

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета

Дата подписания: 05.09.2023 14:31:16

Уникальный идентификатор документа:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Колледж Пятигорского института (филиал) СКФУ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для практических занятий**

По МДК. 03.01

«Особенности конструкций автотранспортных средств»

для студентов 3 курса, специальности

**23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателя, систем и
агрегатов автомобилей»**

Квалификация специалист

Пятигорск, 2021 г.

Методические указания предназначены для студентов групп СПО специальности 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателя, систем и агрегатов автомобилей» по дисциплине «Особенности конструкций автотранспортных средств» составлены в соответствии с требованиями ФГОССПО к подготовке выпускника для получения квалификации специалист. Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателя, систем и агрегатов автомобилей»

Рассмотрено на заседании ПЦК колледжа Пятигорского института (филиал) СКФУ

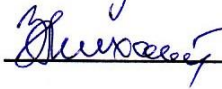
Протокол № 8 от « 22 » 03 2021 г.

Составитель



А.В. Лазаренко

Директор колледжа ИСТИД



З.А. Михалина

Общие указания по проведению практических занятий.

Целью практических занятий по техническому обслуживанию и ремонту автомобиля является закрепление теоретических знаний, полученных в учебных кабинетах и в процессе самостоятельной работы учащихся с учебной литературой. При выполнении практических заданий от учащихся требуется самостоятельное выполнение операций по разборке-сборке агрегатов после предварительного изучения их устройства, особенностей работы и безопасных методов труда под общим руководством преподавателя.

Изучая устройство, проводя демонтаж и монтаж агрегатов, съем и установку деталей, учащиеся получают первоначальные практические навыки проведения операций разборки-сборки, регулировки, ТО и ремонта учатся рациональному использованию инструментов, приспособлений. По мере выполнения заданий их умения как исполнителей практических заданий совершенствуются, закрепляются навыки профессионального проведения разборки-сборки агрегатов, регулировки тепловых зазоров и др. Полученные знания помогут грамотно эксплуатировать технику, находить и устранять неисправности, грамотно выполнять слесарно-ремонтные работы по устранению неисправностей, выполнять операции по регулированию механизмов, обеспечивая долговечность работы машины.

Выполнению практического задания по разборке-сборке агрегатов, их ТО и ремонту предшествует этап закрепления теоретических знаний о деталях, из которых состоят агрегаты и механизмы, содержания и перечня работ. Этой цели служит приведенный иллюстративный материал.

Разборка-сборка механизма нужна для того, чтобы увидеть, как соединены между собой детали, как они взаимодействуют во время работы.

В части заданий предусмотрена только частичная разборка механизма. Это относится к тем случаям, когда расположение деталей в механизме хорошо видно и без полной разборки или когда подобный механизм учащиеся уже разбирали при выполнении предыдущих заданий.

При осмотре снятых деталей с целью их дефектации (визуальной диагностики на наличие дефектов) необходимо оценить состояние трущихся поверхностей, износ зубьев шестерен, посадочных мест под подшипники, состояние уплотнительных колец, манжет, прокладок, определить, как смазываются детали, найти каналы смазки. При разборке необходимо обращать внимание на число регулировочных прокладок и места их расположения, одновременно изучать другие механизмы регулирования.

При сборке механизма необходимо учитывать, что одни детали должны крепиться прочно, а другие — с необходимыми зазорами в соединениях для обеспечения работы механизма.

Для проведения монтажных и регулировочных работ каждое учебное звено должно иметь несколько комплектов инструментов, а также дополнительно инструменты и приспособления, необходимые для выполнения задания.

Комплект инструментов — это набор следующих инструментов:

- 1) ключи гаечные двусторонние 8x10; 10 x 12; 12 x 13; 13 x 14; 14 x 17; 17 x 19; 19x22; 22x24; 24x27; 27x30; 32x36 мм;
- 2) ключи торцовые 10; 12; 13; 14; 17; 19; 22 и 24 мм или ключи торцовые со сменными головками таких же размеров с воротком и дополнительным удлинителем;
- 3) отвертки, пассатижи, круглогубцы, молоток, зубило, бородок.

Учащиеся должны уметь самостоятельно выбирать инструмент для проведения конкретных операций при выполнении задания, т.е. они должны выработать верный, точный глазомер, чтобы на глаз безошибочно определять размеры болтов и гаек, не применяя измерительный инструмент.

**Инструкция по правилам и мерам безопасности
при проведении практических занятий по междисциплинарному курсу
МДК.03.01 «Особенности конструкций автотранспортных средств»**

Одежда учащегося должна быть подобрана по его росту, заправлена, рукава застегнуты. Волосы должны быть защищены головным убором.

Руки учащегося не должны быть замаслены, чтобы он мог надежно удерживать инструмент. Очищать и мыть руки бензином или дизельным топливом запрещено.

Рабочее место должно содержаться в чистоте и порядке, проходы должны быть свободными.

При снятии или разборке агрегатов, в картере которых может быть масло, подставить ванночку для его слива. В случае попадания масла на пол необходимо пятно засыпать опилками или песком, дать маслу впитаться, и, убрав засыпку, протереть место ветошью насухо. Отработанную ветошь убирать в железный ящик с плотной крышкой.

Под колеса монтажных механизмов необходимо устанавливать противооткатные колодки. Вставать ногами на колеса и другие неустойчивые части механизмов **ЗАПРЕЩАЕТСЯ!**

Круглые детали (валы, поршни, цилиндры, гильзы и др.) запрещается класть на край стола.

Используемый для работы инструмент должен быть в исправном состоянии и соответствовать определенным требованиям:

- молоток должен иметь слегка выпуклый, гладкий, без зазубрин и трещин боек; ручка молотка, изготовленная из дерева твердой породы, должна быть незамазанной, гладкой, без сучков, расклиненной;
- зубило не должно иметь на ударной поверхности и бородке трещин, наклепа металла, сколов, выбоин;
- отвертка не должна иметь острый рабочий конец, а стержень отвертки должен быть прямым, непогнутым;
- измерительный инструмент должен быть чистым, сухим и содержаться отдельно от рабочего инструмента;
- гаечные ключи для операции необходимо подбирать точно по размеру. Запрещается пользоваться ключом, у которого губки не параллельны и в зев заложены пластинки;
- не допускается удлинение рычага за счет использования куска трубы или другого ключа;
- при отворачивании гайки и футорки крепления колеса необходимо использовать специальный ключ из набора инструментов (плотно надеть его на гайку, занять устойчивое положение, расположив рукоятку рычага так, чтобы усилие было направлено к себе).

Домкрат необходимо устанавливать в обозначенных местах. Если обозначений нет, то выбирают место, обеспечивающее устойчивое положение поднятого оборудования и агрегатов. Домкраты должны иметь стопоры, мешающие выходу винта или рейки, когда шток выдвинут в крайнее положение. Поверхность головки штока не должна допускать проскальзывания. Под домкрат подставляется широкая прочная доска. Домкрат

устанавливается строго вертикально. После подъема единицы оборудования для страховки под нее устанавливают подставки.

Каждое рабочее место должно быть оснащено:

- исправным технологическим оборудованием, инструментом и принадлежностями;
- технологическими картами и инструкциями;
- описью оборудования и краткой инструкцией по мерам и правилам безопасности при выполнении практических работ;
- противопожарными средствами и правилами их применения.

На рабочих местах запрещено:

- работать студентам, не прошедшим инструктаж;
- пользоваться открытым огнем;
- включать приборы и установки без разрешения преподавателя;
- хранить горюче-смазочные материалы;
- включать двигатели и приборы, минуя заводские выключатели;
- пользоваться неисправным инструментом, заводными рукоятками;
- применять этилированный бензин;
- пускать двигатель или стенды при утечке топлива или газа;
- производить в помещении электротехнические, сварочные и другие тепловые ремонтные работы.

Рабочие места должны содержаться в чистоте и порядке, проходы должны быть свободными.

Все рабочие места и вентиляторы двигателей должны иметь индивидуальные металлические ограждения и трафареты с надписями «Двигатель не пускать».

Электропроводы должны иметь надежную изоляцию. На клеммах и розетках необходимо указать напряжение.

Отделение лаборатории по диагностированию двигателей должно иметь надежную вентиляцию с кратностью обмена воздуха не менее 1:1, достаточную освещенность рабочих мест – 500 лк, уровень громкости шума не более 75 дБ.

Каждое рабочее место должно иметь: ограждение, рабочую оснастку, технологические карты, инструкции и исправный инструмент. На посту должен быть противопожарный щит, укомплектованный согласно типовым правилам. Учащиеся допускаются к лабораторным работам только после первичного инструктажа на рабочем месте.

Установки и приборы с электропитанием от сети должны иметь общее заземление, а рабочие двигатели – выводы отработавших газов в атмосферу через специальные глушители.

Лабораторно- практические работы проводятся для экспериментальной проверки теоретического курса, изложенного на лекциях и практических занятиях или изученного учащимися самостоятельно.

На лабораторных работах отрабатываются методики экспериментальных исследований и техника овладения методами измерений.

При выполнении лабораторных работ следует строго соблюдать технику безопасности (ТБ), с которой должен ознакомиться каждый учащийся под роспись. Требования по ТБ изложены в инструкциях, находящихся в лаборатории и оформленных на стендах. Учащиеся, не прошедшие инструктаж по технике безопасности, к лабораторным занятиям не допускаются.

При нарушении правил техники безопасности учащийся не допускается к последующим занятиям, а информация о нарушении ТБ доводится до администрации

колледжа. Повторный допуск к выполнению лабораторных работ учащийся получает после нового инструктажа по технике безопасности.

К отчетам по лабораторно-практическим работам предъявляются следующие требования.

1. Работа выполняется аккуратно без помарок и исправлений пастой или в компьютерном варианте.
2. Отчет должен содержать:
 - название работы;
 - цель работы;
 - порядок выполнения работы;
 - чертежи, схемы, диаграммы, таблицы;
 - выводы и результаты по выполнению лабораторно- практической работы.
3. Учащийся в отчёте должен ответить на все контрольные вопросы.

На практическую работу отводится 2 или 4 часа по графику. Если студент не успел выполнить лабораторную работу в указанное время, ему следует закончить работу во внеурочное время в присутствии мастера производственного обучения.

После выполнения практической работы учащийся отчитывается перед преподавателем о результатах экспериментальных исследований. Дома учащийся оформляет работу и защищает ее на следующем занятии перед выполнением новой работы. Работа считается зачтенной, если в ней соблюдены все требования к ее оформлению и нет замечаний по ее выводам.

После выполнения всех работ учащийся получает общий зачет по лабораторно-практическим работам и допуск к итоговой аттестации по дисциплине.

Учащийся, не выполнивший изложенные выше требования, не допускается к итоговой аттестации до полного выполнения комплекса практических работ, предусмотренных программой.

Практическое занятие № 1

Тема: «Особенности конструкций современных VR –образных двигателей»

Цель занятия:Выполнение заданий по изучению особенностейустройства VR-образных двигателей

Обеспечение занятия: плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование.

V образный автомобильный двигатель: особенности, достоинства и недостатки

В общем случае v образный двигатель — это обычный двигатель внутреннего сгорания (ДВС), цилиндры которого конструктивно расположены друг против друга под

определенным углом. Как и любой другой мотор, он во многом определяет конструкцию



автомобиля.

Немного истории

Впервые ДВС, имеющий практическое применение, был построен немецкими инженерами Г. Даймлером и В. Майбахом в 1883 году. Этот одноцилиндровый силовой агрегат объемом 462 куб. см. развивал мощность 1,1 л. с. Однако этой мощности было недостаточно и в дальнейшем ее наращивание осуществлялось путем увеличения рабочего объема цилиндра. Но этот процесс не мог продолжаться бесконечно, поэтому конструкторы начали постепенно увеличивать количество цилиндров.

Так появились рядные двух- четырех- шести- и даже восьмицилиндровые двигатели. Правда, увеличение количества установленных в один ряд цилиндров более 6-ти значительно увеличивало габаритные размеры подкапотного пространства автомобиля. Кроме большой длины рядные моторы имеют и другие недостатки, например:

- большой вес;
- ограничение мощности;
- недостаточную сбалансированность и др.

В настоящее время разработкой рядных силовых агрегатов занимаются все ведущие производители автомобилей. Связано это с тем, что они просты как в изготовлении, так и в процессе эксплуатации. Отличаются они и высокой ремонтопригодностью.

Понимая, что расположение цилиндров в один ряд – это временное решение, тот же В. Майбах в 1889 году изобрел и запатентовал V-образный двигатель. Однако первые такие ДВС начали изготавливать только начиная с 1905 года, причем не в Германии, а в США и Франции.



Конструктивно v образный двигатель значительно сложнее стандартного рядного мотора. Ведь они оснащаются двумя головками блока цилиндров (ГБЦ) и имеют более сложные механизмы газораспределения (ГРМ) и впрыска топлива.

Большое значение в конструкции v образных двигателей играет угол размещения цилиндров относительно друг друга. В процессе эволюции создавались различные конструкции, в которых углы развала цилиндров изменялись от 1 до 180 градусов.

В результате многочисленных экспериментов разработчики пришли к выводу, что наиболее оптимальными являются углы 45, 60 и 90 градусов. Именно эти углы развала цилиндров имеет большинство современных v образных силовых агрегатов.

Основным достоинством v образных моторов является их компактность. При этом, их несколько увеличенная ширина существенного значения на размеры подкапотного пространства автомобиля не оказывает.

Разные углы развала цилиндров используются в различных силовых агрегатах. Некоторые их конфигурации сбалансированы очень хорошо, другие требуют использования дополнительных механизмов. Так, например, v образные двигатели с оптимальным углом развала, такие как:

1. v 16 – прекрасно уравновешены и обеспечивают равномерную работу всех цилиндров;
2. v 12 (состоящий как-бы из 2-х шестицилиндровых силовых агрегатов) – независимо от угла развала цилиндров отлично уравновешен;
3. v 10 и v 8 – требуют наличия противовесов на коленчатом валу;
4. v 2, v 4, v 6 – отличаются повышенной вибрацией и требуют дополнительной балансировки.

Двигатель VR и его особенности

В 1991 году немецкий концерн представил новую схему расположения цилиндров – рядно-смещенную. Компании требовался компактный, но мощный шестицилиндровый мотор для установки на малогабаритные модели Audi, Volkswagen и Seat: традиционный V6 в них просто-напросто не влезал.

Новый двигатель получил обозначение VR – аббревиатуру, обозначающую «v-образно-рядный». Этот мотор представлял собой эдакую помесь V-образного агрегата с очень малым развалом цилиндров и обычного рядного двигателя. Его 6 цилиндров расположены

V-образно под углом 15 градусов, поршни расположены в блоке в шахматном порядке. Компактность позволяла накрыть блок цилиндров всего одной общей головкой.

Достоинства и недостатки

Широкое распространение v образные двигатели получили, в первую очередь, благодаря возможности получения максимального крутящего момента. Достигается это за счет того, что в отличие от рядного мотора (R двигатель), в котором силы, направленные на коленчатый вал, ориентированы перпендикулярно, в v образном силовом агрегате они действуют по касательной с двух сторон. При этом достигается максимальное ускорение коленчатого вала, так как инерция, создаваемая при работе, значительно выше той, которая используется в R-образных моторах.

Кроме того, v образный двигатель имеет большую жесткость коленчатого вала, что :

- повышает прочность всей конструкции силового агрегата;
- увеличивает срок службы мотора;
- позволяет динамично работать как на низких, так и на высоких (предельных) оборотах.

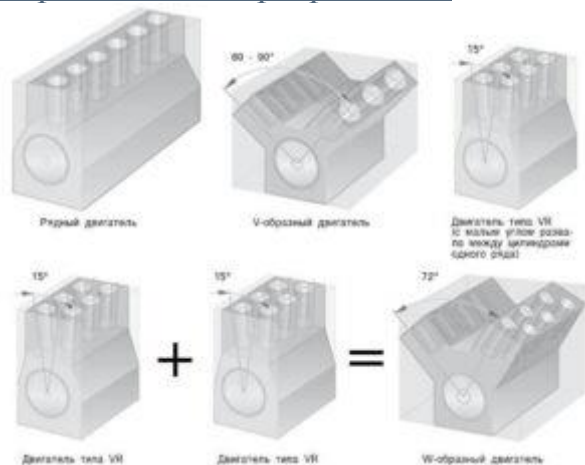
Силовые агрегаты с v-образным расположением цилиндров не свободны от недостатков. Среди них отмечают:

- высокую стоимость;
- большой уровень вибраций;
- сложности при балансировке и др.

Однако в настоящее время разработчики владеют соответствующими конструкторскими решениями и технологическими возможностями, позволяющими минимизировать влияние этих недостатков и улучшить ряд технических характеристик этих моторов.

Несмотря на то, что с момента изобретения v образных силовых агрегатов прошло более 100 лет, их потенциал полностью еще не раскрыт. Будущее автомобилестроения несомненно связано именно с этими моторами. Поэтому в этом направлении и работают сейчас многочисленные коллективы разработчиков, стараясь, чтобы их производство стало более технологичным и менее затратным.

Перспективные разработки



Наиболее распространенным среди v образных силовых агрегатов является двигатель v6.

Однако именно он отличается высоким уровнем вибраций и требует достаточно трудоемкой балансировки. В настоящее время существует несколько направлений, в которых эволюционируют двигатели v 6:

- **Оппозитные силовые агрегаты**

Оппозитный мотор – это v образный мотор, у которого угол развала цилиндров составляет 180 градусов. Такая конструкция позволяет значительно снизить центр тяжести и, что особенно важно, взаимно нейтрализовать вибрацию поршней, сделав рабочие характеристики мотора более плавными. Лидером этого направления моторостроения является компания Fuji Heavy Industries Ltd., которая уже много лет разрабатывает такие двигатели для автомобилей марки Subaru. Оппозитная компоновка позволяет придать блоку цилиндров очень высокую прочность и жесткость, однако значительно усложняет ремонт мотора.

оппозитные силовые агрегаты устанавливаются практически на все автомобили Subaru начиная с 1963 года.

- **VR образные моторы**

Разработка VR образных силовых агрегатов – еще одно направление, по которому развиваются v-образные двигатели. Конструктивно такие моторы представляют собой симбиоз v образного и рядного силового агрегата и отличаются от обычных □ малым углом развала цилиндров (15 градусов) и □ наличием одной ГБЦ, которая накрывает оба ряда цилиндров.

Такая компоновка позволяет получить компактный силовой агрегат, который меньше по длине, чем рядный 6-ти цилиндровый мотор и ширине, чем обычный двигатель v6.

VR 6 устанавливались на автомобили компании Volkswagen (Passat, Golf, Sharan и др.). Они имели заводские обозначения AAA (объем 2,8 л., мощность 174 л. с.) и ABV (объем 2,9 л., мощность 192 л. с.).

Двигатель VR6

Двигатели VR с рядно-смещенной компоновкой – разновидность V-образных двигателей с предельно малым углом развала цилиндров. Пионерами использования компоновки были Lancia и Ford; сейчас идею успешно использует Volkdswagen.

ДВИГАТЕЛЬ



Происхождение названия VR

Вопреки на первый взгляд логичному предположению буква V в названии компоновки не имеет отношения к V-образным двигателям. VR – аббревиатура, составленная из двух немецких слов "Verkürzt Reihomotor", что в переводе означает «укороченный рядный двигатель».

История создания двигателя VR

В наши дни двигатели с рядно-смещенной компоновкой практически безальтернативно ассоциируются с моторами VR6 немецкой компании Volkswagen. Шестицилиндровые двигатели VW появились в конце 80-х годов, и компания до сих пор с успехом устанавливает моторы этой компоновки в свои современные модели.

Разработки Фольксваген базировались на конструкции четырехцилиндрового двигателя V4, широко применявшегося в автомобилях Lancia и Ford. Как это ни удивительно, третьим производителем двигателей этой компоновки был советский, впоследствии украинский Мелитопольский моторный завод. Двигатели V4 устанавливались в Запорожцы и сделанные на основе Запорожца малые внедорожники ЛУАЗ.

Двигатель VW VR6, разработанный в период, когда председателем правления VW был Фердинанд Пих, был впервые представлен в Европе в 1991 году. VR6 начали устанавливать в модели Passat и Corrado.

В американской модели Corrado использовался двигатель объемом 2.8 литра. Позже лицензию на производство этих двигателей купил концерн Mercedes, выпустивший впоследствии собственную модель мотора M104.900.

Разработчики Volkswagen Group пошли дальше и, убрав один цилиндр, создали двигатель VR5. Этот двигатель [ставился в Passat 1997-го модельного года](#), и Golf 1999-го.

Преимущества двигателей VR6

Изначально, создавая двигатель с рядно смещенной компоновкой, компания Volkswagen преследовала цель создания шестицилиндрового мотора с коротким блоком. Обычный V-образный двигатель не удовлетворял потребности разработчиков тем, что, благодаря большому развалу цилиндров имел слишком большую ширину, что затрудняло использование мотора этой конструкции [в автомобилях с поперечным расположением силового агрегата](#). Создав двигатель с рядно-смещенной компоновкой, компания получила уникальную возможность без масштабных переделок устанавливать шестицилиндровые двигатели в подкапотное пространство уже существующих моделей автомобилей с поперечным расположением двигателя без масштабных переделок.

Технологические особенности двигателя VR6

В отличие от V6, имеющего симметричную конструкцию относительно коленвала, VR6 построен асимметрично, что характерно для рядных агрегатов. Впускной коллектор установлен с одной стороны мотора, а выпускной с другой стороны.

За счет того, что все 6 цилиндров расположены в одном коротком блоке двигатель VW VR6 гораздо легче любого V6 аналогичного объема. Коротким блок VR6 стал за счет расположенных в шахматном порядке, а не в одну линию, цилиндров.

Цилиндры VW VR6 расположены на очень малом расстоянии друг от друга, но под небольшим углом, что дало возможность оставить общую клапанную крышку, скрывающую два распредвала. От [24-клапанного механизма газораспределения](#) пришлось отказаться - в головке блока просто не нашлось для него места.

Выход был найден - система SOHC была усовершенствована с учетом ряда особенностей системы DOHC.

Для этого понадобилось расположить по 4 клапана на каждый цилиндр в ограниченном пространстве над поршнем. При этом пришлось установить механизм привода клапанов строго над ними. В противном случае открытие и закрытие клапанов осуществлялось бы с опозданием, что неизбежно привело бы к повышенному расходу топлива и ограничению максимального количества оборотов.

Применив компоновку SOHC, компания отказалась от применения системы изменяемых фаз газораспределения, что также позволило сэкономить место.

В процессе разработки обнаружились и другие проблемы, для решения которых инженерам пришлось искать новые пути. К примеру, выяснилось, что конструкция VR6 – с 6 цилиндрическим блоком и одной ГБЦ, подразумевает разную длину портов впускного и выпускного коллекторов. Согласно теории двигателестроения это означает, что цилиндры будут производить разную мощность при определенной скорости вращения коленвала. Выход был найден в установке специально разработанного равнодлинного впускного коллектора, настройке открытия и закрытия клапанов и необычного деления выпускного коллектора на 2 патрубка (каждый из патрубков обслуживает 3 цилиндра сразу).

Достоинства и недостатки двигателя VR6

За счет необычного расположения цилиндров от сбалансированности "настоящего" рядного шестицилиндрового двигателя не осталось и следа, поэтому в нем предпринятые дополнительные меры к уравниванию путем установки дополнительных валов. Эта особенность, наряду с необычной конструкцией ГРМ делает его гораздо более дорогим в производстве агрегатом. Однако возможность сделать шестицилиндровый двигатель компактным оказалась в данном случае важнее снижения себестоимости.

Дальнейшее развитие двигателей VR6

Как показала практика, Volkswagen удалось преодолеть большинство конструктивных ограничений, заложенных в рядно-смещенном двигателе. В частности, в более поздних двигателях VR6 удалось реализовать компоновку газораспределительного механизма ДОНС, что позволило повысить объем двигателя без существенного увеличения расхода топлива.

Первый массовый VR6 объемом 2.8/174 л.с. после ряда конструктивных изменений превратился в двигатель объемом 2.9 литра, мощностью 190, а позже и 204 л.с.

Процесс работы дизельного ДВС

Как следует из названия, рабочий цикл четырехтактного ДВС состоит из 4-х тактов: впуска, сжатия, расширения и выпуска. Четыре такта соответствуют двум оборотам коленчатого вала и четырем ходам поршня. Ход поршня – это его перемещение от верхней мертвой точки (ВМТ) к нижней (НМТ) или наоборот. Это одна из важнейших характеристик двигателя, которая определяет степень сжатия топливной смеси, а значит, и мощность мотора.

Первый такт – такт впуска – в дизельном двигателе представляет собой впуск воздуха через открывающийся впускной клапан. Поршень перемещается от ВМТ к НМТ,

создавая разрежение в камере сгорания, что способствует втягиванию воздуха во внутрь цилиндра.

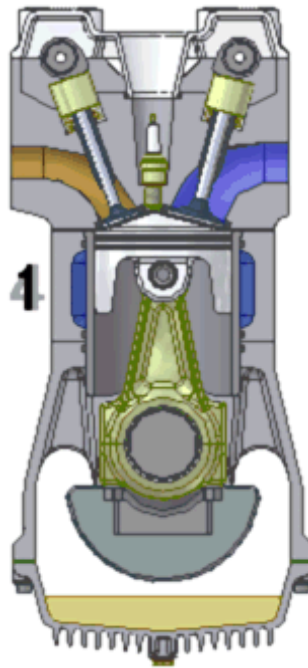
Такт сжатия – это процесс сжатия воздуха при перемещении поршня от НМТ к ВМТ при закрытых клапанах. При этом в камере сгорания уменьшается объем, увеличивается давление и повышается температура. Немного раньше, чем поршень займет свое верхнее положение, через форсунку впрыскивается дизельное топливо. При взаимодействии с горячим воздухом оно воспламеняется.

Такт расширения (рабочий ход) характеризуется резким повышением температуры и давления за счет сгорания топлива. Газы давят на поршень, перемещая его из ВМТ в НМТ, что и является основной движущей силой мотора.

Такт выпуска – удаление отработанных газов из камеры сгорания через выпускной клапан. Поршень поднимается к ВМТ, выталкивая продукты сгорания наружу.

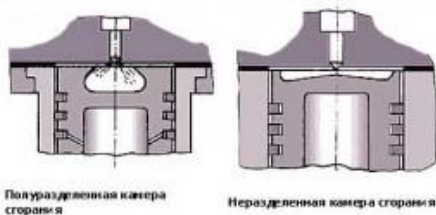
После такта выпуска снова идет такт впуска, и так по кругу.

Работа всех 4ех тактных двигателей одинакова, будь то дизельный двигатель или бензиновый.



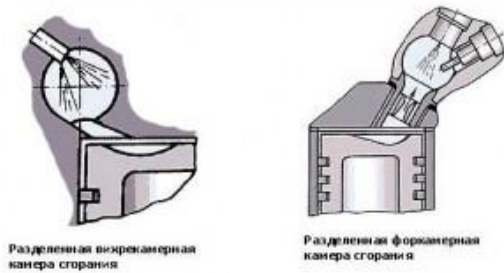
Камера сгорания топливной смеси

Разные модели дизельных двигателей отличаются между собой строением. Одной из немаловажных особенностей является конструкция камеры сгорания. Камера сгорания – пространство, где происходит непосредственно сгорание топлива.



Неразделенная камера расположена в самой конструкции поршня или над ним, топливо на такте впуска попадает в нее, где и воспламеняется при

контакте с горячим воздухом. Это наиболее простой вариант, который, к тому же, снижает расход топлива, но сам двигатель при этом работает очень громко.



Другой вариант – разделенная камера, то есть камера, которая расположена не в цилиндре, а на входе к нему и связана с ними каналом. Топливо подается в камеру, где перемешивается с вихревым потоком воздуха, что лучше распределяет его капли по объему камеры сгорания и способствует полному его сгоранию. Такой вариант подходит для небольших установок и легковых автомобилей, но он значительно увеличивает расход топлива.

