих элементах создается с помощью пневматического привода, включающего электродвигатель с компрессором. Для изменения жесткости подвески используются амортизаторы с регулируемой степенью демпфирования. Такой подход реализован в пневматической подвеске Airmatic Dual Control от Mercedes-Benz, в которой применена адаптивная система Adaptive Damping System.

В СССР в начале 50-х гг. велись интенсивные разработки пневматических подвесок для автобусов и грузовых автомобилей. Позже началось серийное производство автобусов с пневмоподвеской на Львовском и Ликинском автобусных и троллейбусном имени Урицкого (ЗиУ) заводах. Опытный автомобиль «Москвич» с пневматической подвеской был изготовлен в конце 60-х гг. на Ижевском автозаводе.

В настоящее время управляемые пневматические подвески применяют многие ведущие автомобилестроительные заводы.

Гидропневматические упругие элементы используются в гидропневматической подвеске, которая позволяет изменять жесткость и высоту кузова в зависимости от условий движения и желаний водителя. Работу подвески обеспечивает гидравлический привод высокого давления. Управление гидросистемой производится с помощью электромагнитных клапанов. В СССР с 60-х гг. выпускались гидропневматические подвески для грузовых большегрузных автомобилей «БелАЗ». Современной конструкцией гидропневматической подвески является система Hydractive третьего поколения, которая устанавливается на автомобили Citroën.

Одну из наиболее интересных конструкций активной подвески предлагает на своих автомобилях компания Hyundai. Система активного управления геометрией подвески (Active Geometry Control Suspension, AGCS) позволяет изменять длину рычагов подвески, за счет чего изменяется сходжение задних колес. Для изменения длины рычага используется электрический привод.

3.7. Рамы

Рама представляет собой основу, на которой устанавливаются различные детали автомобиля, такие, как система управления, ходовая часть, двигатель, агрегаты трансмиссии. Эта основа называется шасси, в том случае, если на ней не установлен кузов. На неё также устанавливают кузов автомобиля. Изначально все автомобили были оснащены рамой, в её изготовлении использовались различные материалы, начиная от дерева и заканчивая металлическими трубами. Но наибольшее распространение получило изготовление рам из профиля прямоугольного сечения. Рама до сих пор является основой в производстве грузовых автомобилей. Интересной особенностью обладают конструкция автомобиля марки «Tatra», являющейся хребтовой. Но это эксклюзивный вариант использования рамы, который не применяет больше ни один производитель автомобилей.

На заре автомобилестроения двигатели машины имели жесткое крепление к раме за счёт использования лапок. Это давало особую устойчивость закреплённому двигателю, но одновременно вся вибрация двигателя автомобиля передавалась на раму. Были изобретены резиновые подушки, кото-

рые и стали использовать для установки двигателя и трансмиссии. Устранив один недостаток, конструкторы получили другой, решением которого они занимаются по сей день. Теперь конструкторская мысль направлена на усиление жёсткости рамы при скручивании, без утяжеления конструкции. Решить эту задачу достаточно сложно.

В начале прошлого века были попытки перейти на выпуск автомобилей без использования рамы. Ещё до войны, в тридцатые годы, в Европе начался выпуск автомобилей с несущим кузовом, но только по окончании войны этот принцип изготовления автомобилей получил широкое распространение у производителей.

Использование рамы в производстве автомобилей теряет свою актуальность. Всё больше применяется полу-несущий кузов вместо лонжеронной рамы даже в выпуске вседорожников и пикапов. Автомобили с рамой медленно уходят с занимаемых ими позиций и уступают место автомобилям с несущим кузовом. Объяснение этому процессу очень простое, достаточно сравнить количество недостатков и достоинств рамы в производстве автомобиля.

Достоинства

Безусловно, конструкция автомобиля с использованием рамы более проста, и обладает некоторыми преимуществами. У этих автомобилей большая часть нагрузки приходится на раму, что обеспечивает меньший уровень вибрации и шума. К тому же, изменить дизайн автомобилей этой конструкции не составит труда. Существенным достоинством является и то, что автомобиль с рамой значительно проще вытащить из большой лужи с грязью, где он мог застрять в условиях бездорожья.

Недостатки

Для изготовления рамы используются лонжероны, что приводит к утяжелению конструкции. У подобных машин высокий центр тяжести, что ухудшает управляемость автомобилем. Современный несущий кузов превосходит по сопротивлению на скручивание плоскую раму вседорожника. Наибольшим изъяном автомобиля с рамой считается возникновение проблем с программированием зон деформации в случае дорожно-транспортных происшествий. По этим показателям модели машин с несущим кузовом превосходят автомобили с рамой.

3.7.1. Виды рам

Лонжеронная рама с X-образной поперечиной

Классический вариант такой рамы напоминает по виду и конструкции лестницу, поэтому в обиходе её иногда могут называть *лестничной* (ladder frame). Лонжеронные рамы состоят из двух продольных лонже

ронов и нескольких поперечин, также называемых «траверсами», а также креплений и кронштейнов для установки кузова и агрегатов. Форма и конструкция лонжеронов и поперечин могут быть различными; так, различают трубчатые, К-образные и Х-образные поперечины (рис.3.8).



Рис.3.8. Лонжеронные рамы

Лонжероны как правило имеют сечение швеллера, причём обычно переменное по длине — в наиболее нагруженных участках высота сечения зачастую увеличена. Иногда они хотя бы на части своей длины имеют замкнутое сечение (короб). На спортивных автомобилях могли применяться трубчатые лонжероны и поперечины круглого сечения, имеющие лучшее соотношение массы и жёсткости. По расположению лонжероны могут быть параллельны друг другу, либо располагаться друг относительно друга под некоторым углом. Детали рамы соединяются заклёпками, болтами или сваркой. Грузовые автомобили обычно имеют клёпаные рамы, легковые и сверхтяжёлые самосвалы — сварные. Болтовые соединения находят применение обычно при малосерийном производстве. Современные тяжёлые грузовики и прицепы также иногда имеют рамы, собранные на болтах, что значительно облегчает их обслуживание и ремонт, при этом приходится применять специальные меры, направленные на предотвращение самооткручивания болтов. Лонжеронная рама имеет обычно небольшую высоту и расположена практически целиком под полом кузова, а последний крепится к её кронштейнам сверху через резиновые подушки.

Лонжеронные рамы применяются практически на всех грузовиках, в прошлом широко применялись и на легковых автомобилях — в Европе до конца сороковых, а в Америке — до конца восьмидесятых — середины девяностых годов. На вседорожниках лонжеронные рамы широко применяются по сей день.

Периферийные рамы

У такой рамы расстояние между лонжеронами в центральной части увеличено настолько, что при установке кузова они оказываются непосредственно за порогами дверей. Иногда их рассматривают как разновидность лонжеронных (рис. 3.9).



Рис. 3.9. Периферийная рама с широко расставленными в центральной части лонжеронами

Это решение позволяет существенно опустить пол кузова, разместив его полностью между лонжеронами, а следовательно — уменьшить общую высоту автомобиля. Поэтому периферийные рамы (*англ. Perimeter Frame*) широко применялись на американских легковых автомобилях начиная с шестидесятых годов. Кроме того, расположение лонжеронов непосредственно за порогами кузова весьма способствует повышению безопасности автомобиля при боковом столкновении. Этот тип рамы использовался на советских легковых автомобилях ЗИЛ высшего класса.

Такая рама служит главным образом для упрощения сборки автомобиля на заводе за счёт предварительной под сборки на ней всех основных агрегатов.

Хребтовые рамы

Этот тип рамы был разработан чехословацкой фирмой «Татра» в двадцатые годы и является характерной конструктивной особенностью большинства её автомобилей (рис. 3.10). Главным конструктивным элементом такой рамы является центральная трансмиссионная труба, жёстко объединяющая картеры двигателя и узлов силовой передачи — сцепления, коробки передач, раздаточной коробки, главной передачи (или главных передач — на многоосных автомобилях), внутри которой расположен тонкий вал, заменяющий в этой конструкции карданный. При использовании такой рамы необходима независимая подвеска всех колёс, как правило реализуемая в виде крепящихся к хребту по бокам двух качающихся полуосей с одним шарниром на каждой.



Рис. 3.10. Хребтовая рама грузовика «Татра»

Преимущество такой схемы – очень высокая крутильная жёсткость, кроме того, она позволяет легко создавать модификации автомобилей с различным количеством ведущих мостов. Однако ремонт заключённых в раме агрегатов крайне затруднён. Поэтому такой тип рамы применяется очень редко, обычно на грузовиках высокой проходимости с большим количеством ведущих мостов.

Несущее основание

Такую конструкцию имели в числе прочих «Фольксваген Жук» и автобус ЛАЗ-695. В настоящее время эта схема считается достаточно перспективной благодаря возможности на одной и том же несущем основании строить самые разные автомобили как на платформе. В этой конструкции рама объединена с полом кузова для повышения жёсткости (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Несущее основание

Автомобили с несущим основанием часто классифицируются как безрамные, с несущим кузовом, в том случае, если несущее основание не может быть отделено от кузова (пример – ЛАЗ-695).

Решётчатые (пространственные) рамы

Решётчатые рамы (рис. 3.12) имеют вид пространственной фермы из сравнительно тонких труб, часто выполненных из высокопрочных легированных сталей, которая обладает очень высоким отношением крутильной жёсткости к массе (то есть, они лёгкие и при этом очень жёсткие на кручение). В идеальном случае конфигурация такой рамы выбрана таким образом, что её трубы были нагружены только на сжатие или растяжение, но не на изгиб, за счёт чего появляется возможность уменьшить диаметр труб и существенно снизить вес при той же общей жёсткости. Такие рамы применяются либо на спортивных и гоночных автомобилях, для которых важна малая масса при высокой прочности, либо на автобусах, для угловатых кузовов которых она очень удобна и технологична в производстве.

Основное отличие кузова с пространственной рамой от несущего — то, что у первого обшивка является чисто декоративной, часто выполненной из пластика или лёгких сплавов, и вообще не участвует в восприятии нагрузки.

Если обшивка существенно усиливает каркас, и тем более — является несущей и воспринимает нагрузку наравне с собственно каркасом, как, например, у багги, многих автобусов и вагонов электричек, то речь идёт уже о несущем кузове соответственно каркасно-панельного либо скелетного типа. С другой стороны — несущий кузов можно рассматривать как разновидность пространственной рамы, где практически всю нагрузку воспринимает обшивка, а собственно каркас, до предела облегчён.

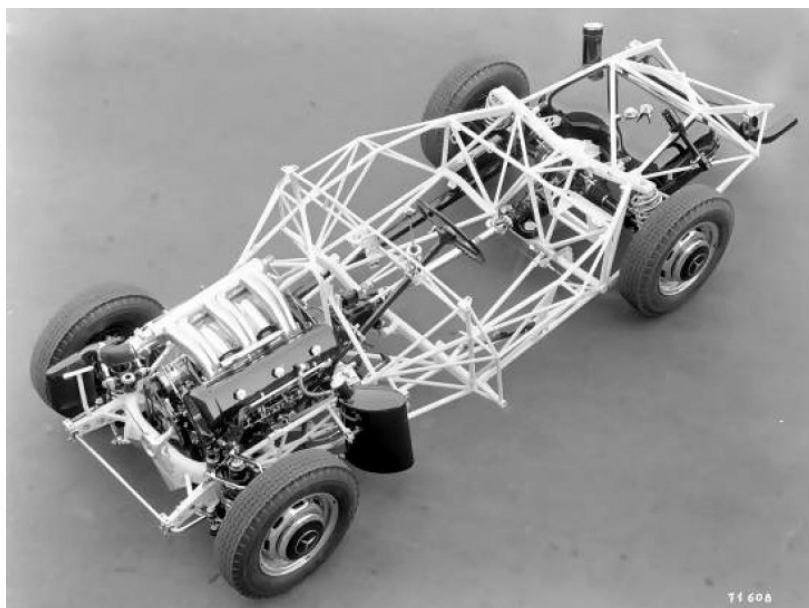


Рис. 3.12. Решетчатая рама

Интегрированная в кузов рама (Frame-in-body, UniFrame) или рамно-объединенная силовая схема.

В ней рама повторяет по конструкции обычную, но физически неотделима от кузова, то есть, имеет с ним неразборное сварное соединение (рис. 3.13). От обычного несущего кузова кузов с интегрированной рамой отличается тем, что у первого имеются как максимум лишь подрамники в оконечностях, интегрированная же рама имеет полноценные лонжероны, идущие от переднего бампера до заднего. Такой кузов не имеет многих преимуществ отдельной рамы — гашения вибраций, лёгкости кузовного ремонта, простоты создания модификаций с различными типами кузовов на единой раме и других, но иногда оказывается несколько более удобным и дешёвым в производстве, чем несущий кузов, а также лучше воспринимает нагрузки, возникающие при перевозке грузов и движению по бездорожью.

3.7.2. Преимущества и недостатки рамной конструкции

Преимущества

- Рама достаточно проста по конструкции относительно самонесущих кузовов и имеет хорошо отработанные методики расчёта;
- Отдельная рама считается более пригодной для восприятия больших нагрузок, например при использовании на грузовике или «жёстком» вседорожнике;

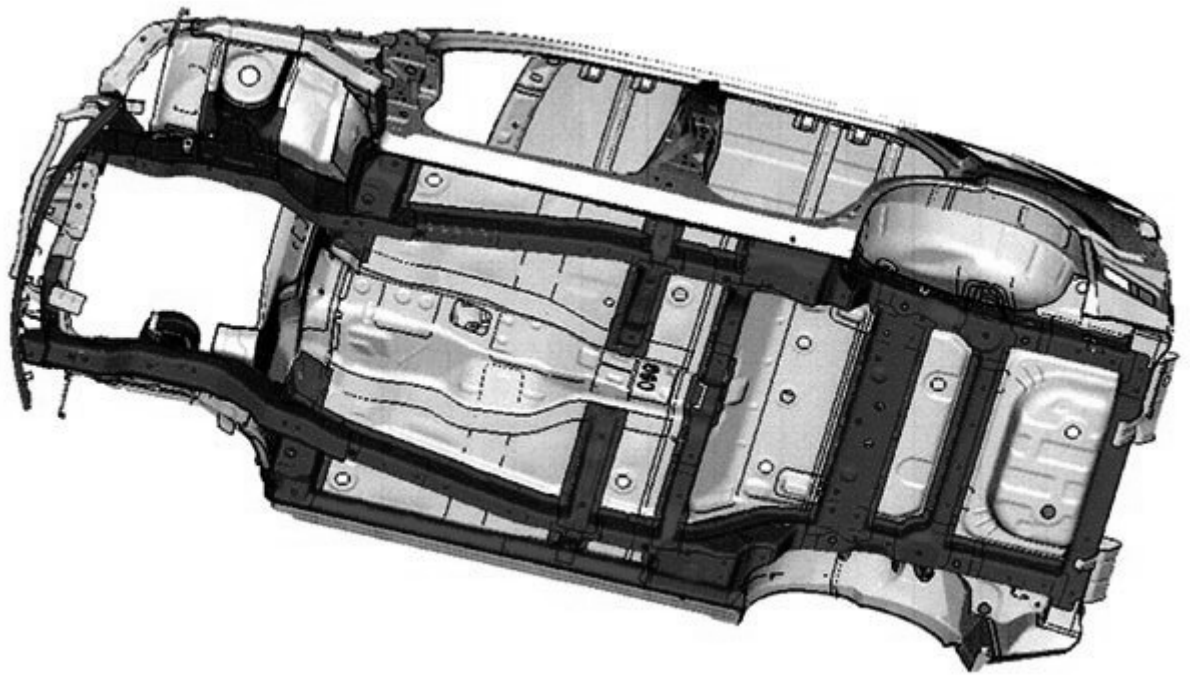


Рис. 3.13. Интегрированная в кузов рама

На одной и той же раме могут строиться самые различные модификации и даже автомобили; раму легко удлинить без потери прочности, например для создания многоосного грузовика, удлинённого автобуса или лимузина;

Рамная конструкция упрощает сборку автомобиля на заводе, в итоге снижая себестоимость: все основные агрегаты подсобираются на раме, после чего на неё опускается также подсобранный на отдельном конвейере кузов с салоном и отделкой, что проще, чем крепить агрегаты по отдельности на несущем кузове, для чего его приходится зачастую поворачивать набок и обратно несколько раз в ходе сборки автомобиля.

Недостатки

- Разделение функций рамы и кузова приводит к существенному увеличению массы относительно несущего кузова;
- В легковом автомобиле проходящие под кузовом лонжероны рамы «съедают» существенную часть объёма пассажирского салона; даже в случае периферийной рамы, пороги кузова оказываются по сечению существенно больше, чем у несущего, из-за необходимости обеспечения определённого зазора между лонжероном рамы и полом кузова, что затрудняет посадку в автомобиль и уменьшает полезный объём его салона.

3.8. Колеса и шины

Колесо автомобиля состоит из пневматической шины, обода, соединительного элемента (диска, спиц), ступицы. Колёса автомобилей средней грузоподъемности состоят из диска и обода. Разборные ободья применяют для колес большинства грузовых автомобилей и автобусов. Разборные ободья могут быть дисковыми и бездисковыми. Наиболее часто используются разборные ободья с коническими посадочными полками.

Обод колёс у грузовых автомобилей плоский, имеет два бортовых кольца. Съёмное бортовое кольцо неразрезанное и закреплено на ободе разрезным замочным кольцом.

На дисках колёс выполнены конические отверстия, которыми колесо устанавливают на шпильки. Гайки колёс также имеют конус. Совпадением конусов гаек с конусными отверстиями на дисках обеспечивается точная установка колёс (рис. 3.14).



Рис. 3.14. Колесо

У грузовых автомобилей на заднюю ось с каждой стороны устанавливают по два колеса. Внутренние колёса закреплены на шпильках колпачковыми гайками с внутренней и наружной резьбой, а наружные колёса – гайками с конусом. Для предотвращения самоотвёртывания гаек при ускорении и торможении автомобиля иногда гайки левой стороны имеют левую резьбу, а гайки правой стороны – правую.

Колёса автомобиля КамАЗ устанавливают на конических поверхностях ступиц колёс и крепят прижимами. Для установки колеса на ступице внутренняя поверхность обода имеет конус. Между ободьями сдвоенных задних колёс установлено проставочное кольцо. Все шпильки колёс автомобиля КамАЗ имеют правую резьбу.

Размеры и профиль обода регламентированы соответствующими стандартами. На каждый обод наносится соответствующая маркировка, из которой можно узнать размеры и профиль. Основные размеры обода, ширину профиля и диаметр, как правило, все изготовители указывают в дюймах, за исключением компании Michelin, которая применяет для этого миллиметры. Пример маркировки: **5J × 13H2 ET 30**, где: **5**—ширина обода в дюймах; **13** — диаметр обода в дюймах; **J** и **H2** — конструктивные особенности профиля обода; **ET 30** — вылет 30 мм.

Автомобильные шины могут быть камерными (tube type) и бескамерными (tubeless). В камерной шине имеется воздушная полость, образуемая герметизирующей камерой. Шина состоит из покрышки, камеры и ободной ленты. Камера представляет собой кольцевую трубку с вентилем, выполенную из воздухонепроницаемой эластичной резины. Размер такой камеры строго соответствует размеру и форме покрышки.

В бескамерной шине (рис. 3.15) воздушная полость образуется покрышкой и ободом колеса. Здесь вместо камеры на внутренней стороне покрышки нанесен специальный герметизирующий слой, обладающий повышенной газонепроницаемостью. Таким образом, полость, заключенная между покрышкой и ободом остается герметичной, поскольку она и заполняется воздухом. Если камерная шина при проколе быстро теряет давление, так как воздух моментально выходит через вентиляционное отверстие в обод колеса, то в случае с бескамерными шинами давление при проколе сохраняется еще в течение определенного промежутка времени, так как воздух из бескамерной шины выходит только в месте прокола. По этой причине бескамерные шины обеспечивают водителю повышенную безопасность при движении автомобиля из-за отсутствия резкого падения внутреннего давления в покрышках. Бескамерная шина также легче камерной, она отличается меньшим нагревом при эксплуатации вследствие оптимального отвода теплоты через открытую часть обода.

Главной и наиболее сложной частью шины является покрышка, которая защищает камеру от повреждения и обеспечивает хорошее сцепление колеса с дорогой. Основными материалами, идущими на изготовление покрышки, являются резина и специальная ткань (корд) из очень прочных продольных нитей (основы) и разреженных поперечных (утка). *Покрышка* состоит из каркаса, беговой дорожки (протектора), боковой и бортовой частей. Каркас изготовлен из нескольких слоёв тканей (корд) с резиновыми прослойками между ними. В покрышках диагонального построения нити корда расположены под углом друг к другу. В покрышках типа P нити корда расположены по кратчайшему расстоянию между бортами; это расположение называется радиальным. При таком расположении нити в смежных слоях не перекрещиваются, нагрузка от внутреннего давления на нити уменьшается по сравнению с обычными шинами вдвое, уменьшается

также их нагрев. Для увеличения прочности шин типа Р подушечный слой изготавливают из трёх-шести слоёв малорастяжимого металлического или вязкого корда, нити которого расположены вдоль окружности.

Вдоль окружности по беговой части проложен протекторный слой из прочной износостойкой резины. Для хорошего зацепления колёс с дорогой по поверхности протектора сделаны углубления, образующие протекторный рисунок. Форма рисунка определяется условиями работы автомобиля. Для хороших дорог применяют шины с мелким дорожным рисунком, а для плохих дорог и бездорожья – с крупным направленным рисунком.

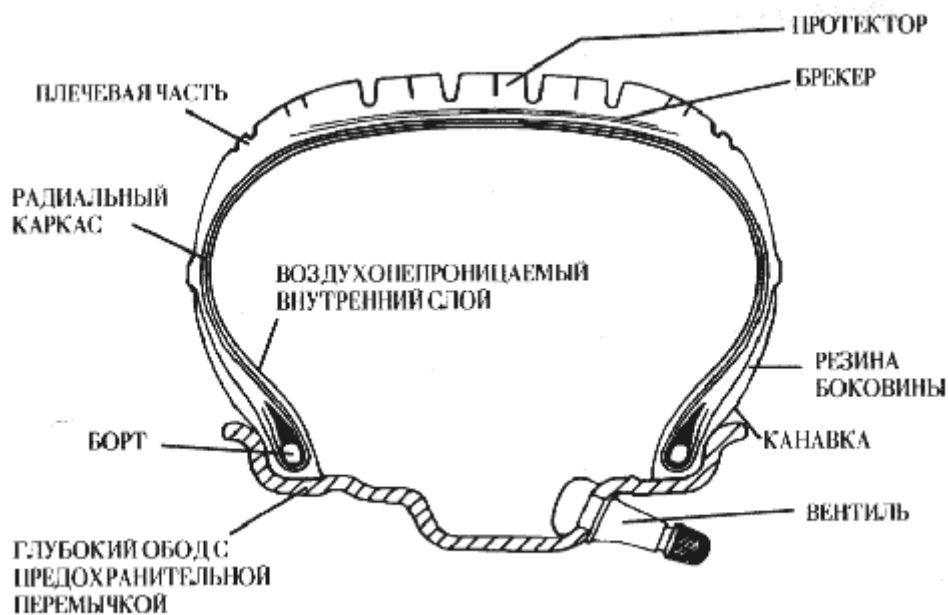


Рис. 3.15. Бескамерная шина

При установке колеса, шина которого имеет направленный рисунок протектора, необходимо следить, чтобы стрелка на боковине покрышки соответствовала направлению вращения колеса. Этим достигается лучшее зацепление с дорогой и уменьшение износа покрышки.

Между каркасом и протекторным слоем размещён подушечный слой, состоящий из разреженного корда и эластичной прочной резины. Подушечный слой служит для обеспечения хорошей связи каркаса с протектором.

В бортах каркаса заделаны сердечники, изготовленные из проволоочно-тросового кольца и резиновой ткани, образующей крыло. Крыло покрышки не допускает растягивания бортов. По бокам покрышки нанесён слой резины, защищающий каркас от повреждения и попадания влаги.

Камера изготовлена в виде кольцевого эластичного резинового рукава. Для наполнения камеры воздухом и удаления его в случае необходимости, камера имеет вентиль, который состоит из корпуса, золотника и колпачка. Корпус вентиля сделан из латуни в виде трубки с фланцем и закреплён в камере при помощи специальных шайбы и гайки.

Золотник – это клапан, пропускающий воздух только внутрь камеры; состоит он из ниппеля, клапана с резиновым кольцом, стержня и пружины. Золотник ввёрнут внутрь корпуса вентиля и сверху закрыт колпачком.

Ободную ленту применяют в основном в шинах грузовых автомобилей, изготавливают её из резины. Она имеет фигурную форму и служит для защиты камеры от повреждения ободом.