Исходя из конструкции поршня и камеры сгорания, различают разные способы смесеобразования в дизельных ДВС:

— объемное смесеобразование – самый простой вариант. Камера сгорания представляет собой пространство между поршнем, стенками и головкой цилиндров. Топливо впрыскивается под давлением через распылители форсунок. Здесь важно, чтобы капли топлива равномерно распределились по всему объему и тщательно перемешались с горячим воздухом, поэтому в камере сгорания должен быть организован вихреобразный поток топливного заряда, а само топливо должно подаваться под высоким давлением;

— объемно-пленочное смесеобразование используется в высокооборотных двигателях с небольшим диаметром цилиндров. Это как раз тот случай, когда камера сгорания частично размещена в конструкции поршня. В двигателях отечественного производства такие камеры имеют форму усеченного конуса. При впрыскивании заряда топливо попадает на поверхность камеры сгорания, образуя «пленку», после чего практически сразу испаряется. Вихревые потоки, образующиеся под воздействием перемещения поршня, дают возможность равномерно распределить капли топлива по всему объему;

— предкамерное смесеобразование предусматривает наличие предкамеры, расположенной в крышке цилиндров. Она соединяется с основной камерой сгорания небольшими каналами с диаметрами не более 1% от диаметра поршня. Объем предкамеры составляет до 30% общего объема камер. По форме она может быть овальной, цилиндрической или сферической;

— вихрекамерное смесеобразование происходит за счет вихревых потоков воздуха, что дает возможность максимально смешать топливный заряд с воздухом даже при невысоком давлении его подачи в камеру сгорания. Для такого смесеобразования необходима отдельная камера, состоящая из двух частей: вихревой и основной. На такте сжатия воздух из основной камеры вытесняется в вихревую, которая имеет сферическую или цилиндрическую форму. Поток воздуха создает вихревые движения, двигаясь по кругу, а в это время из форсунки под давлением до 12 МПа подается заряд топлива. Поскольку воздушная волна находится в движении, капли равномерно распределяются по всему ее объему.

Компоновка двигателя

4-тактные дизельные двигатели отличаются не только строением камеры сгорания, но и количеством цилиндров и их взаимным расположением. Понятно, что чем больше цилиндров, тем мощнее двигатель и тем он больше по размерам. Разные варианты компоновки позволяют уменьшить его габариты. В зависимости от расположения цилиндров двигатели могут быть:



1. Рядный.

Все цилиндры располагаются в ряд. Такая конструкция двигателей самая простая, детали к ним имеют несложную технологию производства.



2. V-образный двигатель.

Цилиндры в таком двигателе расставлены в форме буквы V, в двух плоскостях, двумя рядами под углом 60° или 90° . Образовавшийся между ними угол – это угол развала. Плюсом такого двигателя является мощность. Его габариты могут быть уменьшены за счет смещения в развал других важных компонентов. Его длина меньше, а ширина больше. Но из-за сложности таких конструкций бывает непросто определить центр их тяжести.



3. Оппозитные двигатели (маркировка В).

Они относительно уравновешены, для уменьшения вибрации все элементы располагают симметрично. Их конструктивная особенность – центральное крепление вала на жестком блоке. Это так же влияет на степень вибрации. Угол развала составляет 180° .



4. Рядно-смещенные агрегаты (маркировки VR).

Данную компоновку отличает малый угол развала (15^0) V-образного двигателя в содружестве с рядным аналогом. Это позволяет уменьшить размеры продольного и поперечного агрегатов. Маркировка VR расшифровывается как V – образный, R — рядный.

Практическое занятие № 2

Тема: «Особенности конструкций современных W-образных двигателей»

Цель занятия: «Выполнение заданий по изучению особенностей устройства конструкций W-образных двигателей»

Обеспечение занятия: плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование.

W-образные двигатели

Устройство двигателей VR и W12 и их отличия от моторов V-образной компоновки
[ДВИГАТЕЛЬ](#)

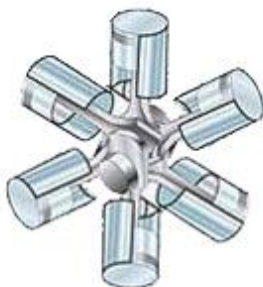


5. W (или дубль V) — образный.

Самый сложный двигатель. Известен двумя видами компоновки. Самый сложный двигатель. Известен двумя видами компоновки. Самый сложный двигатель. Известен двумя видами компоновки.

1) Три ряда, угол развала большой.

2) Две компоновки VR. Они компактны, несмотря на большое количество цилиндров.



6. Радиальный (звздообразный) поршневой двигатель.

Имеет небольшой размер длины с плотным размещением нескольких штук цилиндров. Они располагаются вокруг коленчатого вала радиальными лучами с равными углами. Ее отличает от других наличие кривошипно-шатунного механизма. В данной конструкции один цилиндр выступает главным, остальные – прицепные – крепятся к первому по

периферии. Недостаток: в состоянии покоя нижние цилиндры могут пострадать от протекания масла. Рекомендуют до начала запуска двигателя проверить, что в нижних цилиндрах масло отсутствует. В противном случае возможны гидроудар и поломка. Чтобы увеличить размер и мощность двигателя, достаточно удлинить коленчатый вал образованием нескольких рядов – звезд.



Необходимость вместить в тесное пространство уже существующих моделей двигатель с большим количеством цилиндров заставила инженеров компании Volkswagen еще раз пересмотреть опыт строения двигателей, накопленный европейским автопромом за двадцатый век. Результат превзошел все ожидания - двигатели рядно-смещенной компоновки получились невероятно компактными.

История создания

Еще в начале XX века компания Lancia задумалась об уменьшении размеров V-образных двигателей, устанавливавшихся на многие автомобили того времени. Более компактный силовой агрегат позволил бы уменьшить габариты автомобиля и его массу. Следовательно, уменьшилась бы его стоимость, и увеличилась бы его популярность на рынке. Инженерам Lancia удалось создать V-образный двигатель с рекордно малым углом развала цилиндров – не более 10-20 градусов.

В 1991 году немецкий концерн Volkswagen представил новую схему расположения цилиндров – рядно-смещенную

Большого распространения такой агрегат не получил, но именно он подтолкнул компанию Volkswagen к созданию принципиально нового мотора.

Двигатель Volkswagen W12

Через какое-то время инженерам Volkswagen пришла в голову идея: «А что если расположить два наших двигателя VR вместе под углом в 72 градуса и связать их общим коленвалом?». Результатом стал чудовищный 12-цилиндровый монстр. Самое удивительное, что всю его мощь удалось уместить в блоке цилиндров, который по габаритам сопоставим с обычным двигателем V6. Впервые он был представлен публике в 2001 году на концепт-каре, получившем простое и незатейливое имя – W12. Двигатель [объемом 6 литров](#) выдавал около 600 л.с.

Единственным до сих пор выпускающимся автомобилем с подобным двигателем остается Bugatti

Незадолго до этого его испытали на прочность в 24-часовом тестовом заезде. Volkswagen W12 Coupe прошел больше 7 000 км со средней скоростью почти в 300 км/ч. В дальнейшем такие двигатели устанавливались на [люксовые серийные автомобили концерна Volkswagen](#). Оказалось, что количество цилиндров в рамках компоновки может меняться, причем, как в большую, так и в меньшую сторону. Появился двигатель W8, а вслед за ним и невероятный W16, которым оснастили гиперкар Bugatti Veyron.

При этом сама суть мотора остается неизменной - это все те же VR4/6/8. Разница в том, что двигатели эти как бы "спарены" внутри общего блока. Поршни установлены под углом и связаны одним [коленвалом](#).

Несмотря на оригинальность идеи постепенно из-за сложности производства Volkswagen отказался от производства двигателей этого типа, и сегодня "на конвейере" остается лишь Bugatti. Возможно, время этого мотора еще не настало.

Плюсы и минусы W-образного мотора

Главное преимущество двигателя W12 перед аналогичным по объему традиционным V-образником на 12 цилиндров – компактность. Самое забавное в том, что он компактнее даже двигателя V8. Существенная экономия подкапотного пространства автомобиля позволяет освободить место для установки различного дополнительного оборудования, будь то гидроусилители, компрессоры или турбины. [Мощность и крутящий момент](#) такого двигателя также превышают аналогичные показатели у двигателей классического V-образного типа. И это все не считая удешевления производства за счет экономии материалов, необходимых на создание маленького двигателя. Более плотное расположение цилиндров требует серьезной модернизации системы охлаждения, в итоге приходится индивидуально охлаждать каждый цилиндр

Тут же кроется и его недостаток. Более плотное расположение цилиндров требует серьезной модернизации системы охлаждения. В итоге все сводится к тому, что в

подобных двигателях приходится индивидуально охлаждать каждый цилиндр. Также имеются определенные проблемы с балансировкой конструкции, ибо вибрации в ней зашкаливают. Эту проблему решают установкой балансирных валов и использованием гидроопор.

W-образный двигатель — тип двигателя с W-образным расположением цилиндров. Обычно W образный двигатель представляет собой двигатель с 3 или 4 рядами цилиндров расположенных сверху под углом меньше 90 градусов по отношению друг к другу, над единым коленчатым валом. Таким образом в поперечном разрезе двигатель напоминает букву W. Отличительной особенностью данного типа двигателя является компактность по сравнению с другими типами двигателей используемыми в серийных автомобилях и имеющими схожие мощностные характеристики.

Существуют также W-образные двигатели с рядным расположением цилиндров в шахматном порядке в каждой из двух секций одного блока цилиндров. При этом каждая из двух секций такого W-образного двигателя имеет свою ГБЦ и угол между цилиндрами (в одной секции) в 10-15 градусов, как в обычном VR-образном двигателе. Расстояние между секциями в таком двигателе меньше 90 градусов.

W-образные двигатели за всю историю своего существования применялись как в автомобилях, так и в авиации и в мотоциклах.

Сравнение: при сравнении 12-цилиндрового V-образного двигателя и 12-цилиндрового W-образного двигателя с одинаковым рабочим объемом становится очевидно что последний значительно компактнее. Более того, 12-цилиндровый W-образный двигатель обычно компактнее 8-цилиндрового V-образного двигателя.

Преимущества:

Преимущества W-образной компоновки заключаются в относительной компактности при одинаковых, а порой и больших мощностных характеристиках, чем у других типов двигателей. При этом освободившееся место в подкапотном пространстве можно использовать для установки дополнительного навесного оборудования: гидроусилителя рулевого управления, Компрессора кондиционера, турбонагнетателя и др.)

Более плотное расположение цилиндров относительно друг друга позволяет сэкономить материалы при производстве автомобиля.

Недостатки:

Из-за более плотного расположения цилиндров относительно друг друга W-образный двигатель подвержен более быстрому набору температуры и соответственно быстрому перегреву в случае работы в экстремальных режимах или выхода из строя одного из узлов системы охлаждения. Из-за данной особенности современные двигатели имеющие W-образную компоновку имеют более развитую и технически сложную систему охлаждения, чем двигатели других типов.

Носители:

- Bugatti Veyron
- Bugatti Chiron
- Audi A8
- Volkswagen Passat

- Volkswagen Phaeton
- Bentley Motors
- Некоторые самолёты времен второй мировой войны.

Характеристики рабочих процессов ДВС.

При одинаковой частоте вращения коленчатого вала в двухтактных двигателях рабочий цикл осуществляется в два раза быстрее, а рабочий ход совершается в два раза чаще, чем в четырехтактных. Теоретически при одинаковых размерах цилиндра в одной и той же частоте вращения мощность двухтактного двигателя должна быть в два раза больше мощности четырехтактного. В действительности часть хода поршня двухтактного двигателя затрачивается на осуществление процессов выпуска и продувки, в связи с чем рабочий объем его цилиндров используется не полностью. Кроме того, часть мощности двигателя (до 10%) затрачивается на привод в действие продувочного насоса. Поэтому практически мощность двухтактного двигателя с учетом рассмотренных условий превышает мощность четырехтактного в 1,7—1,8 раза.

Преимуществом двухтактного двигателя является также надежный пуск. Двухтактный двигатель, пускается в ход при любом положении коленчатого вала уже при четырех цилиндрах, в то время как в четырехтактных для этого требуется не менее шести. При одинаковом числе цилиндров и одной и той же частоте вращения коленчатого вала двухтактный двигатель из-за удвоенного числа рабочих ходов имеет более равномерный крутящий момент.

По конструкции двухтактный двигатель значительно проще четырехтактного, особенно при использовании щелевой системы продувки, когда отсутствуют клапаны и их приводы.

Недостатками двухтактного двигателя по сравнению с четырехтактным являются: более быстрый износ деталей; больший удельный расход топлива и масла, частично выносимого в выхлопной коллектор; сложность очистки цилиндров от продуктов сгорания и зарядки их свежим воздухом, так как для этого отводится менее одного хода поршня. Кроме того, работа двухтактного двигателя сопровождается повышенным шумом, создаваемым продувочным насосом.

Во время работы двигателя газы, действуя на поршень, перемещают его в цилиндре, в результате чего совершается работа. Она равна силе давления газов на площадь поршня, умноженной на величину его перемещения (хода поршня) и измеряется в Дж.

Работа двигателя, совершаемая в единицу времени, называется его мощностью.

Различают индикаторную и эффективную мощность двигателя.

Индикаторная мощность N_i — это работа, совершаемая газами во всех цилиндрах в единицу времени, измеряется в кВт. Полезная мощность, получаемая на валу двигателя и передаваемая гребному валу или электрогенератору, называется *эффективной N_e* .

Эффективная мощность меньше индикаторной:

$$N_e = N_i - N_{мех},$$

где $N_{мех}$ — мощность механических потерь, затрачиваемая на преодоление трения, приведение в действие навешенных механизмов, обеспечивающих работу двигателя, и т. д.

Для определения совершенства конструкции двигателя и доли индикаторной мощности, используемой для совершения полезной работы, служит *механический КПД*

$$\eta_m = N_e / N_{мех}.$$

Механический КПД всегда меньше единицы и для судовых двигателей внутреннего сгорания составляет 0,7—0,95. Он зависит от способа смазки, обработки, пригонки и сборки деталей и узлов двигателя, условий эксплуатации и ухода за ним и т. д.

Тепло, полученное при сгорании топлива в цилиндре, расходуется на получение полезной работы и на потери, которые неизбежны при работе двигателя. Качество теплоиспользования определяют с помощью уравнения теплового баланса:

$$q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 ,$$

где q — тепло, выделяющееся в цилиндрах при сгорании 1 кг топлива ($q = 100\%$); q_1 — тепло, затраченное на получение полезной работы ($q_1 = 32\%$); q_2 — тепло, уходящее с отработавшими газами ($q_2 = 28\%$); q_3 — тепло, отдаваемое охлаждающей воде ($q_3 = 30\%$); q_4 — тепло, затрачиваемое на преодоление сил трения подвижных частей двигателя ($q_4 = 8\%$); q_5 — тепло, теряемое от неполноты сгорания топлива в цилиндрах и т. п. ($q_5 = 2\%$).

Здесь даны средние значения величин потерь тепла. Они могут изменяться в зависимости от совершенства рабочего процесса, технического состояния двигателя и т. д.

Совершенство рабочего процесса оценивается *индикаторным КПД*, который учитывает потери тепла, уходящего с отработавшими газами, уносимого охлаждающей водой и потери от неполного сгорания топлива в цилиндрах.

$$\eta_i = (q_1 + q_4) / q .$$

Значения η_i колеблются в пределах 0,4—0,5.

Основным показателем, позволяющим оценивать экономичность работы двигателя, является *эффективный КПД*, учитывающий все потери в двигателе, включая и механические:

$$\eta_e = q_1 / q , \quad \eta_e = \eta_i \eta_m .$$

Значения η_e для двигателей внутреннего сгорания находятся в пределах 0,3—0,43.

Важным показателем экономичности работы двигателя является *эффективный удельный расход топлива g_e* .

Он характеризует потребление топлива (в кг/ч) на единицу эффективной мощности, развиваемой двигателем (на 1 кВт).

На величину удельного расхода отрицательно влияют понижение степени сжатия, ухудшение работы топливной аппаратуры, повышение быстроходности двигателя и т. д. Работа двигателей с недогрузкой или с перегрузкой (выше паспортной) сопровождается повышением удельного расхода топлива,, что говорит о необходимости эксплуатации двигателей при номинальных нагрузках.

Удельный расход топлива для современных судовых тихоходных двигателей составляет 150—180 г/кВт ч, для быстроходных — 170—220 г/кВт ч.

Принцип работы двигателя

Практически все автомобильные двигатели работают по 4-тактному термодинамическому циклу Мюллера: впуск топливной смеси, сжатие, рабочий ход, в процессе которого производится сжигание топливной смеси, и выпуск отработавших газов.

Двигатель сжигает поступающее в него топливо и преобразует тепловую энергию сгорания во вращательное движение коленчатого вала; далее вращение передается через

трансмиссию на ведущие колеса автомобиля, являющиеся элементом ходовой части автомобиля.

В цилиндре происходит сгорание топлива и преобразование тепловой энергии в механическую работу. Для этого в цилиндре имеется поршень, который при помощи пальца и шатуна связан с коленчатым валом (рисунок 1.1). Поршень движется в цилиндре возвратно-поступательно, а коленчатый вал вращается.

Преобразование движения выполняет кривошипно-шатунный механизм (рисунок 1.2). Поршень свободно надет на поршневой палец, одновременно "проходящий" через верхнюю головку шатуна. Нижняя разъемная головка шатуна охватывает шейку коленчатого вала. Такую шейку называют шатунной. Эта шейка смещена относительно других шеек, называемых коренными, на некоторое расстояние. Коренные и "шатунная" шейки связаны между собой пластинами почти прямоугольной формы — щеками. Щеки вместе с коренными и шатунной шейкой образуют кривошип. Коренные шейки коленчатого вала являются его осью и вращаются в подшипниках, расположенных в картере (основании) цилиндра. Шатунная шейка, как любая точка на ободе колеса, вынуждена вращаться относительно своей оси, описывая окружность, радиус которой называется радиусом кривошипа.

Основными характеристиками любого двигателя являются: рабочий объем (в куб. см.), максимальная мощность (в л.с.), максимальный крутящий момент на коленчатом валу (определяет силу тяги на колесах), удельный расход топлива.

Детально рассмотрим циклы работы двигателя. При движении поршня от нижней к верхней мертвой точке (цилиндр по-прежнему изолирован от внешней среды) рабочая смесь сжимается и давление в цилиндре возрастает до $8\text{—}12\text{ кг/см}^2$. Такой процесс называется сжатием - это один из циклов работы двигателя. При этом коленчатый вал повернется еще на пол-оборота, или на 180° .

Сжатая горючая смесь готова к сгоранию. Поэтому достаточно в цилиндре вспыхнуть электрической искре, как смесь воспламенится и начнет выделять горячие газы. Под давлением газов поршень вынужден начать движение от верхней к нижней мертвой точке. Одновременно с поршнем коленчатый вал поворачивается еще на поло оборота, или на 180° . Такой процесс называется расширением, или рабочим ходом. При этом процессе газы совершают работу, и за счет их энергии поршень движется поступательно, а коленчатый вал вращается. Далее поршень продолжает двигаться, по уже от нижней к верхней мертвой точке, а коленчатый вал в четвертый раз поворачивается на пол-оборота, или на 180° . Цилиндр сообщается с трубопроводом, через который выбрасываются отработавшие газы. Этот процесс именуется выпуском.

Поршень 4 раза прошел мертвые точки, или произвел четыре хода. Коленчатый вал повернулся вокруг своей оси 2 раза (всего на 720°). За это время в цилиндре полностью закончился так называемый рабочий цикл.

Процессы в цилиндре, связанные с движением поршня и вращением коленчатого вала, называют тактами: впуска, сжатия, рабочего хода (или расширения) и выпуска. Такт рабочего хода совершается за счет тепловой энергии газов, а такты впуска, сжатия и выпуска — за счет кинетической энергии маховика, который укреплен на конце коленчатого вала.

Изучив рабочий цикл одноцилиндрового двигателя, легко представить рабочий цикл многоцилиндрового. Допустим, двигатель имеет четыре цилиндра, тогда число рабочих ходов во всех цилиндрах за рабочий цикл двигателя будет равно тоже четырем, а во время рабочего хода в одном цилиндре в трех других будут совершаться вспомогательные такты.

Очередность рабочих ходов и других тактов в цилиндрах подчинена строгому порядку работы. У четырехцилиндровых четырехтактных двигателей применяются следующие порядки работы цилиндров: 1—2—4—3 и 1—3—4—2. При порядке работы 1—2—4—3 рабочий цикл двигателя показан в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Рабочий цикл двигателя

Полуобороты коленчатого вала	Углы поворота коленчатого вала, град	Цилиндры			
		1	2	3	4
1-й	180	Впуск	Выпуск	Сжатие	Рабочий ход
2-й	360	Сжатие	Впуск	Рабочий ход	Выпуск
3-й	540	Рабочий ход	Сжатие	Выпуск	Впуск
4-й	720	Выпуск	Рабочий ход	Впуск	Сжати

Практическое занятие № 3

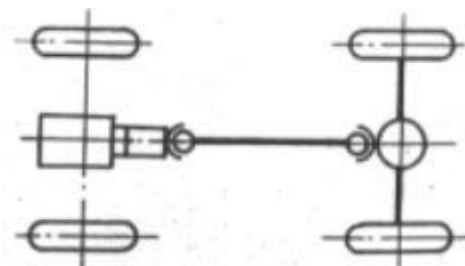
Тема: «Особенности конструкций современных трансмиссий »

Цель занятия: практическое ознакомление с особенностями конструкций механических трансмиссий автомобилей

Обеспечение занятия: плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование.

Механические трансмиссии

Наибольшее распространение на современных автомобилях получила механическая трансмиссия, которая включает в себя сцепление, коробку передач, карданную передачу, раздаточную коробку (у многоприводных автомобилей), главную передачу, дифференциал и полуоси.



Три последних элемента на автомобилях классической компоновки объединяют в один агрегат, называемый ведущим мостом.

Основными преимуществами механической трансмиссии являются простота конструкции и низкая стоимость, высокие КПД и надежность; недостатками – ступенчатое регулирование крутящего момента и сложность компоновки на многоприводных автомобилях.

Механическая трансмиссия может быть выполнена по различным схемам в зависимости от назначения автомобиля, расположения на нем двигателя и ведущих колес.

Механическая трансмиссия легкового автомобиля классической

компоновки (колесная формула – 4Ч 2) показана на рис.

1. В такой

трансмиссии обычно используют од-
нодисковое сцепление с центральной
диафрагменной пружиной, имеющее
механический или гидравлический
привод, четырехили пятиступенчатую
полностью синхронизированную трех-
вальную коробку передач, карданную
передачу с карданными шарнирами не-
равных угловых скоростей, одинарную
гипоидную главную передачу, симмет-
ричный конический дифференциал и
полуразгруженные полуоси. Трансмиссии грузовых автомобилей с

схематрансмиссии
легкового автомобиля
классической компоновки
(колесная формула – 4Ч 2)

задним ведущим мостом

имеют аналогичные агрегаты. Однако с увеличением массы автомобиля меняются схемы и характеристики агрегатов: вместо однодисковых применяют двухдисковые сцепления с гидравлическим или гидропневматическим приводом с усилителем, коробки передач – трехвальные, полностью синхронизированные, многоступенчатые с числом передач от 8 до 24. Многоступенчатая коробка передач образуется последовательным соединением основной четырех-, пяти-, шестиступенчатой коробки передач и дополнительного двух-, трехступенчатого редуктора. Используются двойные центральные и разнесенные главные передачи, блокируемые межколесные дифференциалы и полностью разгруженные полуоси.

Трансмиссии автомобилей переднеприводной компоновки (колесная формула – 2Ч 4) применяются на легковых автомобилях и микроавтобусах. В этом случае схема и конструкция трансмиссии оп-

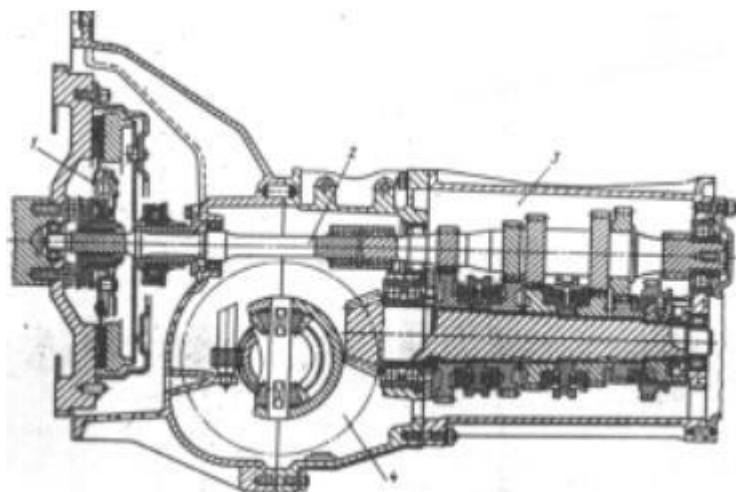
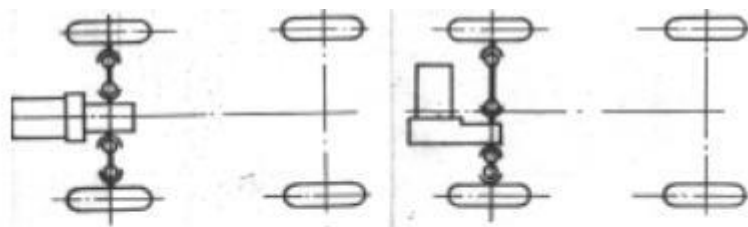


Рис 2

ределяются расположением двигателя – продольным или поперечным

Трансмиссии переднеприводных автомобилей с продольным расположением двигателя (рис. 2, а) проще и имеют меньшую стоимость при использовании двухвальных коробок передач, поэтому трехвальные

Рис. 2. Схема трансмиссии легкового автомобиля переднеприводной компоновки (2Ч 4):

а– с продольным расположением силового блока,

б– с поперечным расположением силового блока

коробки передач применяются редко. Коробки передач полностью синхронизированы. На ведомом валу коробки передач устанавливается коническая ведущая шестерня главной передачи. Привод ведущих колес осуществляется не полуосями, а карданными передачами с шарнирами равных угловых скоростей (рис. 3).

Трансмиссия автомобиля переднеприводной компоновки

спродольным расположением силового блока: 1 – сцепление, 2 – вал привода коробки передач, 3 – коробка передач, 4 – главная передача

Длина двигателя в схеме с его продольным расположением не лимитируется, поэтому такую схему имеют преимущественно автомобили с двигателями большого рабочего объема. Кроме того, на основе базового автомобиля с продольным расположением двигателя могут быть выполнены модификации с приводом на все колеса.

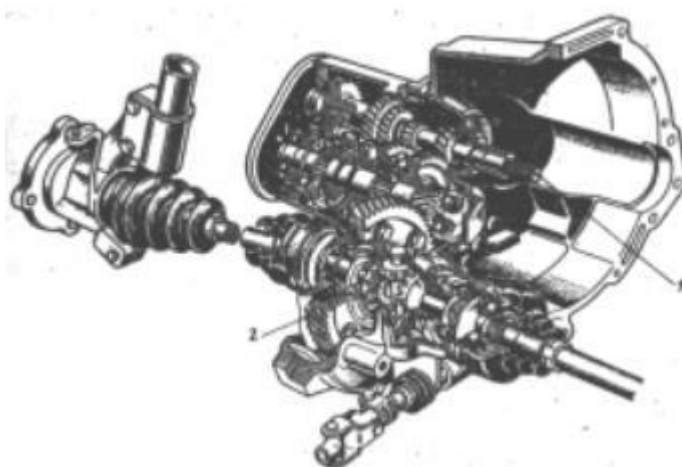
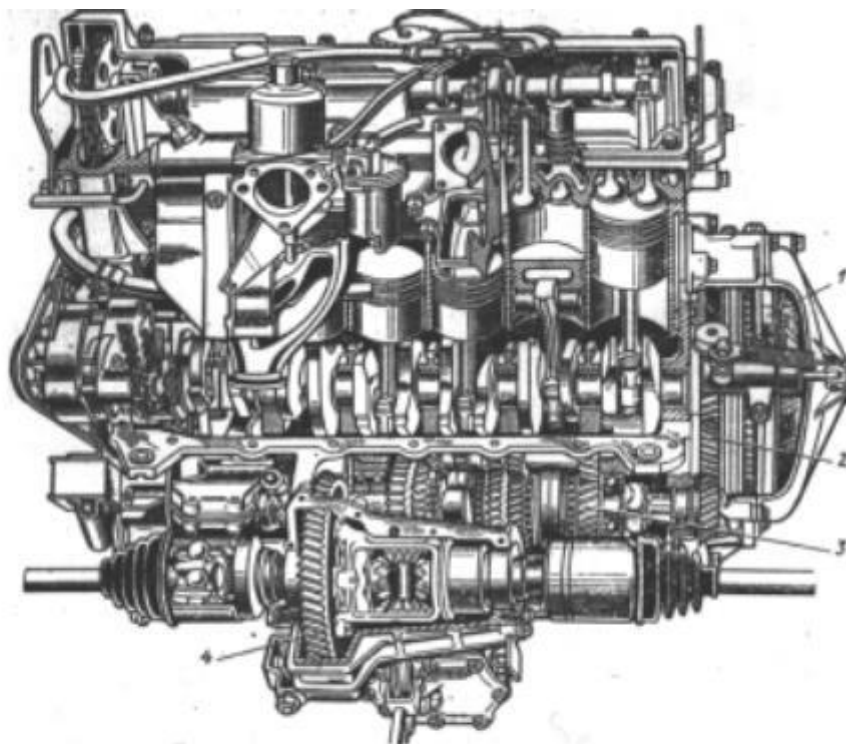


Рис. 5. Трансмиссия автомобиля, расположенная в отдельном картере:
1 – коробка передач, 2 – главная передача

5

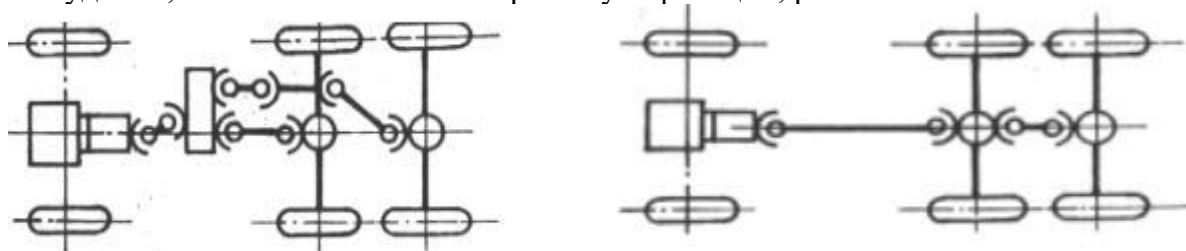
Для автомобилей особо малого и малого классов используется главным образом компоновка с поперечным расположением двигателя (рис. 2, б). При этом трансмиссия может иметь два конструктивных исполнения: с размещением в картере двигателя (рис. 4) и с размещением в отдельном картере (рис. 5).

Рис. 4. Трансмиссия автомобиля, расположенная в картере двигателя:

1 – сцепление, 2 – дополнительные зубчатые колеса, 3 – коробка передач, 4 – главная передача

В первом случае достигается большая компактность силового блока, однако конструкция получается достаточно сложной, ремонтные работы затруднены, а из-за высокого расположения двигателя возможно ухудшение аэродинамических характеристик автомобиля.

Более удобно, в том числе и с точки зрения унификации, располагать



6

трансмиссию в отдельном картере. В этом случае момент на ведущий вал коробки передач передается непосредственно со сцепления (когда ведущий вал расположен соосно с коленчатым валом двигателя) или через дополнительный ряд зубчатых колес. Применяются полностью синхронизированные, двухвальные коробки передач. При поперечном расположении двигателя главная передача представляет собой прямозубую, косозубую или шевронную зубчатую передачу.

Трансмиссии автомобилей заднемоторной компоновки по компоновочным схемам близки к трансмиссиям переднеприводных автомобилей.

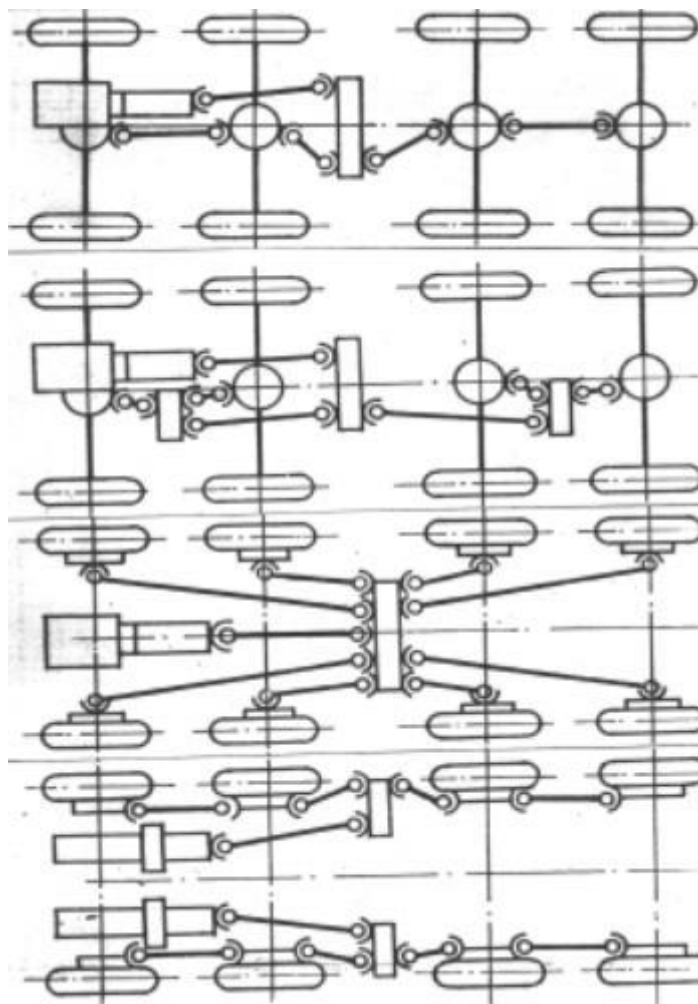
Трансмиссии многоприводных автомобилей можно разделить на две группы: неполноприводные и полноприводные.

Неполноприводные автомобили (колесная формула – 6Ч 4, 8Ч 4) имеют ведущую тележку, состоящую из двух ведущих мостов. Мосты могут иметь индивидуальный привод (рис. 6, а), либо промежуточный мост может быть выполнен проходным (рис. 6, б).

Основное преимущество схемы с индивидуальным приводом мостов (КрАЗ–257) – высокая степень их унификации; недостатками является большое количество карданных сочленений и необходимость установки отдельного агрегата – раздаточной коробки. Раздаточная коробка – агрегат более сложный и тяжелый, чем узел деления мощности (дифференциал) между мостами в трансмиссии с проходным промежуточным мостом (КамАЗ–5320). Поэтому конструкция трансмиссии с раздельным приводом мостов имеет большую металлоемкость, требует большего объема работ по техническому обслуживанию.

Гидромеханические трансмиссии

Применение на автомобилях гидромеханических трансмиссий, в которые вместо сцепления и коробки передач входит гидромеханическая передача (гидротрансформатор, объединенный с механической



8

Рис. 8. Схема трансмиссии полноприводного автомобиля (8Ч 8): а, б – мостовая; в, г – бортовая.

ромеханическую приводит к ухудшению личению расхода топлива.

ступенчатой коробкой передач), позволяет осуществить бесступенчатое изменение крутящего момента, увеличить срок службы двигателя и трансмиссии, уменьшить число ступеней механической коробки передач, уменьшить частоту переключения передач, повысить проходимость автомобиля и улуч-шитьего ком-форта-бельность.Однако по сравнению с механическими трансмиссиями, гидромеханические обладают более сложной конструкцией, повышенной массой и стоимостью. Замена механической транс-миссии на гид-

динамики автомобиля и уве-

В трансмиссиях с гидромеханической передачей крутящий момент передается от двигателя на насосное лопастное колесо гидротрансформатора непосредственно или, при необходимости, через дополнительный согласующий редуктор.

В качестве механической коробки передач в гидромеханических передачах применяются планетарные и вальные ступенчатые редукторы, позволяющие осуществлять процесс переключения передач без разрыва потока мощности. Механическая часть трансмиссии от гидромеханической передачи до ведущих колес идентична этой же части механической трансмиссии. Выбор ее схемы определяется теми же соображениями, что и в случае механической части трансмиссии.

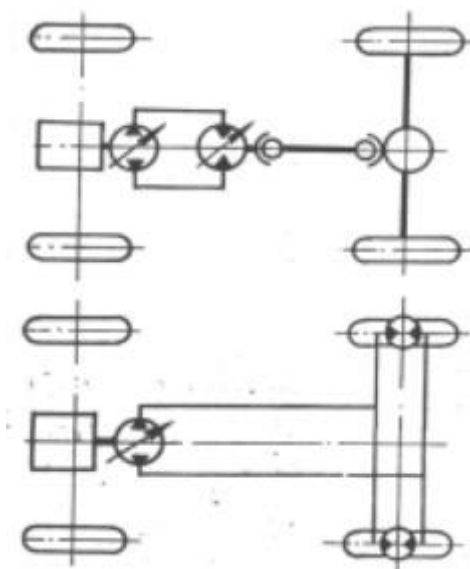


Рис. 9. Схема гидрообъемной трансмиссии: а – моноблочная, б – с отдельным расположением гидроагрегатов

9

Гидрообъемные трансмиссии

Гидрообъемная и электромеханическая трансмиссии являются специальными и применяются на автомобилях в тех случаях, когда по комплексу конструктивных и эксплуатационных свойств механическая и гидромеханическая трансмиссии не могут быть применены. Такие передачи, как гидромеханическая и фрикционная, являются бесступенчатыми, то есть обеспечивают плавное и непрерывное изменение передаточного числа трансмиссии автомобиля.

Гидрообъемная трансмиссия состоит из гидрообъемных преобразователей – гидронасоса, приводимого от двигателя автомобиля и гидромотора (гидромоторов). Гидронасос преобразует механическую энергию в гидростатический напор жидкости, а гидромотор – энергию напора жидкости в механическую энергию. Гидронасос связан с гидромотором (гидромоторами) трубопроводами высокого давления. Вся гидросистема является замкнутой. В круг циркуляции включен гидронасос подпитки, поддерживающий в возвратной гидролинии избыточное давление (для исключения пульсации и разрыва струи рабочей жидкости).

В зависимости от расположения гидроагрегатов, их типа и числа возможны две принципиальные схемы гидрообъемной трансмиссии (рис. 9).

При моноблочной схеме (рис. 9, а) гидронасос и гидромотор объединены в один блок. Гидропередача выполняет функции сцепления и коробки передач. Трансмиссии, выполненные по этой схеме, имеют низкий КПД и лишены компоновочных преимуществ.

В другой схеме (рис. 9, б) гидроагрегаты расположены отдельно. Гидронасос соединен с двигателем, гидромоторы – с колесами. Гидромоторы могут устанавливаться как вне колеса, так и встраиваться в него (гидромотор–колеса). Такая схема удобна для компоновки. При отдельном расположении гидроагрегатов может быть использовано несколько гидронасосов, каждый из которых питает гидромоторы борта

или отдельной группы мостов. Такие трансмиссии обладают повышенной надежностью, что обусловлено параллельной работой гидроагрегатов и гидролиний.

Как уже было сказано, агрегаты объемного гидропривода несаморегулируемые. Если гидроагрегат по своей конструкции потенциально регулируемый, то для изменения момента, передаваемого через гидропередачу, необходим внешний регулятор.

Нерегулируемые гидроагрегаты, имеющие постоянную подачу при постоянной угловой скорости приводного вала, применяются в качестве вспомогательного гидропривода, используемого временно, например для привода колес прицепа при движении в тяжелых дорожных

условиях. Такой привод носит название "гидровал". Нерегулируемые гидроагрегаты проще по конструкции и имеют меньшую стоимость по сравнению с регулируемыми.

Подача регулируемых агрегатов может изменяться при постоянной угловой скорости приводного вала в зависимости от воздействия регулятора. В автомобилях, имеющих гидрообъемную трансмиссию, принципиально возможно регулировать как гидронасос, так и гидромоторы.

Возможны три варианта регулирования гидроагрегатов, образующих гидропередачу.

1. При постоянных частоте вращения приводного вала гидронасоса и рабочем объеме гидромотора изменять рабочий объем гидронасоса¹. Такой вариант наиболее просто обеспечить конструктивно; при этом достигается гиперболическое изменение момента на валу двигателя. Это позволяет, во-первых, плавно трогаться с места и разгонять автомобиль, и, во-вторых, получить идеальную тяговую характеристику.

2. При постоянных частоте вращения приводного вала гидронасоса и рабочем объеме гидронасоса изменять рабочий объем гидромотора. В этом случае не обеспечивается плавность трогания автомобиля с места; к тому же синхронно регулировать гидромоторы, если их несколько, довольно сложно.

3. При постоянной частоте вращения приводного вала гидронасоса изменять рабочий объем гидронасоса и гидромотора. Применение тако-

¹ Рабочий объем гидроагрегата – подача гидронасоса или расход рабочей жидкости гидромотором за один оборот приводного вала.

11

го варианта имеет смысл при последовательном регулировании рабочих объемов гидроагрегатов. При трогании автомобиля с места и в начале его разгона необходимо изменять рабочий объем гидронасоса от минимального до максимального, а объем гидромоторов поддерживать максимально возможным. Затем изменять рабочий объем гидромоторов до минимального. В этом случае расширяется диапазон регулирования гидрообъемной передачи и обеспечивается плавность трогания автомобиля с места, однако не устраняется сложность системы управления.

Гидрообъемная передача, помимо бесступенчатого изменения передаточного числа между двигателем и ведущими колесами, имеет следующие достоинства:

1) удобство компоновки трансмиссии и автомобиля в целом (гидромоторы можно расположить непосредственно в колесах, исключив промежуточные механические элементы трансмиссии), в том числе транспортного средства с активными прицепными звеньями;

2) реверсивность и возможность получения одинаковых скоростей для движения вперед и назад (так как гидроагрегаты являются обратимыми², то для реверсирования достаточно с помощью распределителя поменять местами напорную и возвратную гидролинии); реверсивность также позволяет эффективно использовать гидроагрегаты для торможения на затяжных спусках;

3) широкий диапазон передаточных чисел;

4) возможность длительной и устойчивой работы под нагрузкой при движении с малой скоростью в тяжелых дорожных условиях;

5) увеличение срока службы первичного ДВС (из-за отсутствия жесткой связи между двигателем и колесами снижаются динамические нагрузки);

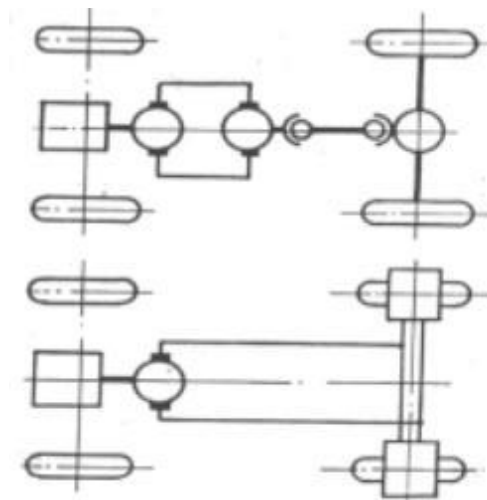
6) простота управления и легкость его автоматизации. Основными причинами, препятствующими широкому применению гидрообъемных трансмиссий на автомобилях, являются:

1) высокая стоимость гидроагрегатов, обусловленная высокими требованиями к точности изготовления их деталей;

2) большие размеры и масса на единицу передаваемой мощности;

3) относительно малый срок службы гидроагрегатов, вследствие высоких рабочих давлений и низкой надежности уплотнений.

2 Обратимость – возможность работы гидроагрегата как в качестве гидронасоса, так и в качестве гидромотора.



12

Электромеханические трансмиссии

Электромеханическая трансмиссия состоит из электрической и механической передач. В таких трансмиссиях электрическая энергия вырабатывается генератором, приводимым от первичного ДВС. Электромеханические трансмиссии выполняются по двум схемам: группового и индивидуального привода ведущих колес.

Схема группового привода (рис. 10, а) аналогична моноблочной схеме гидрообъемной трансмиссии – крутящий момент от одного электродвигателя передается к ведущим колесам через карданную и главную передачи, дифференциал и полуоси.

Соответственно, схема индивидуального привода ведущих колес (рис. 10, б) подобна схеме с отдельным расположением гидроагрегатов в гидрообъемной трансмиссии – крутящий момент на каждое колесо передается от отдельного электродвигателя через механическую передачу. Ко-

Схема электромеханической трансмиссии:

- а – с групповым приводом ведущих колес,
- б – с индивидуальным приводом ведущих колес

лесо, электродвигатель и другие узлы (колесный редуктор, подшипники, элементы подвески, механический тормоз с соответствующим приводом) конструктивно объединяются в один агрегат – электромотор– колесо. Кроме вышеперечисленного, конструкция электромотор–колеса может включать: механизм переключения передач в двухступенчатых электромотор–колесах, механизм сцепления – в электромотор–колесах периодического действия и другие элементы.

В настоящее время применяются электромеханические трансмиссии постоянного (БелАЗ–549,–7519) и переменного–постоянного (БелАЗ–75211) тока. Принципиально обе трансмиссии одинаковы, однако в электрическую часть электромеханической трансмиссии переменного–постоянного тока входит выпрямитель (в таких трансмиссиях используются генераторы переменного тока). Перспективно применение электромеханических трансмиссий переменного тока, так как электромашины переменного тока (электродвигатели и генераторы) обла-

дают сравнительно небольшими размерами и массой. Применение электромеханических трансмиссий переменного тока ограничивается сложностью системы регулирования для получения достаточно большого диапазона изменения тягового момента.

Схема с индивидуальным приводом, применяемая на карьерных автосамосвалах семейства БелАЗ, содержит: первичный ДВС; соединенный с ним через упругую муфту тяговый генератор; тяговые электродвигатели, расположенные в электромотор–колесах; вспомогательные электрические машины и аппаратуру управления, регулирования и контроля, образующие блок возбуждения тягового генератора и блок пускорегулирующей аппаратуры.

Силовую цепь трансмиссии представляет собой система "тяговый генератор – тяговые электродвигатели". Электрическая часть трансмиссии может работать в двух режимах: тяговом и тормозном (в режиме электродинамического торможения). Для трансформации крутящего момента и для получения требуемых тяговой и тормозной характеристик электропривод имеет систему автоматического регулирования тягового и тормозного режимов работы трансмиссии. Для защиты электрических цепей от перегрузок и повреждений служат защитные цепи, которые ограничивают также максимальную скорость движения автомобиля.

Электрические машины, управляющая и регулирующая аппаратура объединены в общую электрическую схему, работа которой обеспечивает:

- 1) выбор направления и режима движения;
- 2) полное использование максимальной мощности двигателя и стабильную его работу при изменении сопротивления движению;
- 3) регулирование используемой мощности тягового генератора;
- 4) ограничение максимальной скорости движения автомобиля;
- 5) ограничение максимальных электрических нагрузок в трансмиссии и защиту электрических цепей от повреждения.

При работе в тяговом режиме тяговые электродвигатели подключены к тяговому генератору. В обмотку возбуждения тягового генератора от генератора возбуждателя подается ток. На клеммах тягового генератора появляется напряжение, и через силовую цепь проходит ток.

В тяговом режиме предусмотрена работа тяговых электродвигателей с полным полем (полным магнитным потоком) и ослаблением поля. Включение ослабления поля осуществляется линейными контакто-

14

рами, связанными с линейным контроллером, который, в свою очередь, имеет связь с педалью управления подачей топлива.

При уменьшении дорожного сопротивления контакторы срабатывают, шунтируя последовательные обмотки возбуждения тяговых электродвигателей. При этом через обмотки протекает меньший ток, и магнитное поле, создаваемое последовательными обмотками, уменьшается. На второй ступени ослабления поля (при дальнейшем уменьшении дорожного сопротивления) контакторы реверсируют независимые обмотки возбуждения; магнитные потоки, создаваемые последовательными и независимыми обмотками возбуждения, направляются встречно друг другу, чем достигается более глубокое ослабление магнитного потока.

При увеличении дорожного сопротивления переключение контакторов происходит в обратном порядке.

Изменение направления движения автомобиля осуществляется реверсором, изменяющим направление тока в обмотках возбуждения тяговых электродвигателей.

В режиме электродинамического торможения включаются тормозные контакторы. Тяговые электродвигатели работают в генераторном режиме и отдают вырабатываемую электрическую энергию в тормозные резисторы, где она превращается в тепловую и рассеивается в атмосфере.

Регулирование тормозного режима осуществляется в зависимости от положения тормозного контроллера, связанного с тормозной педалью. На первой ступени тяговые электродвигатели получают возбуждение от независимых обмоток. На второй ступени подключаются

последовательные обмотки; возбуждение тяговых электродвигателей, а следовательно, и тормозной момент, создаваемый ими, увеличивается.

Основными преимуществами электромеханической трансмиссии являются:

1) бесступенчатое регулирование крутящего момента и возможность автоматизации управления;

2) повышение ресурса первичного ДВС в результате отсутствия динамических нагрузок, передаваемых через жесткую связь при механической трансмиссии;

3) свободный выбор колесной формулы и простота общей компоновки автомобиля;

15

4) повышение проходимости автомобилей и автопоездов вследствие увеличения числа ведущих колес и непрерывного изменения крутящего момента;

5) возможность использования тяговых электродвигателей в качестве тормоза–замедлителя при торможении на затяжных спусках;

6) возможность реализации одним электромотор–колесом большой мощности и меньшая общая масса трансмиссии при передаче мощности более 700–800 кВт;

7) возможность снижения уровня поля салона (для пассажирских АТС) и улучшение распределения массы автомобиля по мостам, за счет оптимального расположения электромотор–колес (для автосамосвалов).

Наряду с этими положительными особенностями электропередаче присущи значительные недостатки, ограничивающие ее применение:

1) большая масса и размеры электромашин и трансмиссии в целом, для автомобилей с двигателями относительно небольшой мощности;

2) сравнительно низкий КПД, что ведет к снижению топливной экономичности;

3) необходимость применения дорогостоящих материалов (алюминия, меди, серебра, золота), что влечет за собой удорожание изготовления;

4) большие непрорежессоренные массы.

Таким образом, общими недостатками бесступенчатых передач, по сравнению со ступенчатыми механическими трансмиссиями, являются сложность конструкции, громоздкость, большие механические потери. Поэтому перспективной можно считать лишь ту бесступенчатую передачу, стоимость, размеры и КПД которой, лишь немного уступают той части механической трансмиссии, которую заменяет бесступенчатая передача.

Из всех типов бесступенчатых передач наиболее широкое распространение получили только саморегулируемые гидродинамические передачи, устройство и работа которых подробно рассматриваются в теме "Коробки передач".

Практическое занятие 4

Тема: Особенности конструкций современных трансмиссий

Цель занятия: Практическое ознакомление с особенностями конструкции автоматических трансмиссий полноприводных автомобилей

Обеспечение занятия: плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование.

Полноприводная система с автоматическим подключением.

Зачастую, в подобных трансмиссиях автомобиля постоянно ведущими выступает передняя колесная пара, между осями установлена вискомуфта или фрикционная муфта с электроуправлением вместо дифференциала. Вязкостная муфта (вискомуфта) осуществляет передачу крутящего момента при

разных скоростях вращения частей ее корпуса с помощью трения между дисками кремнийорганической жидкостью. Вискомуфта может устанавливаться в корпусе дифференциала для его автоблокировки или монтироваться между осями. Фрикционные муфты выполняют передачу крутящего момента благодаря трению в процессе сжатия пакета дисков.

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

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

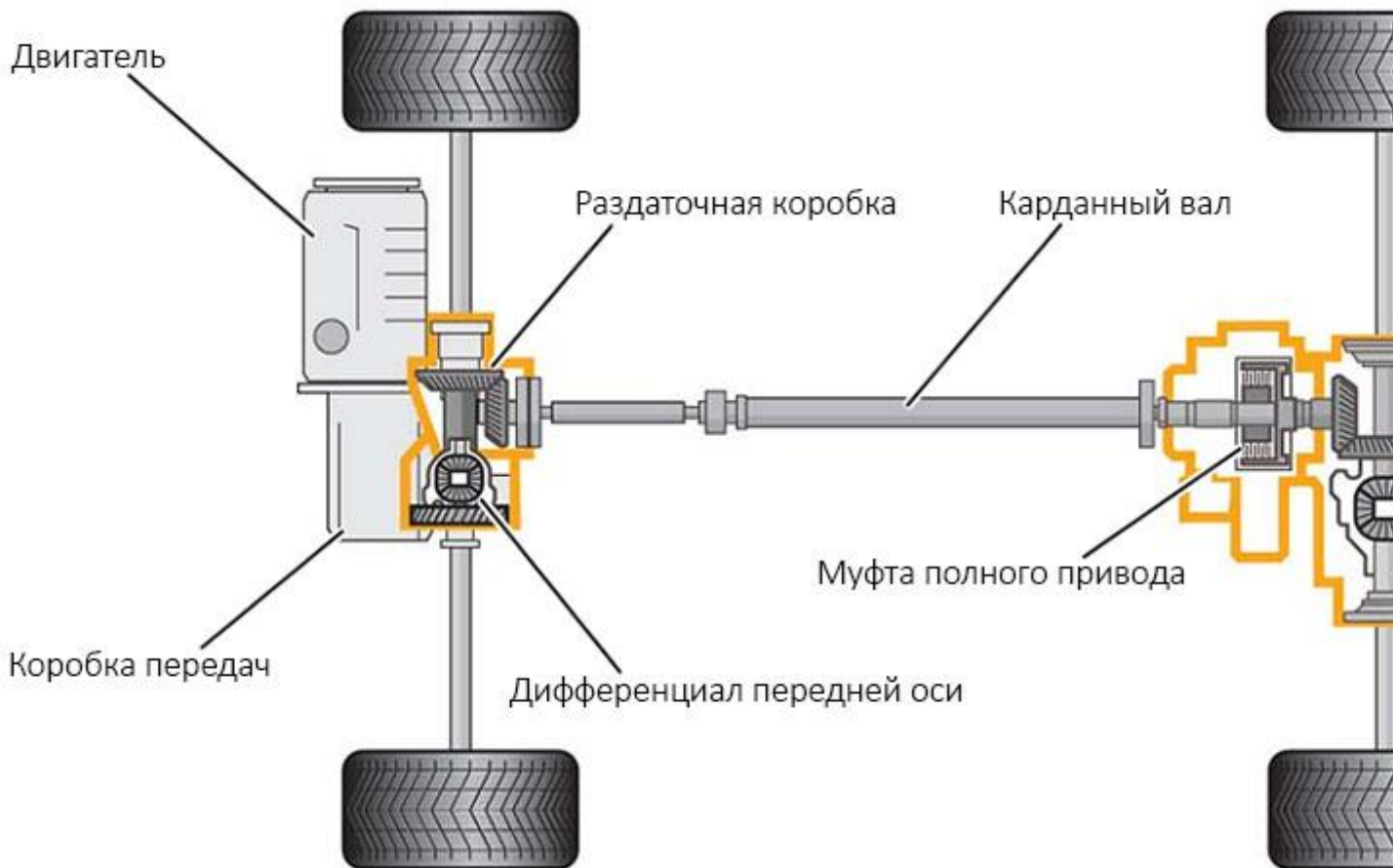
Основные составные элементы трансмиссии

Полный привод подразумевает передачу крутящего момента от силового агрегата на колеса обеих осей, благодаря чему и повышается проходимость по грязи.

Основная конструктивная особенность привода этого типа перед другими (передний, задний) — наличие в трансмиссии дополнительного узла – раздаточной коробки. Именно этот узел и обеспечивает распределение вращения по двум осям авто, делая ведущими все колеса.

В целом эта трансмиссия авто состоит из:

- сцепления;
- коробки переключения передач;
- раздаточной коробки;
- приводных валов;
- главной передачи обоих мостов;
- дифференциалов.



Несмотря на использование одних и тех же составляющих, вариаций и конструктивных исполнений трансмиссии – множество.

Конструктивные и эксплуатационные особенности

Стоит отметить, что на многих авто привод на все колеса осуществляется не всегда. То есть, ведущей постоянно является только одна ось, вторая же подключается только при надобности, причем делаться это может как в автоматическом режиме, так и вручную. Но есть и вариации трансмиссии, у которой отключение оси не осуществляется.

Трансмиссии с конструкцией, обеспечивающей передачу вращения на все колеса, используются на авто как с поперечной установкой силового агрегата, так и с продольной. При этом компоновка предопределяет, какая из ведущих осей функционирует постоянно (исключение – постоянный полный привод).

Система, обеспечивающая привод на все колеса может работать как с МКПП, так и с любой автоматической коробкой передач.

Устройство автоматической коробки передач

Принцип работы системы достаточно прост: от мотора вращение передается на КПП, которая обеспечивает изменение передаточных чисел. От коробки передач вращение поступает на раздатку, которая перераспределяет его на две оси. А далее уже по карданным валам вращение передается на главные передачи.

Но выше описана общая концепция системы полного привода. Конструктивно же трансмиссия может отличаться. Так, как правило, на авто с поперечным расположением в конструкцию КПП одновременно входят и главная передача переднего моста, и раздатка.

А вот в авто с двигателем, установленным продольно, раздатка и главная передача передней оси – отдельные элементы, и вращение на них поступает за счет приводных валов.

Существует еще ряд конструктивных особенностей, которые напрямую влияют на проходимость авто. В первую очередь это касается раздаточной коробки. В полноценных внедорожниках у этого узла обязательно имеется понижающая передача, которая в кроссоверах есть далеко не всегда.



Также на внедорожные качества влияют дифференциалы. Количество их может быть разным. У одних авто присутствует межосевой дифференциал, входящий в устройство раздатки. Благодаря этому элементу осуществляется возможность изменения соотношения распределения момента вращения между осями в зависимости от условий движения. В некоторых авто для увеличения проходимости также предусматривается блокировка этого дифференциала, после задействования которого распределение вращения по мостам делается в строго заданных пропорциях (60/40 или 50/50).