На каждом автомобиле устанавливают шины определенного размера. Размер шин (рис. 3.16) определяется по диаметру профиля, внутреннему диаметру, соответствующему диаметру обода колеса, и внешнему диаметру шины.



Рис. 3.16. Размеры шин

При маркировке шин вначале обозначается размер профиля p , а затем через тире – внутренний диаметр c . Эти размеры могут быть даны в дюймах (например, 8,25-20) или в миллиметрах (например, 260-508). Кроме размера шин, на покрышке поставлено клеймо с указанием завода, выпускавшего шину, года и месяца выпуска, номера. Например, на боковине шины можно увидеть надпись **175/70 R13**. Это означает: **175** – ширина профиля шины в миллиметрах (p), **70** – соотношение высоты профиля шины к ее ширине в процентах (h/p), **R** – радиальная шина (с радиальным расположением нитей корда), **13** – посадочный диаметр шины (c) в дюймах.

Иногда добавляют индекс грузоподъемности и скорости, например **80Q** – допустимая нагрузка 450 кг, допустимая скорость 160 км/ч (определяют по таблицам). Подбирая новые шины для установки на автомобиль, необходимо следить, чтобы покрышки имели одинаковый рисунок протектора. Покрышки, бывшие в употреблении, нужно подбирать по рисунку протектора и по степени износа. Износ шин неодинаков, задние шины изнашиваются быстрее, чем передние, а левые меньше, чем правые. Чтобы износ шин был равномерным, их необходимо периодически переставлять, согласно схеме (рис. 3.17).

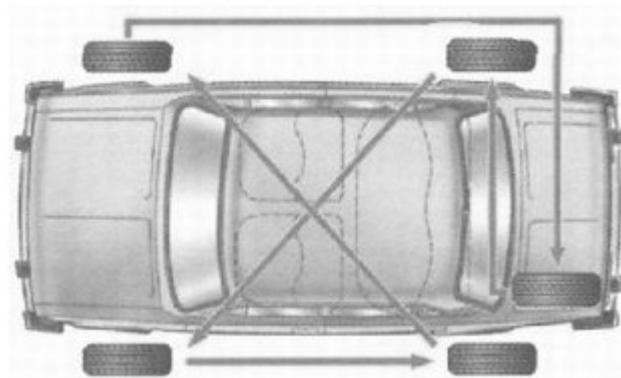


Рис. 3.17. Схема перестановки колес

Допускается отклонение от норм давления в небольших пределах: для грузовых автомобилей $\pm 0,02$ МПа. Отклонения в сторону уменьшения или увеличения давления больше допустимого сокращает срок службы шин. Увеличение давления воздуха приводит к перегрузке нитей каркаса и их разрушению, протектор при этом изнашивается неравномерно. Особенно опасно уменьшение давления. Так, например, уменьшение давления на 25% сокращает срок службы шины на 50%. Особенно недопустима езда на спущенных шинах даже на незначительное расстояние, так как может полностью разрушиться покрышка. Давление воздуха необходимо проверять при помощи манометра. Воздух в шины накачивают при помощи стационарной компрессорной установки – компрессора, установленного на автомобиле, или ручного насоса.

Шины Run Flat

Run Flat называется система, позволяющая автомобилю перемещаться при проколе шины. В настоящее время система реализуется по трем направлениям – в виде несущих, поддерживающих и самогерметизирующихся шин.

Несущие шины. Когда говорят о шинах Run Flat, подразумевают несущие шины (рис. 3.18). Несущая шина имеет усиленные боковину, каркас и бортовое кольцо, что позволяет при потере давления удерживать шину на диске, воспринимать вес автомобиля и обеспечивать достаточное сцепле-

ние с дорогой. Движение на спущенном колесе сопровождается нагревом шины. Для предотвращения нагрева в конструкции шины используется особый термостойкий состав резины. В ряде конструкций на боковине шины выполняются ребра, увеличивающие площадь поверхности и улучшающие охлаждение.



Рис. 3.18. Несущие шины

Для установки шин Run Flat используется колесный диск с увеличенной полкой. Шины позволяют автомобилю перемещаться при потере давления в одной или нескольких шинах со скоростью до 80 км/ч на расстояние 50-150 км. Обязательным условием использования шин Run Flat является наличие в автомобиле системы курсовой устойчивости и системы контроля давления в шинах.

Несущие шины (*шины нулевого давления*) предлагают большинство ведущих производителей шин: Michelin, Bridgestone, Goodyear, Dunlop, Continental, Pirelli, Nokian, Kumho, Yokohama. Комплект шин Run Flat с учетом отсутствующего запасного колеса дороже обычных шин на 20-30%.

Поддерживающая шина (рис. 3.19) представляют собой обычную шину. Поддерживающий эффект достигается за счет эластичного кольца, посаженного на обод колесного диска. При потере давления в шине, автомобиль опирается на поддерживающее кольцо. Это позволяет перемещаться со скоростью до 90 км/ч на расстояние до 160 км.

Разработчиком данной технологии является компания Michelin, которая предложила шины PAX в 1995 году. Шина PAX предполагает использование колесного диска специальной формы, что значительно увеличивает стоимость системы. Шины отличает и сложность монтажа-демонтажа, требующего специального оборудования.



Рис. 3.19. Поддерживающие шины

Самогерметизирующиеся шины. Наиболее доступной для потребителя является технология самогерметизирующихся шин (рис.3.20). Такая шина содержит внутри дополнительный слой из герметизирующего материала (*полиамида*), который обеспечивает заделку небольшого отверстия (до 5 мм) при его возникновении. Это позволяет автомобилю двигаться при проколе шины без остановки. При этом отверстие в шине затягивается, даже если колющий предмет его покинул.



Рис.3.20. Самогерметизирующиеся шины

4. Тормозное и рулевое управление

4.1. История развития

Строгое деление проезжей части на левую и правую стороны движения возникло только в XX веке. Вплоть до 60-х годов XX века не было отдано

предпочтения движению по определенной стороне улицы. Англия, ее бывшие колонии, Япония до сих пор придерживаются левого, Швеция перестроилась слева направо лишь в 1967 году, Австрия, Венгрия и Чехословакия – в 30-х годах. В Милане ездили по левой стороне, а на остальной территории Италии - по правой. При таком разнообразии правил не могло быть единого взгляда на расположение руля. Рабочее место водителя содержало такое большое количество всевозможных ручек и рычагов управления, что не мудрено было запутаться в них. Одних только тормозных рычагов было три - на трансмиссионный вал, на задние колеса и на так называемый "горный упор" - остроконечный стержень, который опускали на дорогу при движении на подъем, так как тормоза на уклоне автомобиль не удерживали (прообраз современного "стояночного тормоза"). Одновременно обнаружилось, что скопление рычагов и рукояток около рулевого колеса создает путаницу. Часть их заменили педалями.

В начале XX века управление автомобилем требовало от водителя хорошей физической формы. В 1925 году американец Фрэнсис Дейвис запатентовал специальное устройство под названием "гидравлический усилитель рулевого управления". Правда, конструкция мгновенного успеха не обрела. Сегодня этим устройством оснащается весь грузовой автотранспорт и немалая доля легкового.

Первые автомобили использовали тот же самый колодочный тормоз, что и конные экипажи. Например, на первых автомобилях Бенца колёса тормозились именно колодками, обитыми кожей. Уже в начале XX века серийные легковые автомобили стали развивать скорость более 100 км/ч, что сделало жизненно необходимым наличие эффективной тормозной системы. Первыми по-настоящему эффективными были барабанные тормозные механизмы, принцип действия которых мало изменился до наших дней. В барабанных тормозах тормозные колодки полукруглой формы прижимались к внутренней поверхности чугунного барабана. Накладки стали делать из более износостойкого материала на основе асбеста.

Человека, которому приписывается авторство барабанной системы, зовут Луи Рено. Он изобрел барабанные тормоза в 1902 году. Тем не менее, подобный, но более простой механизм, годом ранее начал использовать на своих автомобилях Вильгельм Майбах.

Все эти тормозные системы были наружного типа и подвергались влиянию окружающей среды. Но решение быстро нашлось – сам тормозной механизм спрятали внутрь барабана.

Конец эпохи барабанной тормозной системы с ручным управлением пришел в 1918 году, когда Малькольм Лоугхэд придумал гидравлическую систему тормозов. Он провел к каждому колесу специальные шланги, по которым под давлением подавалась жидкость в суппорты, где тормозные поршни зажимали колодку.

Дисковые тормоза были придуманы в одно время с барабанными, но устанавливать их стали только в 1950-х годах. Запатентовал технологию Уильям Ланчестер в 1902 году. Однако от водителя требовалось прилагать значительное усилие при нажатии педали. И только в 1964 году, дисковая тормозная система была окончательно принята автомобильным сообществом, когда была установлена на легендарный Studebaker Avanti. На помощь водителю пришел вакуумный усилитель, который воздействовал на главный тормозной цилиндр. Теперь от человека не требовалось давить на педаль, что есть силы.

Эволюция тормозных механизмов с тех пор заметно замедлилась. Создаются лишь вспомогательные системы, такие как: ABS (антиблокировочная система), EBD (распределение тормозных усилий), системы экстренного торможения т.д., а вот сама тормозная система, принципы которой были заложены еще в 1900-х годах, сохранилась до сих пор.

4.2. Рулевое управление

Рулевое управление обеспечивает необходимое направление движения автомобиля путем отдельного и согласованного поворота его управляемых колес. Совокупность механизмов, служащих для поворота управляемых колес, называется рулевым управлением.

Рулевое управление состоит из рулевого колеса, соединенного валом с рулевым механизмом, и рулевого привода. Иногда в рулевое управление включен усилитель.

Рулевым механизмом называют замедляющую передачу, преобразующую вращение вала рулевого колеса в перемещение сошки или рейки. Этот механизм увеличивает прикладываемое к рулевому колесу усилие водителя и облегчает его работу.

Рулевым приводом называют систему тяг и рычагов, осуществляющую в совокупности с рулевым механизмом поворот автомобиля.

Для того чтобы при движении автомобиля на повороте колеса его катились без бокового скольжения, они должны катиться по окружностям, описанным из одного центра, который называется центром поворота. В этом центре должны пересекаться продолжения осей всех колес. Для соблюдения данного условия внутреннее к центру поворота управляемое колесо должно поворачиваться на больший угол, чем наружное колесо. Для одновременного поворота колес на необходимые различные углы служит рулевая трапеция.

4.2.1. Рулевой механизм червячного типа

Рулевой механизм червячного типа (рис. 4.1) состоит из: рулевого колеса с валом, картера, червячной пары «червяк-ролик», рулевой сошки.

В картере рулевого механизма в постоянном зацеплении находится пара «червяк-ролик». При вращении рулевого колеса ролик начинает перемещаться по винтовой нарезке червяка, что приводит к повороту вала рулевой сошки. Червячная пара требует смазки, и поэтому в картер рулевого механизма заливается масло, марка которого указана в инструкции к автомобилю. Результатом взаимодействия пары «червяк-ролик» является преобразование вращения рулевого колеса в поворот рулевой сошки в ту или другую сторону. А далее усилие передается на рулевой привод и от него уже на управляемые (передние) колеса. В современных автомобилях применяется безопасный рулевой вал, который может складываться или ломаться при ударе водителя о рулевое колесо во время аварии во избежание серьезного повреждения грудной клетки.

Рулевой привод, применяемый с механизмом червячного типа, включает в себя: правую и левую боковые тяги, среднюю тягу, маятниковый рычаг, правый и левый поворотные рычаги колес.

Каждая рулевая тяга на своих концах имеет шарниры, для того чтобы подвижные детали рулевого привода могли свободно поворачиваться относительно друг друга и кузова в разных плоскостях.

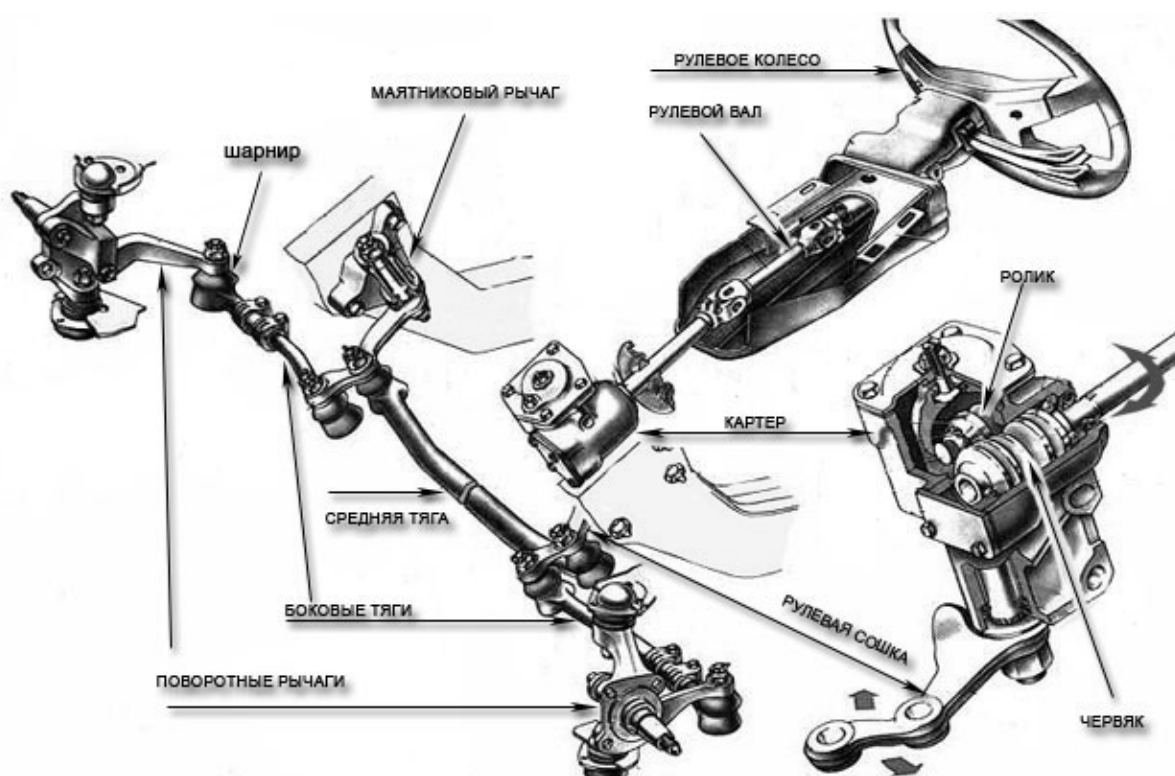


Рис. 4.1. Рулевой механизм червячного типа

4.2.2. Рулевой механизм «шестерня-рейка»

В рулевом механизме «шестерня-рейка» (рис. 4.2) усилие к колесам передается с помощью прямозубой или косозубой шестерни, установлен-

ной в подшипниках, и зубчатой рейки, перемещающейся в направляющих втулках. Для обеспечения беззазорного зацепления рейка прижимается к шестерне пружинами. Шестерня рулевого механизма соединяется валом с рулевым колесом, а рейка — с двумя поперечными тягами, которые могут крепиться в середине или по концам рейки. Данные механизмы имеют небольшое передаточное число, что дает возможность быстро поворачивать управляемые колеса в требуемое положение. Полный поворот управляемых колес из одного крайнего положения в другое осуществляется за 1,75...2,5 оборота рулевого колеса.

Рулевой привод состоит из двух горизонтальных тяг и поворотных рычагов телескопических стоек передней подвески. Тяги соединяются с поворотными рычагами при помощи шаровых шарниров. Поворотные рычаги приварены к стойкам передней подвески. Тяги передают усилие на поворотные рычаги телескопических стоек подвески колес и соответственно поворачивают их вправо или влево.

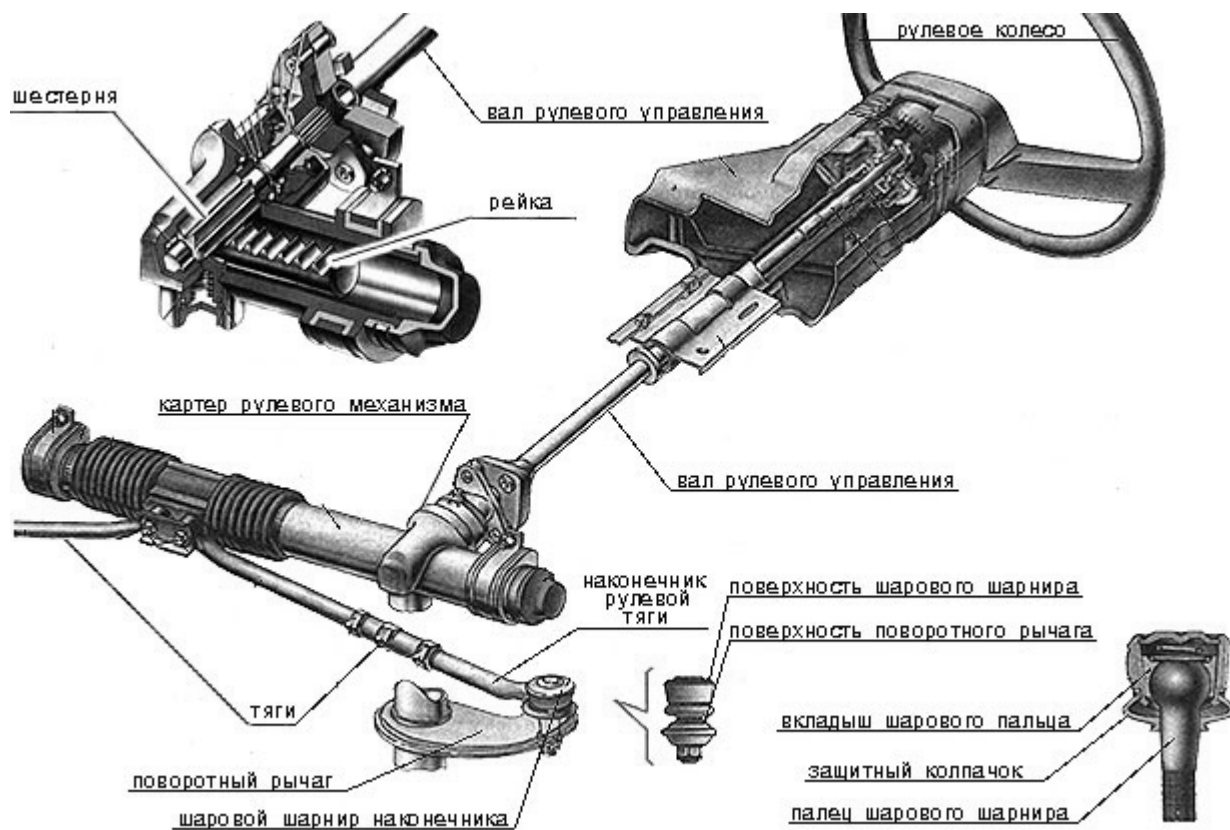


Рис. 4.2. Механизм «шестерня- рейка»

4.3. Гидроусилитель рулевого управления

Гидроусилитель рулевого управления (ГУР) – предназначен для облегчения работы водителя при повороте рулевого колеса. Применяется в ру-

левом управлении легковых и грузовых автомобилей. Гидроусилитель (рис. 4.3) состоит из насоса, распределительного устройства и гидроцилиндра.

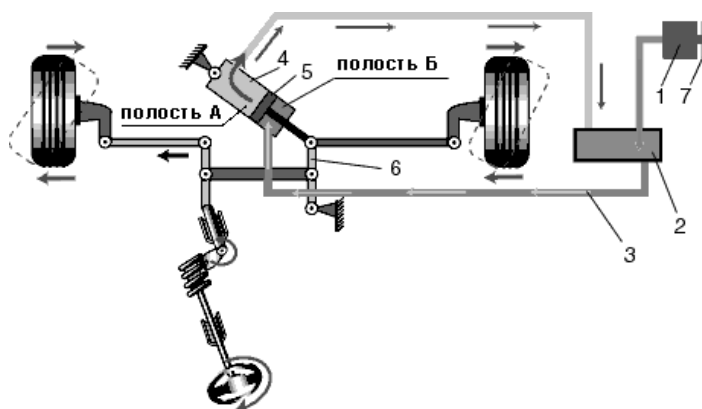


Рис. 4.3. Схема гидроусилителя рулевого управления:
1 – насос усилителя; 2 – распределительное устройство; 3 – трубки для подачи масла; 4 – силовой цилиндр усилителя; 5 – поршень усилителя со штоком; 6 – маятниковый рычаг; 7 – емкость для масла

ГУР представляет собой герметичный картер, внутри которого находится управляющий клапан и поршень-рейка. Этот поршень соединен винтовой передачей с рулевым валом и своей зубчатой рейкой с шестерней на валу, передающем усилие на рулевую рейку или сошку. С картером ГУР через патрубки соединен насос с расширительным бачком. В традиционных простых системах привод насоса осуществляется через ремень от коленчатого вала двигателя. В более современных конструкциях насос ГУР приводится отдельным электромотором – такие усилители называют электрогидравлическими усилителями (ЭГУР). Пока руль находится в положении "прямо", управляющий золотник также пребывает в среднем положении, и рабочая жидкость перекачивается через него. При повороте же руля в ту или иную сторону золотник перемещается, и жидкость начинает давить на поршень, создавая усилие на валу.

При повороте рулевого колеса распределительное устройство направляет жидкость под давлением в одну из полостей гидроцилиндра, тем самым, помогая водителю на поворотах. При повороте налево, жидкость под давлением поступает в полость "А", а при повороте направо в полость "Б". Когда двигатель не работает, поворот руля будет осуществляться с заметным усилием, так как гидроусилитель не действует.

В обычных ГУР это усилие постоянно и не зависит от скорости движения автомобиля. Отсюда удобный на парковочных маневрах руль с ГУР

оказывается недостаточно четким на скорости. Поэтому современные системы ЭГУР, кроме электромотора, имеют управляющий электронный блок, который, исходя из данных скорости автомобиля, рассчитывает нужную величину создаваемого усилия. Чем больше скорость машины, тем меньшее требуется усилие на руле. Соответственно, уменьшается давление на поршень, а при достижении определенной скорости, например 70 км/ч, гидроусилитель выключается вовсе.

При неисправности усилителя, также значительно возрастает усилие поворота рулевого колеса автомобиля. Естественно, что при этом невозможно сразу же отреагировать на изменившуюся дорожную обстановку, что может вызвать опасные последствия. Кроме того, при неработающем усилителе руля, возрастает физическая и эмоциональная усталость водителя.

Преимущества гидроусилителя:

- В легкости управления автомобилем с обеспечением повышенной безопасности
- В демпфировании обратных ударов, т.е. в сглаживании рывков рулевого колеса при наезде на препятствие.
- В повышении комфорта при вождении автомобиля и снижении утомляемости водителя.

Недостатки:

- На большой скорости руль становится неинформативным (то есть исчезает зависимость усилия на руле от радиуса поворота).
- Небольшой шум при повороте руля до упора — характерная особенность работы некоторых гидроусилителей.

4.4. Электроусилитель рулевого управления

В 1995 году с выходом в свет английского спортродстера MG-TF у гидроусилителя появился очень опасный конкурент — электроусилитель руля (ЭУР). Принцип работы заключается в следующем: на валу находится пластмассовая шестерня. Она зацеплена с червяком, а червяк закреплен на валу электродвигателя. При повороте руля посредством датчика момента дается команда на поворот — двигатель включается и помогает поворачивать руль с определенным моментом, учитывая сопротивление колес. Никаких изменений в возможностях автомобиля при установке нового узла не происходит — радиус разворота не изменяется. Рулевой механизм остается штатный. К электроусилителю подводится кабель электропитания с индивидуальным предохранителем и провода от датчика частоты вращения двигателя и датчика скорости автомобиля. Первый датчик нужен для того, чтобы усилитель отключался при неработающем двигателе, — иначе сядет

батарея. Показания датчика скорости позволяют компьютеру усилителя регулировать мощность электромотора.

Даже если электроусилитель (рис. 4.4) выйдет из строя (допустим, при отключении бортовой сети), в управлении автомобилем ничего не изменится, руль станет немного тяжелее, чем у обычного автомобиля — появляется дополнительная нагрузка в виде свободно вращающегося ротора электродвигателя. Сложным назвать можно только блок управления, который и делает его лучше ГУРа: руль информативен, максимально легок при парковке, усилие возрастает прямо пропорционально скорости движения автомобиля.