Но межосевого дифференциала в конструкции системы может и не быть. А вот межколесные дифференциалы, устанавливаемые на главных передачах, присутствуют на

всех авто, но не на всех имеются их блокировки. Это тоже сказывается на ходовых качествах.

Различаются также и механизмы управления приводом. В одних авто все делается в автоматическом режиме, у других для этого водителем задействуются электронные системы, у третьих – подключение полностью ручное, механическое.

В общем, полный привод, используемый на авто, система не такая уж и простая, как изначально кажется, хотя принцип его функционирования на всех авто одинаков.

Самыми известными являются системы:

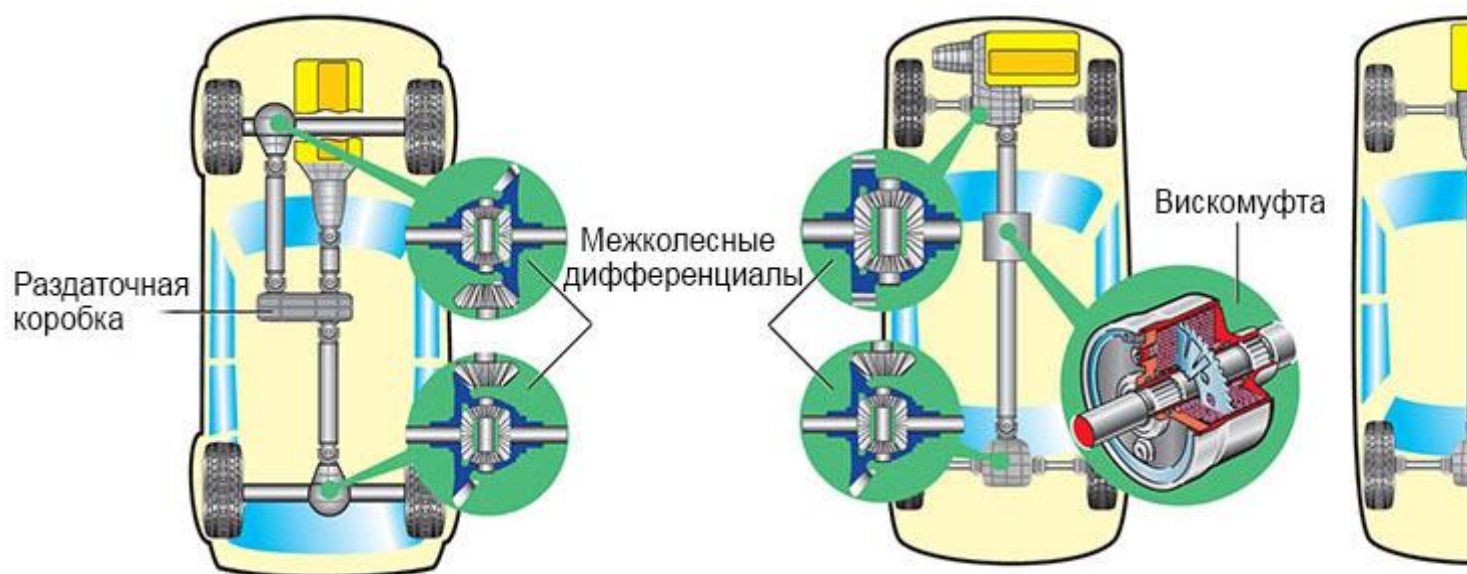
- 4Matic от Mercedes;
- Quattro от Audi;
- xDrive от BMW;
- 4motion концерна Volkswagen;
- ATTESA у Nissan;
- VTM-4 компании Honda;
- All wheel control разработка Mitsubishi.

Виды привода, используемые на авто

На автомобилях нашли применение три вида полного привода, отличающиеся между собой как конструктивно, так и по особенностям работы:

1. Постоянный полный привод
2. С автоматически подключаемым мостом
3. С подключением вручную

Это основные и самые распространенные варианты.



Постоянный привод

Постоянный полный привод (международное обозначение – «**full time**»), пожалуй, единственная система, которая используется не только на кроссоверах и внедорожниках, а также и универсалах, седанах и хэтчбеках. Используется он на авто с обоими видами компоновки силовой установки.

Виды кузовов автомобиля

Особенность этого вида трансмиссии сводится к тому, что механизм отключения одной из осей не предусматривается. При этом раздаточная коробка может иметь понижающую передачу, включение которой осуществляется принудительно при помощи электронного привода (водитель просто выбирает селектором требуемый режим, а сервопривод осуществляет переключение).



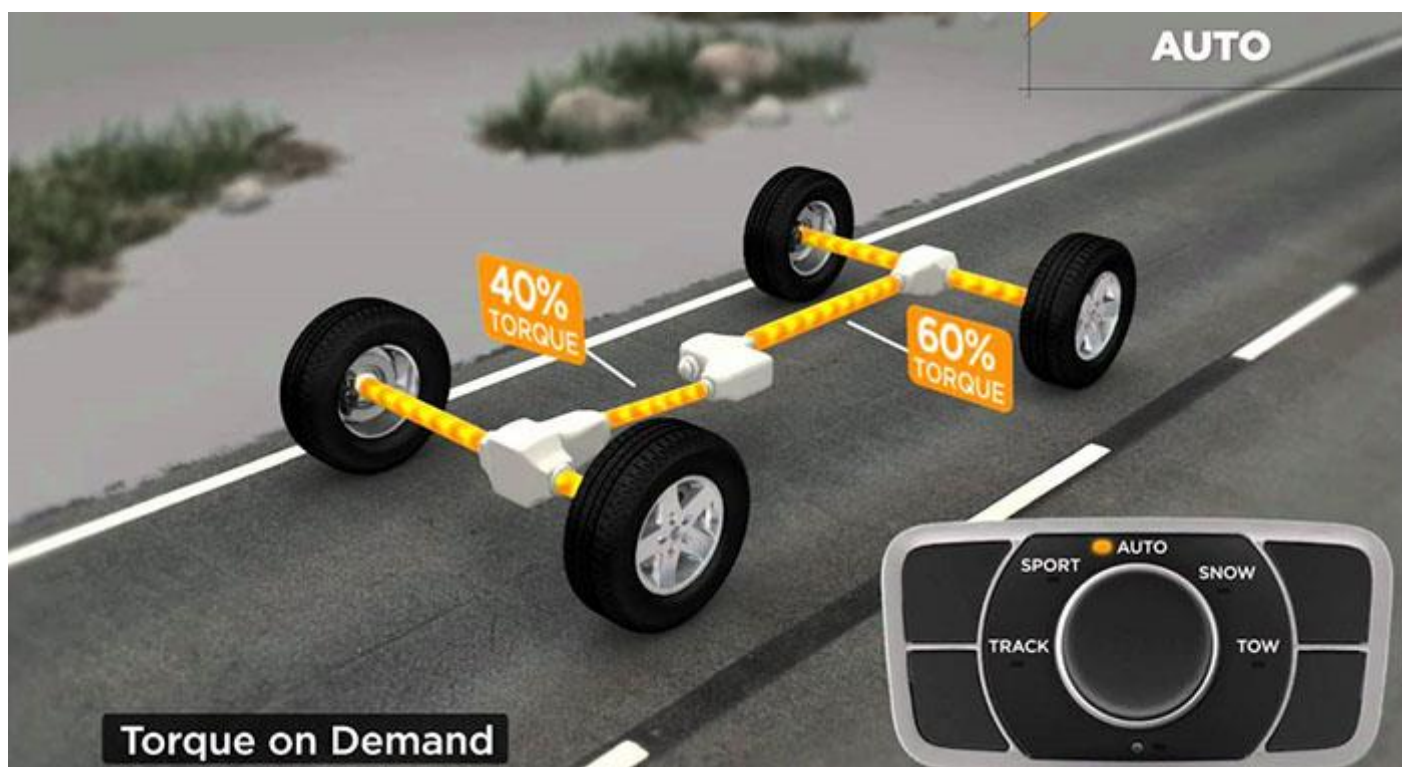
В его конструкции используется межосевой дифференциал с механизмом блокировки. В разных видах трансмиссии блокировка может осуществляться вискомуфтой, многодисковой муфтой фрикционного типа или же дифференциалом Torsen. Одни из них выполняют блокирование в автоматическом режиме, другие – принудительно, вручную (с использованием электронного привода).

Межколесные дифференциалы в системе постоянного полного привода также оснащаются блокировками, но не всегда (на седанах, универсалах и хэтчбеках ее обычно нет). Также не обязательно наличие блокировки сразу на двух осях, нередко такой механизм устанавливается только на одной из осей.

Привод с автоматически подключаемой осью

В авто с автоматически подключаемым мостом (обозначение – «**On Demand**»), полный привод включается только при определенных условиях – когда колеса постоянно работающей оси начали проскальзывать. В остальное время автомобиль является передне- (при поперечной компоновке) или заднеприводным (в случае, если двигатель располагается продольно).

У такой системы есть свои конструктивные особенности. Так, раздаточная коробка имеет упрощенную конструкцию и понижающей передачи в ней нет, но при этом она обеспечивает постоянное распределение крутящего момента по осям.



Также отсутствует и межосевой дифференциал, зато присутствует механизм автоматического подключения второй оси. Примечательно, что в конструкции механизма используются те же узлы, что и в межосевом дифференциале – вискомуфта или фрикционная муфта с электронным управлением.

Особенность работы привода с автоматическим подключением заключается в том, что распределение крутящего момента по осям делается с разным соотношением, которое меняется при разных условиях движения. То есть, при одном режиме вращения распределяется в пропорции, например, 60/40, а при другом — 50/50.

На данный момент система с автоматическим подключением полного привода является перспективной и ее используют многие автопроизводители.

Трансмиссия с ручным управлением

Трансмиссия с подключаемым полным приводом в ручном режиме (обозначение – «**Part Time**») сейчас считается устаревшей и используется не часто.

Ее особенность заключается в том, что подключение второго моста осуществляется в раздаточной коробке. И для этого может задействоваться как механический привод (посредством рычага управления раздаткой, установленной в салоне), так и электронный (водитель задействует селектор, а сервопривод осуществляет подключение/отключение моста).



В такой трансмиссии отсутствует межосевой дифференциал, что обеспечивает постоянное соотношение распределение крутящего момента (обычно в пропорции 50/50).

Практически всегда в межколесных дифференциалах используется блокировка, причем принудительная. Эти конструктивные особенности обеспечивают наибольшие показатели проходимости авто.

Иные варианты

Стоит указать, что существуют комбинированные трансмиссии, которым присущи конструктивные и эксплуатационные особенности одновременно нескольких видов систем. Они получили обозначение «**Selectable 4WD**» или многорежимный привод. В таких трансмиссиях существует возможность установки режима работы привода. Так, подключение полного привода может осуществляться как в ручном, так и в автоматическом режиме (причем существует возможность отключения любого из мостов). То же касается и блокировок дифференциалов – межосевого и межколесных. В общем, вариаций работы трансмиссии – множество.

Есть и более интересные варианты, к примеру электромеханический полный привод. В этом случае весь крутящий момент поступает только на одну ось. Второй же мост оснащается электромоторами, которые задействуются в автоматическом режиме. Последнее время такая трансмиссия становится все более популярной, хотя полноценной системой, в классическом понимании, ее назвать нельзя. Такие автомобили являются гибридными системами.

Положительные и отрицательные стороны

Полный привод имеет ряд достоинств перед другими типами. Основными из них можно выделить:

- Эффективное использование мощности силовой установки;
- Обеспечение улучшенной управляемости авто и его курсовой устойчивости на разных видах покрытия;

- Повышенная проходимость авто.

Противовесом достоинств выступают такие негативные качества, как:

- Повышенное потребление топлива;
- Сложность конструкции привода;
- Большая металлоемкость трансмиссии.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ управление КП

Автоматическая коробка передач состоит из гидротрансформатора, механической коробки передач и системы управления. На коробках-автоматах, устанавливаемых на переднеприводные легковые автомобили, в конструкцию включены главная передача и дифференциал. **Гидротрансформатор** предназначен для передачи и изменения крутящего момента от двигателя к механической коробке передач, а также уменьшения вибраций. **Механическая коробка передач** в составе АКПП служит для ступенчатого изменения крутящего момента, а также обеспечивает движение автомобиля задним ходом. Непосредственное управление АКПП осуществляется рычагом селектора. Выбор нужного режима работы коробки производится перемещением рычага в определенное положение:

- **P** – режим парковки;
- **R** – режим заднего хода;
- **N** – нейтральный режим;
- **D** – движение вперед в режиме автоматического переключения передач;
- **S** – спортивный режим.

Практическое занятие № 5

Тема: Особенности конструкций современных трансмиссий

Цель занятия: Практическое ознакомление с особенностью конструкции трансмиссий гибридных автомобилей

Обеспечение занятия: плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование.

Двухрежимная последовательно-параллельная гибридная трансмиссия (общие принципы работы)

Двухрежимная гибридная трансмиссия, разработанная *Global Hybrid Cooperation*, является полной гибридной системой, способной значительно улучшить топливную экономичность автомобиля без снижения его и движению в тяжёлых дорожных условиях.

Во время городского движения или движения с частыми остановками привод автомобиля может осуществляться, как при помощи двух электродвигателей, так и при помощи двигателя внутреннего сгорания или одновременно при помощи совместно работающих

электродвигателей и двигателя внутреннего сгорания. Двухрежимная трансмиссия может осуществлять движение автомобиля в режиме:

- входного разделения мощности
- в режиме комбинированного разделения мощности
- помощи четырёх фиксированных механических передач трансмиссии

Какой тип гибридной трансмиссии использовать?

Партнёрами по совместной организации *Global HybridCooperation* было исследовано много типов различных гибридных систем для определения базовых режимов *Бесступенчатой электрической трансмиссии (Electrically Variable Transmission(EVT))*. Бесступенчатая электрическая трансмиссия является доминирующей на современном рынке полных (Full Hybrid) гибридных автомобилей (например, автомобили Toyota и другие автомобили, выпускающиеся по лицензии этой фирмы) имеет действительные достоинства, позволяющие ей занимать лидирующее положение на этом рынке. Toyota подобный вид трансмиссии называет **ECVT**.

Преимущества однорежимной бесступенчатой гибридной трансмиссии

Одним из этих преимуществ этой трансмиссии является мягкое и непрерывное регенеративное торможение. Это максимализирует способность регенерации кинетической энергии автомобиля во время торможения в соответствии со стандартами качества автомобилей премиум класса.

Другим преимуществом *Бесступенчатой электрической трансмиссии* является постоянная регулировка частоты вращения двигателя внутреннего сгорания, для обеспечения работы ДВС в наиболее благоприятном режиме по нагрузкам и оборотам, так как это делает обыкновенная механическая бесступенчатая трансмиссия **CVT** (вариатор). Бесступенчатая электрическая трансмиссия также имеет возможность накопления электрической энергии в высоковольтной аккумуляторной батарее. Комбинация возможностей работы бесступенчатой электрической трансмиссии совместно с возможностью накопления электрической энергии предоставляет уникальную возможность значительного повышения общей эффективности работы автомобиля за счёт организации работы ДВС вблизи точки наиболее оптимальных оборотов и точки оптимальной нагрузки двигателя.

Недостатки однорежимной бесступенчатой электрической трансмиссии:

Одновременно с наличием указанных и других преимуществ концепция однорежимной бесступенчатой электрической трансмиссии наиболее распространенной в настоящее время на легковых автомобилях имеет и некоторые недостатки. Самым большим недостатком однорежимной бесступенчатой электрической трансмиссии является необходимость передачи значительной части энергии двигателя внутреннего сгорания по электрической ветке на некоторых режимах работы гибридной системы. Передача большей части мощности ДВС по электрической ветке является врождённым недостатком одноступенчатой электрической трансмиссии, который в свою очередь служит причиной снижения эффективности на некоторых режимах, ухудшение габаритных и стоимостных характеристик. Особенно это заметно на следующих режимах работы:

- Движение автомобиля с высокой скоростью на автомагистралях.

- Неудобство применения системы с большими двигателями или на больших автомобилях.
- Движение с большими нагрузками во время буксировки или на крутом подъёме.

Желание предоставить водителю возможность использования всех преимуществ системы бесступенчатой электрической трансмиссии при одновременном устранении всех присущих этой системе недостатков привело участников **GlobalHybrid Cooperation** к созданию *Двухрежимной гибридной трансмиссии*.

Механическая часть двухрежимной гибридной трансмиссии очень напоминает устройство обычной автоматической коробки передач, но при этом двухрежимная электрическая трансмиссия обладает двумя важными дополнительными функциями – функцией бесступенчатой электрической трансмиссии и функцией системы полного гибрида.

Устройство двухрежимной гибридной трансмиссии

[javascript::](#)

По внешнему виду и своим габаритно-компоновочным размерам двухрежимная гибридная трансмиссия совсем не отличается от стандартной автоматической коробки передач, что позволило её устанавливать на многие типы автомобилей.

Идеология двухступенчатой гибридной трансмиссии основана на двух базовых концепциях:

1 – Фиксированные механические передачи

Конструкция обычной современной автоматической коробки передач, представленной на рисунке, является одной из двух базовых концепций устройства двухрежимной гибридной трансмиссии. В автоматической коробке передач имеется несколько фиксированных передаточных отношений, что позволяет двигателю внутреннего сгорания работать с приемлемой частотой вращения. Система управления обычной АКП, в зависимости от условий движения и загрузки автомобиля, выбирает одно наиболее оптимальное передаточное отношение из нескольких фиксированных передаточных отношений, для обеспечения требуемых динамических характеристик автомобиля, комфорта и необходимой топливной экономичности. Система из нескольких планетарных механизмов и многодисковых масляных фрикционных муфт сцепления позволяет постоянно передавать мощность ДВС на ведущие колёса автомобиля, даже в момент переключения передач. Гидротрансформатор обычной автоматической коробки передач обеспечивает плавное трогание автомобиля с места и облегчает переход с одного фиксированного передаточного отношения на другое.

2 – бесступенчатая электрическая трансмиссия

Бесступенчатая электрическая трансмиссия является второй из двух базовых концепций двухрежимной гибридной трансмиссии. Разделение потоков мощности в бесступенчатой гибридной трансмиссии осуществляется при помощи планетарного механизма и электромашин, это разделение обеспечивает бесступенчатое изменение передаточного отношения между входным и выходным валом трансмиссии. Исторически все типы бесступенчатых гибридных трансмиссий имели только одно фиксированное передаточное отношение в делителе мощности, что обеспечивало только один режим работы гибридной трансмиссии. Подобные гибридные трансмиссии получили название – *однорежимные бесступенчатые электрические гибридные трансмиссии*. Разработка и развитие однорежимных бесступенчатых электрических трансмиссий в США было

приостановлено в 1941 году, но эпизодически подобные трансмиссии появлялись в 1960-х и в 1970-х годах. Но впервые на массово производимом автомобиле бесступенчатая электрическая трансмиссия была установлена на 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.

[javascript::](#)

1. Входной вал
2. Делитель мощности на входе (планетарный механизм 1)
3. Электромашина 1 (MG1)
4. Электромашина 2 (MG2)
5. Выходной вал

На этом рисунке показаны внутренние элементы однорежимной бесступенчатой электрической трансмиссии с разделением потока мощности на входе. Гибридные автомобили с однорежимной электрической трансмиссией в настоящее время являются самыми распространенными на рынке гибридных автомобилей в мире (Toyota Prius). Однорежимная гибридная трансмиссия имеет очень простое механическое устройство и состоит только из одного планетарного механизма и двух электромашин, при этом отсутствуют многодисковые фрикционные муфты. 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 (MG1). 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 (MG2), 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.

[javascript::](#)

- Планетарный механизм разделяет общий поток мощности ДВС
- Трансмиссия имеет одно фиксированное передаточное отношение
- Совместная мощность двух электромашин обычно превышает мощность ДВС

На этом рисунке показана схема направления силовых потоков в бесступенчатой электрической трансмиссии с разделением потока мощности на входе. На правой части рисунка показано что мощность, развиваемая ДВС, поступает на выходной вал трансмиссии по механической и электрической ветке. Соотношение частей мощности, передаваемой по механической и электрической части очень важно, поскольку коэффициент полезного действия передачи энергии по электрической ветке обычно приблизительно равен 70%, в то время как, коэффициент полезного действия механической ветки обычно превышает 90%. Поэтому электронная управляющая

система старается выбрать такой режим работы, при котором по электрической ветке передаётся минимально допустимая часть мощности ДВС.

Часть мощности, которую необходимо передать по электрической ветке, изменяется в зависимости от скорости движения автомобиля. Передаточное отношение планетарного механизма, частота вращения ДВС и электромашин являются параметрами, на основании которых определяется величина части мощности ДВС, которую необходимо передать по электрической ветке. Часть мощности ДВС, передаваемой по электрической ветке в однорежимной трансмиссии может быть очень большой, что требует установки в трансмиссию электромашин увеличенного размера, при любом размере ДВС или автомобиля.

Обычно совместная мощность двух электродвигателей должна превышать мощность двигателя внутреннего сгорания. Большая часть передаваемой по электрической ветке мощности ДВС является одним из главных недостатков однорежимной гибридной трансмиссии, оказывающим большое влияние на ухудшение таких параметров трансмиссии, как эффективность, габариты, увеличение массы трансмиссии и повышение её себестоимости в производстве для данной установленной мощности двигателя и массы автомобиля.

В режиме работы трансмиссии, когда передаваемая по электрической ветке часть мощности ДВС равна нулю, трансмиссия работает только с одним фиксированным, передаточным отношением. Поэтому на других режимах, например, при трогании с места, возникает необходимость передачи большой части мощности ДВС по электрической ветке. На этом общем фиксированном передаточном отношении частота вращения первой электромашины (генератора), при помощи которой происходит регулирование передаточного отношения электрической трансмиссии, также становится равной нулю. При нулевой частоте вращения генератора отсутствует часть мощности ДВС передаваемой на выходной вал трансмиссии по электрической ветке. Вся мощность ДВС передаётся на выходной вал только по механической ветке. Это механическое передаточное отношение является важной характеристикой одноступенчатой гибридной трансмиссии с разделением потока мощности на входе. Значение механического передаточного отношения однорежимной трансмиссии подбирается из условия обеспечения высокой топливной экономичности на основных скоростных режимах движения автомобиля. Выполнение этого условия вызывает необходимость увеличения части мощности ДВС, передаваемой по электрической ветке, при работе на других скоростных режимах и режимах нагрузки, что в свою очередь значительно увеличивает потери мощности в трансмиссии и, следовательно, ухудшение коэффициента полезного действия, во время работы трансмиссии на других передаточных отношениях. Особенно сильно это ухудшение проявляется при движении автомобиля с высокой скоростью или с высокой нагрузкой.

Однорежимная гибридная трансмиссия показала свою эффективность только при установке на автомобиле от малого до среднего класса, в этом случае через трансмиссию проходит относительно небольшая мощность. На больших автомобилях, особенно работающих с большой нагрузкой, увеличенный электрический поток, необходимый для обеспечения нужного крутящего момента на выходном валу трансмиссии становится труднодостижимым, при условии сохранения приемлемых размеров электромашин и силового электронного блока. Все компоненты электромашин, особенно компоненты тягового электродвигателя, соединённого с выходным валом трансмиссии, на более мощных автомобилях, становятся большими, тяжёлыми, что значительно увеличивает их стоимость, а, следовательно, массу и стоимость всего автомобиля.

Однорежимная гибридная трансмиссия с двухступенчатым механическим редуктором тягового электродвигателя.

[javascript::](#)

Вставить в однорежимную гибридную трансмиссию, предназначенную для установки на большие автомобили, тяговый электродвигатель приемлемого размера и веса можно только при установке в трансмиссию дополнительного механического редуктора с изменяемыми фиксированными передаточными отношениями. Одним из самых простых способов уменьшения габаритов тягового электродвигателя является установка двухступенчатого планетарного редуктора между тяговым электродвигателем и выходным валом трансмиссии. Механический редуктор на режимах высоких нагрузок позволяет увеличивать крутящий момент электродвигателя. Управление переключениями дополнительного планетарного редуктора требует установки двух многодисковых фрикционных муфт. На рисунке отображено устройство однорежимной гибридной трансмиссии с двухступенчатым механическим редуктором тягового электродвигателя.

За исключением возможности изменения крутящего момента тягового электродвигателя этот двухступенчатый механический редуктор не изменяет принципы работы однорежимной гибридной трансмиссии. Мощность, передаваемая тяговым электродвигателем на выходной вал трансмиссии, не изменяется, поскольку между тяговым электродвигателем и выходным валом имеется только механическое соединение. Двухступенчатый механический редуктор изменяет только передаточное отношение между тяговым электродвигателем и выходным валом. Двухступенчатый механический редуктор сконструирован так, чтобы обеспечить переключение фиксированного передаточного отношения в нужное время в соответствии с характеристиками тягового электродвигателя, но при этом обязательно происходит резкое изменение частоты вращения электродвигателя.

[javascript::](#)

Схема конструкции однорежимной гибридной трансмиссии с двухступенчатым механическим редуктором тягового электродвигателя показана на левом рисунке. На правом рисунке показана схема распределения мощности ДВС. Распределение мощности ДВС между электрической и механической ветками соответствует её распределению в обычной однорежимной гибридной трансмиссии, рассмотренной ранее.

Подобная однорежимная гибридная трансмиссия Toyota применяется на автомобилях Лексус.

[javascript::](#)

Двухрежимная гибридная трансмиссия с двумя делителями мощности. С режимом деления мощности на входе и комбинированным режимом деления мощности.

[javascript::](#)

1. Входной вал
2. Делитель мощности на входе
3. Электромашина 1 (MG1)
4. Делитель мощности комбинированного режима
5. Электромашина 2 (MG2)
6. Фрикционные муфты двухступенчатого планетарного редуктора (2шт)
7. Двухступенчатый планетарный редуктор тягового электродвигателя

Двухрежимная гибридная трансмиссия улучшает 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. Внутреннее устройство двухрежимной гибридной трансмиссии показано на рисунке. В двухрежимной трансмиссии две фрикционные муфты обеспечивают управление крутящим моментом электродвигателя за счёт полного изменения структуры потока мощности, проходящего через трансмиссию. В режиме, когда первая фрикционная муфта включена, а вторая муфта выключена, система работает как ранее описанная однорежимная бесступенчатая электрическая трансмиссия с разделением потока мощности на входе. В режиме, когда вторая фрикционная муфта включена, а первая фрикционная муфта выключена, система работает в режиме комбинированного разделения потока мощности. Двухрежимная гибридная трансмиссия способна производить синхронное переключение между двумя диапазонами бесступенчатой электрической трансмиссии, что обеспечивает передачу крутящего момента между элементами без резкого изменения частоты вращения любого из элементов трансмиссии.

[javascript::](#)

- Планетарные механизмы разделяют мощность ДВС и позволяют увеличивать крутящий момент
- Фрикционные муфты обеспечивают плавное переключение режимы работы бесступенчатой электрической трансмиссии
- Применение суммарной мощности двух электродвигателей улучшается за счёт наличия двух режимов работы

Схема двухрежимной гибридной трансмиссии дана на рисунке. Соединение диапазонов комбинированного разделения мощности и разделения мощности на входе позволяет установить в двухрежимную гибридную трансмиссию электромашины уменьшенного размера и обеспечить более эффективную работу автомобиля в диапазоне высоких скоростей, за счёт уменьшения части мощности ДВС, передаваемой по электрической ветке по сравнению с однорежимной трансмиссией.

В двухрежимной гибридной трансмиссии часть мощности, передаваемой по электрической ветке, изменяется в зависимости от скорости движения автомобиля или передаточного отношения трансмиссии. Двухрежимная трансмиссия использует диапазон деления мощности на входе при передаточном отношении трансмиссии, когда мощность, передаваемая по электрической ветке равна нулю. Трансмиссия также имеет комбинированное деление мощности, что в два раза увеличивает коэффициент трансформирования. В результате этого двухрежимная трансмиссия имеет расширенный диапазон бесступенчатого изменения передаточного отношения, чем обеспечивается сравнительно низкий поток мощности, передающийся по электрической ветке. Низкий диапазон передаточных отношений может быть использован для поддержания средней электрической мощности при ускорении, в то время как более высокий диапазон передаточных отношений для оптимизации эффективности во время движения на высокой скорости.

Максимальная общая эффективность трансмиссии достигается в результате направления максимальной части мощности по механической ветке, но при этом полностью

поддерживается функциональность полного гибрида. Что позволяет значительно снизить электрические потери в трансмиссии и уменьшить размер электромашин до необходимого уровня. Однорежимная гибридная трансмиссия для передачи мощности двигателя внутреннего сгорания на выходной вал трансмиссии требует использования электромашин сравнительно большого размера. Добавление расширенного диапазона комбинированного делителя мощности уменьшает необходимость передачи мощности ДВС по электрической ветке, но при этом уменьшенные электромашин сохраняют на высоком уровне свои способности к регенеративному торможению и способности к необходимому усилению крутящего момента.

Диапазон делителя мощности на входе и диапазон комбинированного делителя мощности позволяет бесступенчато регулировать частоту вращения двигателя внутреннего сгорания при сохранении всех качеств полного гибрида во всём диапазоне изменения скоростей движения автомобиля.

В дополнении к двум режимам работы бесступенчатой электрической трансмиссии в двухрежимную гибридную трансмиссию встроен механизм переключения четырёх фиксированных передаточных отношений позволяющий трансмиссии работать в режиме параллельного гибрида. В этом случае электромашин используются только для необходимого усиления крутящего момента ДВС и для выполнения функций регенеративного торможения. Выполнение функций параллельного гибридного автомобиля достигается установкой двух дополнительных фрикционных муфт в трансмиссию. Внутреннее устройство механики двухрежимной гибридной трансмиссии показано на этом рисунке.

[javascript::](#)

1. Входной вал
2. Делитель мощности на входе
3. Электромашин 1 (MG1)
4. Фрикционные муфты делителя мощности комбинированного режима (2 шт.)
5. Делитель мощности комбинированного режима
6. Электромашин 2 (MG2)
7. Фрикционные муфты двухступенчатого редуктора (2 шт.)
8. Двухступенчатый планетарный редуктор тягового электродвигателя
9. Выходной вал

В результате двухрежимная гибридная трансмиссия может работать как простая бесступенчатая электрическая трансмиссия с расширенным коэффициентом трансформации или может выбрать фиксированное механическое передаточное отношение, обеспечив преимущества в топливной экономичности, комфорте и динамических качествах автомобиля. Работая на четвёртой фиксированной передаче как на параллельном гибридном автомобиле, трансмиссия использует мощность одного из электрических двигателей для повышения эффективности в режиме движения на самой высокой скорости и использует возможности другого электрического двигателя для электрического увеличения общей мощности и для режима регенеративного торможения. Работа на других, более низких, фиксированных механических передачах увеличивает крутящий момент ДВС, что улучшает ускорение автомобиля, возможность движения на крутом подъёме и возможность буксировки. В то время как параллельно работающие электрические машин используются для повышения общей мощности и регенерации энергии при торможении. На первой и третьей передаче обе электромашин могут быть использованы для подзарядки высоковольтной аккумуляторной батареи.

[javascript::](#)

- Планетарные механизмы разделяют мощность ДВС и позволяют увеличивать крутящий момент
- Фрикционные муфты активизируют режимы работы бесступенчатой электрической трансмиссии
- Электродвигатели не передают мощность ДВС при использовании фиксированных передаточных отношений

Схема работы двухрежимной гибридной трансмиссии дана на левой части рисунка. На правом рисунке отображена важная дополнительная функция, позволяющая работать трансмиссии как на параллельном гибридном автомобиле, когда мощность ДВС полностью передаётся на выходной вал только механическим способом.

Устройство двухрежимной трансмиссии с четырьмя фиксированными передачами автомобиля BMW ActiveHybrid X6

[javascript::](#)

[javascript::](#)

[javascript::](#)

1. Входной вал коробки передач.
2. Двухмассовый маховик (гаситель крутильных колебаний).
3. Электродвигатель привода масляного насоса коробки передач.
4. Масляный насос коробки передач.
5. Электромашинка А (MG1).
6. Электромашинка В (MG2).
7. Выходной вал коробки передач.

Заключение:

Двухрежимная гибридная трансмиссия предлагает выбор из следующих шести режимов движения:

1. Деление мощности на входе (бесступенчатое изменение крутящего момента «режим 1»)
2. Комбинированный делитель мощности (бесступенчатое изменение крутящего момента «режим 2»)
3. Первая фиксированная передача, электрическое усиление, регенеративное торможение (две электромашинки)
1. Вторая фиксированная передача, электрическое усиление, регенеративное торможение (одна электромашинка)
2. Третья фиксированная передача, электрическое усиление, регенеративное торможение (две электромашинки)
3. Четвёртая фиксированная передача, электрическое усиление, регенеративное торможение (одна электромашинка)

Диапазоны бесступенчатого изменения передаточного отношения обеспечивают плавное комфортабельное движение на любой скорости движения автомобиля при средних ускорениях. Комбинация двух диапазонов бесступенчатого изменения передаточного

отношения и четырёх фиксированных механических передач обеспечивают высокое ускорение при энергичной манере вождения.

Двухрежимная гибридная трансмиссия предлагает покупателям Дженерал моторс, Мерседес и БМВ оптимальную комбинацию динамических качеств, топливной экономичности и комфорта при небольших размерах трансмиссии, позволяющих установить электрические трансмиссии на место обычной автоматической коробки передач. Нагрузки на электродвигатель и передаваемая по электрической ветке мощность в бесступенчатом режиме уменьшаются за счёт применения входного деления мощности, комбинированного деления мощности или четырех фиксированных передач в режиме работы параллельного гибрида. Фактически используются электромашины не только меньшего размера, но и то, что эти машины меньше зависят от мощности применяемого двигателя внутреннего сгорания, что позволяет создавать трансмиссии, размер которых не отличается от размеров обычных автоматических коробок передач. Это позволило производителям устанавливать эти трансмиссии на широкий ряд типов автомобилей, что снизило общую стоимость системы.

Практическое занятие № 6

Тема: «Особенности конструкций современных подвесок»

Цель занятия: Практическое ознакомление особенностями конструкций регулируемых подвесок автомобилей»

Обеспечение занятия: плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование.

Конструкция и особенности подвески автомобиля

Подвеской автомобиля называется совокупность деталей, обеспечивающих упругую связь между кузовом (рамой) и колесами автомобиля, уменьшение динамических нагрузок на кузов и колёса, и затухание их колебаний, а также регулировать положение кузова автомобиля во время движения. Подвеска, являясь промежуточным звеном между кузовом автомобиля и дорогой, должна быть лёгкой и наряду с высокой комфортностью, обеспечивать максимальную безопасность движения и плавность хода. Для этого необходимы точная кинематика колёс, высокая информативность рулевого управления, а также звукоизоляция кузова от жесткого качения шин. Кроме того, надо учитывать, что подвеска передаёт на кузов силы, возникающие при контакте колеса с дорогой, поэтому она должна быть прочной и надёжной. Применяемые шарниры должны легко поворачиваться и обеспечивать шумоизоляцию кузова. Упругие элементы (пружина и амортизатор) должны быть простыми и компактными, и допускать достаточный ход подвески.

Зависимая подвеска - вариант при котором колеса одной оси автомобиля связаны между собой жесткой балкой. При наезде на препятствие одного из колес, второе наклоняется на тот же угол.

Независимая подвеска - вариант при котором 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.

Типы передней подвески автомобиля

Подвеска МакФерсона, названная по имени инженера Эрла Макферсона, 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. Кинематически схема менее совершенна, чем подвеска на двух поперечных или продольных рычагах. При большом ходе подвески развал (угол наклона колеса к вертикальной плоскости) меняется, и тем больше, чем больше ход подвески, так как конец рычага движется вверх-вниз по окружности и, как следствие, меняется ширина колеи. Но в связи с технологичностью и дешевизной данный тип подвески получил очень большое распространение в современном автомобилестроении. Впервые подвеска типа «МакФерсон» была применена в 1965 году на автомобиле «Пежо-204», через год - на Форде, а в 1969 году на «Фиат-128». Настоящее широкое использование началось в начале 70-х годов. Почти все современные переднеприводные автомобили оснащены такой подвеской. Ввиду некоторых своих преимуществ «МакФерсон» завоевал себе место и в автомобилях с задним приводом. Малые затраты на изготовление, небольшое по объёму занимаемое пространство (соответственно большое подкапотное пространство и, как следствие, возможность разместить большой двигатель), значительное расстояние по высоте между опорными узлами, определяющее возникновение меньших по величине сил в местах присоединения к кузову, возможность осуществления больших ходов, являются, пожалуй, основными преимуществами и причиной того, что большинство появляющихся в последние годы крупносерийных автомобилей имеют на переднем мосту подвеску такого типа. К её недостаткам можно отнести: несколько худшие кинематические параметры чем у подвески на двойных поперечных рычагах, большие трудности, связанные с обеспечением изоляции от дорожных шумов и вибраций (для борьбы с этим появились подрамники на резиновых подушках), неблагоприятно длинные рулевые тяги при верхнем расположении реечного рулевого механизма, меньшая компенсация дифферента (продольного крена) при торможении.

Подвеска на двойных поперечных рычагах. В этой конструкции есть два поперечных рычага, имеющих поворотные опоры (сайлент-блоки) на раме, балке или кузове. Наружные концы рычагов, в случае передней подвески, соединяются с помощью шаровых опор с поворотным кулаком. Чем больше может быть расстояние между поперечными рычагами, тем меньше силы, действующие в рычагах и их опорах, т. е. тем меньше податливость всех деталей и точнее кинематика подвески. Надо отметить, также, эластичное восприятие жесткого качения радиальных шин верхними рычагами (что возможно только при этой конструкции независимой подвески). Хотя продольные силы, вызываемые сопротивлением качению, на верхнем рычаге лишь незначительно меньше, однако нижний рычаг и его опоры выполняются с расчётом на явно большие нагрузки. Последние возникают под действием боковых сил или при торможении. Главное

преимущество подвески на двойных поперечных рычагах - её кинематические свойства: взаимным положением рычагов можно определить высоту, как центра крена, так и центра дифферента (продольного крена). Кроме того, за счёт разной длины верхнего и нижнего рычагов можно влиять на угловые перемещения колёс при ходах отбоя и сжатия, т. е. на изменение развала и, независимо от этого, на изменение колеи. При более коротких верхних рычагах, относительно нижних, колёса при ходе сжатия наклоняются в сторону отрицательного развала, а при ходе отбоя - в сторону положительного. За счёт этого можно противодействовать изменению развала, обусловленному креном кузова. Также, изменив угол плоскости качания верхнего рычага относительно нижнего, можно добиться антикивкового эффекта.

Многорычажные подвески.

Многорычажные подвески несколько напоминают предыдущий тип и имеют все его положительные качества. Эти подвески более сложны и более дороги по сравнению с ранее рассмотренными, 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. Так как подвеска этого типа стала слишком громоздкой, рычаги стали делать из алюминиевых сплавов, что обеспечивает одно из важнейших требований - легкость. Но при этом тут же пострадала долговечность деталей. Такие подвески сейчас используются на таких автомобилях, как Audi, VW, Mercedes, Honda Accord и тд, то есть на автомобилях бизнес класса. Применение многорычажной независимой подвески, которая главным образом используется на автомобилях представительского класса, придает подвеске стабильный контакт колес с любым покрытием на дороге и четкий контроль автомобиля при изменениях направления движения. Газовые двухходовые амортизаторы, тяги поперечной устойчивости, применение двух пружин разной жесткости в одной стойке - все это создает уровень комфорта в автомобиле. Поэтому для изготовления элементов многорычажных подвесок все чаще используют недешевые алюминиевые сплавы, а иногда даже композитные материалы. Главный недостаток современной схемы - сложность и, соответственно, цена. До недавнего времени ее применяли только на дорогих автомобилях. Теперь же она «удерживает» задние колеса даже некоторых машин гольф-класса. В поисках извечного компромисса между управляемостью и комфортом поломано немало копий. И если посмотреть на эволюцию подвесок хотя бы за последние пару десятков лет, очевидно, что развитие даже не идет, а скачет. Но у этой медали есть и обратная сторона. Управляемость и комфорт, неведомый предкам, оплачиваем сложностью и стоимостью конструкций. А настолько ли современные подвески со сложной архитектурой и мудреными электронными добавками лучше, насколько дороже более простых и распространенных (пока!) схем? Наверное, и инженерам, и маркетологам стоит чаще задаваться этим вопросом.

Торсионная подвеска.

На многих современных внедорожниках используется подвеска этого типа. Опять же это по сути подвеска на двух поперечных рычагах, но вместо пружины в ней используется торсион - упругий металлический стержень, работающий на скручивание. Он играет ту же роль, что и рессоры, пружины или резиновые блоки. Но в отличие от них он работает только на скручивание (французское слово *torsion* - означает скручивание). Такую подвеску стали называть стержневая подвеска (она же - торсионная!). Инженер Фердинанд Порше-старший в конце 20-х-начале 30-х годов оформил несколько патентов на стержневую подвеску. Он применил ее в 1934 году на гоночных Auto-Union, а в 1940-м уже стояла на серийных машинах Volkswagen, как армейских, так и гражданских. В 1935 году стержневая подвеска колес в ее оптимальном варианте нашла массовое применение на Citroen Traction Avant. Порше увидел в торсионе его главное достоинство - компактность, и отсюда - малую массу. Эти качества особенно ценны для машин с очень плотной компоновкой и жесткими ограничениями по весу - гоночные автомобили, внедорожники, армейские колесные машины. Примеры тому Ferrari F2001, Toyota Landcruiser, ракетовоз МАЗ 547. Андре Лефевр, создатель Citroen TA, усмотрел в торсионе другое достоинство. Его стержень довольно длинный, чем длиннее, тем мягче подвеска, а потому. Один конец торсиона, идущего вдоль машины, присоединяется к рычагу подвески, а другой закрепляется в одной из поперечин рамы или несущего кузова. Таким образом, все нагрузки от дорожных толчков переносятся в самое сильное место автомобиля, и они распределяются по раме или кузову наиболее выгодным образом. Для первой массовой модели с несущим кузовом это было немаловажно. В связи с широким распространением подвески передних колес типа МакФерсон все меньше фирм стали применять торсионную. Одной из причин отказа от торсионов явилась деликатная технология изготовления. Однако для полноприводных внедорожников с рамой и микроавтобусов торсионная подвеска оказалась идеальной. На Toyota Prado, Isuzu Trooper, Ford Expedition, Chevrolet Blazer и других применяются длинные продольные торсионы, присоединенные к оси нижнего, а на VW T4 верхнего рычага передней подвески и завязанные другим концом на поперечину рамы.

Гидропневматическая подвеска. Первой подвеску с изменяемым дорожным просветом для легкового автомобиля создала французская фирма Citroen. Упругим элементом в амортизаторах служил сжатый азот, а силовым (образующим и передающим давление в системе) жидкость. Поэтому такая подвеска получила название гидропневматической. Гидронасос нагнетает жидкость из резервуара в закрепленные рядом с амортизатором сферы. Внутри каждой сферы жидкость и газ разделены мембраной. Таким образом в амортизаторах поддерживается необходимое давление, а крены машины постоянно компенсируются. Вдобавок встроенный в гидросистему кран позволяет регулировать количество циркулирующей в контурах жидкости, а значит, увеличивать или уменьшать дорожный просвет. В 1954 году эта схема была впервые применена на модели высшего класса Citroen 15-6. А уже в октябре 1955 года новинка фирмы Citroen DS - вызвала на 42 Парижском автосалоне настоящий фурор. По тем временам это была чудо-машина. Ее гидропневматическая подвеска обеспечивала постоянство дорожного просвета независимо от количества пассажиров и багажа и потрясающе плавный ход. Эта машина могла наклоняться вперед и назад, а также вывешивать любое колесо без домкрата! И наконец водитель Citroen DS мог по собственному усмотрению ступенчато изменять

дорожный просвет. Это не только повышало устойчивость и активную безопасность автомобиля на шоссе (понижался центр тяжести, уменьшался поток воздуха под днищем, создающий подъемную силу), но и облегчало езду по бездорожью, что важно для изобилующей проселками Франции. Впоследствии такая схема подвески применялась на большинстве автомобилей марки Citroen и все время совершенствовалась. Новейшая разработка фирмы подвеска Hydroactive III - получила электронное управление при помощи датчиков, компьютера и исполнительных устройств. В результате клиренс модели Citroen C5 не только поддерживается, но и автоматически регулируется в зависимости от скорости движения, качества дорожного покрытия и стиля езды. Диапазон изменений дорожного просвета достигает 20-30 см. Citroen сделал гидропневматическую подвеску своим коньком, применив ее раньше других. Однако аналогичную подвеску Hydrolastic в свое время устанавливала на свои малолитражные автомобили английская British Leyland Motor Corp., а фирма Lotus разработала гидропневматику для разведывательного танка Scorpion. У нас боевую машину десанта (БМД) с гидропневматической независимой подвеской всех катков выпускал с 1968 года Волгоградский тракторный завод. Машина должна была ложиться на брюхо, чтобы лучше прятаться на местности и проще загружаться в самолет. Изучением возможностей применения чисто пневматической подвески в легковых автомобилях занимались многие фирмы. Например, в 60-е годы Daimler-Benz (Mercedes Benz 600 и Lincoln оборудовали ею серийные модели. А первым внедорожником, оснащенным подвеской колес на воздушных мешках, заменивших пружины, стал в 1992 году Range Rover LSE. Большие изыскания в этой области провели в 70-е годы Volkswagen и Audi совместно с компанией Fichtel und Sachs.

Задняя подвеска автомобиля

Подвеска "Де Дион".

Задняя подвеска де Дион изобретенная более ста лет назад, используется до сих пор. Один из недостатков зависимой подвески ведущих колес большая неподрессорная масса, отрицательно влияющая на такие показатели, как комфорт автомобиля, его устойчивость и управляемость. В тех случаях, когда по финансовым или компоновочным соображениям инженеры отказываются от независимой подвески, выручает старая система де Дион. В ней картер главной передачи закрепляется на поперечине рамы или на кузове, а привод колес осуществляется полуосями на шарнирах. При этом колеса соединяются изогнутой балкой. Подвеска остается зависимой, однако за счет крепления массивной главной передачи отдельно от моста неподрессорная масса существенно уменьшается. Список автомобилей, использующих задний ведущий мост типа де Дион, достаточно обширен, и в нем не только такие известные модели, как Volvo 345 1975 года и Alfa Romeo 75 1985-го, но и модели 2000 года: Aston Martin V8 Vantage, Honda HR-V 4x4 и ряд других. Свое название подвеска получила по имени графа Альбера де Диона маркиза де Валь. В 1883 году появилось предприятие De Dion. Bouton. Trepardoux. Граф играл в нем роль финансиста, Бутон технолога и сборщика, а Трепарду представлял конструкторское бюро в единственном лице. 20 марта 1893 года был запатентован задний мост де Дион. О неподрессорных массах ни граф, ни Бутон, ни Трепарду и понятия не имели к созданию этого узла их подтолкнула интуиция. Дело в том, что в первых конструкциях трициклов и квадрициклов De Dion-Buton двигатель закреплялся

на задней оси. И езда по булыжным мостовым настолько растрясла мотор, что детали от него отваливались буквально на ходу. Узел решили оградить от тряски так и появился мост, или, как сегодня говорят, подвеска типа де Дион . Стремясь избавить зависимый задний мост от лишней тяжести инженеры постоянно совершенствовали конструкцию. Теперь такая подвеска может быть как зависимой, так и независимой! Например, в Mercedes R-класса инженеры объединили достоинства разных схем - корпус главной передачи закрепили на подрамнике, колеса, подвешенные на пяти рычагах, приводят качающиеся полуоси, а роль упругих элементов играют пневматические стойки - оригинальная компиляция!

Зависимая подвеска.

С самого зарождения автомобилестроения до наших дней дожила зависимая подвеска. Но она становится историей - мосты, жестко связывающие колеса, ныне используют разве что на классических внедорожниках, таких как Nissan Patrol, Jeep или УАЗ. Еще реже на легковых автомобилях, например, на Волгах и классических Жигулях, но эти машины были разработаны около полувека назад. Минусы конструкции очевидны - перемещение одного колеса передается другому, следствием чего являются резонансные колебания колёс в поперечной плоскости (эффект шимми), что вредит и комфорту, и управляемости. Выход один - надо «развязывать» правую и левую сторону.

Гидропневматическая подвеска.

Задняя гидропневматическая подвеска аналогична передней.

Подвеска "Дюбоне".

Весьма оригинальная разновидность независимых схем - подвеска «Дюбоне». Рычаг подвески одной стороной крепится к колесу, а другая входит в заполненный маслом цилиндр, который за необычную форму прозвали "поросенком". Внутри него расположена пружина, в чашку которой и упирается рычаг. Кстати, масло не только смазывает подшипники рычага, но и служит амортизаторной жидкостью. Таким образом, «поросенок» - одновременно упругий и амортизирующий элемент. Но очень сложную в изготовлении и ремонте подвеску "Дюбоне" применяли лишь в 1930-х годах прошлого века на некоторых американских моделях, Opel Kadett, а от него по наследству она перешла на Москвич 400.

Многорычажная подвеска.

В начале 1980-х инженеры фирмы Mercedes Benz вместо пары сдвоенных стали применять пять отдельных рычагов. Два из них удерживают колесо, а еще три задают ему необходимое положение в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Многорычажная схема по сравнению с более простой на двойных поперечных рычагах - благо для компоновки узлов и агрегатов. Кроме того, играя размерами и формой рычагов, можно намного точнее задавать требуемые характеристики подвески. А благодаря так называемой эластокинематике подвеска обладает подруливающим эффектом в поворотах. Так делают, например, Форд-Фокус и Мазда-3. Мудреная архитектура, большое количество рычагов и шарниров увеличивают массу конструкции. Задняя многорычажная подвеска Форд-Фокус очень компактна. А ее подруливающий эффект - серьезный вклад в безопасность...

Активная многорычажная подвеска

разработана фирмой Continental. Место одного из рычагов задней подвески БМВ занял электродвигатель с тягой (красная стрелка). По команде компьютера он немного доворачивает колесо, фактически делая заднюю ось управляемой. Предполагают, что новинка (через пару-тройку лет ее обещают ставить на серийные автомобили) будет сотрудничать с системой стабилизации и активным рулем. Трудно представить, что еще будет автоматизировано в автомобиле...

Обычно при оценке подвески автомобиля обращают внимание на такие её потребительские свойства как комфортность, управляемость и устойчивость (для кого-то важнее первое, для кого-то второе). Большинству людей абсолютно всё равно, какого типа подвеска стоит на их автомобилях, сколько там рычагов, и тем более всё равно по какой оси проходит центр крена кузова. И это - правильно. Это удел инженеров - выбор типа подвески, подбор ее геометрических параметров и технических характеристик отдельных её элементов. При разработке, автомобиль проходит огромное количество расчётов, испытаний и тестов. Поэтому, в принципе, подвеска стандартной машины имеет приемлемые потребительские характеристики и удовлетворяет требованиям большинства потребителей. Не секрет, что комфорт и управляемость являются свойствами, зачастую прямо противоположными, и зависят от жесткости подвески (постоянная проблема с нашими 8-ми и 9-ми - хорошо держат дорогу подвески - жесткие как табуретки). Увязать эти качества удаётся только в сложных, автоматически регулируемых подвесках дорогих автомобилей. Многие водители, предпочитающие активный стиль вождения понимают, что подвеска стандартного автомобиля, среднего класса, не может реализовать всех их амбиций. И тут начинается "борьба" за управляемость. В меру своих средств и сил каждый идёт своим путём. В первую очередь большинство начинает с амортизаторов, полагая стандартные изделия виновниками всех своих бед, заменяя их, например, газовыми. Кто-то устанавливает дополнительные или более жёсткие стабилизаторы поперечной устойчивости, растяжки передних стоек. Некоторые меняют резиновые втулки и сайлент-блоки в подвеске на более жёсткие (в простонародье - спортивные). Естественно, не забывая о пружинах, их подбирают, подрезают и т.д. Всё это приносит свои плоды. В каждом конкретном случае свои.

Конечно это всё работает, с этим трудно спорить. Но вот сочетание тех или иных элементов приводит иногда к "фатальным" результатам.

При всём этом многие до конца не понимают "что творят". Многие автомобилисты ставят проставки на передние (убивая ШРУСы) и на задние стойки, вследствие чего бывает невозможно выставить углы установки колес (особенно продольный наклон - Caster). Например, не все знают, что можно понизить автомобиль, и практически не потерять энергоёмкость подвески, при приемлемой её жёсткости. Здесь нам могут помочь пружины с прогрессивной характеристикой (разным шагом витков). При этом важно помнить что наиважнейшим параметром при выборе пружин является сочетание угловых жёсткостей передней и задней подвесок. Большинство стандартных машин, с целью безопасности, настроены на недостаточную управляемость. Идеальной считается нейтральная управляемость, но её недостаток заключается в том, что машина идущая на пределе сцепных свойств покрышек может преподнести даже опытному водителю неприятный сюрприз в виде неожиданного срыва передних или задних колёс. Другими словами отсутствует однозначность в управляемости.

Практическое занятие № 7

Тема: Особенности конструкций современных подвесок

Цель занятия: Практическое ознакомление с особенностью конструкции задней многорычажной подвески автомобиля

Обеспечение занятия: плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование.

Многорычажная подвеска

Первым серийным автомобилем, на котором установили подвеску нового типа, был *Jaguar E-type* 1961 года выпуска. Со временем ее с успехом стали применять и на передней оси автомобилей, как, например, на некоторых моделях *Audi*. Применение многорычажной подвески придает автомобилю изумительную плавность движения, превосходную управляемость и способствует снижению шума.

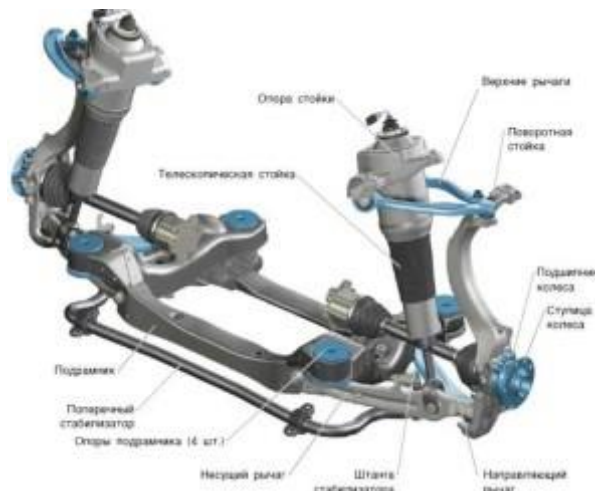


В данной конструкции крепление ступиц колес осуществляется при помощи четырех рычагов, что позволяет регулировку в продольной и поперечной плоскостях.

Конструкция многорычажной подвески состоит из следующих узлов и деталей:

- продольные рычаги;

- поперечные рычаги;
- подрамник;
- опора ступицы;
- амортизаторы;
- пружины.



Основным несущим элементом подвески выступает подрамник, к нему фиксируются поперечные рычаги, соединенные с опорой ступицы, что в свою очередь обеспечивает ее поперечное положение. *Многорычажная задняя подвеска, которую устанавливают на современных автомобилях, состоит из трех или пяти поперечных рычагов.*

Как работает многорычажная задняя подвеска?

Стандартная комплектация включает в себя верхний, передний нижний и задний нижний рычаги. Передачу передних поперечных усилий осуществляет верхний рычаг, он же служит для соединения колесной опоры с подрамником. На задний нижний рычаг приходится значительная часть веса кузова автомобиля, передающаяся через пружину.



Продольный рычаг удерживает колеса в направлении продольной оси, крепление к [кузову](#) осуществляется при помощи опоры. Противоположный край рычага соединяется с опорой ступицы. На этом элементе располагаются подшипники и крепежи колес. Амортизаторы и пружины в большинстве случаев устанавливаются отдельно.