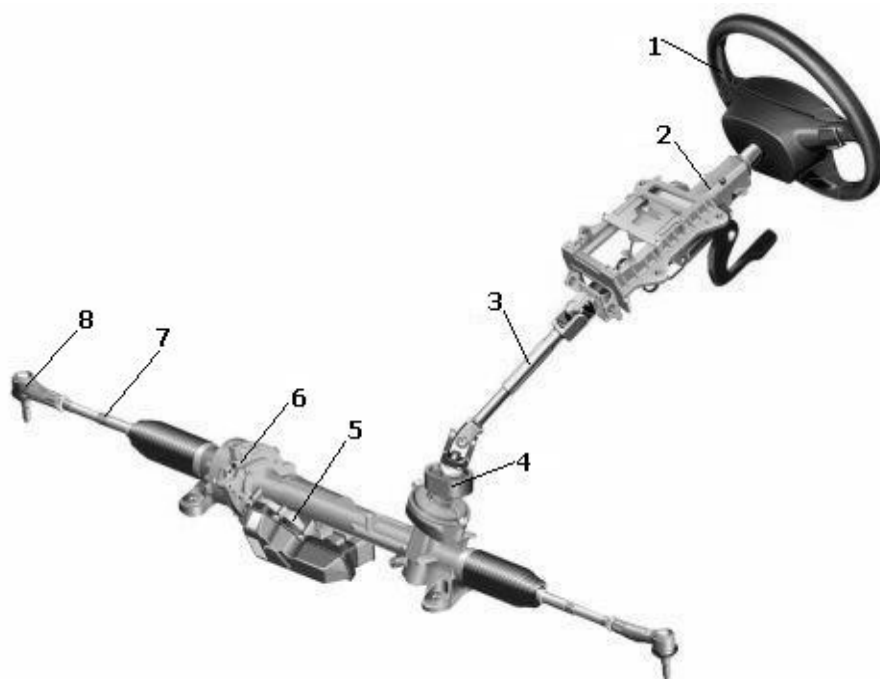


Рис. 4.4. Рулевое управление с электроусилителем:

1— рулевое колесо; 2 — рулевая колонка; 3 — карданный вал; 4 — датчик крутящего момента на рулевом колесе; 5 — электроусилитель руля; 6 — рулевой механизм; 7 — рулевая тяга; 8 — наконечник рулевой тяги с шаровым шарниром

Преимущества электроусилителя:

- Простота установки (относительно ГУРа).
- Простота конструкции. У электроусилителя нет ни шлангов, ни насоса, ни распределителя.
- Более высокая энергосберегаемость — ЭУР включается только во время движения руля, а гидравлический насос приводится в действие двигателем постоянно.

- На руле с электроусилителем не бывает резкого увеличения усилия из-за уменьшения производительности.

Недостатки:

- Проблемы с обратной связью на рулевом колесе.

4.5. Активное рулевое управление

Система активного рулевого управления (Active Front Steering, AFS) (рис. 4.5) предназначена для:

- изменения передаточного отношения рулевого механизма в зависимости от скорости движения;
- корректирования угла поворота передних колес при прохождении поворотов и торможении на скользком покрытии.

Система AFS является совместной разработкой фирм Bosch и ZF. Система устанавливается на модели автомобилей BMW в качестве опции для повышения комфорта и безопасности при эксплуатации автомобиля. Система активного рулевого управления в своей работе взаимодействует с другими системами, в т.ч. с гидроусилителем руля Servotronic, системой динамической стабилизации DSC.

Система AFS имеет следующее общее устройство:

- планетарный редуктор;
- система управления.

Планетарный редуктор служит для изменения скорости вращения рулевого вала. Он устанавливается на рулевом валу. На входе рулевой вал соединен с солнечной шестерней, на выходе – с блоком сателлитов. Эпициклическая шестерня имеет возможность вращения. При неподвижной шестерне передаточное число планетарного редуктора равно единице и рулевой вал передает вращение напрямую. Вращение эпициклической шестерни в одну или другую сторону позволяет увеличить или уменьшить передаточное число планетарной передачи, чем достигается изменение передаточного отношения рулевого механизма. Вращение шестерни обеспечивает электродвигатель, соединенный с ее внешней стороной посредством червячной передачи.

Система управления включает следующие элементы: входные датчики; электронный блок управления; исполнительные устройства.

Входные датчики предназначены для измерения параметров работы системы и преобразования их в электрические сигналы. Система AFS в своей работе использует следующие датчики:

- датчик положения электродвигателя;
- датчик суммарного угла поворота;
- датчик угла поворота рулевого колеса;

- датчики системы динамической стабилизации (скорости вращения автомобиля вокруг вертикальной оси и вертикального ускорения).

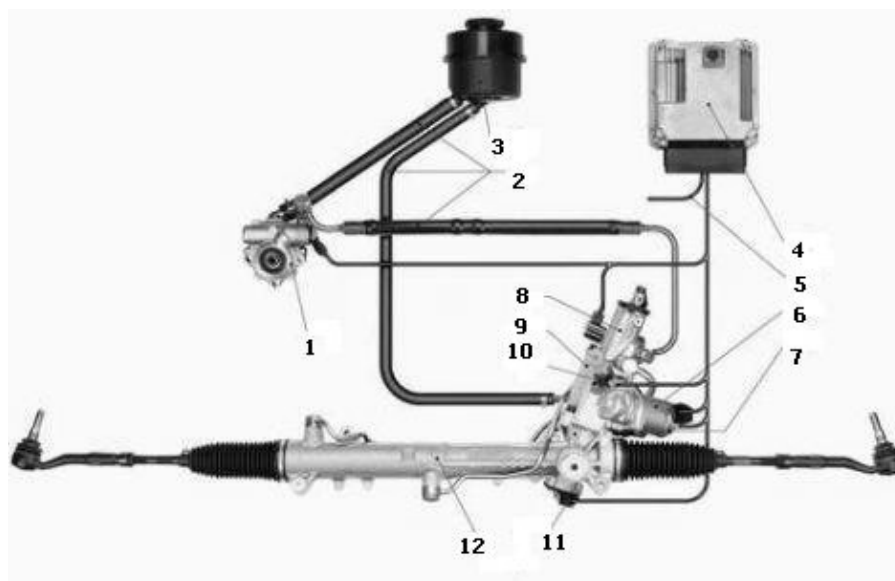


Рис. 4.5. Схема системы активного рулевого управления

1 – насос гидроусилителя руля; 2 – шланги; 3 – бачок для рабочей жидкости; 4 – электронный блок управления; 5 – шина обмена данными; 6 – электродвигатель; 7 – датчик угла поворота электродвигателя; 8 – клапан системы Servotronic; 9 – планетарный редуктор; 10 – аварийный фиксатор; 11 – датчик суммарного угла поворота; 12 – рулевой механизм

Электронный блок управления принимает сигналы от датчиков, обрабатывает их и в соответствии с заложенным алгоритмом формирует управляющие воздействия на исполнительные устройства. Исполнительными механизмами системы AFS являются электродвигатель.

Электродвигатель обеспечивает вращение эпициклической шестерни планетарного редуктора. При возникновении неисправности в системе AFS, прекращается подача тока на электродвигатель, фиксатор блокирует червячную передачу. Возникновение неисправностей в системе сопровождается срабатыванием сигнальной лампы на панели приборов.

Принцип работы системы активного рулевого управления

Система AFS активируется при запуске двигателя. Работа системы заключается в изменении передаточного отношения рулевого механизма в зависимости от скорости и условий движения. При совершении маневров на низкой скорости в соответствии с сигналом датчика угла поворота рулевого колеса включается электродвигатель. Электродвигатель через червячную пару передает вращение на эпициклическую шестерню планетарного редуктора. Вращение шестерни в определенном направлении с максимальной скоростью обеспечивает наименьшее передаточное отношение

рулевого механизма, которое достигает значения 1:10. При этом руль становится острым, уменьшается число оборотов рулевого колеса от упора до упора, чем достигается **высокий комфорт в управлении**.

С ростом скорости движения выполнение поворотов сопровождается уменьшением частоты вращения электродвигателя, соответственно увеличивается передаточное отношение рулевого механизма. На скорости 180-200 км/ч передаточное отношение достигает оптимального значения 1:18. Электродвигатель при этом перестает вращаться, а усилие от рулевого колеса передается на рулевой механизм напрямую.

С дальнейшим ростом скорости электродвигатель снова включается, при этом вращение производится в противоположную сторону. Передаточное отношение рулевого механизма может достигать величины 1:20. При данном передаточном отношении рулевое управление обладает наименьшей остротой, увеличивается число оборотов рулевого колеса от упора до упора, тем самым обеспечивается **безопасность маневрирования** на высоких скоростях.

Если при прохождении поворота фиксируется **избыточная поворачиваемость** автомобиля (потеря сцепления задних колес с дорогой) система AFS на основании сигналов датчиков системы DSC самостоятельно корректирует угол поворота передних колес. В результате чего сохраняется **курсовая устойчивость автомобиля**. В случае, когда система активного рулевого управления не может полностью обеспечить устойчивость автомобиля, подключается система динамической стабилизации.

Аналогичным образом система активного рулевого управления стабилизирует движение автомобиля **при торможении на скользком покрытии**, чем достигается повышение эффективности антиблокировочной системы тормозов ABS и сокращение тормозного пути.

Система активного рулевого управления постоянно включена и не имеет возможности отключения.

С 2013 г. на серийном автомобиле фирмы Nissan применяется рулевое управление без механической связи рулевого колеса с управляемыми колесами.

4.6. Тормозное управление

Тормозное управление предназначена для управляемого изменения скорости автомобиля, его остановки, а также удержания на месте длительное время за счет использования тормозной силы между колесом и дорогой. Тормозная сила может создаваться колесным тормозным механизмом, двигателем автомобиля (т.н. торможение двигателем), гидравлическим или электрическим тормозом-замедлителем в трансмиссии.

Для реализации указанных функций на автомобиле устанавливаются следующие **виды тормозных систем**:

- рабочая;
- запасная;
- стояночная;
- вспомогательная.

Рабочая тормозная система обеспечивает управляемое уменьшение скорости и остановку автомобиля.

Запасная тормозная система используется при отказе и неисправности рабочей системы. Она выполняет аналогичные функции, что и рабочая система. Запасная тормозная система может быть реализована в виде специальной автономной системы или части рабочей тормозной системы (один из контуров тормозного привода).

Стояночная тормозная система служит для удержания транспортного средства неподвижно на дороге. Используется не только на стоянке, она также применяется для предотвращения скатывания транспортного средства назад при старте на подъёме. Стояночная тормозная система приводится в действие с помощью рычага стояночного тормоза

Вспомогательная тормозная система служит для длительного поддержания постоянной скорости (на затяжных спусках) за счёт торможения двигателем, что достигается прекращением подачи топлива в цилиндры двигателя и перекрытием выпускных трубопроводов

4.7. Устройство тормозной системы

Тормозная система (рис.4.6) имеет следующее устройство:

- тормозной механизм;
- тормозной привод.

4.7.1. Тормозной механизм

Тормозной механизм предназначен для создания тормозного момента, необходимого для замедления и остановки автомобиля. На автомобилях устанавливаются фрикционные тормозные механизмы, работа которых основана на использовании сил трения. Тормозные механизмы рабочей системы устанавливаются непосредственно в колесе. Тормозной механизм стояночной системы может располагаться за коробкой передач или раздаточной коробкой. В зависимости от конструкции фрикционной части различают:

- барабанные тормозные механизмы ;
- дисковые тормозные механизмы:
 - а) с фиксированной скобой;
 - в) с плавающей скобой.

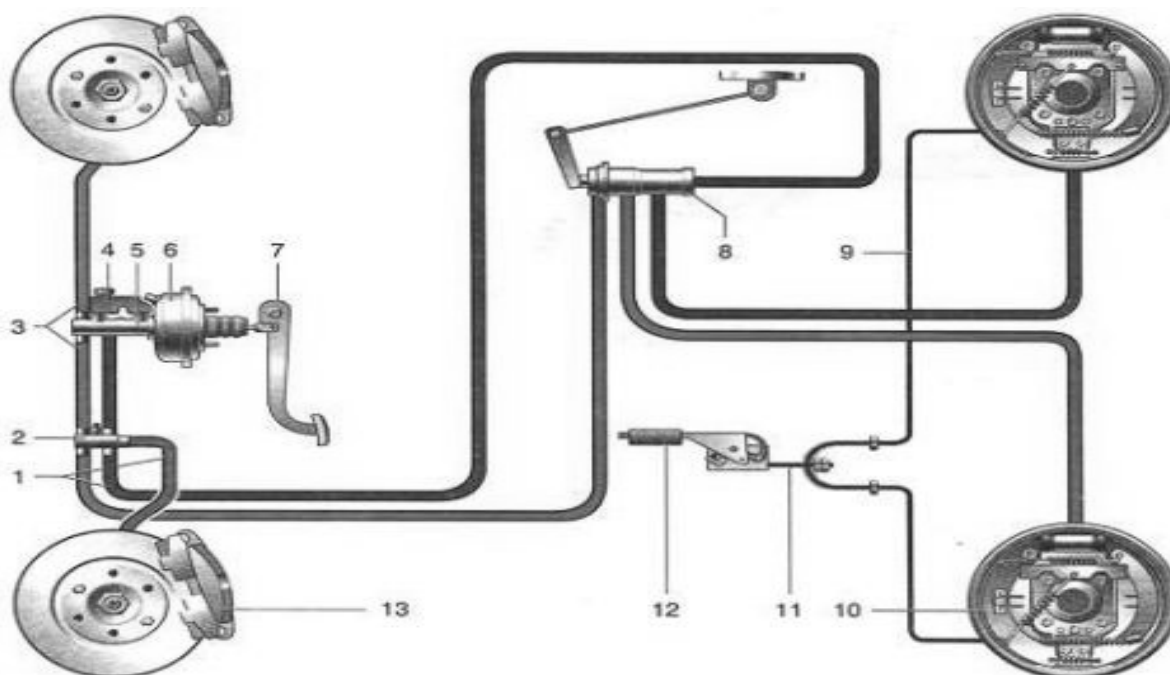


Рис. 4.6. Схема тормозной системы:

1 – трубопровод контура «левый передний-правый задний тормозные механизмы»; 2 – сигнальное устройство; 3 – трубопровод контура «правый передний - левый задний тормозные механизмы»; 4 – бачок главного тормозного цилиндра; 5 – главный тормозной цилиндр; 6 – вакуумный усилитель тормозов; 7 – педаль тормоза; 8 – регулятор давления; 9 – трос стояночного тормоза; 10 – тормозной механизм заднего колеса; 11 – регулировочный наконечник стояночного тормоза; 12 – рычаг привода стояночного тормоза; 13 – тормозной механизм переднего колеса

Работает барабанный механизм (рис. 4.7) следующим образом: водитель, нажимая педаль тормоза, создает давление в системе рабочей жидкости. Тормозная жидкость «давит» на поршень тормозного цилиндра. Преодолевая усилие стяжных пружин, поршни приводят в действие тормозные колодки, которые расходятся по бокам, плотно прилегая к рабочей поверхности барабана, замедляя скорость вращения барабана совместно с колесным диском. В нашем случае применяется один цилиндр, который «давит» на верхние концы колодок, нижние концы просто вставляются в упор, размещенный на защитном диске.

В дисковом механизме с фиксированной скобой суппорт закреплен на кронштейне. В пазах суппорта с обеих сторон диска установлены рабочие цилиндры, которые прижимают тормозные колодки к диску.

В дисковом механизме с плавающей скобой торможение (рис. 4.8) поршень нажимает на тормозную колодку, которая прижимается к тормозному диску, в это же время действует сила в противоположном направлении,

что заставляет вторую половину суппорта с тормозной колодкой прижиматься к другой стороне диска.

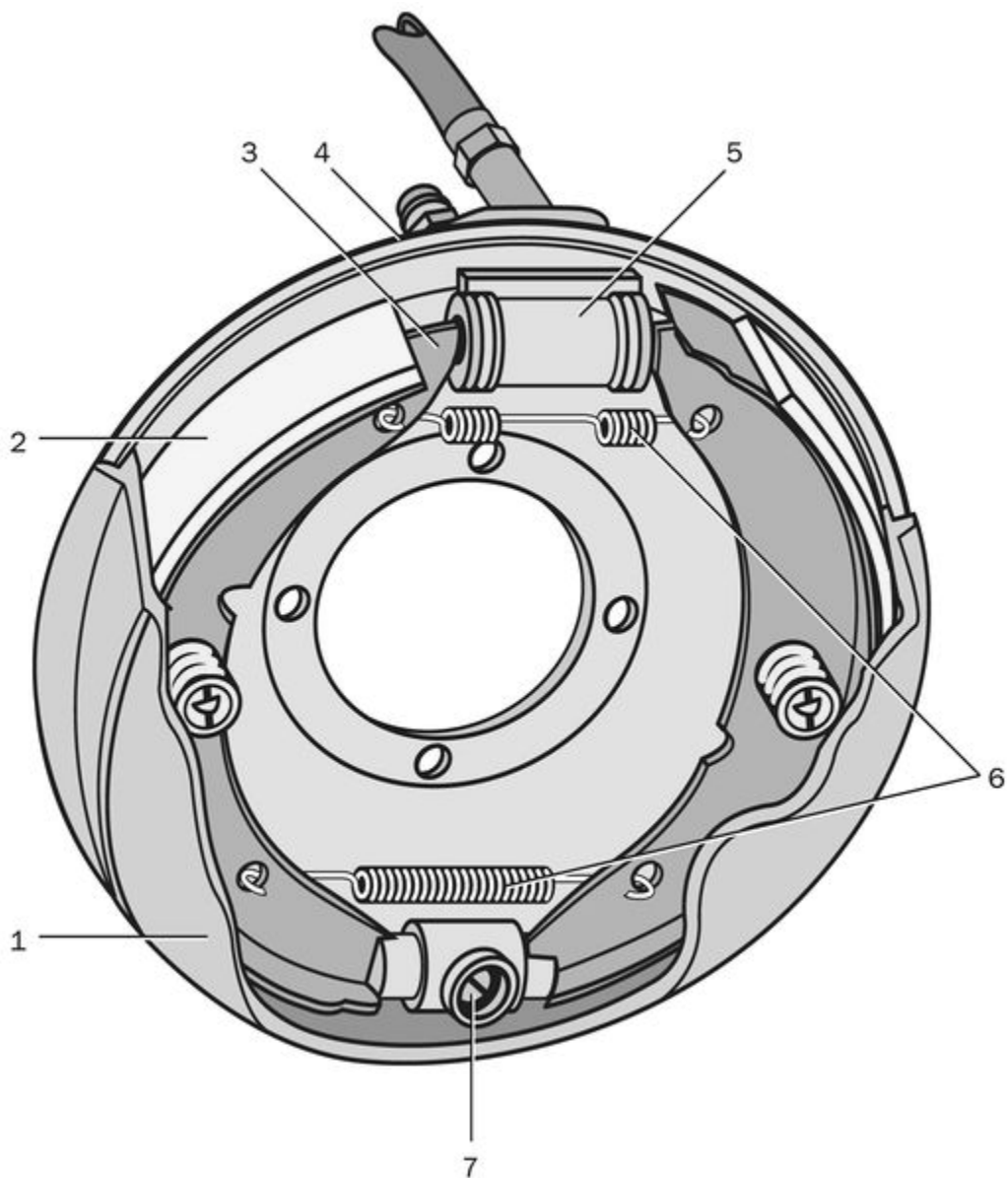


Рис.4.7. Барабанный тормозной механизм:

1 — тормозной барабан; 2 — фрикционная накладка; 3 — колодка; 4 — тормозной щит; 5 — тормозной цилиндр; 6 — возвратные (стяжные) пружины; 7 — эксцентрик регулировки тормоза

Тормозной диск при торможении сильно нагревается. Охлаждение тормозного диска осуществляется потоком воздуха. Для лучшего отвода тепла на поверхности диска выполняются отверстия. Такой диск называется вентилируемым. Для повышения эффективности торможения и обеспечения стойкости к перегреву на спортивных автомобилях применяются ке-

рамические тормозные диски. На современных автомобилях тормозные колодки оснащаются датчиком износа.

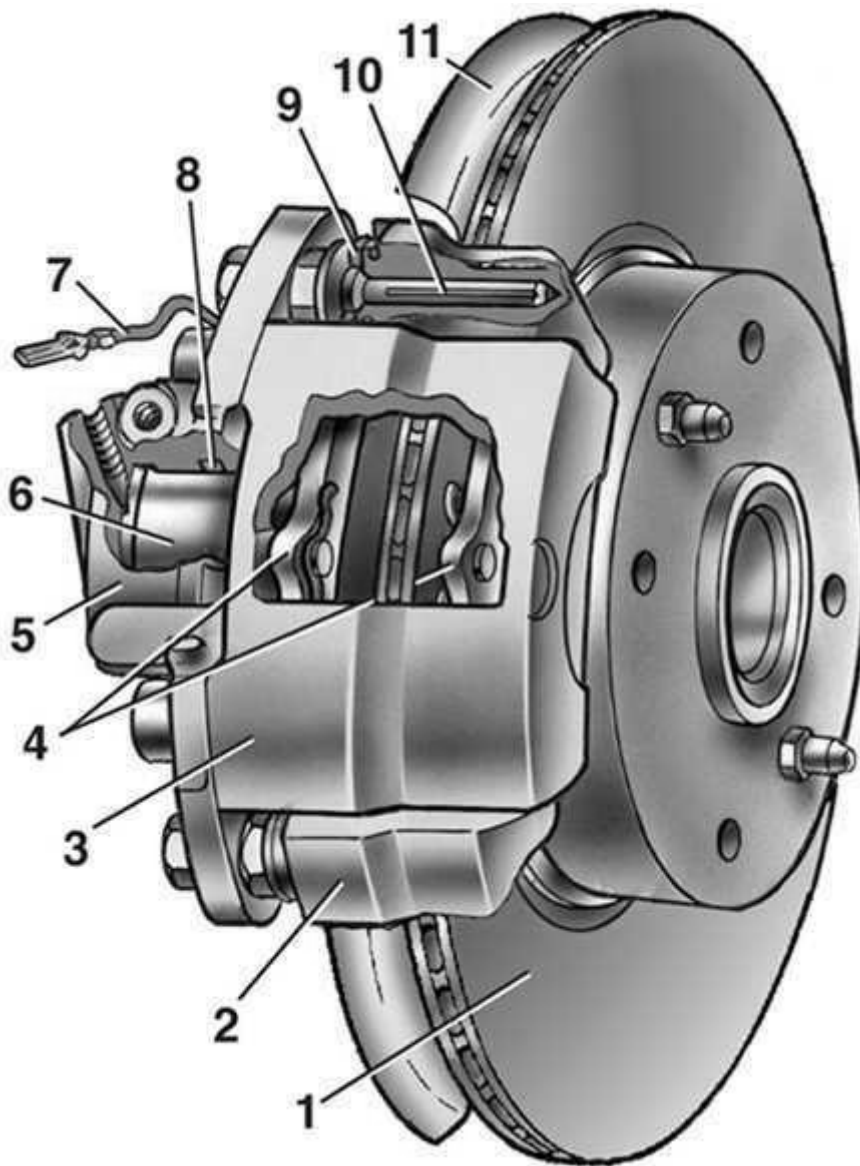


Рис.4.8 – Дисковый тормозной механизм с плавающей скобой:
1– тормозной диск; 2 – направляющая колодок; 3 – суппорт; 4 – тормозные колодки; 5 – цилиндр; 6 – поршень; 7 – сигнализатор износа колодок; 8 – уплотнительное кольцо; 9 – защитный чехол направляющего пальца; 10 – направляющий палец; 11 – защитный кожух

Преимущества **электромеханического стояночного тормоза** (рис. 4.9) перед обычным очевидны. Вместо громоздкого рычага между передними сиденьями компактная кнопка. Винтовая пара преобразует вращение от

электромотора с редуктором и приводного ремня ведомой шестерни в поступательное движение штока. Тот давит на тормозной поршень, подводя колодки к диску. Усилие контролирует блок управления стояночного тормоза по величине потребляемого тока. Как только значение достигнет необходимой величины, электродвигатель отключится. При снятии с ручника мотор вращается в обратную сторону, шток отходит назад, а поршень сдвигается из-за упругости уплотнительной манжеты. Часто рядом с клавишей электроручника соседствует еще одна – включающая функцию автоматического удержания (Auto Hold). Она существенно облегчает жизнь. Например, в пробках на автомобиле с автоматом, не нужно держать ногу на тормозе. Машина остановилась, водитель отпускает педаль, а клапаны блока ABS остаются закрытыми – давление в контурах высокое, колодки сжимают тормозные диски. Если остановка продлится более чем пару минут, ABS передаст вахту стояночному тормозу. На ручник машина встанет и раньше – если, например, водитель отстегнет ремень безопасности, откроет дверь или выключит зажигание

4.7.2. Тормозной привод

Тормозной привод обеспечивает управление тормозными механизмами. В тормозных системах автомобилей применяются следующие **типы тормозных приводов**:

- механический;
- гидравлический;
- пневматический;
- электрический;
- комбинированный.

Механический привод используется в стояночной тормозной системе. Механический привод (см. рис. 4.6) представляет собой систему тяг, рычагов и тросов, соединяющую рычаг стояночного тормоза с тормозными механизмами задних колес. Он включает:

- рычаг привода;
- регулируемый наконечник;
- уравниватель тросов;
- тросы;
- рычаги привода колодок.

На некоторых моделях автомобилей стояночная система приводится в действие от ножной педали, т.н. стояночный тормоз с ножным приводом. В последнее время в стояночной системе широко используется электропривод, а само устройство называется электромеханический стояночный тормоз.

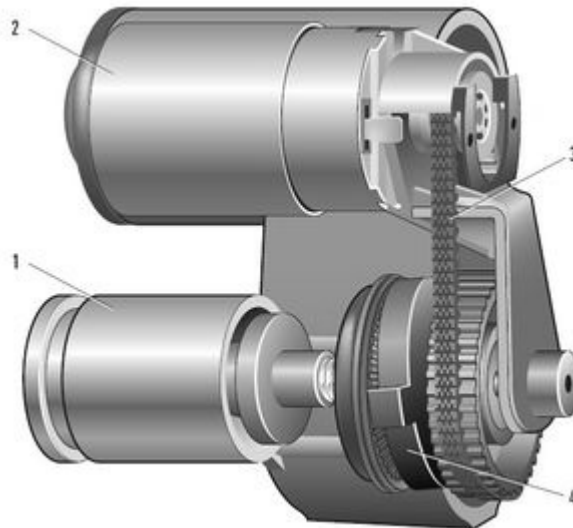


Рис. 4.9. Колесный механизм электрического стояночного тормоза:
 1 – поршень тормозного цилиндра; 2 – электродвигатель; 3 – приводной ремень; 4 – редуктор с качающейся шайбой

Гидравлический привод (рис. 4.10) является основным типом привода в рабочей тормозной системе легковых автомобилей. Конструкция гидравлического привода включает:

- тормозную педаль;
- усилитель тормозов;
- главный тормозной цилиндр;
- колесные цилиндры;
- шланги и трубопроводы.

Тормозная педаль передает усилие от ноги водителя на главный тормозной цилиндр.

Усилитель тормозов создает дополнительное усилие, передаваемое от педали тормоза. Наибольшее применение на автомобилях нашел вакуумный усилитель тормозов.

Главный тормозной цилиндр создает давление тормозной жидкости и нагнетает ее к тормозным цилиндрам. На современных автомобилях применяется сдвоенный (тандемный) главный тормозной цилиндр, который создает давление для двух контуров. При выходе из строя одного контура, его функции выполняет другой (запасной) контур. Наиболее востребованной для легковых автомобилей является схема, в которой два контура функционируют диагонально.

Колесный цилиндр обеспечивает срабатывание тормозного механизма, т.е. прижатие тормозных колодок к тормозному диску (барабану).

На современных автомобилях в состав гидравлического тормозного привода включены различные **электронные компоненты**:

- антиблокировочная система тормозов;
- усилитель экстренного торможения;
- система распределения тормозных усилий;
- электронная блокировка дифференциала;
- противобуксовочная система.

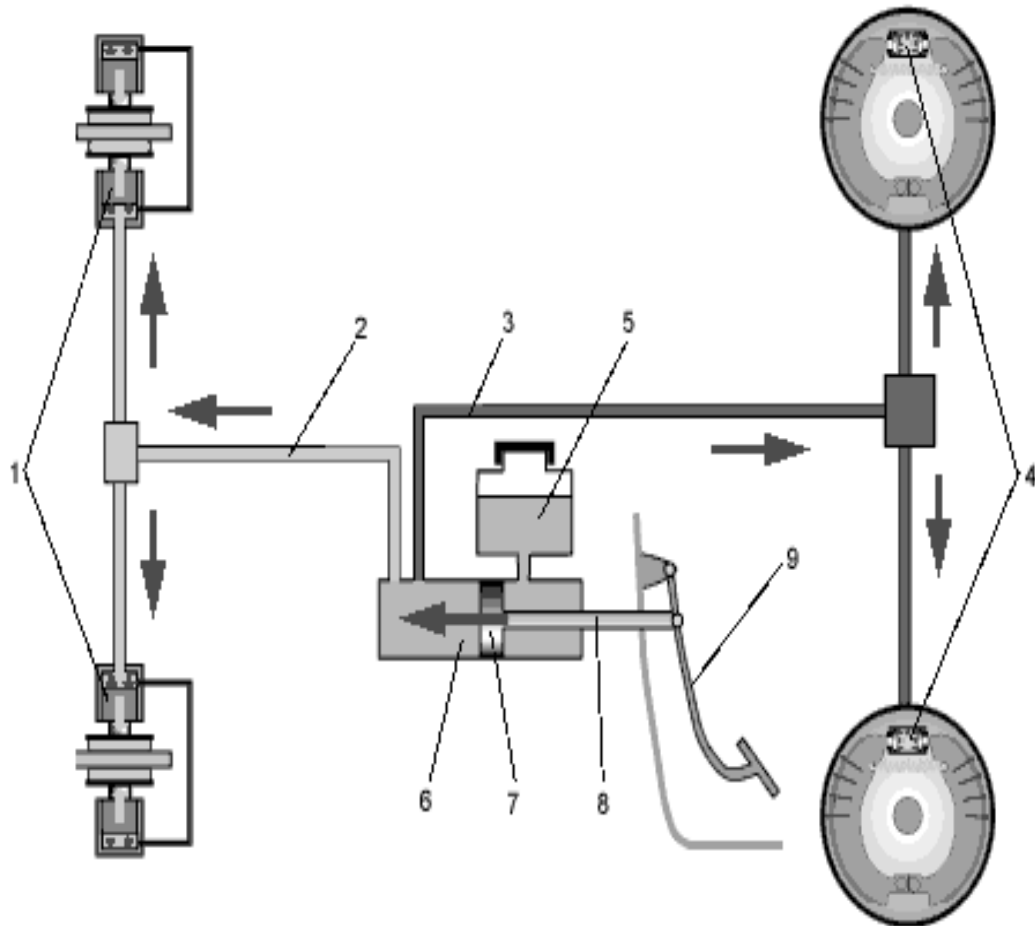


Рис. 4.10. Схема гидропривода тормозов:

1 – колесные тормозные цилиндры передних колес; 2 – трубопровод передних тормозов; 3 – трубопровод задних тормозов; 4 – колесные тормозные цилиндры задних колес; 5 – бачок главного тормозного цилиндра; 6 – главный тормозной цилиндр; 7 – поршень главного тормозного цилиндра; 8 – шток; 9 – педаль тормоза

Пневматический привод — совокупность устройств, предназначенных для приведения в действие тормозных механизмов посредством энергии сжатого воздуха. Пневматические приводы бывают одноконтурными, двухконтурными и многоконтурными. Кроме того автопоезда оборудуются **одно** или современными **двухпроводными** системами торможения прице-

па. На рис. 4.11 представлен пример простейшего одноконтурного пневматического привода.

Работа пневматического привода: компрессор создает запас воздуха под давлением, который хранится в воздушных баллонах (ресиверах). При нажатии на педаль тормоза водитель воздействует на тормозной кран. Тормозной кран открывается, и воздух из баллонов, поступая в тормозные камеры, давит на диафрагму, она, сжимая пружину, смещается и давит на толкатель, а он передаёт усилие на рычаг и валик разжимного кулака. Разжимной кулак поворачивается и разводит колодки. Автомобиль начинает затормаживаться. Одновременно начинается торможение прицепа за счет воздуха запасенного в его ресиверах. Но сигналом для торможения служит падение давления в соединительном трубопроводе с прицепом, создаваемое другой секцией тормозного крана.

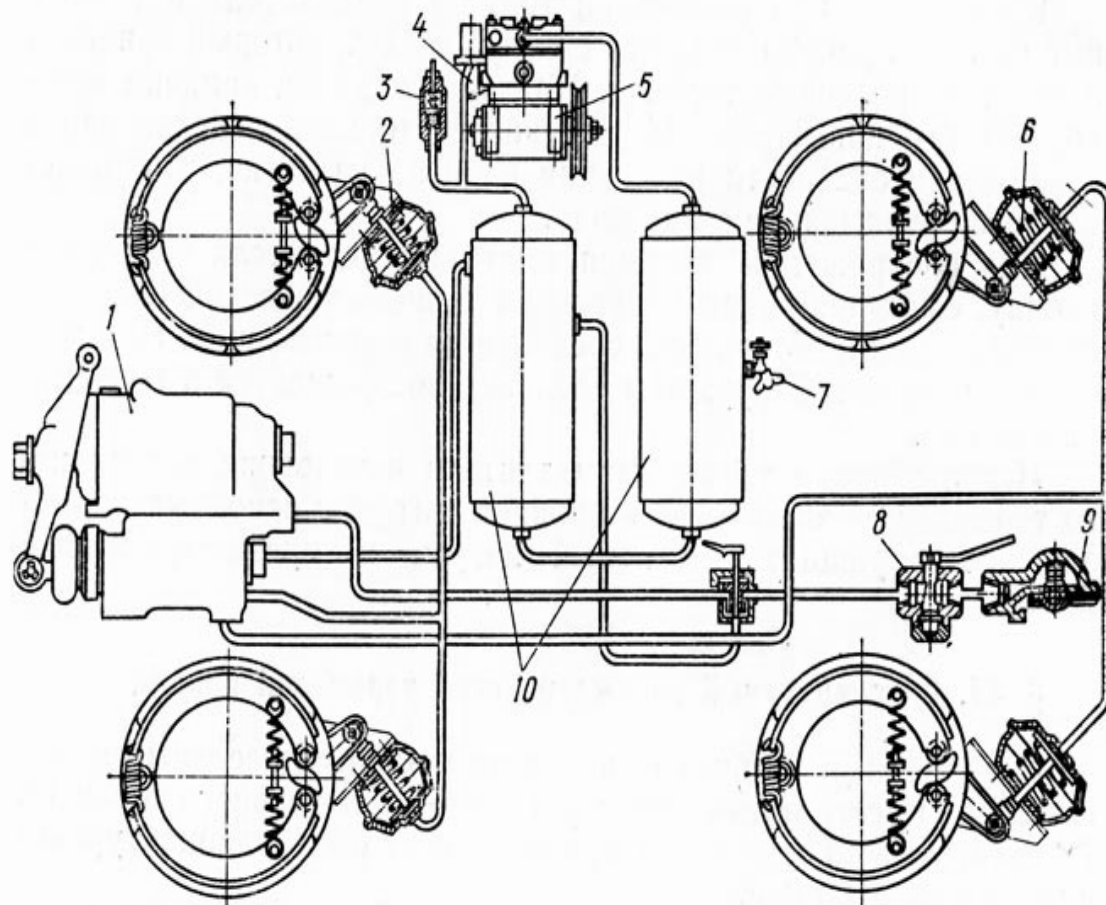


Рис. 4.11. Схема пневмопривода тормозов:

1 — тормозной кран; 2 — передняя тормозная камера; 3 — предохранительный клапан; 4 — регулятор давления; 5 — компрессор; 6 — задняя тормозная камера; 7 — кран отбора воздуха; 8 — разобщительный кран; 9 — соединительная головка прицепа; 10 — воздушные ресиверы

Преимущества пневмопривода: неограниченные запасы и дешевизна рабочего тела (воздух), сохранение работоспособности при небольшой раз-

герметизации, т. к. возможная утечка компенсируется подачей воздуха от компрессора, возможность использования на автопоездах для непосредственного управления тормозами прицепа, использование в других устройствах, таких как пневматический звуковой сигнал, привод переключения многоступенчатых коробок передач, усилитель сцепления, привод дверей автобуса, подкачка шин и т.д.

Недостатками пневмопривода являются: большое время срабатывания вследствие медленного поступления сжатого воздуха к удаленным воздухонаполняемым объемам через трубопроводы с малым диаметром, сложность конструкции, большие масса и размеры агрегатов из-за относительно небольшого рабочего давления, возможность выхода из строя при замерзании конденсата в трубопроводах и аппаратах при отрицательных температурах.

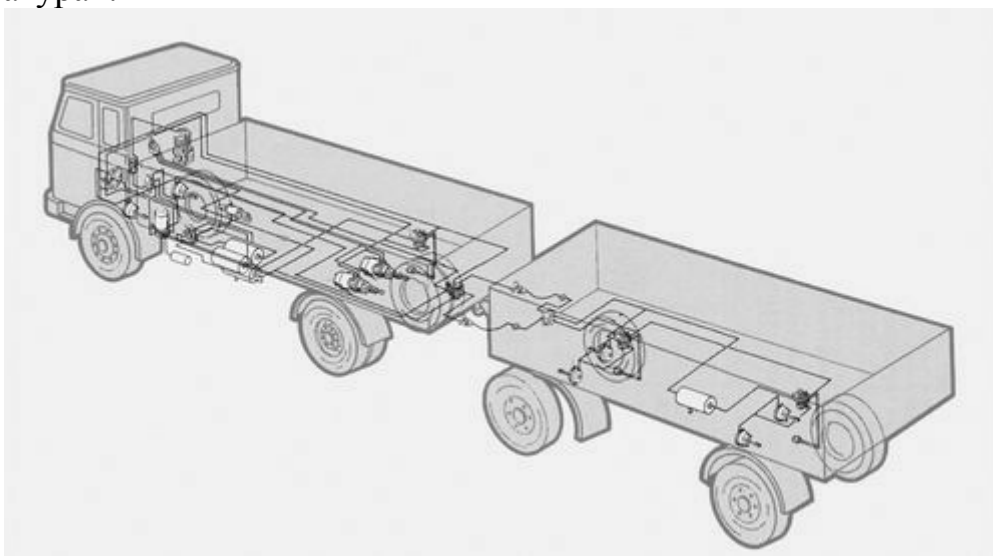


Рис. 4.12. Принципиальная схема пневматического привода тормозов автопоезда

Принципиальная схема пневматического привода тормозов грузового автомобиля и прицепа показана на рис. 4.12. Реальный пневматический привод современного автомобиля намного сложнее. Привод тягача содержит аппараты подготовки воздуха, аппараты контуров рабочей, стояночной и запасной систем тягача, аппараты управления тормозами прицепа. Привод прицепа включает аппараты рабочей и стояночной систем. Воздух от компрессора поступает через регулятор давления, влагоотделитель к четырехконтурному защитному клапану (все эти устройства составляют систему подготовки воздуха). Тормозная система выполнена многоконтурной. К контуру привода передних тормозных механизмов относятся: ресивер с запасом воздуха, одна из секций тормозного крана, модуляторы антиблокировочной системы (АБС) и тормозные камеры передних

тормозных механизмов. К контуру задних тормозных механизмов принадлежит второй ресивер, вторая секция тормозного крана, регулятор тормозных сил, модуляторы АБС и две тормозные камеры с пружинными энергоаккумуляторами. На трехосных автомобилях тормозные камеры задних осей обычно входят в состав заднего контура. Третий контур является контуром стояночной системы и состоит из ресивера, тормозного крана со следящим действием, которым управляет водитель, ускорительного клапана и энергоаккумуляторов. Контур вспомогательной системы содержит кран управления и два пневмоцилиндра. Для управления тормозами прицепа на автомобиле-тягаче также имеются одинарный защитный клапан, клапан управления тормозами прицепа и соединительные головки. Привод полуприцепа или прицепа имеет две соединительные головки, два магистральных фильтра, воздухораспределительный клапан, ручной кран стояночной системы без следящего действия, ресивер, регулятор тормозных сил, модуляторы АБС, тормозные камеры с энергоаккумуляторами или без них. Соединение пневмопривода тягача и прицепа выполняют двумя трубопроводами, которые образуют питающую и управляющую магистрали.

Сжатие воздуха для пневматического тормозного привода осуществляется **компрессором**, приводящимся в действие непосредственно от двигателя автомобиля. Максимальное давление, создаваемое компрессором, может достигать 1,5 МПа. Максимальное рабочее избыточное давление воздуха в ресиверах привода составляет 0,65–0,8 МПа и автоматически ограничивается регулятором давления. Атмосферный воздух имеет определенный процент влажности. При сжатии компрессором он нагревается, а при движении по трубопроводам и через аппараты привода — остывает. При этом из сжатого воздуха выделяется влага, которая ускоряет коррозию внутренних поверхностей системы, смывает смазку и, главное, может замерзнуть в трубопроводах и аппаратах при отрицательной температуре, что приведет к отказу тормозов. Для удаления влаги (очистки воздуха) в питающей части привода, до или после регулятора давления, устанавливаются **влагоотделители**. Очистка сжатого воздуха от влаги в них осуществляется термодинамическим или адсорбционным способом. Третий способ защиты — перевод конденсата в состояние низкотемпературной жидкости. Для этого в специальном аппарате — спиртонасытителе — при низких температурах окружающей среды в сжатый воздух вводят пары спирта, которые, смешиваясь с выделившейся влагой, образуют раствор (антифриз). **Четырехконтурный защитный клапан**, разделяет привод на четыре, действующих независимо друг от друга, контура. Защитный клапан позволяет двигаться воздуху только в направлении к ресиверам, защищая запас воздуха в ресиверах при разгерметизации на участке аппаратов подготовки воздуха. Одновременно он защищает исправные контуры от неисправного

в случае обрыва в одном из них, не позволяя выйти воздуху в атмосферу сразу из всех ресиверов привода. **Одинарный защитный клапан** отключает привод тягача в случае разрыва питающего трубопровода прицепа. На некоторых автомобилях вместо четырехконтурного применяют двойные или тройные защитные клапаны аналогичного назначения. Пройдя через четырехконтурный клапан, сжатый воздух заполняет ресиверы контуров. Работой любого контура рабочей системы управляет одна секция тормозного крана. **Тормозной кран** — это следящий аппарат, через который воздух при торможении поступает из ресивера в рабочие аппараты. Он управляется тормозной педалью в кабине водителя. При растормаживании через тормозной кран воздух из привода выпускается в атмосферу. **Регулятор тормозных сил** и модулятор АБС корректируют давление воздуха в контурах при торможении. **Стояночной тормозной системой** управляют с помощью ручного тормозного крана, установленного в кабине водителя. Исполнительным элементом контура являются **энергоаккумуляторы**. Между краном и энергоаккумулятором размещен **ускорительный клапан**. Тормозной кран уменьшает или увеличивает давление в полости ускорительного клапана, который в соответствии с этим либо пропускает из ресивера воздух в цилиндр энергоаккумулятора, а значит, повышает в нем давление, либо для снижения давления в цилиндре выпускает воздух из него в атмосферу. Чтобы обеспечить быстрый выпуск воздуха из энергоаккумуляторов при торможении ускорительный клапан располагают максимально близко от них. Два крайних, фиксированных, положения рукоятки соответствуют максимальному избыточному давлению воздуха в энергоаккумуляторах или атмосферному. При промежуточных положениях рукоятки давление также может принимать любое промежуточное значение, что позволяет использовать данный контур в качестве контура запасной тормозной системы автопоезда и производить плавное торможение. **Контур вспомогательной системы** позволяет включать в работу моторный тормоз — замедлитель. При нажатии кнопки крана воздух поступает в пневмоцилиндры контура, а при отпускании — выходит в атмосферу. Из-за малого расхода воздуха этот контур не имеет собственного ресивера. Магистраль, питающая ресивер прицепа сжатым воздухом (питающая магистраль), начинается от одинарного защитного клапана, а управляющая процессом торможения прицепа — от **клапана управления тормозами прицепа**. Подача сжатого воздуха в ресивер прицепа производится постоянно, независимо от того, происходит торможение тягача или нет. Управляющая магистраль используется для подачи команды на прицеп о начале торможения и его интенсивности. Команда подается путем изменения давления воздуха в управляющем трубопроводе. Давление в управляющей магистрали изменяется с помощью клапана управления тормозами прицепа. Он соединен с обоими контурами рабочей системы через контур стояноч-

ной системы. При торможении рабочей системой тягача воздух от обоих контуров поступает в клапан, который срабатывает и увеличивает давление в управляющей магистрали. Если выходит из строя один из рабочих контуров, торможение прицепа осуществляется по команде от исправного контура. При торможении стояночной системой тягача уменьшение давления в ее контуре приводит к срабатыванию клапана, и также осуществляется торможение прицепа. Помимо штатного режима торможения клапан обеспечивает **аварийное управление тормозами прицепа** при разрыве питающей магистрали. Для этого он снабжен устройством обрыва, который уменьшает давление в питающей магистрали, если командное давление от контуров тягача на вход аппарата поступает, а давление воздуха на выходе клапана управления тормозами прицепа не увеличивается.

Для управления торможением прицепа его **воздухораспределитель** соединен с управляющей и питающей магистралями, с ресивером и тормозными камерами. По своим функциям воздухораспределительный клапан прицепа аналогичен тормозному крану на тягаче, но управляется он не педалью, а командным давлением воздуха, поступающим от тягача. В расторможенном состоянии воздух по питающей магистрали через воздухораспределитель заполняет ресивер прицепа, при этом давление в управляющей магистрали отсутствует. Максимальное давление воздуха в ресивере прицепа равно максимальному давлению в ресиверах автомобиля. При торможении тягача с помощью рабочей или стояночной тормозной системы давление в управляющей магистрали увеличивается, что приводит к срабатыванию воздухораспределителя, который подает воздух из ресивера прицепа в тормозные камеры. Когда давление в управляющей магистрали снижается, прицеп растормаживается. Кроме того, торможение прицепа происходит всегда при уменьшении давления воздуха в питающем трубопроводе ниже 0,48 МПа, что может происходить при обычной расцепке тягача от прицепа на стоянке или при срабатывании клапана обрыва на тягаче. Такое затормаживание остановит прицеп при его полном отрыве от тягача во время движения. Растормаживание осуществляется или автоматически при увеличении давления свыше 0,48 МПа, или вручную — кнопкой на воздухораспределителе. **Регулятор тормозных сил и модулятор АБС** необходимы для корректирования давления воздуха, поступающего от воздухораспределителя к тормозным камерам. Торможение прицепа стояночной системой производится краном, который выпускает воздух из энергоаккумуляторов тормозов прицепа. Некоторые прицепы могут снабжаться **электромагнитным клапаном**, который служит для включения тормозной системы прицепа при торможении автомобиля **вспомогательной тормозной системой** (моторным тормозом-замедлителем). При подаче электросигнала электромагнитному клапану от

тягача он обеспечивает поступление сжатого воздуха из ресивера к тормозным камерам.

5. Кузов

5.1. История совершенствования конструкции кузова

Кузов представляет собой одну из основных систем пассивной безопасности автомобиля.

До 1930-х годов автомобиль имел верхний пассажирский кузов, который монтировался на шасси, в которое входило рама, сама трансмиссия, подвеска, тормозной и рулевой механизм.

1934 г. – появление несущего кузова путем интеграции шасси и кузова компанией Citroen в модели CV11.

1951 г. – «компания «Mercedes-Benz» запатентовала концепцию безопасного автомобиля (патент ДБП 854157), который должен иметь жесткий снаружи салон и двери с надежными замками». Все внутренние элементы салона должны быть деформируемыми.

1952 г. – появление альтернативной конструкции открытия дверей, названной «крыло чайки» в автомобиле Mercedes-Benz W198. Цель конструкции – обеспечение быстроты посадки и высадки пилота в гонке, а также уменьшение свободного пространства, необходимого для посадки и высадки водителя и пассажира в стесненных городских условиях. Главный недостаток – невозможность открыть двери при опрокидывании.

1965 г. – компания Ford произвела первые краш-тесты своих автомобилей, в ходе которых было разрушено свыше 175 автомобилей. Появление серийной модели W 111 автомобиля, компании «Mercedes-Benz» по концепции безопасного автомобиля.

1967 г. – выпуск AlfaRomeo 33 Stradale - первого автомобиля с дверями конструкции «крыло бабочки», открывающиеся вверх и на небольшой угол в бок.

1968 г. – Марчелло Гандини спроектировал и построил первый автомобиль с дверями гильотинного типа (Scissordoors, Lamborghini doors) Alfa Romeo Carabo, открывающиеся вертикально. Главный недостаток – невозможность открыть двери при опрокидывании.

1997 г. – появление EuroNCAP — европейского комитета по проведению независимых краш-тестов автомобилей с целью оценки активной и пассивной безопасности.

С 1997 года идет активное усовершенствование всех элементов автомобилей, отвечающих за активную и пассивную безопасность, особенно конструкции кузова.

5.2. Назначение и типы кузова

Кузов автомобиля предназначен для размещения водителя, пассажиров и различных грузов, а также для защиты их от внешних воздействий. Кроме того, несущий кузов служит для крепления всех агрегатов и механизмов автомобиля. Несущий кузов воспринимает все нагрузки и усилия, которые действуют на автомобиль при движении.

Кузов обеспечивает безопасность, обтекаемость, комфортабельность и внешний вид автомобиля. Конструкция кузова и его параметры оказывают серьезное влияние на эксплуатационные свойства, обеспечивающие движение автомобиля (тягово-скоростные, топливную экономичность, маневренность, устойчивость, плавность хода, проходимость), и на потребительские свойства, не связанные с движением автомобиля (вместимость, прочность, долговечность, ремонтпригодность, приспособленность к погрузке и выгрузке). На автомобилях применяются различные типы кузовов.