Многорычажная подвеска устанавливается на автомобили с задне- и переднеприводной компоновкой. Имеет более сложное устройство, поэтому используется на автомобилях дорогого класса. Впервые многорычажная подвеска была установлена на "Ягуар Е-Туре" в начале 60-х годов. Со временем она модернизировалась и сейчас активно используется на автомобилях «Мерседес», «БМВ», «Ауди» и многих других. Устройство В чем особенности данной конструкции? Многорычажная подвеска предполагает наличие следующих элементов: Подрамника. Поперечных и продольных рычагов. Опоры ступицы. Амортизаторов и пружин. Как это все закреплено? Крепление ступицы к колесу осуществляется посредством четырех рычагов. Это позволяет колесу автомобиля беспрепятственно двигаться в поперечной и продольной плоскости. Несущим элементом в конструкции данной подвески является подрамник. К нему крепится поперечный рычаг через специальные втулки с металлическим основанием. Для снижения вибраций, в них используется резина. Поперечные рычаги соединяются с опорой ступицы. Так осуществляется правильное положение колес в поперечной плоскости. Зачастую многорычажная независимая задняя подвеска включает в себя три поперечных рычага: Нижний задний. Передний. Верхний. Последний осуществляет передачу усилий и соединяет подрамник с корпусом опоры колеса. Нижний передний рычаг подвески отвечает за сходжение. Задний элемент воспринимает усилия, которые передаются от кузова при движении автомобиля. Ведение колеса в продольном положении осуществляется благодаря продольному рычагу. Он крепится к кузову машины при помощи опоры. С другой стороны элемент соединяется со ступицей. В легковом автомобиле имеется четыре продольных рычага – по одному на каждое колесо. Сама ступичная опора являет собой основание для колеса и подшипника. Последний крепится при помощи болта. Кстати, если не соблюсти его момент затяжки, можно вывести из строя подшипник. При производстве ремонта, следует оставить небольшой люфт в ступице. Иначе у вас рассыплется подшипник. Также многорычажная передняя подвеска имеет в своей конструкции винтовую пружину. Она опирается на нижний задний поперечный рычаг и воспринимает от него усилия. Отдельно от пружины размещается амортизатор. Обычно он соединяется с опорой ступицы. Стабилизатор Многорычажная задняя подвеска, в отличие от полузависимой балки, имеет в своей конструкции стабилизатор поперечной устойчивости. Само название говорит за предназначение элемента. Данная деталь снижает крены при прохождении поворотов на скорости. Также на этот параметр влияет жесткость амортизаторов и пружин. Наличие стабилизатора значительно снижает риск заноса при прохождении поворота, так как обеспечивает непрерывный контакт колес с дорожным покрытием. Элемент являет собой некую металлическую штангу. Выглядит он так, как на фото ниже. Стабилизатор поперечной устойчивости устанавливается на подрамнике многорычажной подвески и крепится при помощи резиновых опор. Благодаря тягам штанга связывается с опорой ступицы. Какие

имеет многорычажная подвеска плюсы и минусы?

Преимущества Автомобиля с использованием данной подвески являются на порядок комфортнее. В конструкции используется несколько рычагов. Все они крепятся на подрамниках через сайлентблоки. Благодаря этому, при прохождении ямы подвеска отлично сглатывает все неровности. Кстати, работает рычаг только того колеса, которое попало в яму. Если же это балка, все усилия будут передаваться на соседнюю ступицу. В машине, где использована многорычажная подвеска, не чувствуется излишних шумов и вибраций при прохождении неровностей дороги. Также данный автомобиль более безопасный. Объясняется это использованием стабилизатора поперечной устойчивости. По своему весу рычаги намного легче, чем балка. Это снижает снаряженную подвесочную массу автомобиля. Таким образом, многорычажная подвеска – это: Комфорт. Отсутствие сильных ударов на кузов. Увеличенное сцепление колес с дорогой. Возможность поперечной и продольной регулировки. Недостатки Если поднимается вопрос о том, что лучше – балка или многорычажная подвеска, – стоит рассмотреть минусы последней. Самый большой недостаток – это сложность конструкции. Отсюда дороговизна обслуживания и недешевая цена самого автомобиля. Стоимость многорычажной подвески в 2-3 раза выше, чем обычной полувисимой балки. Следующее – ресурс. Так как в конструкции используется много шарниров, рычагов и сайлентблоков, все они рано или поздно выходят из строя. Срок службы деталей многорычажной подвески составляет 100 тысяч километров. Что касается балки, она практически вечная. Конструкция на порядок надежнее и не требует дорогостоящего обслуживания. Максимум что требуется заменить – это амортизаторы. Они «ходят» по нашим дорогам около 80 тысяч километров. Многорычажной подвеске при езде по неровностям требуется большее внимание. Если машина начала издавать стуки в передней или задней части, стоит осмотреть состояние рычагов и сайлентблоков. При наличии люфтов и свободного хода их следует заменить. Стоимость новых рычагов на «Мерседес» в 124-м кузове составляет 120 долларов на одно колесо. Несмотря на большой возраст и низкую стоимость автомобиля, запчасти для него не стали дешевле. То же самое касается и других машин, на которых используется данный тип подвески. При замене сайлентблоков нужен подъемник или смотровая яма. Обычно такие машины ремонтируются в сервисных центрах. А это дополнительные расходы. Можно ли выявить проблему самому? Если при движении автомобиля вы заметили характерные стуки, возможно, требуется ремонт подвески. Чтобы выяснить точную причину, нужна смотровая яма или эстакада. Если это передняя подвеска, осматриваем состояние шарнира равных угловых скоростей. На нем имеется пыльник. Если он треснул, нужна срочная замена. Иначе вся грязь попадет внутрь и придется покупать новый ШРУС в сборе. Проверьте люфт в рулевых тягах. Осмотрите амортизаторы. Если на них имеются потеки, скорее всего, звук идет именно от них. Это значит, что клапан внутри амортизатора пробит и шток двигается произвольно. Сайлентблоки рычагов и стабилизатора поперечной устойчивости тоже не должны иметь люфтов. Осмотр задней подвески следует начать с амортизаторов. Далее проверяем резиновые уплотнители и тяги. Часто элементы повреждаются в районе соприкосновения с выпускной трубой. Уделите этому месту особое внимание. Если глушитель бьет о кузов, есть характерные следы ударов, стоит заменить его подушку. В большинстве случаев проблема исчезает. Осмотрев состояние подвески, подведите итог, какие элементы вышли из строя и требуют замены. При отсутствии опыта рекомендуется обратиться в сервис. Заключение Итак, мы выяснили особенности многорычажной подвески. Как видите, она имеет множество недостатков. Но главное ее преимущество – это комфорт. То, как едет этот

автомобиль, не сравнить ни с чем. Также он более маневренный. Если стоит выбор - балка или многорычажка, - стоит отталкиваться от бюджета.

Практическое занятие № 8

Тема: Особенности конструкций рулевого управления

Цель занятия: Практическое ознакомление с особенностью конструкции рулевого управления с электроусилителем

Обеспечение занятия: плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование.

Главным преимуществом электрического привода рулевого управления относительно **гидроусилителя** является отсутствие гидравлики, а значит насоса гидроцилиндра, шлангов. Это позволяет уменьшить массу усилителя рулевого управления и объем занимаемый управлением в подкапотном пространстве.

Известно, что ряд факторов приводит к уходу автомобиля от прямолинейного движения, например разное **давление воздуха в шинах**, разная степень износа протектора, боковой ветер, поперечный уклон дороги. Применение электромеханического усилителя позволяет активно поддерживать возврат управляемых колес в среднее положение. Эта функция называется «активной самоустановкой» колес. Благодаря ее действию водитель лучше чувствует среднее положение рулевого управления, она облегчает также вождение автомобиля по прямой при воздействии на него различных **внешних сил**.

Если при движении по прямой на автомобиль действует боковой ветер или поперечное усилие, вызываемое уклоном дорожного полотна, усилитель создает постоянный поддерживающий момент, который освобождает водителя от необходимости создавать реактивные усилия на рулевом колесе.

Общее расположение агрегатов рулевого управления с электроусилителем на примере автомобиля Opel Corsa показано на рисунке:

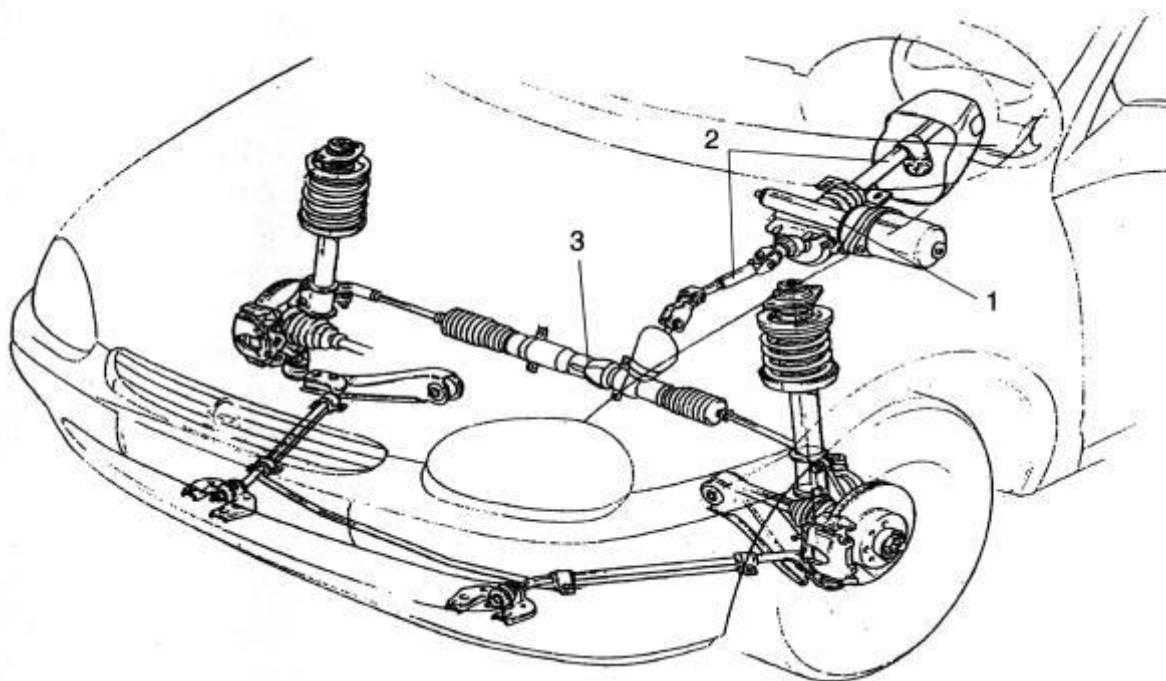


Рис. Общее расположение агрегатов рулевого управления с электроусилителем: 1 – электроусилитель; 2 – карданный вал рулевого управления; 3 – рейка привода рулевого управления

Электроусилитель может приводить вал рулевого управления на рулевой колонке, шестерню привода рейки или непосредственно саму рейку.

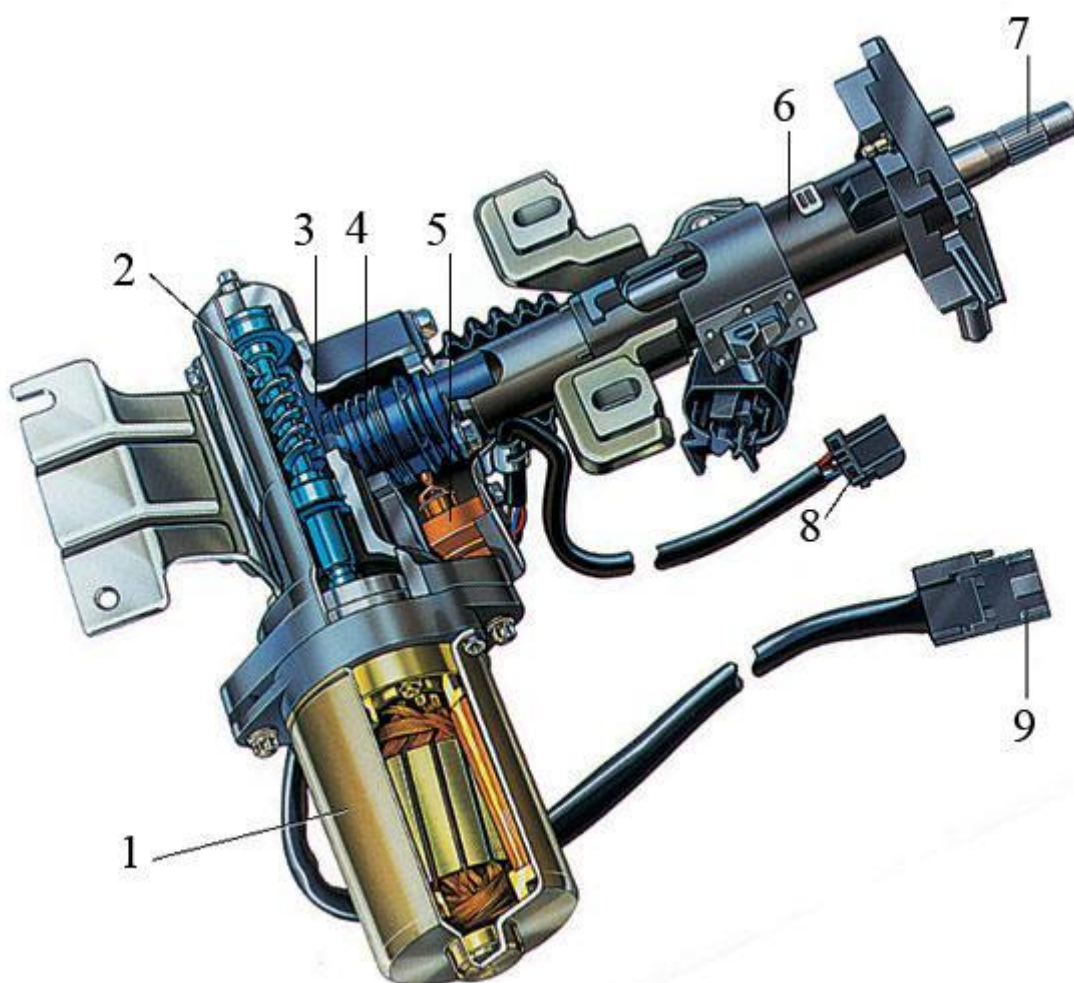


Рис. Электроусилитель рулевого управления на примере автомобиля Opel Corsa: 1 – электродвигатель; 2 – червяк; 3 – червячное колесо; 4 – скользящая муфта; 5 – потенциометр; 6 – кожух; 7 – рулевой вал; 8 – разъем датчика момента на рулевом валу; 9 – разъем питания электродвигателя

Разрез электроусилителя рулевого управления с приводом рулевого управления на рулевой колонке показан на рисунке:

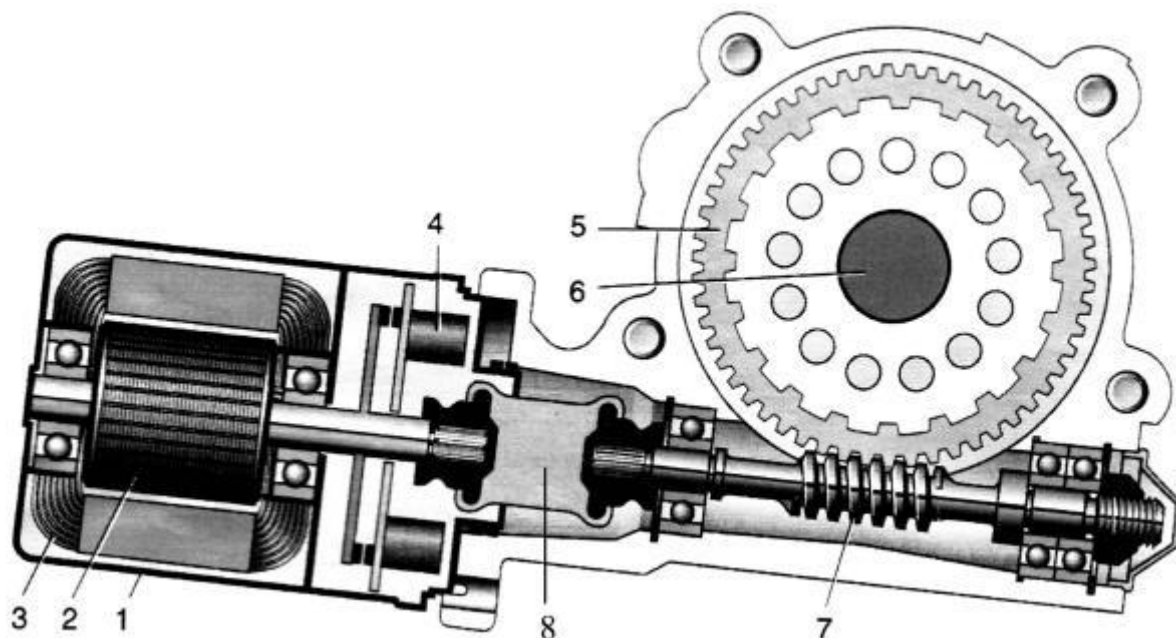


Рис. Разрез электроусилителя рулевого управления: 1 – трехфазный синхронный электродвигатель; 2 – якорь; 3 – обмотка статора; 4 – датчик положения якоря; 5 – червячное колесо; 6 – рулевой вал; 7 – червяк

Электроусилитель через червячную передачу связан с валом рулевого управления. В зависимости от полярности напряжения питания электродвигатель вращается в ту или иную сторону, помогая водителю поворачивать колеса. Крутящий момент величиной силы тока, определяемой блоком управления действующим согласно заложенной в него программе и сигналам, поступающим от соответствующих датчиков.

Вал электродвигателя, при подаче на двигатель напряжения помогает поворачивать вал привода рулевого колеса через червяк и червячное колесо. Для поддержания постоянной обратной связи с дорогой входной и выходной валы электроусилителя соединены друг с другом через торсион. Приложение усилия к рулевому управлению как со стороны водителя, так и со стороны дороги приводит к закручиванию торсиона до 3-х градусов и изменению взаимной ориентации входного и выходного валов. Это служит сигналом для включения в работу электроусилителя. В зависимости от угла поворота рулевого колеса и скорости автомобиля электродвигатель подкручивает выходной вал, снижая усилие. Работает электродвигатель и при обратном ходе, он помогает возвращать колеса автомобиля и рулевое колесо в первоначальное положение. Торсион при поворотах всегда остается немного скрученным, гарантируя тем самым на руле то усилие, которое необходимо водителю, чтобы чувствовать дорогу.

Один из датчиков находится на торсионе, соединяющем половинки разрезанного рулевого вала, и следит за его закручиванием. С ростом усилия на руле сильнее за-

кручивается торсион – большой ток идет на электромотор усилителя, что соответственно увеличивает помощь водителю.

Второй датчик следит за скоростью автомобиля. Чем она меньше, тем эффективнее помощь в повороте рулевого управления и наоборот, а после 75 км/ч усилитель вообще выключается чтобы не создавать дополнительного сопротивления, редуктор и электромотор разъединяются.

Третий датчик контролирует частоту вращения коленчатого вала двигателя и следит, чтобы усилитель работал только одновременно с ним. Это делается в целях экономии электроэнергии, потому что электроусилитель может потреблять до 105 А.

Производитель автомобилей Ауди предлагают систему реечного электроусилителя с двумя шестернями.

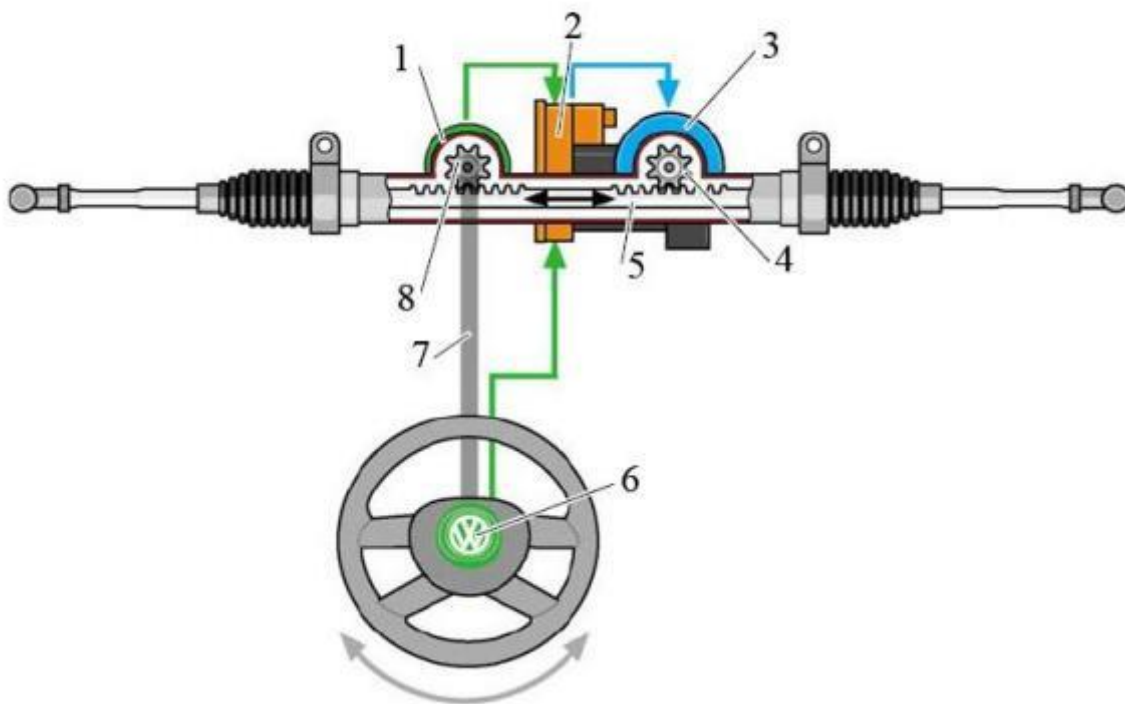


Рис. Схема реечного электроусилителя с двумя шестернями: 1 – датчик момента на рулевом колесе; 2 – электронный блок управления; 3 – электродвигатель усилителя; 4 – шестерня усилителя; 5 – рейка; 6 – датчик угла поворота рулевого колеса; 7 – торсион вала рулевого управления; 8 – шестерня рулевого механизма

Усилитель действует на рейку рулевого механизма через шестерню 3, которая установлена параллельно с основной шестерней рулевого механизма 2. Шестерня усилителя 3 приводится от электродвигателя 4. Передаваемый на шестерню 2 рулевого механизма крутящий момент измеряется датчиком момента 1. Величина развиваемого усилителем крутящего момента устанавливается электронным блоком управления 5 в зависимости от момента на рулевом колесе, скорости автомобиля, угла поворота колес, скорости поворота рулевого вала и других вводимых в него данных.

Электродвигатель и редуктор размещены в общем алюминиевом корпусе 2. На конце вала двигателя нарезан червяк 3.

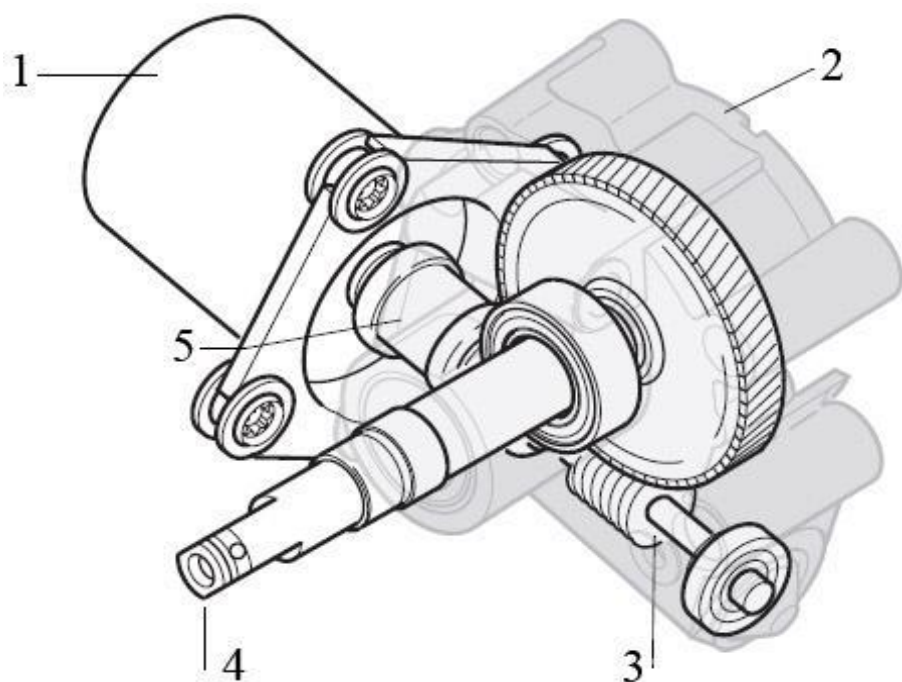


Рис. Червячная передача привода шестерни усилителя:
1 – электродвигатель; 2 – корпус; 3 – червяк; 4 – вал привода; 5 – демпфер

Червячная передача служит для привода шестерни усилителя. Между червячным колесом и шестерней установлен демпфер 5, который исключает резкое нарастание усилия на рейке при включении усилителя. Положение (угол поворота) ротора электродвигателя определяется с помощью датчика поворота 6. Этот датчик расположен под возвратным и скользящим кольцами подушки безопасности. Он установлен на рулевой колонке между подрулевыми переключателями и рулевым колесом. Датчик генерирует сигнал, соответствующий углу поворота рулевого колеса.

Основными деталями датчика угла поворота рулевого колеса являются кодирующий диск с двумя кольцами и фотоэлектрические пары, каждая из которых содержит источник света и фотоэлемент. На кодирующем диске предусмотрены два кольца: внешнее кольцо 1 с шестью фотоэлектрическими парами, которое служит для определения абсолютных значений угла поворота рулевого колеса, и внутреннее кольцо 2 – для определения приращений этого угла. Кольцо приращений разделено на 5 сегментов по 72° . Оно используется в сочетании с одной фотоэлектрической парой. В пределах каждого из сегментов кольцо имеет несколько вырезов. Чередование вырезов в пределах одного сегмента не изменяется, а в отдельных сегментах оно отличается. Благодаря этому осуществляется кодирование сегментов.

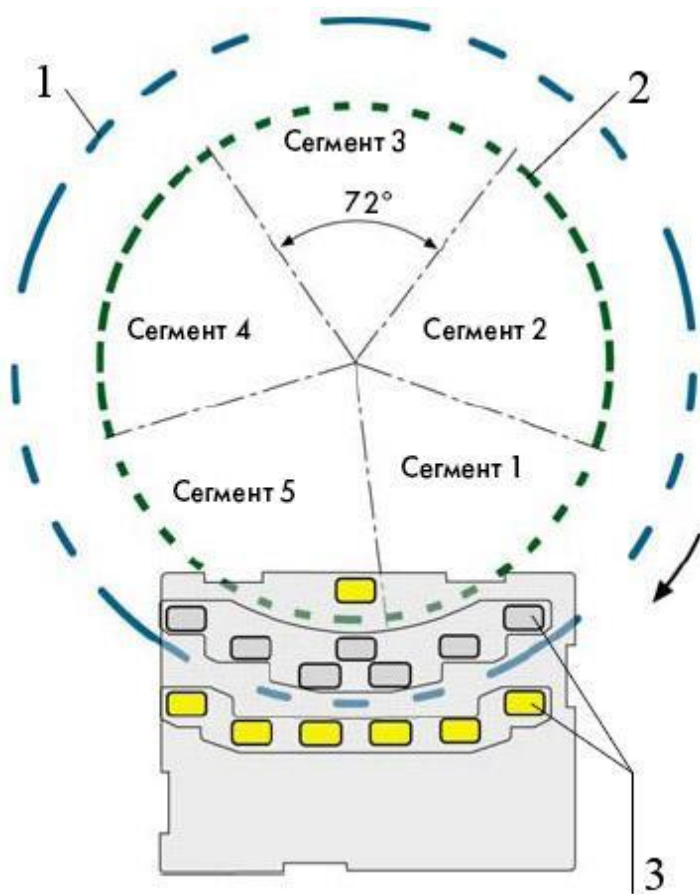


Рис. Схема датчика угла поворота рулевого колеса: 1 – внешнее кольцо абсолютных значений; 2 – внутреннее кольцо приращений; 3 – фотоэлектрическая пара.

Датчик угла поворота рулевого колеса позволяет отсчитывать его в пределах до 1044° . Отсчет угла производится путем суммирования числа градусов. При переходе через метку, соответствующую 360° , датчик регистрирует завершение поворота на один полный оборот. Конструкцией рулевого механизма предусмотрена возможность поворота рулевого колеса на 2,76 оборота.

На рулевом колесе установлен датчик момента 3.