Грузовой кузов предназначен для размещения всевозможных грузов, пассажирский — людей, грузопассажирский — людей и грузов, а специальный — различного оборудования (лабораторного, медицинского и др.).

Несущий кузов рамы не имеет, и все силы и нагрузки, действующие на автомобиль, воспринимаются кузовом. Несущий кузов имеют большинство современных легковых автомобилей и автобусов.

Полунесущий кузов жестко соединяется с рамой и воспринимает часть нагрузок, приходящихся на раму. Такого типа кузов нашел применение на автобусах.

Разгруженный кузов жесткого соединения с рамой не имеет. Он устанавливается на раме на резиновых прокладках, подушках и кроме нагрузки от перевозимого груза никаких других нагрузок не воспринимает. Разгруженный кузов применяется на грузовых и на легковых автомобилях высшего класса и повышенной проходимости.

Каркасный кузов имеет жесткий пространственный каркас, к которому прикреплены наружная и внутренняя облицовки. Все нагрузки кузова воспринимаются каркасом. Облицовки нагрузок не несут. Каркасный кузов применяется на современных автобусах и некоторых легковых автомобилях.

Полукаркасный (скелетный) кузов имеет только отдельные части каркаса (стойки, дуги, усилители), которые соединяются между собой наружными и внутренними облицовками. Все нагрузки кузова воспринимаются совместно частями каркаса и облицовками. Полукаркасные кузова применяются на легковых автомобилях и автобусах. Полукаркасными также выполняются цельнометаллические кабины грузовых автомобилей.

Бескаркасный (оболочковый) кузов жесткого пространственного каркаса не имеет. Он представляет собой корпус (оболочку), состоящий из больших штампованных частей и панелей, соединенных между собой

сваркой в пространственную систему. Все нагрузки кузова воспринимаются его корпусом. Бескаркасными выполняются кузова современных легковых автомобилей, так как они очень технологичны при производстве — автоматическая сварка панелей кузова может производиться на конвейере. Бескаркасными также делаются цельнометаллические кабины грузовых автомобилей.

5.3. Кузова легковых автомобилей

Кузовом легкового автомобиля называется одна из его основных частей, объединяющая пассажирский салон с отделениями для двигателя и багажа. Кузов легкового автомобиля служит для размещения водителя, пассажиров, багажа и защиты их от внешних воздействий (дождь, пыль, ветер, снег, удары при столкновениях и т.п.). На легковых автомобилях применяются различные типы кузовов.

По числу объемов различают трехобъемные, двухобъемные и однообъемные кузова.

Трехобъемный кузов (рис. 5.1, а) имеет три объема и состоит из пассажирского салона 2, отделения двигателя 1 и багажного отделения 3.

Двухобъемный кузов (рис. 5.1, б) имеет два видимых объема и включает в себя отделение двигателя и пассажирский салон, объединенный с багажником, т.е. у кузова нет багажного отделения как отдельного объема. Двухобъемный кузов по сравнению с трехобъемным позволяет уменьшить длину и массу автомобиля без ухудшения его комфортабельности.

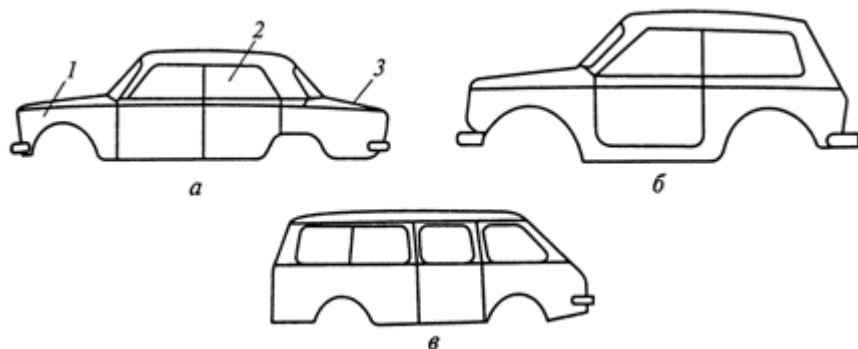


Рис. 5.1. Кузова легковых автомобилей:

а – трехобъемный; б – двухобъемный; в – однообъемный; 1 – отделение двигателя; 2 – салон; 3 – багажное отделение

Однообъемный кузов (рис. 5.1, в) имеет один видимый объем, состоящий из пассажирского отделения, объединенного с отделениями двигателя и багажным. По внешнему виду однообъемный кузов напоминает кузов микроавтобуса.

В зависимости от числа дверей и конструкции крыши различают следующие легковые кузова (рис. 5.2).

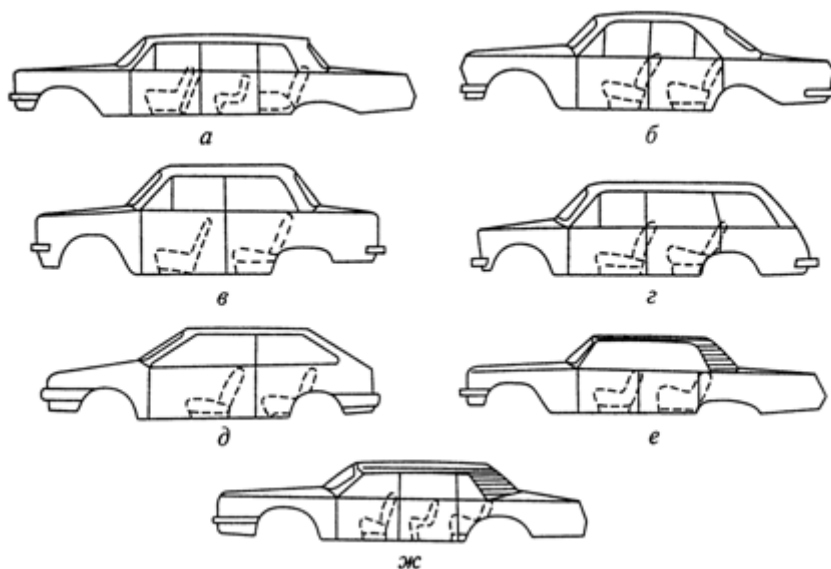


Рис. 5.2. Конструктивные схемы кузовов легковых автомобилей:
а – лимузин; б – седан; в – купе; г – универсал; д – хэтчбэк; е – фаэтон; ж – кабриолет

Лимузин (рис. 5.2, а) представляет собой трехобъемный закрытый четырехдверный кузов с двумя или тремя рядами сидений (третий ряд сидений откидной). За передним рядом сидений расположена подъемная стеклянная перегородка, служащая при необходимости для отделения водителя от задних пассажиров. Лимузин применяется на легковых автомобилях высшего класса.

Седан (рис. 5.2, б) является трехобъемным закрытым четырехдверным кузовом с двумя (реже — тремя) рядами сидений (третий ряд откидной). Седан имеет наибольшее распространение на легковых автомобилях.

Купе (рис. 5.2, в) — трехобъемный закрытый двухдверный кузов с одним или двумя рядами сидений. Для доступа к задним сиденьям необходимо откидывать передние, что ухудшает условия посадки пассажиров.

Универсал (рис. 5.2, г) представляет собой двухобъемный закрытый трех- или пятидверный кузов с двумя рядами сидений. Дополнительная дверь находится в задней стенке кузова. При складывании заднего ряда сидений увеличивается багажное отделение, в результате чего кузов превращается из пассажирского в грузопассажирский.

Хэтчбэк (рис. 5.2, д) занимает промежуточное положение между кузовами седан и универсал. Хэтчбэк является двухобъемным закрытым трех- или пятидверным кузовом с двумя рядами сидений. Дополнительная дверь находится в наклонной задней стенке кузова. Кузов может быть легко переоборудован из пассажирского в грузопассажирский путем убирания

съемной складной полки, которая установлена за задним рядом сидений и закрывает багажное отделение. При складывании заднего ряда сидений площадь багажного отделения увеличивается.

Фаэтон (рис. 5.2, е) представляет собой полностью открывающийся двух- или трехобъемный кузов. Кузов имеет две или четыре двери, два или три ряда сидений, мягкий складывающийся верх и съемные боковины, в которых выполнены окна.

Кабриолет (рис. 5.2, ж) является открывающимся трехобъемным четырехдверным кузовом с двумя или тремя рядами сидений (третий ряд откидной). Кузов имеет жесткий или мягкий убирающийся верх и опускающиеся стекла в дверях и боковинах.

Кузов легкового автомобиля ВАЗ (рис. 5.3) типа хэтчбэк обладает высокой обтекаемостью и аэродинамичностью. Он выполнен двухобъемным (отделение двигателя, объединенный салон с багажным отделением), имеет три двери (две передние и задняя).

Кузов может быть легко переоборудован из пассажирского в грузопассажирский. При перевозке крупного багажа или груза площадь багажного отделения увеличивается за счет складывания заднего сиденья. Конструкция кузова выполнена не равнопрочной. Отдельные его части имеют различную жесткость и, следовательно, разную сопротивляемость удару при дорожно-транспортных происшествиях.

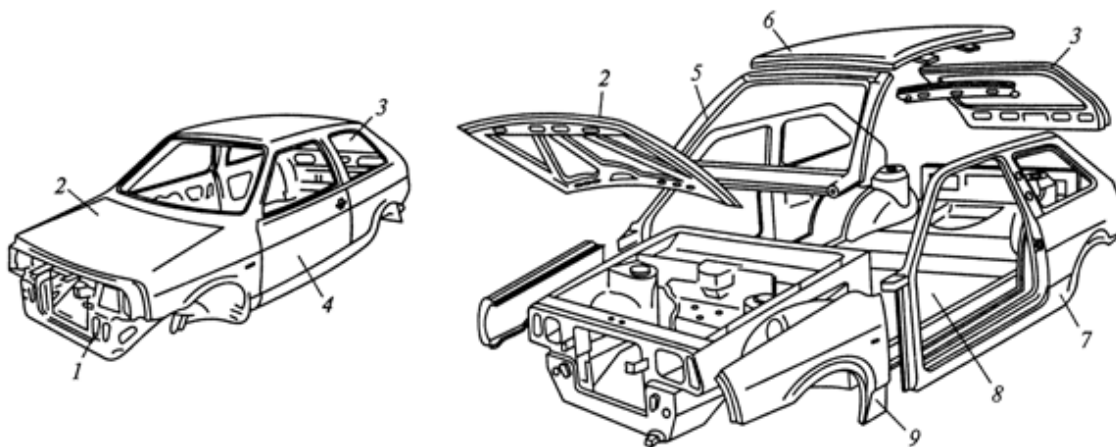


Рис. 5.3. Кузов легковых автомобилей ВАЗ типа хэтчбэк:

1 – корпус; 2 – капот; 3,4 – двери; 5 – рама; 6 – крыша; 7 – боковина; 8 – основание; 9 – крыло

В результате при столкновениях автомобиля за счет деформации передней и задней частей кузова гасится энергия удара, и пассажирский салон

предохраняется от деформации. Это обеспечивает сохранение пространства выживания людей при столкновениях автомобиля. Детали кузова оштампованы из листовой малоуглеродистой холоднокатаной стали толщиной 0,7...2,5 мм.

Ветровое стекло — панорамное, безопасное, полированное, выполнено трехслойным (триплекс). Оно установлено в проеме кузова с резиновыми уплотнителями. На ветровое стекло с внутренней стороны приклеено зеркало заднего вида. Над ветровым стеклом установлены противосолнечные козырьки, которые в зависимости от направления лучей солнца могут поворачиваться водителем вокруг вертикальной и горизонтальной осей. Боковые стекла и стекла дверей гнутые, полированные, закаленные, безопасные. Стекло задней двери и боковые стекла устанавливаются в проемах кузова с резиновыми уплотнителями.

Капот состоит из наружной и внутренней панелей, соединенных между собой. Он прикреплен к кузову на двух внутренних петлях, позволяющих регулировать его положение относительно проема отделения двигателя, и открывается назад по ходу автомобиля. Передняя его часть опирается на резиновые буфера. В передней части капота находится замок с крючком, исключая самопроизвольное открывание капота при движении. Привод замка капота тросовый. В открытом положении капот фиксируется специальным металлическим упором стержневого типа.

Передний и задний бамперы энергоемкие. Они состоят из пластиковой балки и микропористой облицовки.

5.4. Пассивная безопасность

Пассивная безопасность — совокупность конструктивных и эксплуатационных свойств автомобиля, направленных на снижение тяжести дорожно-транспортного происшествия. Включает в себя следующие элементы:

- ремни безопасности, в том числе инерционные с преднатяжителями;
- подушки безопасности;
- сминаемые или мягкие элементы передней панели;
- складывающуюся рулевую колонку;
- травмобезопасный педальный узел — при столкновении педали отделяются от мест крепления и уменьшают риск повреждения ног водителя;
- энергопоглощающие элементы передней и задней частей автомобиля, сминающиеся при ударе (бамперы);
- подголовники сидений, защищающие от серьезных травм шеи пассажира при ударе автомобиля сзади;
- безопасные стёкла — закалённые, которые при разрушении рассыпаются на множество неострых осколков;

- дуги безопасности, усиленные передние стойки крыши и верхняя рамка ветрового стекла в родстерах и кабриолетах;
- поперечные брусья в дверях и т. п.
- защита от проникновения двигателя и других агрегатов в салон (увод их под днище).

5.4.1. Ремень безопасности

Ремень безопасности — средство пассивной безопасности, предназначенное для удержания пассажира автомобиля на месте в случае аварии либо внезапной остановки. Применение ремня безопасности предотвращает перемещение пассажира по инерции, и, соответственно, возможные его столкновения с деталями интерьера транспортного средства или с другими пассажирами (так называемые вторичные удары), а также гарантирует, что пассажир будет находиться в положении, обеспечивающем безопасное раскрытие подушек безопасности. Помимо этого, ремни безопасности при аварии немного растягиваются, тем самым поглощая кинетическую энергию пассажира и дополнительно тормозя его движение, и распределяют усилие торможения на большую поверхность. Возможно также использование в ремнях безопасности устройств предварительного натяжения.

Ремни безопасности уменьшают риск гибели водителя и пассажиров переднего и заднего сиденья в зависимости от типа аварии от 2 (лобовое и боковое столкновения) до 5 раз (переворачивание).

По числу мест крепления различают следующие виды ремней безопасности:

- двухточечные ремни безопасности - в настоящее время можно встретить в качестве среднего ремня на заднем сидении некоторых старых автомобилей, а также на пассажирских местах в самолетах;
- трехточечные ремни безопасности - являются основным видом ремня безопасности и устанавливаются на всех современных автомобилях. Трехточечный диагонально-поясной ремень безопасности обеспечивает равномерное распределение энергии движущегося тела на грудь, таз и плечи. Первые серийные трехточечные ремни безопасности были предложены компанией Volvo в 1959 году, разработчик – Нильс Болин;
- четырех-, пяти- и шеститочечные ремни безопасности - устанавливаются на спортивных автомобилях.

Перспективной конструкцией являются надувные ремни безопасности, которые наполняются газом при аварии. Они увеличивают площадь контакта с пассажиром и уменьшают нагрузки на человека.

5.4.2. Подушка безопасности

Подушка безопасности — система пассивной безопасности (SRS, Supplementary Restraint System) в транспортных средствах.

Представляет собой эластичную оболочку, которая наполняется воздухом либо другим газом. Подушки безопасности широко используются для смягчения удара в случае автомобильного столкновения. Должны применяться вместе с ремнями безопасности.

Система подушек безопасности включает в себя три главных компонента:

- непосредственно сам модуль подушки безопасности
- датчики определения удара
- блок диагностики.

Некоторые системы могут также иметь переключатель on/off (вкл/выкл) для отключения в случае надобности.

Модуль подушки безопасности содержит в себе блок наполнения и легкую нейлоновую подушку. Модуль водительской подушки безопасности находится в центре рулевого колеса, а пассажира — в приборной панели. Полностью наполненная газом водительская подушка имеет примерно диаметр большого надувного пляжного мяча. Пассажирская же может быть в два-три раза больше, так как дистанция между сидящим справа пассажиром и приборной панелью гораздо больше.

Датчики удара расположены в передней части автомобиля и/или салоне. Автомобили могут быть оснащены одним и более датчиками, которые активируются под воздействием сил, возникающих при лобовом или близком к лобовому ударе. Датчики измеряют степень замедления, с которой машина сбрасывает скорость. Замедление автомобиля, при котором датчики активируют подушки, варьируется в зависимости от характера столкновения. Подушки безопасности не должны срабатывать при внезапном торможении или при езде по неровным поверхностям.

Блок диагностики следит за исправностью системы подушек безопасности. Он активируется при включении зажигания автомобиля. Если блок диагностики обнаружит неисправность, загорится лампочка, предупреждающая водителя о необходимости доставки автомобиля в авторизованный центр обслуживания. Большинство блоков диагностики имеют устройства, которые содержат достаточно электрической энергии для приведения подушек безопасности в действие, если основная аккумуляторная батарея будет повреждена при столкновении.

5.4.3. Подголовник

Подголовник — защитное средство, встроенное в верхнюю часть сиденья, являющееся предохранительным упором для затылочной

части головы водителя или пассажира автомобиля. Подголовники устанавливаются с целью ослабления эффекта движения головы назад, в результате ДТП из-за наезда другого транспортного средства сзади.

Неподвижный подголовник может быть либо продолжением спинки сиденья, либо подушкой, которая крепится к сиденью при помощи металлических штырей. Большую роль при защите шейных позвонков при аварии играет правильность установки подголовника.

Активные подголовники оборудованы специальным подвижным рычагом, спрятанным в спинке кресла. При ударе автомобиля спина водителя по инерции от толчка вдавливаются в кресло и нажимает на нижний конец рычага. Срабатывающий механизм приближает подголовник к голове водителя еще до ее опрокидывания, за счет чего уменьшает силу удара. Активные подголовники активны при столкновениях на малых и средних скоростях движения, когда наиболее часто случаются травмы, связанные с указанным эффектом «хлыста» и эффективны только при определённых видах наезда сзади. После столкновения подголовники возвращаются в исходное положение.

5.5. Комфорт автомобиля

Стандартный перечень систем комфорта:

- центральный замок;
- дистанционное управление центрального замка;
- освещение салона;
- противоугонные системы (сигнализация, иммобилайзер);
- обогрев заднего стекла;
- кондиционер;
- электростеклоподъемники;
- обогрев зеркал;
- электропривод регулировки зеркал;
- обогрев сидений.

Автомобильная система кондиционирования воздуха — разновидность системы кондиционирования воздуха, устанавливаемая в автомобиле и позволяющая охлаждать воздух в салоне, а также очищать его от влаги и посторонних запахов. В современных автомобилях является составной частью системы вентиляции и отопления салона.

Особенность такого кондиционера с технической точки зрения заключается в том, что для его работы используется не электричество, а часть мощности двигателя внутреннего сгорания, отбираемая с его коленчатого вала при помощи приводного ремня, иногда общего с ремнём генератора или отдельным. Конденсатор кондиционера обычно располагается под капотом, причём для того, чтобы избежать воздействия на не-

го тепла двигателя, его располагают ближе к переднему бамперу машины, перед радиатором, но при этом таким образом, чтобы не страдал обдув самого радиатора. Отвод воды от испарителя кондиционера выполняется прямо под автомобиль, поэтому часто под автомобилем с работающим кондиционером можно увидеть лужу.

Современные установки кондиционирования воздуха как правило конструктивно объединены с системой отопления салона, используют общие воздуховоды и систему управления (климат-контроль). Органы управления системами обогрева и кондиционирования воздуха на современных автомобилях обычно размещается на панели приборов, или на центральной консоли между водителем и передним пассажиром.

В состав любого автомобильного кондиционера входят следующие элементы (рис. 5.4):

- испаритель;
- компрессор кондиционера;
- муфта компрессора кондиционера;
- конденсатор;
- радиатор кондиционера.

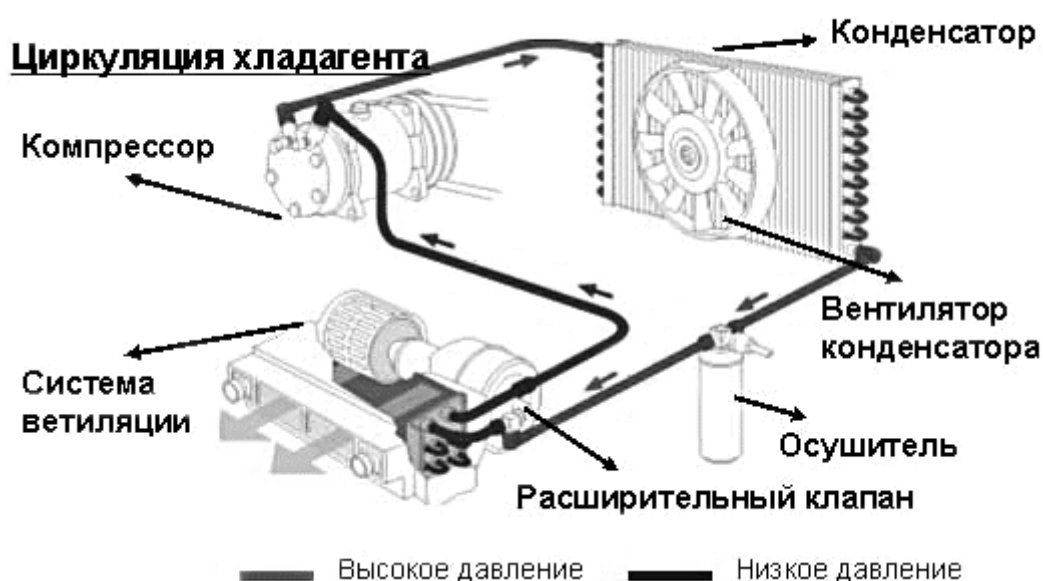


Рис. 5.4. Работа кондиционера

5.6. Перспективы развития кузова автомобиля

Перспективы развития кузовов легковых автомобилей связаны с улучшением их аэродинамики, снижением веса, повышением безопасности. За последние годы выработался основной принцип, который заключается в том, чтобы разработать конструкцию несущего кузова таким образом, чтобы салон автомобиля оставался максимально неповрежденным, в то время

как передняя и задняя части были бы способны прогрессивно деформироваться, поглощая энергию столкновения.

Прогресс в кузовостроении характеризуется все большим применением легких материалов, таких как алюминий, высокопрочные стали, композитные материалы, различных видов пластика, получивший сегодня широкое распространение в автомобильной промышленности.

Применение электронных устройств поможет повысить безопасность и комфортабельность автомобиля. Все большее внимание будет уделяться безопасности пешехода, детской безопасности. Электронные помощники должны в значительной степени освободить водителя от контроля за состоянием автомобиля, облегчить видение дорожной ситуации днем и ночью.

6. Электрооборудование автомобиля

Электрооборудование автомобиля предназначено для выработки электрической энергии и питания различных систем и устройств автомобиля. Электрооборудование автомобиля имеет следующее общее устройство:

- источники тока;
- потребители тока;
- элементы управления;
- электрическая проводка.

Все конструктивные элементы электрооборудования объединены в **бортовую сеть**.

6.1. Источники тока

Источниками тока в автомобиле являются аккумуляторная батарея и генератор.

Аккумуляторная батарея предназначена для питания потребителей электрическим током при неработающем двигателе, запуске двигателя, а также работе двигателя на малых оборотах.

Генератор является основным источником электрического тока. Он обеспечивает питание электрическим током всех потребителей, а также зарядку аккумуляторной батареи.

Емкость аккумуляторной батареи и мощность генератора должны соответствовать мощности потребителей электроэнергии на всех режимах.

6.1.1. Автомобильный аккумулятор

Автомобильный аккумулятор является важным элементом электрооборудования - наряду с генератором выступает источником тока. В автомобиле аккумуляторная батарея выполняет несколько функций:

- питание стартера при запуске двигателя;
- питание потребителей при выключенном двигателе;
- питание потребителей в дополнение к генератору при включенном двигателе.

При совместной работе с генератором аккумуляторная батарея обеспечивает переходные процессы, требующие большого тока, а также сглаживает пульсацию тока в электрической сети.

Устройство аккумуляторной батареи. На автомобилях в качестве стартерных применяются свинцово-кислотные аккумуляторные батареи.

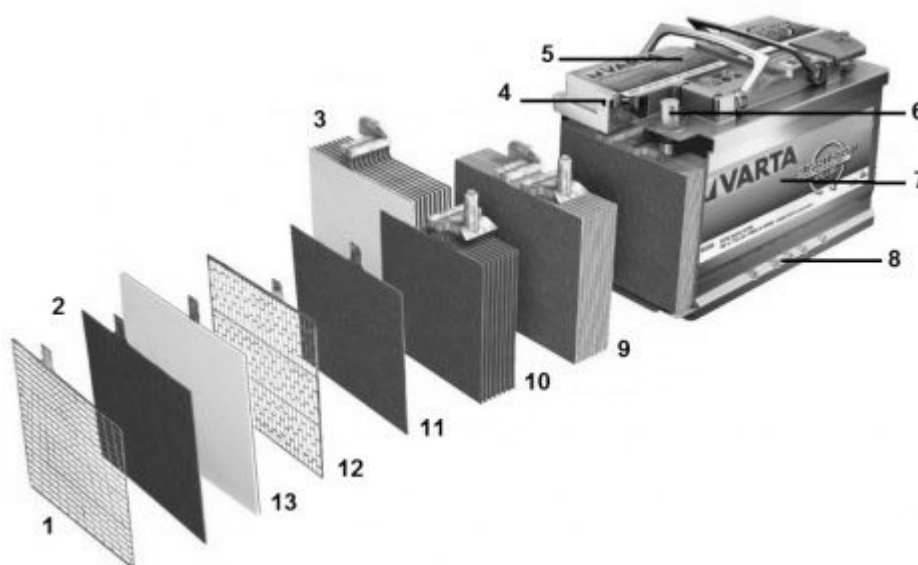


Рис. 6.1. Устройство аккумуляторной батареи:

1 – положительная решетка (электрод); 2 – положительная пластина; 3 – набор положительных пластин; 4 – отверстие системы центральной вентиляции; 5 – крышка; 6 – полюсный вывод; 7 – корпус-моноблок; 8 – крепежный выступ; 9 – блок пластин; 10 – набор отрицательных пластин; 11 – отрицательная пластина; 12 – отрицательная решетка (электрод); 13 – положительная пластина с сепаратором

Каждая батарея состоит из шести последовательно соединенных аккумуляторов, объединенных в одном корпусе. Корпус изготавливается из пропилена, стойкого к кислоте и не проводящего ток. Отдельный аккумулятор объединяет чередующиеся положительные и отрицательные электроды, покрытые слоем активной массы. Изоляцию пластин противоположной полярности обеспечивает пластмассовый сепаратор. Электроды изготавливаются из свинцового сплава. В современных аккумуляторах положительные и отрицательные электроды изготавливаются из свинцово-кальциевого сплава. Такие батареи имеют низкий уровень саморазряда (потеря 50% емкости за 18 месяцев) и минимальный расход воды (1 г/Ач).

Это дает возможность полностью исключить добавление воды за период эксплуатации – **необслуживаемая аккумуляторная батарея**.

Реже можно встретить более дешевую конструкцию, т.н. **гибридную аккумуляторную батарею**. В ней положительные электроды свинцово-сурмяные, а отрицательные – свинцово-кальциевые. В таких батареях расход воды в полтора-два раза больше кальциевой батареи, но они также не требуют обслуживания.

Электроды имеют решетчатую структуру. Технологии изготовления положительных и отрицательных электродов отличаются. Каждый электрод покрывает слой активной массы. У положительных электродов активная масса состоит из диоксида свинца. В отрицательных пластинах активная масса представлена губчатым свинцом. Электроды помещены в **электролит**, в качестве которого используется раствор серной кислоты. Электролит имеет определенную плотность, которая изменяется в зависимости от степени заряженности аккумуляторной батареи (*чем выше зарядность, тем выше плотность*). В зависимости от физического состояния электролита различают два вида аккумуляторных батарей: с **жидким электролитом** и с пропитанным специальным материалом (**нежидким**) электролитом. Сегодня наиболее распространены аккумуляторные батареи с жидким электролитом.

Новые системы автомобиля, такие как система стоп-старт, система рекуперативного торможения, предъявляют повышенные требования к аккумуляторной батарее – высокий пусковой ток, стойкость к глубокому разряду, долговечность. Этим требованиям отвечают **аккумуляторные батареи AGM** (Absorbed Glass Material), в которых электролит удерживается в микропористом материале. Технология обеспечивает повышение эффективности активной массы за счет лучшего поглощения кислоты.

Промежуточное положение между аккумуляторами с жидким электролитом и AGM батареями занимают **аккумуляторные батареи EFB** (Enhanced Flooded Battery) – технология влажного электрода. В батарее EFB электроды покрыты пленкой из микроволокна, которая удерживает энергию и обеспечивает стабильность к циклическому разряду. Батарея, при этом, заполнена жидким электролитом.

В перспективе аккумуляторы типа AGM и EFB полностью заменят свинцово-кальциевые батареи с жидким электролитом. Сдерживающим фактором пока выступает высокая цена новых источников тока.

Зарядка аккумуляторной батареи сопровождается газообразованием. Отвод газов от аккумуляторной батареи осуществляется с помощью системы вентиляции. За счет предохранительных клапанов система герметична. Клапан устанавливается в пробке аккумулятора и срабатывает при определенном избыточном давлении. Кислород и водород, образующиеся при заряде, не покидают аккумулятор, а взаимодействуют между собой с

образованием воды. Их выход происходит только при высоком напряжении заряда.

Подключение аккумуляторной батареи к электрической сети производится с помощью двух свинцовых выводов. Положительный вывод всегда толще отрицательного, что исключает ошибку при подключении батареи. Полярность (расположение) выводов может быть прямой или обратной. При прямой полярности положительный вывод батареи расположен слева, при обратной полярности справа. Необходимо помнить, что длина проводов, которыми подключается аккумулятор, рассчитана на определенную полярность.

Автомобильные аккумуляторы оборудуются **индикатором заряженности батареи**, т.н. «глазком». Плотность электролита оценивается по цвету «глазка» («зеленый» – батарея заряжена, «черный» – недостаточный заряд, «желтый» – низкий уровень электролита).

На автомобиле аккумуляторные батареи жестко закрепляются с помощью специального крепления, предупреждающего их повреждение и разлив электролита. Крепление может быть *верхнее* (рамка) или *нижнее* (скоба, закрепляемая за выступы основания). Для батарей, располагающихся в центральной части или багажнике автомобиля предусматривается аварийный размыкатель аккумуляторной батареи.

Принцип действия аккумуляторной батареи основан на преобразовании электрической энергии в химическую энергию при заряде и наоборот химической энергии в электрическую при разряде. Работа аккумуляторной батареи носит циклический характер: разряд-заряд. Разряд происходит при подключении потребителей. При разряде активная масса положительных (диоксид свинца) и отрицательных (губчатый свинец) электродов взаимодействует с электролитом. При этом образуется сульфат свинца и вода, плотность электролита уменьшается.

При работающем двигателе аккумуляторная батарея заряжается от генератора. Аккумуляторную батарею также можно зарядить с помощью специального **зарядного устройства**. При зарядке сульфат свинца и вода преобразуются в свинец, двуокись свинца и серную кислоту. Плотность электролита повышается.

Заряд батареи должен производиться при оптимальном напряжении. Высокое напряжение приводит к сильному разложению воды и снижению уровня электролита. Низкое напряжение чревато неполной зарядкой батареи и, соответственно, уменьшением срока ее службы.

Работа аккумуляторной батареи зависит от температуры окружающего воздуха. При повышении температуры увеличивается отдаваемая мощность, но вместе с ней увеличивается саморазряд и коррозия электродов. Понижение температуры сопровождается снижением разрядной емкости, замедлением химических процессов и уменьшением плотности электроли-

та. При отсутствии нагрузки процессы в аккумуляторной батарее продолжаются - происходит ее **саморазряд**. Величина саморазряда зависит от температуры окружающего воздуха и конструкции батареи (электродов).

Срок службы аккумуляторной батареи составляет в среднем 4-5 лет и во многом зависит от режима эксплуатации. Производители постоянно работают над повышением эффективности аккумуляторной батареи, увеличением срока ее службы. Среди перспективных направлений:

- внедрение системы управления энергетическим балансом (*регулирует подключение потребителей*);
- использование двух аккумуляторных батарей (*одна для запуска, другая для всего остального*);
- совершенствование конструкции аккумуляторных батарей (*AGM, EFB технологии*).

6.1.2. Автомобильный генератор

Автомобильный генератор – электрическая машина, преобразующая механическую энергию в электрический ток. В автомобиле генератор используется для зарядки аккумуляторной батареи и питания электрооборудования при работающем двигателе. В качестве автомобильного генератора применяется генератор переменного тока.

Генератор располагается, как правило, в передней части двигателя и приводится от коленчатого вала. На гибридных автомобилях генератор выполняет функции стартера, т.н. **стартер-генератор**. Аналогичная схема используется в некоторых конструкциях системы стоп-старт. Ведущими производителями генераторов являются фирмы **Bosch, Denso, Delphi**.

Различают **два типа конструкций автомобильных генераторов** – *традиционную* и *компактную*. Помимо геометрических размеров, данные конструкции имеют отличия в компоновке вентилятора, устройстве корпуса, приводного шкива, выпрямительного узла. Вместе с тем, можно выделить следующее общее **устройство автомобильного генератора**:

- ротор;
- статор;
- корпус;
- щеточный узел;
- выпрямительный блок;
- регулятор напряжения.

Основное предназначение **ротора** – создание вращающегося магнитного поля. Для этого на валу ротора находится обмотка возбуждения, помещенная в две полюсные половины. Каждая из полюсных половин имеет по шесть выступов – **ключев**. На валу ротора расположены два контактных кольца, через которые осуществляется питание обмотки возбуждения.

Кольца, как правило, медные, реже стальные или латунные. Выводы обмотки возбуждения припаяны непосредственно к кольцам.

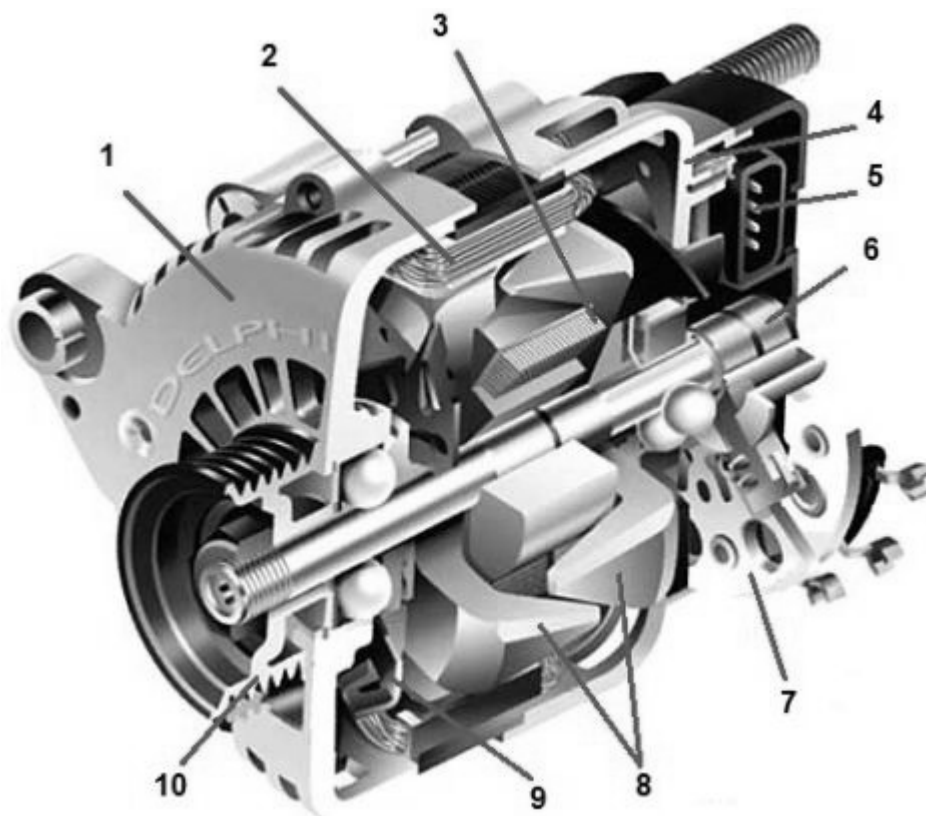


Рис.6.2. Схема автомобильного генератора :

1– передняя крышка; 2 – обмотка статора; 3 – обмотка возбуждения; 4 – задняя крышка; 5 – щеточный узел; 6 – контактные кольца; 7 – выпрямительный блок; 8 – полюсные половины; 9 – крыльчатка вентилятора; 10 – приводной шкив

В зависимости от конструкции на валу ротора размещается одна или две крыльчатки вентилятора, а также закрепляется ведомый приводной шкив. Подшипниковый узел ротора представлен двумя шариковыми необслуживаемыми подшипниками. На валу со стороны контактных колец также может устанавливаться роликовый подшипник.

Статор служит для создания переменного электрического тока. Конструктивно он объединяет металлический сердечник и обмотки. Сердечник набирается из стальных пластин. Для навивки обмоток в сердечнике выполнено 36 пазов. В пазах укладывается три обмотки, образующие т.н. трехфазное соединение. Различают петлевой или волновой способ укладки

обмоток в пазы. **Соединение обмоток** между собой может осуществляться по двум схемам:

- схема «звезда» (*одни концы обмоток соединены в одной точке, другие являются выводами*);
- схема «треугольник» (*последовательное кольцевое соединение концов обмоток, выводы из точек соединения*).

В корпусе размещается большинство конструктивных элементов генератора. Корпус представляет собой **две крышки** – переднюю (со стороны приводного шкива) и заднюю (со стороны контактных колец). Крышки стянуты между собой с помощью болтов. Крышки изготавливаются, как правило, из алюминиевого сплава – легкого, немагнитного и легко рассеивающего тепло. На поверхности крышек выполнены вентиляционные окна, а также две (двухлапное крепление генератора) или одна (однолапное крепление генератора) крепежные лапы.

Щеточный узел обеспечивает передачу тока возбуждения на контактные кольца. Узел включает две графитные щетки, пружины их прижимающие и щеткодержатель. На современных генераторах щеткодержатель объединен с регулятором напряжения в единый неразборный узел.

Выпрямительный блок служит для преобразования синусоидального напряжения, вырабатываемого генератором, в напряжение постоянного тока бортовой сети автомобиля. Выпрямительный блок представляет собой пластины, выполняющие роль теплоотводов, на которых смонтированы диоды. Блок содержит шесть силовых полупроводниковых диодов, по два на каждую фазу, один на «положительный», другой – на «отрицательный» вывод генератора.

На некоторых генераторах обмотка возбуждения подключена через отдельную группу, состоящую из двух диодов. Данные выпрямители препятствуют протеканию тока разряда аккумуляторной батареи через обмотку при неработающем двигателе. При соединении обмоток по типу «звезда» на нулевом выводе устанавливается два дополнительных силовых диода, что позволяет увеличить мощность генератора до 15%.

Регулятор напряжения предназначен для поддержания напряжения генератора в определенных пределах. Современные генераторы оснащаются полупроводниковыми электронными (интегральными) регуляторами напряжения. Различают следующие конструкции электронных регуляторов:

- *гибридное исполнение* – электронные приборы и радиоэлементы используются в электронной схеме вместе с толстопленочными микроэлектронными элементами;
- *интегральное исполнение* – все компоненты регулятора напряжения, кроме выходного каскада, выполнены с помощью тонкопленочной микроэлектронной технологии.

Стабилизация напряжения, необходимая при изменении частоты вращения коленчатого вала двигателя и нагрузки, осуществляется автоматически за счет воздействия на ток в обмотке возбуждения. Регулятор управляет частотой импульсов тока и их продолжительностью. Регулятор напряжения осуществляет изменение напряжения, подводимого для зарядки аккумуляторной батареи, в зависимости от температуры воздуха (т.н. термокомпенсация напряжения). Чем ниже температура воздуха, тем большее напряжение подводится к аккумуляторной батарее.

Привод генератора осуществляется посредством ременной передачи и обеспечивает вращение ротора со скоростью в 2-3 раза превышающую частоту вращения коленчатого вала. В зависимости от конструкции генератора в передаче используется клиновый или поликлиновый ремень. Область применения клинового ремня ограничена размерами ведомого шкива (при определенном диаметре шкива клиновый ремень быстро изнашивается).

Поликлиновый ремень более универсальный, т.к. применим при больших диаметрах ведомого шкива, и следовательно с его помощью может быть реализовано большее передаточное число. На современных моделях генераторов привод осуществляется поликлиновым ремнем.

На автомобилях может устанавливаться т.н. **индукторный** (бесщеточный) **генератор**. Такой генератор имеет ротор, представляющий собой набор спрессованных тонких пластин из трансформаторного железа (ротор из магнитомягкой пассивной ферромассы). Обмотка возбуждения помещена на статоре. Электродвижущая сила в индукторном генераторе получается путем изменения магнитной проводимости воздушного зазора между ротором и статором.

При повороте ключа в замке зажигания, ток от аккумуляторной батареи через щеточный узел и контактные кольца поступает на обмотку возбуждения. В обмотке наводится магнитное поле. С вращением коленчатого вала двигателя начинает вращаться ротор генератора. Магнитное поле ротора пронизывает обмотки статора, на выводах которых возникает переменное напряжение. При достижении определенной частоты вращения генератор переходит в режим самовозбуждения, т.е. обмотка возбуждения запитывается непосредственно от генератора.

Выпрямительный блок преобразует переменное напряжение в напряжение постоянного тока. В таком состоянии генератор обеспечивает требуемый ток для зарядки аккумуляторной батареи и питания потребителей. При изменении частоты вращения коленчатого вала двигателя и нагрузки в работу включается регулятор напряжения. Он регулирует время включения обмотки возбуждения. При возрастании частоты вращения генератора и уменьшении внешней нагрузки время включения обмотки возбуждения

уменьшается, наоборот, при уменьшении частоты вращения и увеличения нагрузки – увеличивается.

В случае, когда потребляемый ток превышает возможности генератора, в работу включается аккумуляторная батарея. Для контроля работоспособного состояния генератора на панели приборов имеется контрольная лампа (*лампа контроля заряда*).

6.2. Потребители энергии

Потребители энергии обеспечивают работоспособность автомобиля. К ним относятся:

- топливная система;
- система впрыска;
- система зажигания;
- система управления двигателем;
- автоматическая коробка передач;
- электроусилитель рулевого управления;
- система охлаждения;
- система освещения;
- системы активной безопасности;
- система пассивной безопасности;
- система отопления и кондиционирования;
- противоугонные системы;
- аудиосистема;
- система навигации.

К потребителям относят системы комфорта, запуска, звуковой сигнал.

Элементы управления обеспечивают согласованную работу источников тока и потребителей электроэнергии. В системе используются следующие элементы управления: щитки предохранителей, блоки реле, электронные блоки управления. Они расположены, как правило, децентрализованно. В **бортовой сети** автомобиля помимо традиционной электрической проводки используются мультиплексные системы – т.н. CAN шины (шины данных), обеспечивающие соединение электронных блоков управления между собой и передачу сигналов управления в цифровом виде.

6.2.1. Система управления двигателем

Системой управления двигателем называется электронная система управления, которая обеспечивает работу двух и более систем двигателя.

Система является одним из основных электронных компонентов электрооборудования автомобиля. Одним из основных разработчиков систем управления двигателем в мире является немецкая фирма **Bosch**.

Свою историю система управления двигателем ведет от объединенной системы впрыска и зажигания. Современная система управления двигателем (рис. 6.3) объединяет значительно больше систем и устройств:

- топливная система;
- система впуска;
- выпускная система;
- система охлаждения;
- система рециркуляции отработавших газов;
- система улавливания паров бензина;
- вакуумный усилитель тормозов.

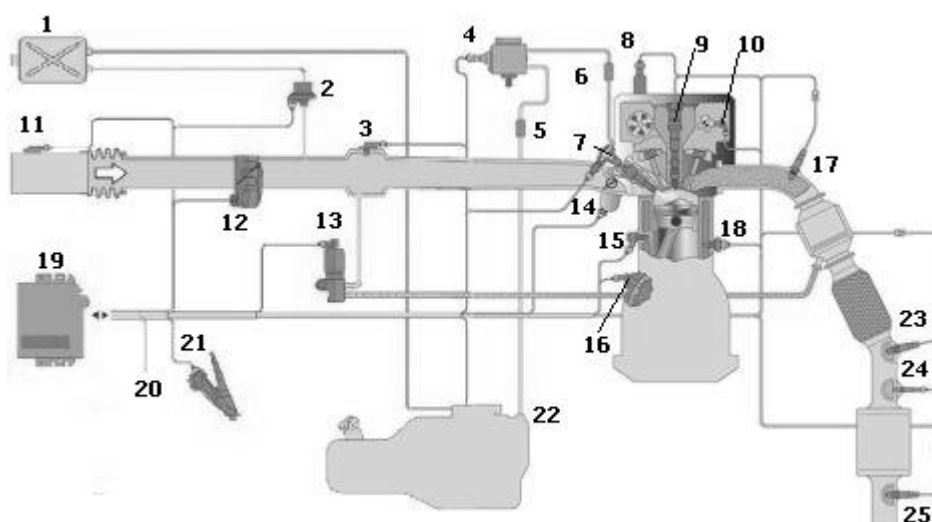


Рис.6.3. Система управления двигателем:

1– адсорбер; 2 – запорный клапан системы улавливания паров бензина; 3 – датчик давления во впускном коллекторе; 4 – топливный насос высокого давления; 5 – датчик давления топлива в контуре низкого давления; 6 – датчик давления топлива в контуре высокого давления; 7 – форсунка впрыска; 8 – клапан регулирования фаз газораспределения; 9 – катушка зажигания; 10 – датчик Холла; 11 – датчик температуры воздуха на впуске; 12– блок управления дроссельной заслонкой с датчиком положения; 13 – управляющий клапан системы рециркуляции отработавших газов; 14 – потенциометр заслонки впускного коллектора; 15 – датчик детонации; 16 – датчик частоты вращения коленчатого вала; 17 – кислородный датчик; 18 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 19 – блок управления; 20 – диагностический интерфейс; 21 – датчик положения педали акселератора; 22– топливный насос; 23 – кислородный датчик; 24 – датчик температуры отработавших газов; 25 – датчик оксидов азота

Термином "система управления двигателем" обычно называют систему управления бензиновым двигателем. В дизельном двигателе аналогичная система называется система управления дизелем.

Система управления двигателем имеет общее **устройство**:

- входные датчики;
- электронный блок управления;
- исполнительные устройства систем двигателя.

Входные датчики измеряют конкретные параметры работы двигателя и преобразуют их в электрические сигналы. Информация, получаемая от датчиков, является основой управления двигателем. Количество и номенклатура датчиков определяется видом и модификацией системы управления. Каждый из датчиков используется в интересах одной или нескольких систем двигателя.

Электронный блок управления двигателем принимает информацию от датчиков и в соответствии с заложенным программным обеспечением формирует управляющие сигналы на исполнительные устройства систем двигателя. В своей работе электронный блок управления взаимодействует с блоками управления автоматической коробкой передач, системой ABS (ESP), электроусилителя руля, подушками безопасности и др.

Исполнительные устройства входят в состав конкретных систем двигателя и обеспечивают их работу. Исполнительными устройствами топливной системы являются электрический топливный насос и перепускной клапан. В системе впрыска управляемыми элементами являются форсунки и клапан регулирования давления. Работа системы впуска управляется с помощью привода дроссельной заслонки и привода впускных заслонок. Катушки зажигания являются исполнительными устройствами системы зажигания. Система охлаждения современного автомобиля также имеет ряд компонентов, управляемых электроникой: термостат (на некоторых моделях двигателей), реле дополнительного насоса охлаждающей жидкости, блок управления вентилятора радиатора, реле охлаждения двигателя после остановки. В выпускной системе осуществляется принудительный подогрев кислородных датчиков и датчика оксидов азота, необходимый для их эффективной работы. Исполнительными устройствами системы рециркуляции отработавших газов являются электромагнитный клапан управления подачей вторичного воздуха, а также электродвигатель насоса вторичного воздуха. Управление системой улавливания паров бензина производится с помощью электромагнитного клапан продувки адсорбера.

Система управления двигателем приводит величину крутящего момента в соответствии с конкретным режимом работы двигателя. Система различает следующие режимы работы двигателя:

- запуск;
- прогрев;

- холостой ход;
- движение;
- переключение передач;
- торможение;
- работа системы кондиционирования.

6.2.2. Системы впрыска топлива

На современных автомобилях используются различные системы впрыска топлива. Система впрыска (другое наименование - инжекторная система, от injection – впрыск) как следует из названия, обеспечивает впрыск топлива. Система впрыска используется как на бензиновых, так и дизельных двигателях. Вместе с тем, конструкции и работа систем впрыска бензиновых и дизельных двигателей различаются.

В бензиновых двигателях с помощью впрыска образуется однородная топливно-воздушная смесь, которая принудительно воспламеняется от искры. В дизельных двигателях впрыск топлива производится под высоким давлением, порция топлива смешивается со сжатым (горячим) воздухом и почти мгновенно воспламеняется. Давление впрыска определяет величину порции впрыскиваемого топлива и соответственно мощность двигателя. Поэтому, чем больше давление, тем выше мощность двигателя.