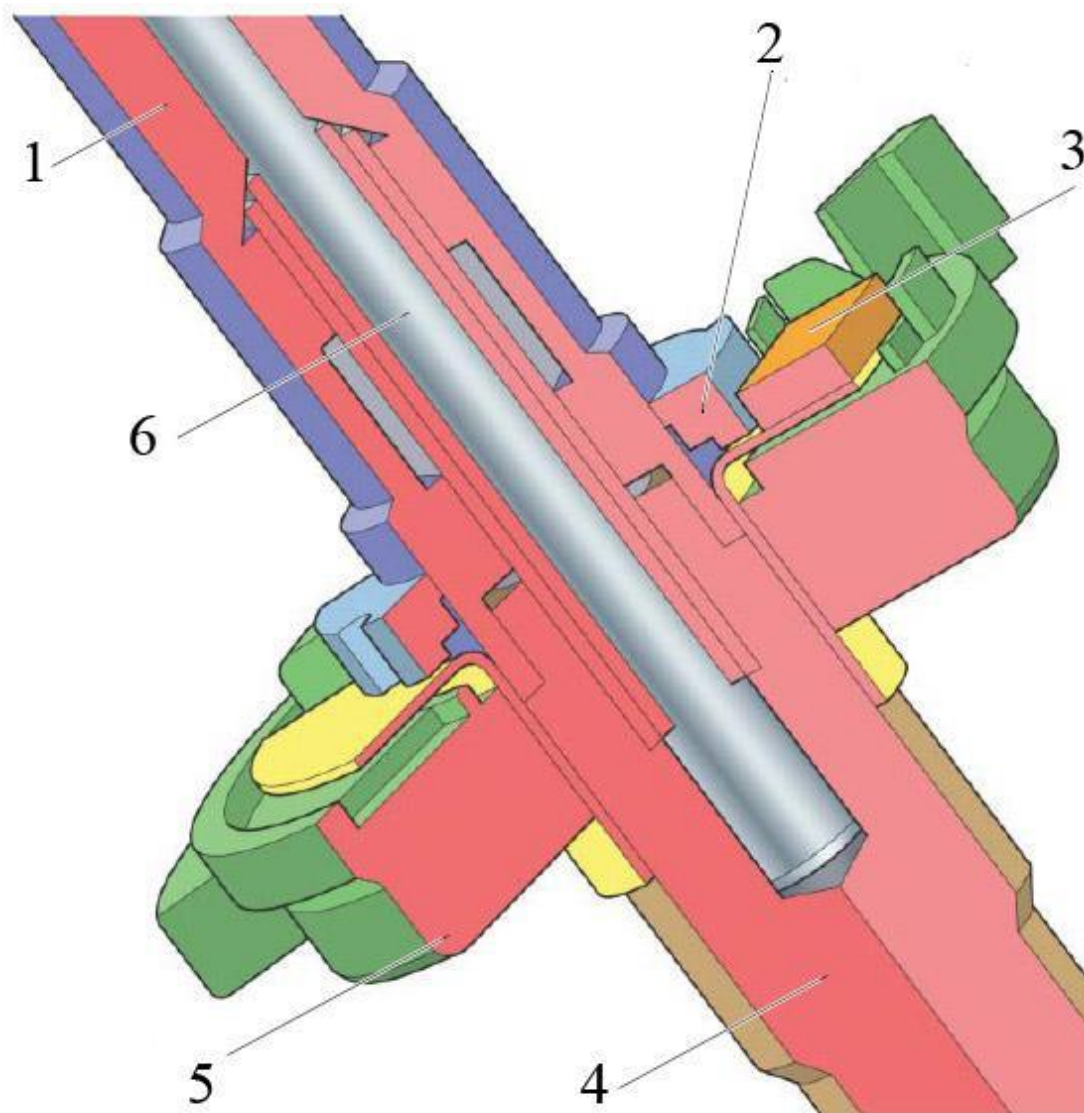


Рис. Датчик момента на рулевом колесе:
 1 – рулевой вал; 2 – магнитное кольцо; 3 – чувствительный элемент датчика; 4 – вал шестерни; 5 – витой кабель; 6 – торсион

Действие этого датчика основано на магниторезистивном эффекте. На рулевом вале 1 установлено магнитное кольцо 2, которое жестко связано с верхней частью торсиона 6. Чувствительный элемент 3 датчика соединен с валом шестерни рулевого механизма 4 и связан таким образом с нижней частью торсиона. Сигнал снимается с датчика через витой кабель 5. Торсион закручивается точно в соответствии с усилиями, прилагаемыми к рулевому валу. При этом магнитное кольцо 2 перемещается относительно чувствительного элемента 3 датчика. В результате действия магниторезистивного эффекта изменяется сопротивление чувствительного элемента, величина которого определяется блоком управления.

Если системой управления обнаружен дефект датчика, она производит «мягкое» отключение усилителя. При этом усилитель не отключается полностью, а переводится на режим управления по резервному сигналу, который образуется в блоке управления из сигналов угла поворота рулевого вала и частоты вращения ротора двигателя усилителя.

Практическое занятие № 9

Тема: Особенности конструкций рулевого управления

Цель занятия: Практическое ознакомление с особенностью конструкции рулевого управления с активным управлением задней осью

Обеспечение занятия: плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование.

Системы активного рулевого управления

Почему вообще возникла потребность в изменении передаточного отношения руля? Дело в том, что фиксированное соотношение – это всегда компромисс. Компромисс между маневренностью и комфортом. Например, можно посмотреть на болиды Формулы-1 и сделать так, чтобы от упора до упора руль “гражданского” автомобиля совершал не более одного оборота. Тогда можно будет в два счета парковаться, а любые виражи проходить без перехвата руля. Но одновременно с этим машиной станет и чрезвычайно сложно управлять на скорости – на малейшие подруливания автомобиль будет отзываться мгновенным уводом в сторону.



Такая резкость, конечно, хороша для гонщика, "отлавливающего" на высоких скоростях свой болид, но для обычного водителя она будет чрезвычайно утомительной. Поэтому инженеры делают руль менее острым, то есть увеличивают его передаточное отношение, жертвуя удобством на меньших скоростях ради спокойствия на высоких.

Таким образом, колеса современного автомобиля поворачиваются в крайнее положение

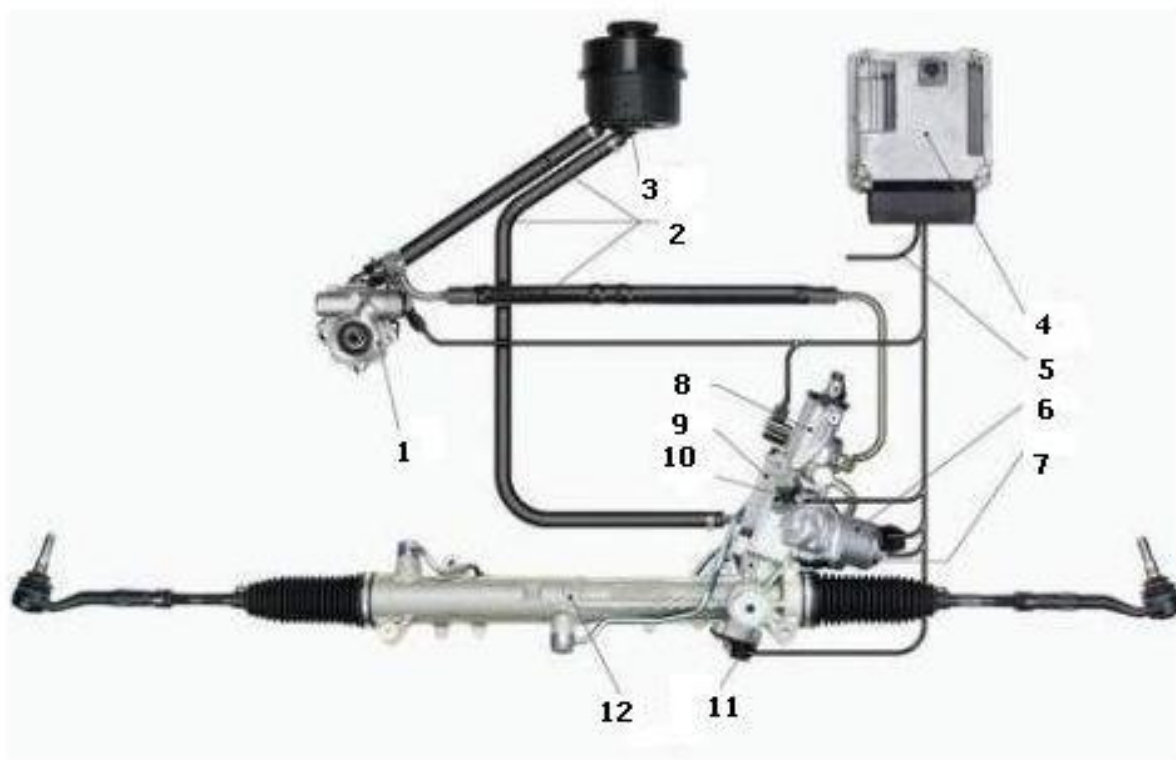
за два-три оборота руля, что, как показывает практика, в большинстве случаев является оптимальной настройкой. Правда, лишь до пор пока водитель не захочет поехать быстрее или на дороге не возникнет внештатная ситуация – в этот момент лишние обороты напоминают о себе, и вращать руль приходится очень быстро, что для неподготовленного человека становится неприятным сюрпризом. Это и вынуждает, производителей мощных динамичных автомобилей обращаться к идее переменного передаточного отношения.

Самое простое воплощение этой идеи – рулевая рейка с переменным шагом зубцов. В центре они расположены плотно, обеспечивая повышенное передаточное отношение рулевого механизма, т.е. спокойные реакции автомобиля на малые отклонения руля. Но по мере удаления от центра зубцы постепенно становятся шире, передаточное отношение уменьшается, а руль, соответственно, делается тяжелее и острее. Все логично и эффективно: чем больше угол поворота рулевого колеса, тем резче реакции.

Однако некоторые разработчики пошли дальше и создали активное рулевое управление, в котором передаточное отношение изменяется по команде электроники, принимающей во внимание не только угол поворота руля, но и скорость движения автомобиля и даже действующие на него перегрузки!

Пионером в этой области является BMW с его системой активного рулевого управления Active Front Steering, появившейся вместе с нынешней пятой серией. Суть предложенного механизма в редукторе, вставленном в разрез рулевого вала и служащим для увеличения или уменьшения скорости его вращения.

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

Конструкция

Редуктор изменения передаточного отношения состоит из следующих узлов:

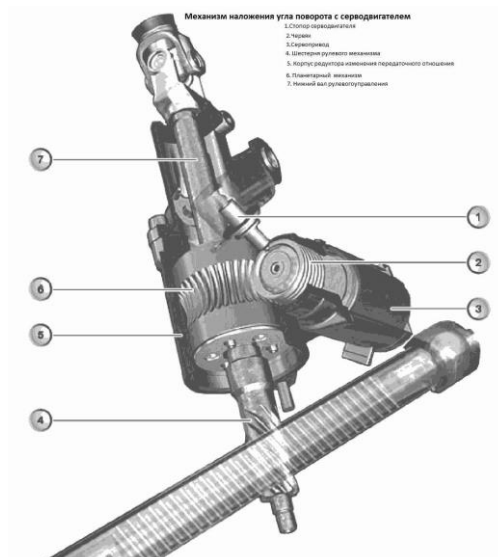
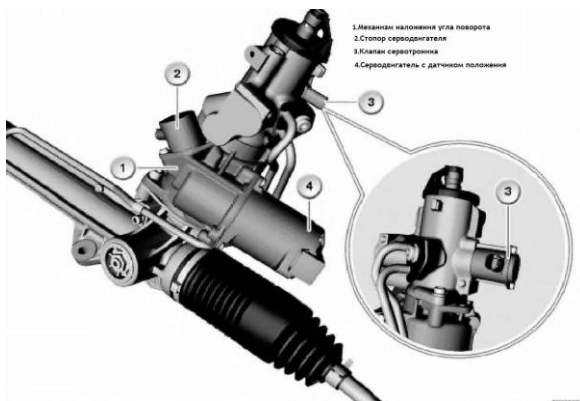
Планетарный механизм

Червячный редуктор

Сервопривод

Стопор серводвигателя

Стопор серводвигателя предусмотрен в целях безопасности, в случае неисправности он блокирует червячную передачу.



Принцип действия

Главным элементом активного рулевого управления является редуктор изменения передаточного отношения без люфта. Редуктор изменения передаточного отношения представляет собой планетарный механизм с 2 входами и одним выходом. Первым входом является нижний вал рулевого управления. Вторым вход образует червячный редуктор на планетарном механизме.

Серводвигатель приводит в действие (активизирует через ЭБУ AL) червячную передачу планетарного механизма. Передаточное отношение от червяка к червячному колесу составляет 20,5:1. На случай неисправности предусмотрена функция самоторможения червячного редуктора. Червячный редуктор вносит изменение в поворот управляемых колес по сравнению с прямым приводом от вала рулевого управления. Создаваемый на шестерне рулевого механизма суммарный угол состоит из:

угол, на который повернуто рулевое колесо

угол, который получается с помощью серводвигателя на редукторе изменения передаточного отношения

Изменение задаваемого водителем угла поворота зависит от параметров динамики движения, особенно от скорости. При низких скоростях (например, во время парковки) активное рулевое управление значительно изменяет поворот управляемых колес по сравнению с прямым приводом от вала рулевого управления. Рулевое управление

становится очень острым.

На высоких скоростях серводвигатель работает в противоположном направлении относительно угла поворота рулевого колеса, задаваемого водителем. Общее передаточное отношение рулевого управления становится менее острым.

Стопор серводвигателя производит его блокировку: в случае неисправности при стоящем автомобиле. При этом стопор входит в зубчатое зацепление на червячном редукторе. В исходном положении он находится под воздействием пружины и при подаче питания удерживается против усилия пружины. Прекращение подачи питания приводит, таким образом, к блокировке. Благодаря блокировке редуктора изменения передаточного отношения возможно продолжение управления водителем. Рулевое управление работает при этом как обычное рулевое управление. Чисто механическая связь между рулевым колесом и передними колесами всегда сохраняется.

Условия включения активного рулевого управления:

зажигание включено

двигатель работает

После запуска двигателя синхронизируются положение рулевого колеса и поворот колес. Тем самым обеспечивается совпадение положения рулевого колеса и поворота колес после вращения рулевого колеса, например, на стоящем автомобиле при выключенном зажигании.

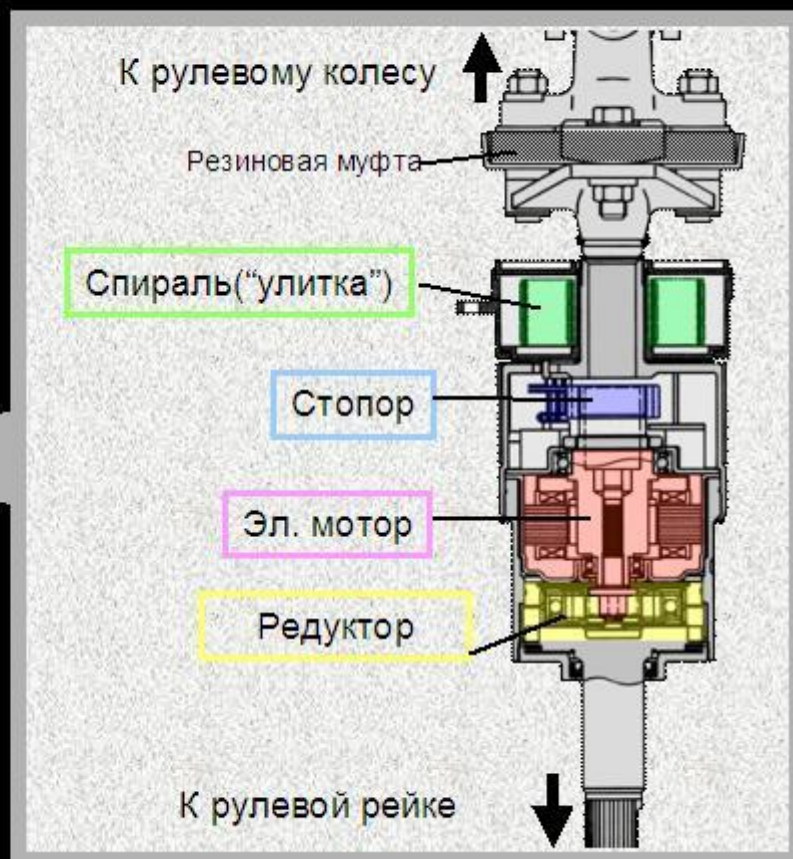
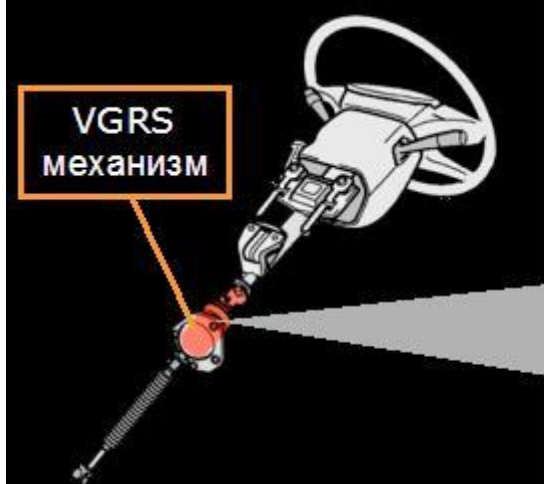
Примечание:

Вращение рулевого колеса или движения колес при синхронизации! Вращение рулевого колеса или движение колес при синхронизации могут быть заметными. Во время движения выполняется только очень медленная синхронизация.

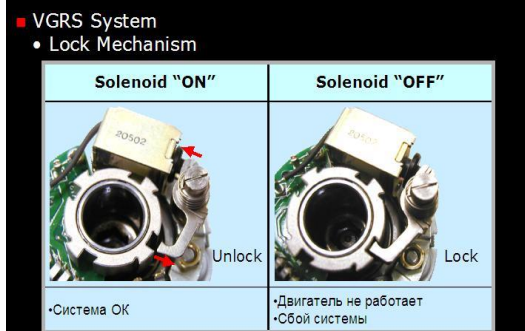
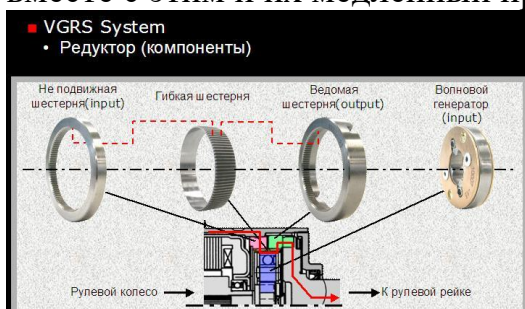
Альтернативное решение нашла Toyota, оснастившая системой VGRS (Variable Gear Ratio Steering) дорогие автомобили Lexus. Для изменения передаточного отношения вместо планетарной передачи они использовали волновую, изобретенную еще в 1955 году американским инженером Уолтоном Массером.

■ VGRS System

• VGRS Actuator



Идея её хитроумна и в то же время проста: в одну шестеренку с внутренними зубцами вставлено другая – гибкая с немного меньшим диаметром и числом внешних зубцов. А внутри всей этой конструкции помещен овальный кулачок, который деформирует гибкую шестерню, обеспечивая её прижим к внешнему кольцу в двух, диаметрально противоположных местах. Соответственно, вращение этого кулачка (он еще называется генератором волн) вызывать смещение точек контакта шестерен, а вместе с этим и их медленный проворот относительно друг друга.



Остается только присоединить входной и выходной вал к шестерням, обеспечить электропривод кулачка – и механизм динамического изменения передаточного отношения готов.

У такой конструкции по сравнению с планетарным редуктором есть несколько

преимуществ. Во-первых, благодаря малой разнице диаметра шестерен, в зацеплении одновременно участвует множество зубцов, что позволяет волновой передаче передавать крутящий момент в несколько раз больший, чем планетарной с теми же габаритами и массой. На практике это позволило японцам сделать VGRS в пять раз компактнее, чем AFS от BMW! А во-вторых, волновая передача надежна: если отказывает электромотор, то шестерни, а соответственно и валы, остаются жестко связанными, в то время, как у планетарной передачи под нагрузкой может начать прокручиваться внешнее зубчатое колесо, а выходной вал при этом останется неподвижным... Правда, на такой случай инженеры BMW предусмотрели специальный электромагнитный фиксатор, блокирующий эпициклическую шестерню от проворота.

По-видимому, эти преуимущества волновой передачи оказались весьма значительны, поскольку вслед за Lexus, аналогичное по конструкции рулевое упралвние появилось и на Audi A4.

Вне зависимости от конструкции достоинства активного рулевого управления очевидны: наконец-то можно безо всяких оговорок совместить мягкость реакций на большой скорости и маневренность на низкой. Правда, на практике диапазон изменения оказывается не столь широк, как можно было бы ожидать. Дело в том, что значительная перемена чувствительности руля может привести к ошибкам водителя. Представьте, что вы мчитесь по шоссе, а спустя мгновение вынуждены резко тормозить и быстро перестраиваться в другой ряд – привыкнув к “ленивому” рулю, вы можете легко отправить автомобиль в кювет, ведь после торможения баранка стала уже гораздо острее.

Поэтому от перехвата рук во время парковки подобные системы не избавляют, хотя и позволяют обходиться без него в большинстве случаев. А единственный момент, когда проявляется нелинейность рулевого управления, имеет место при торможения на дуге – по мере снижения скорости электроника доворачивает колеса, и при неизменном положении руля автомобиль начинает уходить внутрь поворота.

Однако одним лишь удобством управления достоинства “активного” руля не исчерпываются – умение автомобиля самостоятельно поворачивать колеса очень пригождается системе стабилизации. Например, зафиксировав снос передней оси, электроника даст команду не только подтормозить внутреннее заднее колесо, но и на мгновение уменьшить угол поворота передних колес, чтобы те смогли вновь зацепиться за асфальт. Если же автомобиль начинае соскальзывать задней осью, то она скорректирует увод, немного вывернув колеса в сторону заноса. Вкупе с высоким быстродействием и мягкостью работы, это позволяет системе стабилизации дольше сохранять устойчивость и стремительно гасить начавшиеся скольжения, оставаясь при этом незаметной для водителя.

Приверженцы чистой механики, как среди покупателей, так автопроизводителей, настороженно восприняли появление систем изменения передаточного отношения руля.

Их можно понять, ведь после электронной педали газа, автоматических трансмиссий и тормозных систем, подконтрольных АБС, рулевое управление единственное до сих пор оставалось беспрекословно подчиненным водителю механизмом управления, прямым каналом связи между автомобилем и человеком. Но прогресс не остановить, и активное рулевое управление – неизбежный шаг эволюции автомобиля на пути к беспилотному средству передвижения. Хотим мы этого или нет.

Практическое занятие № 10

Тема: Особенности конструкций рулевого управления

Цель занятия: Практическое ознакомление с особенностью конструкции рулевого управления с подруливающей задней осью

Обеспечение занятия: плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование.

В привычном понимании направление движения автомобиля изменяется при повороте рулевого колеса, которое передаёт усилие на передние колёса через несложный механизм, тем самым поворачивая их либо влево, либо вправо. Ну и задние колёса, конечно же, движутся исключительно параллельно, а как же ещё? Не выполняют же они никаких поворотов? Да, по большей части это правда, так как это относится к подавляющему числу автомобилей. Но на некоторые современные автомобили устанавливаются специальные устройства, которые приводят в действие механизм своеобразного подруливания задних колёс. Так зачем же изобрели такое нововведение и по какому принципу оно работает? Об этом и многом другом мы расскажем вам далее в данном материале. Подруливающая подвеска – история создания Нет предела совершенству, и поэтому на сегодняшний день приоритетным фактором в создании новых автомобильных систем является улучшенная управляемость. Хотя современные существующие системы управления автомобилем достаточно хорошо выполняют свои функции, неутомимые разработчики всё соревнуются в погоне за созданием дополнительных устройств, положительно влияющих на рулевое управление. К ныне имеющимся и всем знакомым относятся антипробуксовочные системы и системы адаптивного круиз-контроля. Но ещё до всецелого внедрения всякого рода гаджетов и микропроцессоров в системы управления транспортного средства, существовали и другие разработки, технически не такие сложные, но полезные в плане улучшения управляемости. К таковым и относится система подруливания задних колёс. Примеры наземных передвижных агрегатов с установленной системой подруливания задней оси можно было встретить ещё сотню лет тому назад. Данный принцип давно и успешно применяется в погрузчиках, которые работают в тесных складских помещениях, в цехах заводов и других местах. Такая система применялась ещё в конце тридцатых годов на сельхозтехнике и внедорожниках, например, в довоенном «проходимце» Mercedes Kübelwagen G5. Типы подруливающей подвески на современных автомобилях В первых системах подруливания задних колёс угол их поворота был внушительным и составлял около 15 градусов. Когда скорость выпускаемых транспортных средств начала существенно возрастать, такие большие углы пришлось урезать. В современных автомобилях угол подруливания достигает максимум 8 градусов. Задняя подруливающая подвеска подразделяется на два вида: активную и пассивную. лее.

У автомобиля, оборудованного системой активного подруливания задних колёс, поворачиваются сразу все четыре колеса с движением руля водителем. В современных машинах передача усилия через рулевое колесо осуществляется не посредством механики – рычажной системой, а через команду ЭБУ и втягивающие реле, которые ещё носят название актуаторов. Они двигают задние рулевые тяги, похожие на те, что используются в основной системе рулевого управления. Активная подвеска функционирует в двух режимах подруливания. Например, при выезде со стоянки или из гаража, в моменты поворачивания передних в одну сторону задние колеса

поворачиваются в противоположную. Благодаря этому уменьшается радиус поворота на 20-25%. На высоких скоростях рабочая схема изменяется. При повороте передних колёс задние подруливают, но с более меньшим углом. За тем, на какой угол поворачивать задние колёса, производит контроль электронный блок управления, руководствующийся показаниями датчика углового ускорения, а также датчика скорости и других. На основании показаний формируется оптимальный алгоритм прохождения поворота. Наиболее известные системы подруливания задней подвески у японских производителей. Например, компания Honda ввела опцию подруливания заднего моста ещё в 1987 году на спортивном купе модели Prelude. Годом позже фирма Mazda применила такую опцию на своих моделях 626 и MX6. Также с этой системой экспериментировали и американцы в General Motors, она носила название Quadrasteer. Она опционально ставилась на внедорожники Suburban и Yukon и на пикап Silverado. У компании Nissan система подруливания называлась HICAS. На начале производства она приводилась в действие гидравлическим механизмом и была объединена с рулевым гидроусилителем. Её ставили на модели Nissan и Infiniti с задним приводом. Но в середине девяностых годов от такой системы отказались, так как она была сложной и не отличалась высокой надёжностью, и перешли на актуаторы. В 2008 году концерн Renault-Nissan представил Renault Laguna с новой системой подруливания задней подвески Active Drive. Европейцы также не оставались осторонь. Например, компания BMW внедрила систему подруливания под названием Integral Active Steering на автомобили 7 series и 6 series Gran coupe. Многие современные автомобили оборудуются упрощённой системой подруливания задних колёс. В заднюю подвеску встраиваются элементы, обладающие определёнными физическими свойствами, противодействующими инерции прямолинейного движения. Такой тип подруливания называется пассивным. В таких автомобилях задняя подвеска проектируется по особой геометрии с применением подвижной тяги Уатта. Система строится таким образом, что при наборе достаточной скорости и вхождении в поворот, задние колёса подруливают в ту же сторону, что и передние, за счёт перераспределения сил в подвеске. Кроме необычной геометрии, усиление эффекта происходит и за счёт установки сайлентблоков определённой упругости и формы. Такая конструкция положительно влияет на стабилизацию автомобиля при прохождении виражей. Такой системой оснащался Ford Focus в первом поколении. На самом деле данный принцип не является неким новаторским технологическим решением, так как за последние пару десятилетий инженерами учитывались подруливающие свойства. Но некоторые производители, такие как Ford, уделили особое внимание данным свойствам и выделили конструкцию в одну особую систему. Преимущества и недостатки И в завершение оговорим основные плюсы и минусы подруливающей задней подвески. К положительным сторонам относится увеличение манёвренности благодаря меньшему поворотному радиусу и улучшение управляемости автомобиля. Наиболее серьёзным минусом считается более сложная конструкция системы задней подвески, что влияет на стоимость автомобиля и увеличивает затраты на ремонт.

В привычном понимании направление движения автомобиля изменяется при повороте рулевого колеса, которое передаёт усилие на передние колёса через несложный механизм, тем самым поворачивая их либо влево, либо вправо. Ну и задние колёса, конечно же, движутся исключительно параллельно, а как же ещё? Не выполняют же они никаких поворотов? Да, по большей части это правда, так как это относится к

подавляющему числу автомобилей. Но на некоторые современные автомобили устанавливаются специальные устройства, которые приводят в действие механизм своеобразного подруливания задних колёс. Так зачем же изобрели такое нововведение и по какому принципу оно работает? Об этом и многом другом мы расскажем вам далее в данном материале. Подруливающая подвеска – история создания Нет предела совершенству, и поэтому на сегодняшний день приоритетным фактором в создании новых автомобильных систем является улучшенная управляемость. Хотя современные существующие системы управления автомобилем достаточно хорошо выполняют свои функции, неутомимые разработчики всё соревнуются в погоне за созданием дополнительных устройств, положительно влияющих на рулевое управление. К ныне имеющимся и всем знакомым относятся антипробуксовочные системы и системы адаптивного круиз-контроля. Но ещё до всецелого внедрения всякого рода гаджетов и микропроцессоров в системы управления транспортного средства, существовали и другие разработки, технически не такие сложные, но полезные в плане улучшения управляемости. К таковым и относится система подруливания задних колёс. Примеры наземных передвижных агрегатов с установленной системой подруливания задней оси можно было встретить ещё сотню лет тому назад. Данный принцип давно и успешно применяется в погрузчиках, которые работают в тесных складских помещениях, в цехах заводов и других местах. Такая система применялась ещё в конце тридцатых годов на сельхозтехнике и внедорожниках, например, в довоенном «проходимце» Mercedes Kübelwagen G5. Типы подруливающей подвески на современных автомобилях В первых системах подруливания задних колёс угол их поворота был внушительным и составлял около 15 градусов. Когда скорость выпускаемых транспортных средств начала существенно возрастать, такие большие углы пришлось урезать. В современных автомобилях угол подруливания достигает максимум 8 градусов. Задняя подруливающая подвеска подразделяется на два вида: активную и пассивную. Об этом подробнее далее.