Система впрыска топлива является составной частью топливной системы автомобиля. Основным рабочим органом любой системы впрыска является форсунка (*инжектор*).

В зависимости от способа образования топливно-воздушной смеси различают следующие системы **системы впрыска бензиновых двигателей**: центрального впрыска, распределенного впрыска и непосредственного впрыска. Системы центрального и распределенного впрыска являются системами предварительного впрыска, т.е. впрыск в них производится не доходя до камеры сгорания - во впускном коллекторе.

Центральный впрыск (моновпрыск) осуществляется одной форсункой, устанавливаемой во впускном коллекторе. По сути это карбюратор с форсункой. В настоящее время системы центрального впрыска не производятся, но все еще встречаются на легковых автомобилях. Преимуществами данной системы являются простота и надежность, а недостатками - повышенный расход топлива, низкие экологические показатели.

Система распределенного впрыска (многоточечная система впрыска) предполагает подачу топлива на каждый цилиндр отдельной форсункой. Образование топливно-воздушной смеси происходит во впускном коллекторе. Является самой распространенной системой впрыска бензиновых двигателей. Ее отличает умеренное потребление топлива, низкий уровень вредных выбросов, невысокие требования к качеству топлива.

Система непосредственного впрыска осуществляет впрыск непосредственно в камеру сгорания каждого цилиндра. Впервые серийно внедрена фирмой Mitsubishi в 1995 г. Бензиновый двигатель FSI (Fuel Stratified Injection – послойный впрыск топлива) был установлен на автомобилях **Volkswagen** в 2000 г. Система непосредственного впрыска составляет контур высокого давления топливной системы двигателя и включает топливный насос высокого давления, регулятор давления топлива, топливную рампу, предохранительный клапан, датчик высокого давления и форсунки впрыска. Система позволяет создавать оптимальный состав топливно-воздушной смеси на всех режимах работы двигателя, повысить степень сжатия, тем самым обеспечивает полное сгорание смеси, экономию топлива, повышение мощности двигателя, снижение вредных выбросов. С другой стороны ее отличает сложность конструкции, высокие эксплуатационные требования (очень чувствительна к качеству топлива, особенно к содержанию в нем серы). Развитием FSI является двигатель TSI (**Turbo Stratified Injection**, дословно - турбонаддув и послойный впрыск) – объединяет непосредственный впрыск топлива и турбонаддув.

Впрыск топлива в **дизельных двигателях** может производиться двумя способами: в предварительную камеру или непосредственно в камеру сгорания. Двигатели с впрыском в **предварительную камеру** отличает низкий уровень шума и плавность работы. Но в настоящее время предпочтение отдается системам **непосредственного впрыска**. Несмотря на повышенный уровень шума, такие системы имеют высокую топливную экономичность.

Определяющим конструктивным элементом системы впрыска дизельного двигателя является **топливный насос высокого давления (ТНВД)**. На легковые автомобили с дизельным двигателем устанавливаются различные конструкции систем впрыска: с рядным ТНВД, с распределительным ТНВД, насос-форсунками, Common Rail. Прогрессивные системы впрыска - насос-форсунки и система Common Rail.

В системе впрыска **насос-форсунками** функции создания высокого давления и впрыска топлива объединены в одном устройстве – насос-форсунке. Насос-форсунка имеет постоянный (неотключаемый) привод от распределительного вала двигателя, поэтому подвержена интенсивному износу. Это качество насос-форсунки направляет предпочтения автопроизводителей в сторону системы Common Rail.

Работа **системы впрыска Common Rail** основана на подаче топлива к форсункам от общего аккумулятора высокого давления – топливной рампы (в переводе common rail - общая рампа). Другое название системы - аккумуляторная система впрыска. Для снижения уровня шума, улучшения самовоспламенения и снижения вредных выбросов в системе реализован **многократный впрыск** топлива - предварительный, основной и дополни-

тельный. Дополнительный впрыск производится для повышения температуры отработавших газов и сгорания частиц сажи в сажевом фильтре (*регенерация сажевого фильтра*). Конструктивно система впрыска Common Rail составляет контур высокого давления топливной системы дизельного двигателя. В системе используется непосредственный впрыск топлива, т.е. дизельное топливо впрыскивается непосредственно в камеру сгорания. Система Common Rail включает топливный насос высокого давления, клапан дозирования топлива, регулятор давления топлива (контрольный клапан), топливную рампу и форсунки. Все элементы объединяют топливопроводы.

В системе используются **электрогидравлические форсунки** или **пьезофорсунки**. Впрыск топлива электрогидравлической форсункой осуществляется за счет управления электромагнитным клапаном. Активным элементом пьезофорсунки являются пьезокристаллы, значительно повышающие скорость работы форсунки.

Развитие системы впрыска Common Rail осуществляется по пути увеличения давления впрыска. В настоящее время более 200 МПа.

Системы впрыска дизельных двигателей могут иметь механическое или электронное управление. В механических системах регулирование давления, объема и момента подачи топлива производится механическим **топливным насосом высокого давления** и **всережимным регулятором**. Электроника образует систему управления дизелем.

6.2.3. Система управления зажиганием

Система зажигания предназначена для воспламенения топливно-воздушной смеси бензинового двигателя. Воспламенение смеси происходит от искры, поэтому другое наименование системы - *искровая система зажигания*, а бензинового двигателя - двигатель с искровым зажиганием. В зависимости от способа управления процессом зажигания различают следующие типы систем зажигания: контактная, бесконтактная (транзисторная) и электронная (микропроцессорная).

В **контактной системе зажигания** управление накоплением и распределением электрической энергии по цилиндрам осуществляется механическим устройством – прерывателем-распределителем.

Контактная система зажигания (рис. 6.4) состоит из следующих элементов: источника питания, выключателя зажигания, механического прерывателя тока низкого напряжения, катушки зажигания, механического распределителя тока высокого напряжения, центробежного регулятора опережения зажигания, вакуумного регулятора опережения зажигания, свечей зажигания и высоковольтных проводов.

Механический прерыватель предназначен для размыкания цепи низкого напряжения (цепи первичной обмотки катушки зажигания). При размыкании контактов во вторичной цепи катушки зажигания наводится высокое напряжение. Для защиты контактов от обгорания в цепь параллельно контактам включен конденсатор.

Катушка зажигания служит для преобразования тока низкого напряжения в ток высокого напряжения. Катушка имеет две обмотки – низкого и высокого напряжения.

Механический распределитель обеспечивает распределение тока высокого напряжения по свечам цилиндров двигателя. Распределитель состоит из ротора (обиходное название «бегунок») и крышки. В крышке выполнены центральный и боковые контакты. На центральный контакт подается высокое напряжение от катушки зажигания. Через боковые контакты высокое напряжение передается на соответствующие свечи зажигания.

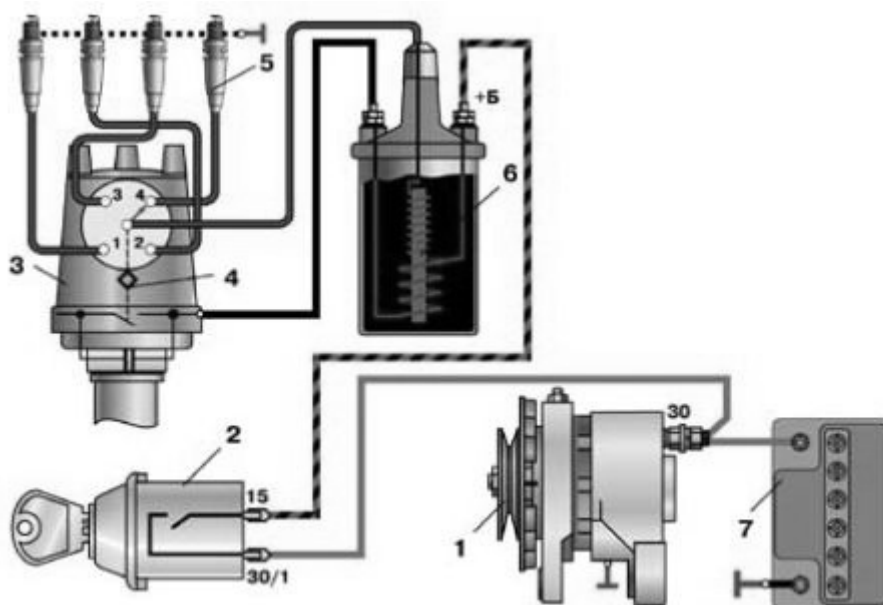


Рис. 6.4. Схема контактной системы зажигания:

1 – генератор; 2 – выключатель зажигания; 3 – распределитель; 4 – прерыватель; 5 – свечи зажигания; 6 – катушка зажигания; 7 – аккумуляторная батарея

Прерыватель и распределитель (рис. 6.5) конструктивно объединены в одном корпусе и приводятся в действие от коленчатого вала двигателя. Устройство называется **прерыватель-распределитель** («трамблер»).

Центробежный регулятор опережения зажигания служит для изменения угла опережения зажигания в зависимости от числа оборотов коленчатого вала двигателя. Конструктивно центробежный регулятор состоит из двух грузиков. Грузики воздействуют на подвижную пластину, на которой

расположены кулачки прерывателя. При увеличении частоты вращения коленчатого вала двигателя, увеличиваются обороты вала прерывателя распределителя. Грузики под действием центробежной силы расходятся, перемещая подвижную платину с кулачками прерывателя. Контакты прерывателя размыкаются раньше, увеличивая угол опережения зажигания.



Рис. 6.5. Прерыватель- распределитель

Углом опережения зажигания называется угол поворота коленчатого вала двигателя, при котором происходит подача тока высокого напряжения на свечи зажигания. Для того, чтобы топливно-воздушная смесь полностью и эффективно сгорела зажигание производится с опережением, т.е. до достижения поршнем верхней мертвой точки. Установка угла опережения зажигания производится регулировкой положения прерывателя-распределителя в двигателе.

Вакуумный регулятор опережения зажигания обеспечивает изменение угла опережения зажигания в зависимости от нагрузки на двигатель. Нагрузка на двигатель определяется степенью открытия дроссельной заслонки (положением педали газа). Вакуумный регулятор соединен с полостью за дроссельной заслонкой и, в зависимости от степени разрежения в полости, изменяет угол опережения зажигания.

Высоковольтные провода служат для подачи тока высокого напряжения от катушки зажигания к распределителю и от распределителя на свечи зажигания.

Свеча зажигания предназначена для воспламенения топливно-воздушной смеси путем образования искрового разряда.

В **бесконтактной системе зажигания** для управления накоплением энергии используется транзисторный коммутатор, взаимодействующий с бесконтактным датчиком импульсов. Транзисторный коммутатор выполняет роль прерывателя. Распределение тока высокого напряжения осуществляется механическим распределителем. **Датчик импульсов** предназначен для создания электрических импульсов низкого напряжения. Различают датчики импульсов следующих типов: Холла, индуктивный и оптический. Наибольшее применение в бесконтактной системе нашел датчик, использующий эффект Холла (возникновение напряжения в пластине про-

водника с током под действием магнитного поля). Датчик Холла состоит из постоянного магнита, полупроводниковой пластины с микросхемой и стального экрана с прорезями (обтюратора). Прорезь в стальном экране пропускает магнитное поле и в полупроводниковой пластине возникает напряжение. Стальной экран не пропускает магнитное поле, и напряжение на полупроводниковой пластине не возникает. Чередование прорезей в стальном экране создает импульсы низкого напряжения. Датчик импульсов конструктивно объединен с распределителем и образуют одно устройство – датчик-распределитель. **Датчик-распределитель** внешне подобен прерывателю-распределителю и имеет аналогичный привод от коленчатого вала двигателя. **Транзисторный коммутатор** служит для прерывания тока в цепи первичной обмотки катушки зажигания в соответствии с сигналами датчика импульсов. Прерывание тока осуществляется за счет отпирания и запираания выходного транзистора.

В **электронной системе зажигания** (микропроцессорная система зажигания) используется электронный блок управления, с помощью которого производится управление процессом накопления и распределения электрической энергии. В ранних конструкциях электронной системы зажигания электронный блок одновременно управлял системой зажигания и системой впрыска топлива (т.н. объединенная система впрыска и зажигания). В настоящее время управление зажиганием включено в систему управления двигателем.

Электронные системы зажигания можно разделить на два вида: **системы зажигания с распределителем и системы прямого зажигания**. Первый вид электронных систем зажигания в своей работе использует механический распределитель, с помощью которого осуществляется подача тока высокого напряжения на конкретную свечу. В системах прямого зажигания подача тока высокого напряжения на свечу производится непосредственно с катушки зажигания. Электронная система зажигания может иметь одну общую катушку зажигания, индивидуальные катушки зажигания или сдвоенные катушки зажигания.

Общая катушка зажигания применяется в электронной системе зажигания с распределителем. **Индивидуальные катушки** зажигания устанавливаются непосредственно на свечу, поэтому необходимость в высоковольтных проводах отпадает. В системах прямого зажигания также используются **сдвоенные катушки** зажигания. На четырехцилиндровом двигателе устанавливается две таких катушки: одна для 1 и 4 цилиндров, другая – для 2 и 3 цилиндров. Каждая из катушек создает ток высокого напряжения на двух выводах, поэтому искра зажигания всегда происходит одновременно в двух цилиндрах. В одном из цилиндров она воспламеняет топливно-воздушную смесь, в другом происходит вхолостую.

При изменении частоты вращения двигателя датчик частоты вращения коленчатого вала и датчик положения распределительного вала подают сигналы в электронный блок управления, который в свою очередь осуществляет необходимое изменение угла опережения зажигания. При увеличении нагрузки на двигатель управление углом опережения зажигания осуществляется с помощью датчика массового расхода воздуха. Дополнительную информацию о процессе воспламенения и сгорания топливно-воздушной смеси дают датчик детонации и кислородный датчик.

Не смотря на различия в конструкции можно выделить следующее общее устройство системы зажигания:

- источник питания (*автомобильный генератор и аккумуляторная батарея*);
- выключатель зажигания;
- устройство управления накоплением энергии (в разных системах зажигания эту роль выполняет *прерыватель, транзисторный коммутатор или электронный блок управления*);
- накопитель энергии (*катушка зажигания*);
- устройство распределения энергии по цилиндрам (*механический распределитель или электронный блок управления*);
- высоковольтные провода;
- свечи зажигания.

Принцип работы системы зажигания заключается в накоплении и преобразовании катушкой зажигания низкого напряжения (12В) электрической сети автомобиля в высокое напряжение (до 30000В), распределении и передаче высокого напряжения к соответствующей свече зажигания и образовании в нужный момент искры на свече зажигания.

6.2.4. Система управления терморегулированием

Тенденции развитие систем терморегулирования основаны на электронных системах управлени систем охлаждения. Входные датчики оценивают температурный режим двигателя и АКПП, частоту вращения коленчатого вала, расход воздуха, а также режимы работы. Сигналы от датчиков поступают в блок управления двигателем, взаимодействующим с блоками управления автоматической коробки передач и системы климат-контроля. В системе терморегулирования используются **регулируемые электрические насосы охлаждающей жидкости** отдельно для контуров блока цилиндров и его головки.

При запуске двигателя циркуляция охлаждающей жидкости не производится, что обеспечивает быстрый прогрев двигателя. При необходимости производится отопление салона автомобиля, за счет дополнительного

насоса охлаждающей жидкости и циркуляции жидкости через головку блока цилиндров.

При достижении температуры охлаждающей жидкости 75°C включается основной насос охлаждающей жидкости. Параллельно через теплообменник происходит нагрев масла АКПП. С дальнейшим ростом температуры срабатывает термостат, и охлаждающая жидкость начинает циркулировать через радиатор.

Подобную систему – «инновационная система терморегулирования» (Innovative Thermal Management, ITM) использует компания Volkswagen.

6.2.5. Система управления впуском и выпуском

Впускная система двигателя с непосредственным впрыском топлива имеет следующие входные датчики: расходомер воздуха, температуры воздуха на впуске, положения дроссельной заслонки, давления во впускном коллекторе, положения впускной заслонки, положения клапана рециркуляции, давления в магистрали вакуумного усилителя тормозов. Система впуска взаимодействует со многими системами двигателя: впрыска топлива, рециркуляции отработавших газов, улавливания паров бензина, изменения фаз газораспределения, наддува воздуха, вакуумным усилителем тормозов. Взаимодействие обеспечивает система управления двигателем.

Система изменения фаз газораспределения (общепринятое международное название **Variable Valve Timing, VVT**) предназначена для регулирования параметров работы газораспределительного механизма в зависимости от режимов работы двигателя. Применение данной системы обеспечивает повышение мощности и крутящего момента двигателя, топливную экономичность и снижение вредных выбросов. К регулируемым параметрам работы газораспределительного механизма относятся:

- момент открытия (закрытия) клапанов;
- продолжительность открытия клапанов;
- высота подъема клапанов.

Кулачок распределительного вала имеет определенную форму и не может одновременно обеспечить узкие и широкие фазы газораспределения. Форма кулачка представляет собой компромисс между высоким крутящим моментом на низких оборотах и высокой мощностью на высоких оборотах коленчатого вала. Это противоречие, как раз и разрешает система изменения фаз газораспределения. В зависимости от регулируемых параметров работы газораспределительного механизма различают следующие **способы изменяемых фаз газораспределения**:

- поворот распределительного вала;
- применение кулачков с разным профилем;
- изменение высоты подъема клапанов.

Наиболее распространенными являются системы, использующие **поворот распределительного вала** по ходу вращения, чем достигается раннее открытие клапанов: **VANOS (Double VANOS)** от BMW; **VVT-i (Dual VVT-i)**, Variable Valve Timing with intelligence от Toyota; **VVT**, Variable Valve Timing от Volkswagen. Конструкция системы этого типа включает гидроуправляемую муфту и систему управления этой муфтой. В работе системы управления используются датчики Холла, оценивающие положения распределительных валов, а также датчики системы управления двигателем: частоты вращения коленчатого вала, температуры охлаждающей жидкости, расходомер воздуха. Блок управления двигателем формирует управляющие воздействия на исполнительное устройство – электрогидравлический распределитель. Распределитель представляет собой электромагнитный клапан и обеспечивает подвод и отвод масла в гидроуправляемую муфту в зависимости от режимов работы двигателя.

Другая разновидность системы изменения фаз газораспределения построена на **применении кулачков различной формы**, чем достигается ступенчатое изменение продолжительности открытия и высоты подъема клапанов. Известны несколько систем такого типа, например **VTEC**, Variable Valve Timing and Lift Electronic Control от Honda. Распределительный вал имеет два малых и один большой кулачок. Система управления обеспечивает переключение с одного режима работы на другой путем срабатывания блокирующего механизма. Блокирующий механизм имеет гидравлический привод. Система VTEC имеет три режима регулирования, определяемые работой одного малого кулачка (открытие одного впускного клапана, малые обороты двигателя), двух малых кулачков (открытие двух впускных клапанов, средние обороты), а также большого кулачка (высокие обороты).

Наиболее совершенная разновидность системы изменения фаз газораспределения основана на **регулировании высоты подъема клапанов**, что позволяет отказаться от дроссельной заслонки на большинстве режимов работы двигателя. Пионером в этой области является компания BMW и ее система **Valvetronic**. В этой системе изменение высоты подъема клапанов обеспечивает сложная кинематическая схема, в которой традиционная связь кулачок-коромысло-клапан дополнена эксцентриковым валом и промежуточным рычагом. Вращение эксцентрикового вала изменяет положение промежуточного рычага, который, в свою очередь, задает определенное движение коромысла и перемещение клапана. Изменение высоты подъема клапана осуществляется непрерывно в зависимости от режимов работы двигателя.

Система изменения геометрии впускного коллектора используется для повышения мощности двигателя, экономии топлива, снижения ток-

сичности отработавших газов. Изменение геометрии впускного коллектора может быть реализовано двумя способами:

- изменением длины впускного коллектора;
- изменение поперечного сечения впускного коллектора.

Впускной коллектор переменной длины применяется в атмосферных бензиновых и дизельных двигателях для обеспечения лучшего наполнения камеры сгорания воздухом во всем диапазоне частоты вращения двигателя. На низких оборотах двигателя требуется достижение максимального крутящего момента, для чего используется длинный впускной коллектор. Максимальная мощность достигается при коротком впускном коллекторе. Впускной коллектор переменной длины используют в конструкции двигателей многие производители, некоторые дали системе собственные названия: **Dual-Stage Intake, DSI** от Ford; **Differential Variable Air Intake, DI-VA** от BMW; **Variable Resonance Induction System, VRIS** от Mazda. Регулирование длины впускного коллектора (переключение с одной длины на другую) производится с помощью клапана, входящего в состав системы управления двигателем.

При закрытии впускных клапанов во впускном коллекторе остается часть воздуха, которая совершает колебания с частотой пропорциональной длине коллектора и частоте вращения двигателя. В определенный момент колебания воздуха входят в резонанс, чем достигается эффект нагнетания – т.н. **резонансный наддув**. При открытии впускных клапанов воздушная смесь в камеры сгорания нагнетается с большим давлением.

В **наддувных двигателях** впускной коллектор переменной длины не используется, т.к. необходимый объем воздуха в камере сгорания обеспечивается механическим или турбокомпрессором. Впускной коллектор в таких двигателях очень короткий, что сокращает размеры двигателя.

Впускной коллектор переменного сечения применяется как на бензиновых, так и на дизельных двигателях, в т.ч. с наддувом. При уменьшении поперечного сечения каналов впускного коллектора достигается увеличение скорости воздушного потока, лучшее смесеобразование и соответственно обеспечивается полное сгорание топливно-воздушной смеси, снижение токсичности отработавших газов. Известными системами впуска переменного сечения являются: **Charge Motion Control Valve, CMCV** от Ford; **Twin Port** от Opel; **Variable Induction System, VIS** от Volvo.

В системе предусмотрен отдельный канал на каждый впускной клапан, один из которых перекрыт заслонкой. Привод заслонки осуществляет вакуумный регулятор или электродвигатель, являющийся исполнительным устройством системы управления двигателем. При частичной нагрузке заслонки закрыты, топливно-воздушная смесь (двигатели с распределенным впрыском) или воздух (двигатели с непосредственным впрыском) поступает в камеру сгорания каждого из цилиндров по одному каналу. При этом

создаются завихрения, которые обеспечивают лучшее смесеобразование. При полной нагрузке заслонки впускного коллектора открываются, увеличивается подача воздуха (топливно-воздушной смеси) в камеры сгорания и соответственно повышается мощность двигателя.

Турбонаддув – вид наддува, при котором воздух в цилиндры двигателя подается под давлением за счет использования энергии отработавших газов. Турбонаддув является наиболее эффективной системой повышения мощности двигателя без увеличения частоты вращения коленчатого вала и объема цилиндров. Турбонаддув обеспечивает повышение мощности, экономию топлива в расчете на единицу мощности и снижение токсичности отработавших газов за счет более полного сгорания топлива.

Система турбонаддува применяется в бензиновых и дизельных двигателях. Наиболее эффективен турбонаддув в дизелях вследствие высокой степени сжатия и невысокой частоты вращения коленчатого вала. Проблемы турбонаддува в бензиновых двигателях связаны с возможностью детонации и высокой температурой отработавших газов (1000°С против 600°С у дизелей) и соответствующим перегревом турбокомпрессора (рис. 6.4).



Рис. 6.6. Турбокомпрессор

Общее устройство турбонаддува – воздухозаборник, воздушный фильтр, дроссельная заслонка, турбокомпрессор, интеркулер, впускной коллектор. **Турбокомпрессор** (другое наименование – турбонагнетатель, газотурбинный нагнетатель) является основным конструктивным элементом турбонаддува и обеспечивает повышение давления воздуха во впускной системе. Конструкция турбокомпрессора объединяет два колеса - турбанное и компрессорное, расположенные на валу ротора. **Турбинное колесо** воспринимает энергию отработавших газов. Колесо вращается в корпусе специальной формы. Турбинное колесо и корпус турбины изготавливаются из жаропрочных материалов (сплавы, керамика). **Компрессорное**

колесо всасывает воздух, сжимает и нагнетает его в цилиндры двигателя. Турбинное и компрессорное колеса жестко закреплены на валу ротора. Вал вращается в подшипниках скольжения с плавающими втулками. Подшипники смазываются моторным маслом системы смазки двигателя. В некоторых конструкциях бензиновых двигателей применяется жидкостное охлаждение турбокомпрессоров. Корпус подшипников включен в двухконтурную систему охлаждения двигателя.

Интеркулер предназначен для охлаждения сжатого воздуха. За счет охлаждения сжатого воздуха повышается его плотность. Интеркулер представляет собой радиатор воздушного или жидкостного типа.