Активная Яндекс.Директ Легендарные джинсы Wrangler от 3990 Классические прямые джинсы Wrangler. Большой выбор моделей. Бесплатная доставка. Мужские джинсы Женские джинсы Джинсовые куртки Джинсовые рубашки planetjeans.ru Адрес и телефон Ремкомплекты для рулевых реек! Все марки авто! В наличии более 6000 позиций. Доставка по всей РФ. Жмите! Рулевые рейки Доставка и оплата Гарантия 7 месяцев Контакты релюкс.рф Адрес и телефон У автомобиля, оборудованного системой активного подруливания задних колёс, поворачиваются сразу все четыре колеса с движением руля водителем. В современных машинах передача усилия через рулевое колесо осуществляется не посредством механики – рычажной системой, а через команду ЭБУ и втягивающие реле, которые ещё носят название актуаторов. Они двигают задние рулевые тяги, похожие на те, что используются в основной системе рулевого управления. Активная подвеска функционирует в двух режимах подруливания. Например, при выезде со стоянки или из гаража, в моменты поворачивания передних в одну сторону задние колеса поворачиваются в противоположную. Благодаря этому уменьшается радиус поворота на 20-25%. На высоких скоростях рабочая схема изменяется. При повороте передних колёс задние подруливают, но с более меньшим углом. За тем, на какой угол поворачивать задние колёса, производит контроль электронный блок управления, руководствующийся показаниями датчика углового ускорения, а также датчика скорости и других. На основании показаний формируется оптимальный алгоритм прохождения поворота. Наиболее известные системы подруливания задней подвески у японских производителей. Например, компания Honda ввела опцию подруливания заднего моста

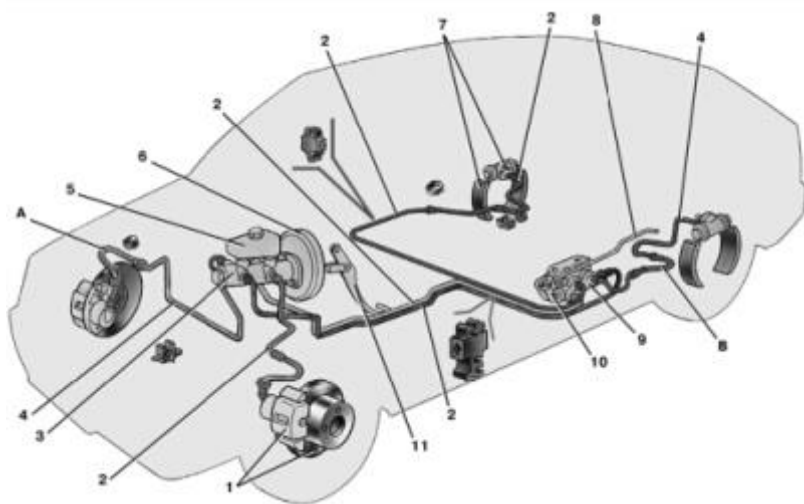
ещё в 1987 году на спортивном купе модели Prelude. Годом позже фирма Mazda применила такую опцию на своих моделях 626 и MX6. Также с этой системой экспериментировали и американцы в General Motors, она носила название Quadrasteer. Она опционально ставилась на внедорожники Suburban и Yukon и на пикап Silverado. У компании Nissan система подруливания называлась HICAS. На начале производства она приводилась в действие гидравлическим механизмом и была объединена с рулевым гидроусилителем. Её ставили на модели Nissan и Infiniti с задним приводом. Но в середине девяностых годов от такой системы отказались, так как она была сложной и не отличалась высокой надёжностью, и перешли на актуаторы. В 2008 году концерн Renault-Nissan представил Renault Laguna с новой системой подруливания задней подвески Active Drive. Европейцы также не оставались осторонь. Например, компания BMW внедрила систему подруливания под названием Integral Active Steering на автомобили 7 series и 6 series Gran coupe. Пассивная Многие современные автомобили оборудуются упрощённой системой подруливания задних колёс. В заднюю подвеску встраиваются элементы, обладающие определёнными физическими свойствами, противодействующими инерции прямолинейного движения. Такой тип подруливания называется пассивным. В таких автомобилях задняя подвеска проектируется по особой геометрии с применением подвижной тяги Уатта. Система строится таким образом, что при наборе достаточной скорости и вхождении в поворот, задние колёса подруливают в ту же сторону, что и передние, за счёт перераспределения сил в подвеске. Кроме необычной геометрии, усиление эффекта происходит и за счёт установки сайлентблоков определённой упругости и формы. Такая конструкция положительно влияет на стабилизацию автомобиля при прохождении виражей. Такой системой оснащался Ford Focus в первом поколении. На самом деле данный принцип не является неким новаторским технологическим решением, так как за последние пару десятилетий инженерами учитывались подруливающие свойства. Но некоторые производители, такие как Ford, уделили особое внимание данным свойствам и выделили конструкцию в одну особую систему. Преимущества и недостатки И в завершение оговорим основные плюсы и минусы подруливающей задней подвески. К положительным сторонам относится увеличение манёвренности благодаря меньшему поворотному радиусу и улучшение управляемости автомобиля. Наиболее серьёзным минусом считается более сложная конструкция системы задней подвески, что влияет на стоимость автомобиля и увеличивает затраты на ремонт.

Практическое занятие № 11

Тема: Особенности конструкции тормозных систем

Цель занятия: практическое ознакомление с особенностью конструкции тормозной системы ЕВД и BAS

Обеспечение занятия: плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование



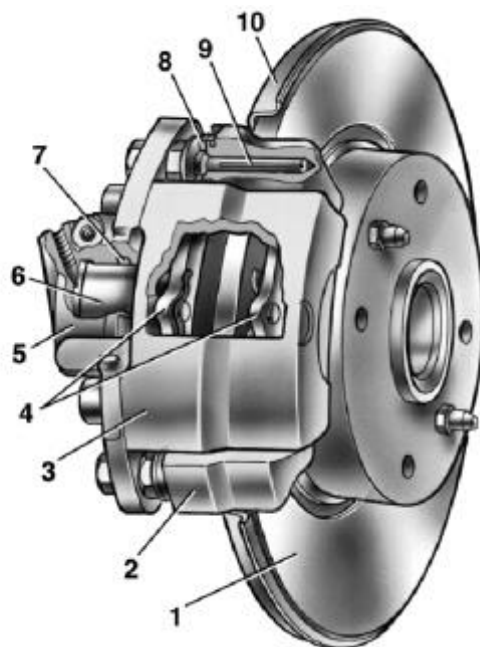
8.1. Схема гидропривода тормозов:

А – гибкий шланг переднего тормоза; В – гибкий шланг заднего тормоза; 1 – тормозной механизм переднего колеса; 2 – трубопровод контура левый передний–правый задний тормоза; 3 – главный цилиндр гидропривода тормозов; 4 – трубопровод контура правый передний–левый задний тормоза; 5 – бачок главного цилиндра; 6 – вакуумный усилитель; 7 – тормозной механизм заднего колеса; 8 – упругий рычаг привода регулятора давления; 9 – регулятор давления; 10 – рычаг привода регулятора давления; 11 – педаль тормоза

На автомобиле применена рабочая тормозная система с диагональным разделением контуров (рис. 8.1), что значительно повышает безопасность вождения автомобиля. Один контур гидропривода обеспечивает работу правого переднего и левого заднего тормозных механизмов, другой — левого переднего и правого заднего. При отказе одного из контуров рабочей тормозной системы используется второй контур, обеспечивающий остановку автомобиля с достаточной эффективностью.

В гидравлический привод включены вакуумный усилитель 6 и двухконтурный регулятор 9 давления в задних тормозах.

Стояночная тормозная система имеет привод на тормозные механизмы задних колес.



8.6. Тормозной механизм переднего колеса:

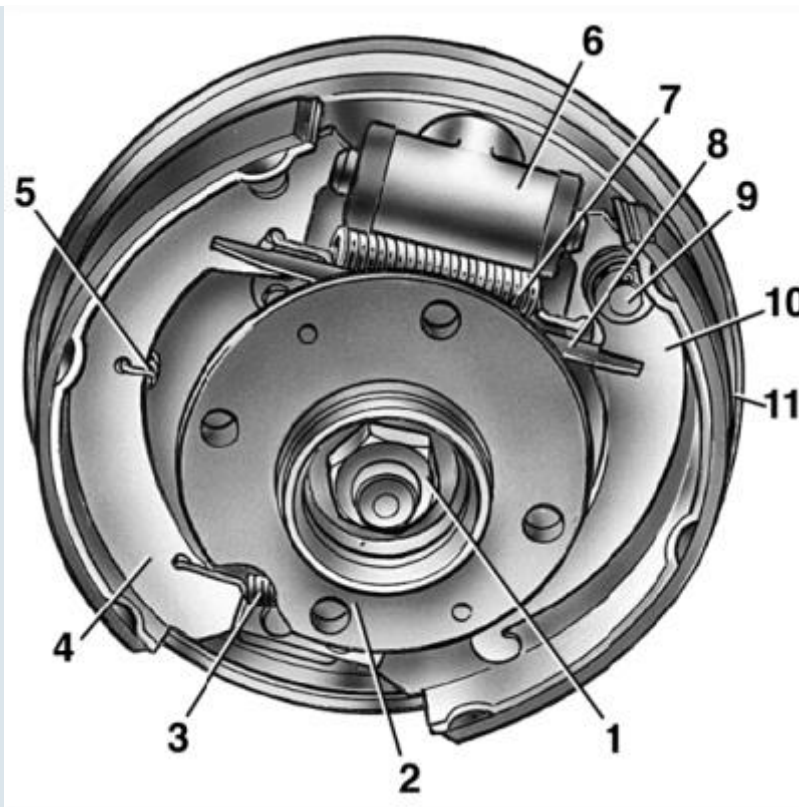
1 – тормозной диск; 2 – направляющая колодок; 3 – суппорт; 4 – тормозные колодки; 5 – рабочий цилиндр; 6 – поршень; 7 – уплотнительное кольцо; 8 – защитный чехол направляющего пальца; 9 – направляющий палец; 10 – защитный кожух

Тормозной механизм переднего колеса дисковый, с автоматической регулировкой зазора между колодками и диском, с плавающей скобой.

Скоба образована суппортом 3 (рис. 8.6) и рабочим цилиндром 5, стянутыми болтами.

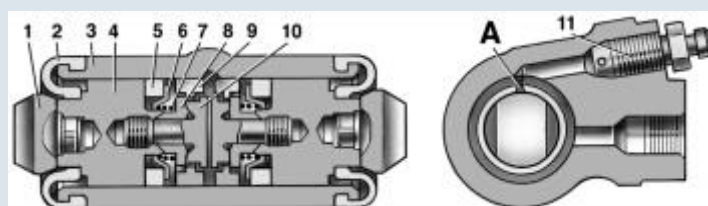
Подвижная скоба прикреплена болтами к пальцам 9, установленным в отверстиях направляющей колодок. В эти отверстия заложена смазка, между пальцами и направляющей колодок установлены резиновые чехлы 8. К пазам направляющей поджаты пружинами тормозные колодки 4.

В полости цилиндра 5 установлен поршень 6 с уплотнительным кольцом 7. За счет упругости этого кольца поддерживается оптимальный зазор между тормозными колодками и диском. В вариантном исполнении на автомобилях могут быть установлены колодки с сигнализатором износа накладки колодки.



8.7. Тормозной механизм заднего колеса:

1 – гайка крепления ступицы; 2 – ступица колеса; 3 – нижняя стяжная пружина колодок; 4 – тормозная колодка; 5 – направляющая пружина; 6 – рабочий цилиндр; 7 – верхняя стяжная пружина; 8 – разжимная планка; 9 – палец рычага привода стояночного тормоза; 10 – рычаг привода стояночного тормоза; 11 – щит тормозного механизма



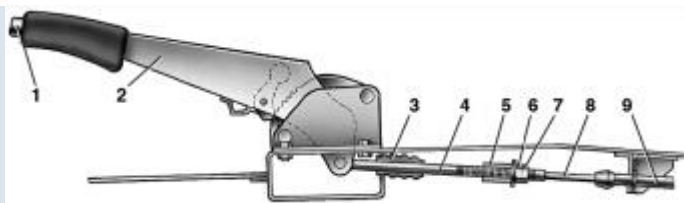
8.8. Рабочий цилиндр тормозного механизма заднего колеса:

А – прорезь на упорном кольце; 1 – упор колодки; 2 – защитный колпачок; 3 – корпус цилиндра; 4 – поршень; 5 – уплотнитель; 6 – опорная тарелка; 7 – пружина; 8 – сухари; 9 – упорное кольцо; 10 – упорный винт; 11 – штуцер

Тормозной механизм заднего колеса (рис. 8.7) барабанный, с автоматическим регулированием зазора между колодками и барабаном. Устройство автоматического регулирования зазора расположено в рабочем цилиндре. Его основным элементом является разрезное упорное кольцо 9 (рис. 8.8), установленное на поршне 4 между буртиком упорного винта 10 и двумя сухарями 8 с зазором 1,25–1,65 мм.

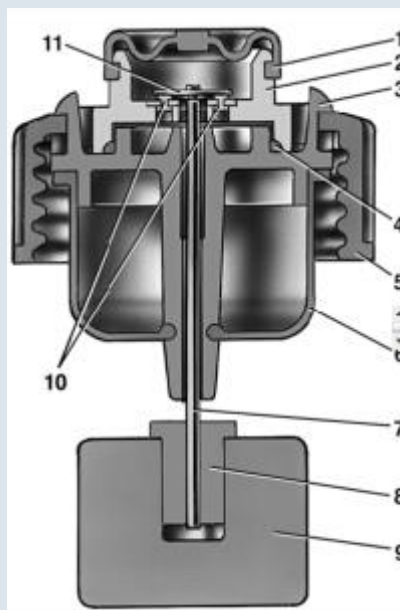
Упорные кольца 9 вставлены в цилиндр с натягом, обеспечивающим усилие сдвига кольца по зеркалу цилиндра не менее 343 Н (35 кгс), что превышает усилие на поршне от стяжных пружин 3 и 7 (см. рис. 8.7) тормозных колодок.

Когда из-за износа накладок зазор 1,25–1,65 мм будет полностью выбран, буртик на упорном винте 10 (см. рис. 8.8) прижимается к буртику кольца 9, вследствие чего упорное кольцо сдвигается вслед за поршнем на величину износа. С прекращением торможения поршни усилием стяжных пружин сдвигаются до упора сухарей в буртик упорного кольца. Так автоматически поддерживается оптимальный зазор между колодками и барабаном.



8.9. Привод стояночной тормозной системы: 1 – кнопка фиксации рычага; 2 – рычаг привода стояночного тормоза; 3 – защитный чехол; 4 – тяга; 5 – уравниватель троса; 6 – регулировочная гайка; 7 – контргайка; 8 – трос; 9 – оболочка троса

Стояночная тормозная система с механическим приводом, действует на тормозные механизмы задних колес. Привод стояночного тормоза состоит из рычага 2 (рис. 8.9), регулировочной тяги 4, уравнивателя 5, троса 8, рычага 10 (см. рис. 8.7) ручного привода колодок и разжимной планки 8.



8.10. Датчик аварийного уровня тормозной жидкости:

1 – защитный колпачок; 2 – корпус датчика; 3 – основание датчика; 4 – уплотнительное кольцо; 5 – зажимное кольцо; 6 – отражатель; 7 – толкатель; 8 – втулка; 9 – поплавков; 10 – неподвижные контакты; 11 – подвижный контакт

Датчик аварийного уровня тормозной жидкости механического типа.

Корпус 2 (рис. 8.10) датчика с уплотнителем 4 поджат к основанию 3 зажимным кольцом 5, навинченным на горловину бачка. Одновременно к торцу горловины поджат фланец отражателя 6. В этом положении зажимное кольцо удерживается двумя фиксаторами, изготовленными на основании 3.

Через отверстие основания проходит толкатель 7, соединенный с поплавком 9 с помощью втулки 8. На толкателе расположен подвижный контакт 11, на корпусе датчика — неподвижные контакты 10. Полость контактов загерметизирована защитным колпачком 1.

При понижении уровня тормозной жидкости в бачке до предельно допустимого подвижный контакт опускается на неподвижные контакты и замыкает цепь сигнальной лампы аварийного состояния тормозной системы в комбинации приборов

Кроме ABS, TSC, ESP, существует также электронная программа, получившая название **EBD** - электронное распределение тормозных сил. Эта система обычно

выступает в роли "довеска" к ABS, TSC и ESP, оптимизируя прежде всего тормозные силы на задних колесах.

Когда EBD оказывается востребованной? В обычных условиях основная нагрузка ложится на тормоза передних колес, которые имеют лучший контакт с дорогой, потому что при торможении автомобиль как бы "клюет" носом, перераспределяя вес на переднюю часть. Но представим, что надо затормозить, когда машина едет в гору - основная нагрузка теперь приходится на задние колеса. Система EBD предназначена для таких случаев.



Появилась система, призванная улучшить работу тормозов, - Brake Assist System (BAS). BAS включается по команде датчика, регистрировавшего чересчур быстрое перемещение педали тормоза, свидетельствующее о начале экстренного торможения, и обеспечивает создание в тормозах максимально возможного давления жидкости. В автомобилях с ABS давление жидкости ограничивается, чтобы не допустить блокировку колес.

Поэтому BAS предназначен для создания максимального давления в системе торможения только в начальный момент экстренной остановки автомобиля. Но даже этого достаточно, чтобы на 15% уменьшить тормозной путь при торможении со скорости 100 км/ч. Такое сокращение тормозного пути может оказаться решающим: система BAS способна спасти чью-то жизнь.



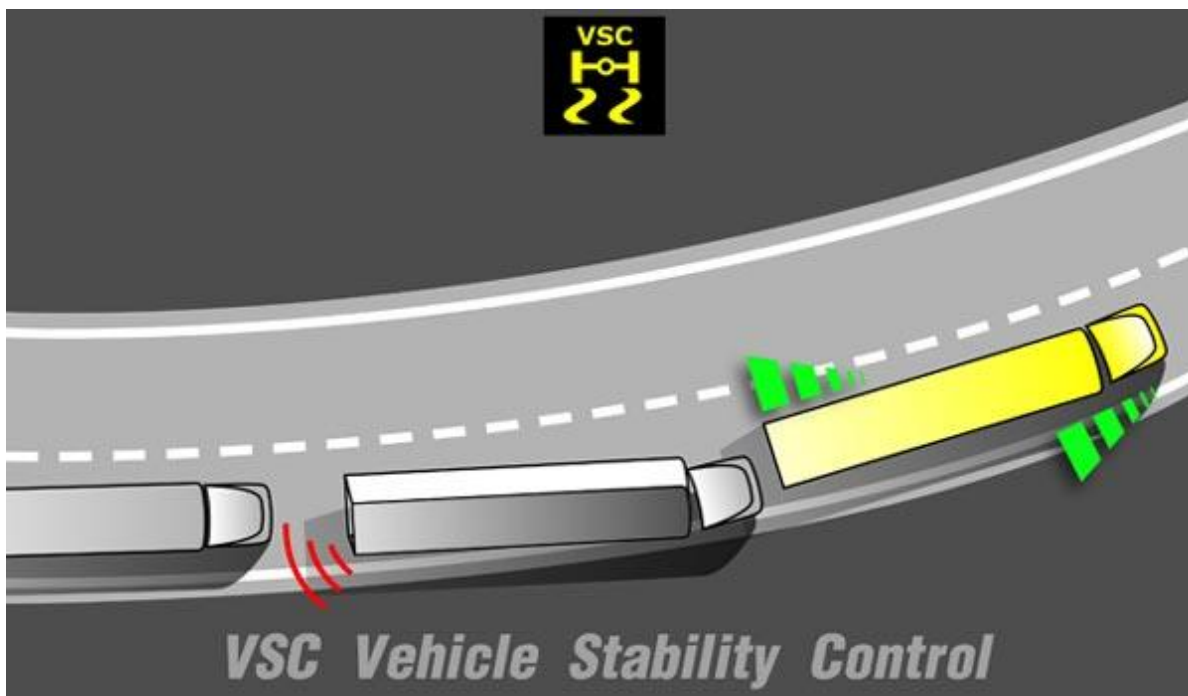
Потенциал автоторможения огромен. Даже простейшие системы спасают жизни: если скорость перед ударом снизить на 5%, вероятность летального исхода уменьшается на 25%. А согласно реальной статистике аварийности в шести европейских странах, системы автоторможения на 40% уменьшают риск получить травму В ДТП.

В отличие от BAS и вопреки распространенному заблуждению, ABS и ESP не уменьшают тормозной путь, а, напротив, нередко его увеличивают. В конечном итоге сцепление с дорогой определяется рисунком протектора, шириной профиля и характеристиками шин, а ABS и ESP не позволяют протектору проявить "характер". Правда, на асфальте увеличение тормозного пути оказывается незначительным (или не проявляется), однако на рыхлом снегу, гравии, сыпучем грунте проигрыш в длине тормозного пути может достигать 20%.

Впрочем, на скользком ледяном покрытии поддержка ABS, наоборот, обеспечивает уменьшение пути до полной остановки на 15% по сравнению с автомобилем без ABS, колеса которого были заторможены "в юз". Однако главное в том, что ABS в критической ситуации сохраняет возможность управлять автомобилем, а ESP еще и помогает вернуть машину на безопасную траекторию движения.

Еще одна новинка в тормозной технике - система VSC. Она сочетает достоинства и возможности ABS, системы контроля тяги и системы контроля над боковым уводом автомобиля. Она также компенсирует некоторые недостатки, присущие каждой из систем, что обеспечивает уверенное движение даже на извилистых скользких дорогах.

Датчики VSC отслеживают режимы работы двигателя и трансмиссии, скорость вращения каждого из колес, давление в тормозной системе, угол поворота руля, поперечное ускорение и отклонение от курса, а полученные данные передают блоку электронного управления. Микрокомпьютер VSC, обработав информацию от датчиков, и оценив обстановку, принимает единственно правильное для конкретной ситуации решение и отдает команду исполнительным механизмам. В ситуациях, которые могли бы стать аварийными из-за излишней уверенности либо вследствие недостаточного опыта водителя, система VSC корректирует его действия, исправит ошибку и не позволит автомобилю выйти из под контроля.



Предположим, автомобиль входит в вираж на слишком большой скорости, а водитель, осознав, что ошибся с ее выбором делает другую ошибку - резко тормозит или чрезмерно выворачивает руль в сторону поворота. Получив информацию от датчиков, система VSC мгновенно регистрирует, что автомобиль оказался в критическом положении, и не допуская блокировки колес до юза, перераспределяет тормозные усилия на колесах, чтобы противодействовать развороту автомобиля вокруг вертикальной оси.

Почему владельцы машин высшего класса должны иметь важные составляющие безопасности? Они должны устанавливаться на все автомобили, чтобы обезопасить водителя и пассажиров. В недалеком будущем VSC станет рядовой, как и ABS.

Практическое занятие № 12

Тема: Особенности конструкции тормозных систем

Цель занятия: Практическое ознакомление с особенностью конструкции стояночной тормозной системы с электронным управлением

Обеспечение занятия: плакаты, картограммы, таблицы, действующее технологическое оборудование

Электромеханический стояночный тормоз (Electromechanical Parking Brake, EPB) является современной конструкцией стояночной тормозной системы, в которой используется электромеханический привод тормозных механизмов.

Электромеханический стояночный тормоз выполняет следующие **функции**:

- удержание автомобиля на месте при стоянке;
- аварийное торможение при движении автомобиля;
- удержание автомобиля при трогании на подъеме.

4.2 Устройство электромеханического стояночного тормоза

Система ЕРВ (рисунок 2) устанавливается на задние колеса автомобиля. Электромеханический стояночный тормоз имеет следующее общее устройство:

- тормозной механизм;
- тормозной привод;
- электронная система управления.



Рисунок 1 – Общий вид системы **ЕРВ**

В системе используются штатные **тормозные механизмы**, конструктивные изменения внесены в рабочие цилиндры.

Тормозной привод устанавливается на суппорте тормозного механизма. Тормозной привод преобразует электрическую энергию бортовой сети в поступательное движение тормозных колодок. Для выполнения возложенных функций привод включает следующие конструктивные элементы:

- электродвигатель;
- ременная передача;
- планетарный редуктор;
- винтовой привод.

Все элементы находятся в одном корпусе. Вращательное движение электродвигателя через ременную передачу передается на планетарный редуктор. Применение планетарного редуктора обусловлено снижением уровня шума, массы привода, а также существенной экономией пространства. Редуктор осуществляет перемещение

винтового привода, который в свою очередь обеспечивает поступательное движение поршня тормозного механизма.

Электронная система управления стояночным тормозом объединяет:

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

К **входным датчикам** относятся кнопка включения тормоза, датчик уклона, датчик педали сцепления. **Кнопка включения** располагается на центральной консоли автомобиля. Датчик уклона интегрирован в блок управления. Датчик педали сцепления расположен на приводе сцепления и фиксирует два параметра – положение и скорость отпускания педали сцепления.

Основная литература:

1. Шестополов С.К. Устройство легковых автомобилей .В двух частях. Ч.2. Трансмиссия, ходовая часть, рулевое управление, тормозные системы, кузов : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / С.К. Шестополов. - 2-е изд. стер.-М. : Издательский центр < Академия >. 2014. – 400 с.
2. Шестополов С.К. Устройство легковых автомобилей . В двух частях. Ч. 1. Классификация и общее устройство автомобилей , двигатель, электрооборудование : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / С.К.Шестополов. – 3-е изд. стер. – М. : Издательский центр <Академия >. 2014. - 304 с.
3. Митронин В.П. Контрольные материалы по предмету < Устройство автомобиля > : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В.П. Митронин, А.А. Агабаев . – 4-е изд., стер., - М. : Издательский центр < Академия >, 2014. -80-с.
4. Финогенова Т.Г. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт автомобиля : Каонтрольные материалы : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Т.Г. Финогенова, В.П. Митронин. – 4-е изд., стер. – М. : Издательский центр < Академия >, 2014. – 80 с.
5. Виноградов В.М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : Основные и вспомогательные технологические процессы : Лабораторный практикум : учеб. пособие. для студ. учреждений сред. проф. образования / В.М. Виноградов, О.В. Храмцова. -7-е изд., стер. – М.: Издательский центр < Академия > , 2015. – 176 с.
6. Виноградов В.М. Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В.М.Виноградов, И.В. Бухтеева, В.Н. Редин. – 4-е изд., стер. – М. : Издательский центр < Академия >,2014. – 272 с.
7. Петросов В.В. Ремонт автомобилей и деталей : учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования / В.В. Петросов. – 8-е изд., стер. – М. : Издательский центр < Академия >,2014. – 224 с.
8. Иванов И.П. Ремонт автомобилей : учебник / В.П. Иванов, А.С. Савич, В.К. Ярошевич . – Минск : Высшая школа,2014. – 336 с., : ид.

9. Диагностирование автомобилей. Практикум : учеб. пособие / А.Н. Карташевич (и др.) : под ред. А.Н. Карташевича. – Минск : Новое издание : М. : ИНФРА-М, 2013. – 208 с. : ил. – (Высшее образование: Бакалавриат).
10. Производственное обучение по профессии «Автомеханик»: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования/ В.И. Нересян, В.П. Митронин, Д.К. Останин.-3-е изд.,стер.-М: Издательский центр «Академия», 2014.-224 с.

Дополнительная литература:

1. Пузанков А.Г. Автомобили : устройство автотранспортных средств : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А.Г.ПУЗАНКОВ. – 7-е изд., испр. – М. : Издательский центр < Академия >, 2012. – 560 с.
2. Иванов И.П. Ремонт автомобилей : учебник / В.П. Иванов, А.С. Савич, В.К. Ярошевич . – Минск : Высшая школа,2014. – 336 с., : ил.
3. Виноградов В.М. Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В.М.Виноградов, И.В. Бухтеева, В.Н. Редин. – 4-е изд., стер. – М. : Издательский центр < Академия >,2014. – 272 с.

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.automn.ru> - автомобильный сайт, представлены технические руководства по ремонту и сервисному обслуживанию, а также эксплуатации автомобилей - доступ не ограничен, не требует регистрации.
2. <http://www.avtorem.info> - автомобильный сайт, представлены технические руководства по ремонту и сервисному обслуживанию, а также эксплуатации автомобилей – доступ не ограничен, не требует регистрации.