Основным элементом управления системы турбонаддува является **регулятор давления наддува**, который представляет собой перепускной клапан (вейстгейт, wastegate). Клапан направляет часть отработавших газов в обход турбинного колеса, обеспечивая оптимальное давление наддува. Клапан имеет пневматический или электрический привод и срабатывает от датчика давления наддува в системе управления двигателем.

В воздушном тракте высокого давления (после компрессора) может устанавливаться предохранительный клапан. Он защищает систему от скачка давления воздуха, который может произойти при резком закрытии дроссельной заслонки. Избыточное давление перепускается на вход компрессора с помощью **байпас-клапана** (bypass).

В силу отсутствия жесткой связи с коленчатым валом, турбонаддув имеет ряд **негативных особенностей**, среди которых задержка увеличения мощности двигателя при резком нажатии на педаль газа, т.н. «турбояма» (turbolag) и резкое увеличение давления наддува после преодоления «турбоямы», т.н. «турбоподхват». «Турбояма» обусловлена инерционностью системы (для повышения давления наддува при резком нажатии на педаль газа требуется определенное время). Существует несколько способов решения данной проблемы:

- применение турбины с изменяемой геометрией;
- использование двух последовательных или параллельных турбокомпрессоров (twin-turbo или bi-turbo);
- комбинированный наддув.

Турбина с изменяемой геометрией (VNT – турбина, турбина с переменным соплом) обеспечивает оптимизацию потока отработавших газов за счет изменения площади входного канала. Турбины с изменяемой геометрией нашли широкое применение в турбонаддуве дизельных двигателей, к примеру турбонаддув двигателя TDI от Volkswagen. В турбокомпрессоре установлено девять подвижных лопастей для регулирования потока отработавших газов к турбине. Угол наклона лопастей регулируется приводом, который блокирует или увеличивает поток отработавших газов. Изменение

положения лопастей позволяет согласовать скорость отработавших газов и давление нагнетаемого воздуха с частотой вращения двигателя.

Система с двумя параллельными турбокомпрессорами применяется в основном на мощных V-образных двигателях (по одному на каждый ряд цилиндров). Принцип работы системы основан на том, что две маленькие турбины обладают меньшей инерцией, чем одна большая.

Установка двух последовательных турбокомпрессоров дает эффект за счет использования разных турбокомпрессоров в зависимости от нагрузки двигателя. Некоторые производители идут еще дальше и устанавливают три последовательных турбокомпрессора - triple-turbo (BMW) и даже четыре турбокомпрессора - quad-turbo (Bugatti).

Комбинированный наддув (twincharger) объединяет механический и турбонаддув. На низкой частоте вращения двигателя сжатие воздуха обеспечивает механический нагнетатель с приводом от коленчатого вала. С увеличением частоты вступает в работу турбокомпрессор, а механический нагнетатель отключается. Примером является двойной наддув двигателя TSI от Volkswagen.

Система выпуска отработавших газов включает выпускной коллектор, каталитический нейтрализатор, сажевый фильтр (на дизельных двигателях), глушитель, системы: вентиляции картера, рециркуляции отработавших газов, улавливания паров бензина.

Каталитический нейтрализатор предназначен для снижения концентрации вредных веществ в отработавших газах. На современных автомобилях применяются трехкомпонентные каталитические нейтрализаторы, защищающие от трех вредных веществ - несгоревших углеводородов, оксида углерода и оксида азота. Основным элементом каталитического нейтрализатора является блок-носитель. Он состоит из множества сот-ячеек, которые значительно увеличивают площадь соприкосновения с отработавшими газами. На их поверхности тонким слоем наносятся вещества-катализаторы – платина, палладий и родий, ускоряющие протекание химических реакций в нейтрализаторе. Платина и палладий относятся к **окислительным катализаторам**. Они способствуют окислению несгоревших углеводородов (СН) в водяной пар, оксида углерода (угарный газ, СО) в углекислый газ. Родий является **восстановительным катализатором**. Он восстанавливает оксиды азота (NOx) в безвредный азот. Каталитический нейтрализатор эффективно работает при температура 300°С. Для быстрого прогрева нейтрализатора при запуске двигателя его устанавливают непосредственно за выпускным коллектором (кат-коллектор).

На дизельных двигателях применяется **сажевый фильтр**, который обеспечивает снижение выброса сажи в атмосферу с отработавшими газа-

ми. В выпускной системе сажевый фильтр может быть объединен с каталитическим нейтрализатором.

Кислородный датчик (лямбда-зонд, датчик концентрации кислорода) служит для управления составом топливно-воздушной смеси двигателя за счет измерения кислорода в отработавших газах. Кислородный датчик является конструктивным элементом системы управления двигателем. В современных системах управления устанавливается два кислородных датчика – один перед каталитическим нейтрализатором, другой – за ним. Помимо кислородного датчика в выпускном тракте могут устанавливаться другие входные устройства: датчик температуры отработавших газов, датчик оксидов азота. В зависимости от конструкции различают **два вида кислородных датчиков**: двухточечный и широкополосный.

Двухточечный датчик устанавливается как перед нейтрализатором, так и за ним. Датчик фиксирует коэффициент избытка воздуха в топливно-воздушной смеси (λ) по величине концентрации кислорода в отработавших газах. Двухточечный датчик представляет собой керамический элемент, имеющий двухстороннее покрытие из диоксида циркония. Электрод одной стороной контактирует с выхлопными газами, другая - с атмосферой. Идет электрохимическая реакция. При разной концентрации кислорода в отработавших газах и атмосфере на концах электрода создается напряжение. Чем выше содержание кислорода (обедненная топливно-воздушная смесь), тем ниже напряжение, чем ниже содержание кислорода (обогащенная топливно-воздушная смесь), тем выше напряжение. Электрический сигнал от кислородного датчика поступает в электронный блок управления системы управления двигателем.

Широкополосный датчик представляет собой современную конструкцию лямбда-зонда. Он применяется в качестве входного датчика каталитического нейтрализатора. В широкополосном датчике значение "лямбда" определяется с использованием силы тока закачивания. Датчик состоит из двух керамических элементов – двухточечного и закачивающего. Под закачиванием понимается физический процесс, при котором кислород из отработавших газов проходит через закачивающий элемент под воздействием определенной силы тока.

Принцип работы широкополосного датчика основан на поддержании постоянного напряжения (450 мВ) между электродами двухточечного элемента за счет изменения силы тока закачивания. Снижение концентрации кислорода в отработавших газах (обогащенная топливно-воздушная смесь) сопровождается ростом напряжения между электродами двухточечного керамического элемента. Сигнал от элемента подается в электронный блок управления, на основании которого создается ток, определенной силы, на закачивающем элементе. Ток, в свою очередь, обеспечивает закачку в измерительную схему и напряжение достигает нормативного значения. Ве-

личина силы тока при этом является мерой концентрации кислорода в отработавших газах. Она анализируется электронным блоком управления и преобразуется в управляющие воздействия на исполнительные устройства системы впрыска. При обеднении топливно-воздушной смеси работа широкополосного датчика осуществляется аналогичным образом. Эффективная работа кислородного датчика осуществляется при температуре 300°C. Для скорейшего достижения рабочей температуры лямбда-зонд оборудуется нагревателем.

Система рециркуляции отработавших газов (EGR – Exhaust Gas Recirculation) предназначена для снижения в отработавших газах оксидов азота за счет возврата части газов во впускной коллектор.

Оксиды азота образуются в двигателе под действием высокой температуры. Чем выше температура в камере сгорания, тем больше образуется оксидов азота. Возврат части отработавших газов во впускной коллектор позволяет снизить температуру сгорания топливно-воздушной смеси. При этом мощностные характеристики двигателя изменяются незначительно. Рециркуляция отработавших газов производится под контролем системы управления двигателем. **Клапан рециркуляции** непосредственно осуществляет перепускание отработавших газов из выпускной системы во впускной коллектор по команде системы управления двигателем на основании показаний датчиков: кислорода, массового расхода воздуха, частоты вращения коленчатого вала, температуры охлаждающей жидкости.

Система рециркуляции отработавших газов применяется как на бензиновых, так и на дизельных двигателях. На бензиновых двигателях внутреннего сгорания, оборудованных турбонаддувом, система рециркуляции отработавших газов не применяется. На отдельных двигателях в системе рециркуляции отработавших газов применяется охлаждение газов. Охлаждение отработавших газов дополнительно снижает температуру сгорания и, тем самым, уменьшает образование оксидов азота.

Работа **системы вентиляции картера** основана на использовании разрежения, возникающего во впускном коллекторе двигателя. Посредством разрежения газы выводятся из картера. В лабиринтном маслоотделителе (успокоителе) замедляется движение картерных газов, за счет чего крупные капли масла оседают на стенках и стекают в картер двигателя. После чего, газы по патрубкам направляются во впускной коллектор, где смешиваются с воздухом и сжигаются в камерах сгорания.

6.3. Системы активной безопасности

Основным предназначением систем активной безопасности автомобиля является предотвращение аварийной ситуации. При возникновении такой ситуации система самостоятельно (без участия водителя) оценивает веро-

ятную опасность и при необходимости предотвращает ее путем активного вмешательства в процесс управления автомобилем. Применение систем активной безопасности позволяет сохранять курсовую устойчивость, т.е. движение по заданной траектории и управляемость автомобиля – способности двигаться в заданном водителем направлении.

Наиболее известными системами активной безопасности являются:

- антиблокировочная система тормозов;
- противобуксовочная система;
- система курсовой устойчивости;
- система распределения тормозных усилий;
- система экстренного торможения;
- система обнаружения пешеходов;
- электронная блокировка дифференциала.

Имеются также **вспомогательные системы активной безопасности**, предназначенные для помощи водителю в трудных ситуациях:

- парковочная система;
- система кругового обзора;
- адаптивный круиз-контроль;
- система аварийного рулевого управления;
- система помощи движению по полосе;
- система помощи при перестроении;
- система ночного видения;
- система распознавания дорожных знаков;
- система контроля усталости водителя;
- система помощи при спуске;
- система помощи при подъеме и др.

6.3.1. Антиблокировочная система тормозов

Антиблокировочная система тормозов (рис. 6.7) предназначена для того, чтобы предотвратить блокировку колес при торможении и сохранить управляемость автомобиля. Антиблокировочная система (АБС, ABS, Antilock Brake System) повышает эффективность торможения, уменьшает длину тормозного пути на сухом и мокром покрытии, обеспечивает лучшую маневренность на скользкой дороге, управляемость при экстренном торможении. Износ шин уменьшается.

Антиблокировочная система тормозов выпускается с 1978 года. За прошедший период система претерпела значительные изменения. На основе системы АБС построена система распределения тормозных усилий. С 1985 года система интегрирована с противобуксовочной системой. С 2004 года все автомобили, выпускающиеся в Европе, оснащаются антиблокировоч-

ной системой тормозов. Ведущим производителем антиблокировочной системы является фирма Bosch. Наиболее эффективной является антиблокировочная система тормозов с индивидуальным регулированием скольжения колеса, т.н. четырехканальная система.

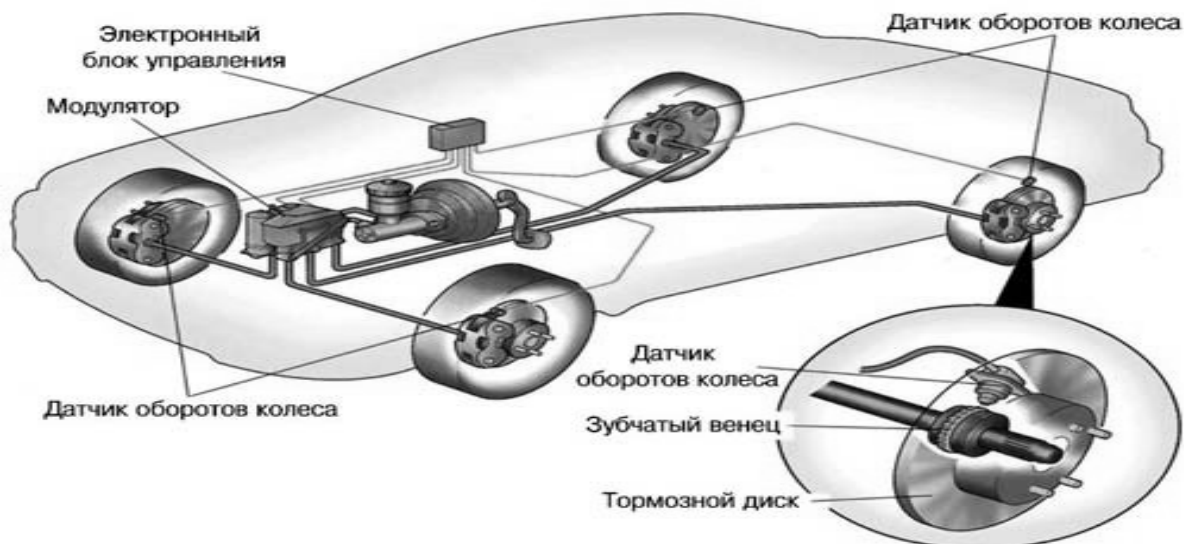


Рис.6.7. Антиблокировочная тормозная система

Антиблокировочная система имеет следующее устройство:

- датчики угловой скорости колёс;
- датчик давления в тормозной системе;
- блок управления;
- гидравлический блок.

Датчик скорости устанавливается на каждое колесо. Он фиксирует текущее значение частоты вращения колеса и преобразует его в электрический сигнал. На основании сигналов датчиков блок управления выявляет ситуацию блокирования колеса. Гидравлический блок объединяет впускные и выпускные электромагнитные клапаны, аккумуляторы давления, насос обратной подачи с электродвигателем, демпфирующие камеры. В гидравлическом блоке каждому тормозному цилиндру колеса соответствует один впускной и один выпускной клапаны, которые управляют торможением в пределах своего контура, два аккумулятора давления и две демпфирующие камеры по числу контуров гидропривода тормозов.

Цикл работы системы включает три фазы: **удержание давления; сброс давления; увеличение давления.** На основании сигналов датчиков угловой скорости, блок управления ABS сравнивает скорости колёс. При возникновении опасности блокирования одного из колёс, блок управления закрывает соответствующий впускной клапан. Выпускной клапан при этом

также закрыт. При дальнейшем нажатии на педаль тормоза давление в тормозном цилиндре колеса не увеличивается – **удержание давления**.

При продолжающейся блокировке колеса, блок управления открывает соответствующий выпускной клапан. Впускной клапан при этом остается закрытым. Тормозная жидкость перепускается в аккумулятор давления. Происходит **сброс давления** в контуре, при этом скорость вращения колеса увеличивается. При недостаточной емкости аккумулятора давления, блок управления ABS подключает к работе насос обратной подачи. Насос обратной подачи перекачивает тормозную жидкость в демпфирующую камеру, уменьшая давление в контуре. Водитель при этом ощущает пульсацию педали тормоза. Как только угловая скорость колеса превысит определенное значение, блок управления закрывает выпускной клапан и открывает впускной. Происходит **увеличение давления** в контуре тормозного цилиндра колеса. Цикл работы антиблокировочной системы тормозов повторяется до завершения торможения или прекращения блокирования.

6.3.2. Противобуксовочная система

Противобуксовочная (ПБС) система (**ASR** (Automatic Slip Regulation, Acceleration Slip Regulation) Mercedes, Volkswagen, Audi и др.; **ASC** (Anti-Slip Control) BMW; **TRC** (Traking Control) Toyota) – препятствует буксованию колес при разгоне, движении в гору и на скользкой дороге. В случае пробуксовки колеса ПБС подтормаживает его, увеличивая тем самым крутящий момент за счет дифференциала на другом ведущем колесе. Часто это называют **электронная блокировка дифференциала**. В результате, как и при блокировке дифференциала, увеличивается суммарная сила тяги, автомобиль может трогаться с места и разогнаться с большим ускорением. Кроме того, система при необходимости уменьшает подачу топлива в двигатель и ограничивает общую тяговую силу на ведущих колесах.

6.3.3. Система курсовой устойчивости

Система курсовой устойчивости (*система динамической стабилизации*) предназначена для сохранения устойчивости и управляемости автомобиля за счет заблаговременного определения и устранения критической ситуации. С 2011 года оснащение системой курсовой устойчивости новых легковых автомобилей является обязательным в США, Канаде, странах Евросоюза. В зависимости от производителя различают следующие названия системы курсовой устойчивости: **ESP** (Electronic Stability Programme) на большинстве автомобилей в Европе и Америке; **ESC** (Electronic Stability Control) Honda, Kia, Hyundai; **VDC** (Vehicle Dynamic Control) на автомобилях Infiniti, Nissan, Subaru.

Система курсовой устойчивости является системой активной безопасности и включает антиблокировочную систему тормозов (ABS), систему распределения тормозных усилий (EBD), электронную блокировку дифференциала (EDS), противобуксовочную систему (ASR).

Система курсовой устойчивости объединяет входные датчики, блок управления и гидравлический блок в качестве исполнительного устройства.

Входные датчики фиксируют конкретные параметры автомобиля: датчики угла поворота рулевого колеса, давления в тормозной системе, частоты вращения колес, продольного ускорения, поперечного ускорения, скорости поворота автомобиля. Блок управления системы ESP принимает сигналы от датчиков и формирует управляющие воздействия на исполнительные устройства: систем ABS, ASR, тормозной системы, системы управления двигателем и автоматической коробки передач. Для работы системы динамической стабилизации используется гидравлический блок системы ABS/ASR со всеми компонентами.

Определение наступления аварийной ситуации осуществляется путем сравнения действий водителя и параметров движения автомобиля. В случае, когда действия водителя (желаемые параметры движения) отличаются от фактических параметров движения автомобиля, система ESP распознает ситуацию как неконтролируемую и включается в работу. Стабилизация движения может достигаться несколькими способами: подтормаживанием определенных колес; изменением крутящего момента двигателя; изменением угла поворота передних колес (при наличии системы активного рулевого управления); изменением степени демпфирования амортизаторов (при наличии адаптивной подвески).

В конструкции системы курсовой устойчивости могут быть реализованы следующие дополнительные функции (подсистемы): гидравлический усилитель тормозов, предотвращения опрокидывания, предотвращения столкновения (адаптивный круиз-контроль), стабилизации автопоезда, повышения эффективности тормозов при нагреве, удаления влаги с тормозных дисков и др. Все перечисленные системы, в основном, не имеют своих конструктивных элементов, а являются программным расширением системы ESP.

6.3.4. Система контроля усталости водителя

Система контроля усталости следит за физическим состоянием водителя. Практика показывает, что через четыре часа непрерывного вождения реакция водителя снижается в два раза, через восемь часов – в шесть раз. В зависимости от способа оценки усталости водителя различают системы построенные на контроле действий водителя, на контроле движения автомобиля, комбинированные.

Mercedes-Benz предложил систему **Attention Assist**, в которой контроль действий водителя основывается на: *манере езды, поведении за рулем, использовании органов управления, характере и условиях движения и др.* Конструкция системы объединяет датчик рулевого колеса, блок управления, сигнальную лампу и звуковой сигнал оповещения водителя. **Датчик рулевого колеса** фиксирует динамику действий водителя по вращению рулевого колеса. В работе система использует также входные сигналы датчиков других систем: управления двигателем, курсовой устойчивости, ночного видения, тормозной системы. **Блок управления** обрабатывает входные сигналы и определяет:

- стиль вождения (*анализ скорости, продольного и бокового ускорения в течение 30 мин после начала движения*);
- условия вождения (*анализ времени суток, продолжительности поездки*);
- использование органов управления (*анализ использования тормоза, подрулевых переключателей, кнопок на панели управления*);
- характер вращения рулевого колеса (*анализ скорости, ускорения*);
- состояние дорожного полотна (*анализ бокового ускорения*);
- характер движения автомобиля (*анализ продольного и бокового ускорения*).

В результате проведенных вычислений устанавливаются отклонения в действиях водителя и траектории движения автомобиля. На дисплей панели приборов выводится сигнальная надпись о необходимости сделать перерыв и производится звуковой сигнал. Система активируется на скорости 80 км/ч.

7. Направления развития конструкций автомобиля

Автомобиль стал самым массовым транспортным средством в мире, количество автомобилей увеличивается (в первую очередь легковых), и, видимо, эта тенденция сохранится и в ближайшем будущем. Но массовая автомобилизация несет и негативные последствия: гибель и ранения людей на дорогах, загрязнение окружающей среды, снижение скорости перемещения из-за транспортных заторов, влияние на здоровье человека транспортного шума, увеличение площадей полезных земель, занятых автомобильными дорогами, стоянками и т. д. В связи с этим конструкция автомобиля будет совершенствоваться в следующих основных направлениях.

Повышение безопасности автомобиля

Установлено, что причинами большинства дорожно-транспортных происшествий являются ошибки водителей. Поэтому получают дальнейшее распространение системы, которые будут принимать на себя некоторые функции управления автомобилем или помощи водителю, системы минимизирующие человеческий фактор, контролирующие здоровье водителя. Будут разрабатываться системы раннего обнаружения на пути следования автомобиля пешеходов и других транспортных средств и системы предотвращения столкновений в критических ситуациях. Получают распространение общие информационные системы, имеющие связь с каждым автомобилем (системы телематики) и позволяющие осуществлять контроль за состоянием транспортной сети определенного региона и заранее предупредить водителя о возникновении аварийных ситуаций, рекомендовать наиболее рациональные маршруты движения.

Уменьшение вредного воздействия на окружающую среду и снижение затрат энергии

Получат дальнейшее развитие устройства, позволяющие снижать вредные выбросы традиционных двигателей внутреннего сгорания. Усилится борьба за экономию нефтяного топлива как с позиций снижения объемов его потребления, так и с позиции уменьшения объемов выбросов CO₂. Увеличится доля автомобилей, работающих на альтернативных источниках энергии: природный газ, водород, биотопливо. Экономии энергии будет способствовать уменьшение собственной массы автомобиля, применение гибридных силовых установок, электромобилей. Ожидается, что общий расход энергии автомобилями за 10 лет уменьшится на 25%.

Повышение привлекательности автомобиля для потребителя

Можно ожидать снижение периодичности выпуска на рынок новых моделей, увеличение количества модификаций автомобиля, применение новых устройств, повышающих комфорт (систем поддержания необходимого климата в салоне, устройств автоматического управления агрегатами и т. д.). Особую роль будет играть широкое применение информационных систем, позволяющих водителю получать при движении объективную и полную информацию как о работе самого автомобиля (средства встроенной диагностики), так и различную информацию из глобальных информационных систем (системы телематики). Это сделает возможным более эффективно интегрировать автомобиль в общую транспортную систему, а водителя и пассажиров — в систему обмена информацией с другими людьми.

Библиографический список

1. Гаевский, В.В., Иванов, А.М., Ключин, П.Н., Осипов, В.И., Попов, А.И., Солнцев, А.Н. Основы конструкции современного автомобиля. Учебник для вузов / В.В. Гаевский, А.М. Иванов, П.Н. Ключин, В.И. Осипов, А.И. Попов, А.Н. Солнцев – М.: За рулем, 2012 – 336 с.
2. Яковлев, В. Ф. Учебник по устройству легкового автомобиля / Яковлев В. Ф. – М.: Изд-во ООО "ИДТР", 2012. – 103 с.
3. Автомобильный справочник Bosh. – 3 изд. – М.: За рулем, 2012. – 1240 с.
4. Автомобильная электрика и электроника. Серия: Автомобильная техника. Bosch. – М.: За рулем, 2013. – 616 с.
5. Конрад, Р. Традиционные и гибридные приводы. Серия: Автомобильная техника. Bosch / Р. Конрад – М.: За рулем, 2013. – 224 с.
6. Bosch. Основы конструкции транспортных средств. – М.: За рулем, 2013. – 216 с.
7. Конструкция и строение автомобиля [Электронный ресурс]. URL: <http://autoustroistvo.ru> (дата обращения: 05.03.2014).
8. Системы современного автомобиля: сайт Александра Суслинникова. – 2009 – 2014 [Электронный ресурс]. URL: <http://systemsauto.ru> (дата обращения: 03.04.2014).
9. Информационный сайт об автомобилях [Электронный ресурс]. URL: <http://tezcar.ru> Copyright 2008-2012 (дата обращения: 14.04.2014).
10. Устройство автомобиля автомобилях [Электронный ресурс]. URL: <http://ustroistvo-avtomobilya.ru> (дата обращения: 2.02.2014).
11. За рулем. Энциклопедия. 1928 — 2013 «За рулем». [Электронный ресурс]. URL: <http://wiki.zr.ru> (дата обращения: 20.04.2014).

Техн. редактор *А.В. Миних*

Издательский центр Южно-Уральского государственного университета

Подписано в печать 06.08.2014. Формат 60×84 1/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 7,44. Тираж 50 экз. Заказ 284/135.

Отпечатано в типографии Издательского центра ЮУрГУ.
454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.