

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**ОШСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им.М.М.АДЫШЕВА**

Кафедра «Транспортная логистика и технология сервиса»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по дисциплине **“Конструкции транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования”** для студентов направления 670200 **«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»**

Ош – 2024 г.

«Рекомендовано»

«Утверждено»

На заседании кафедры «Транспортная
логистика и технология сервиса»
Прот. №4 от 12.04. 2024 г.

МС ОшТУ
Прот. №_ от __.05. 2024 г.

Составители:

к.т.н., доцент Касымалиев Бурканбек Маматкалилович
доцент Кариев Бактыбек Чурокович

УДК _____

Конструкции транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования. Задания и методические указания для студентов направления 670200 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» всех форм обучения / ОшТУ им. М.М.Адышева: составители: Б.М.Касымалиев, Б.Ч.Кариев. Ош: ИЦ ОшТУ, 2024. -64 с.

Методические указания содержат разработки лабораторных работ по дисциплине «Конструкции транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования». Изложены общие сведения о механизмах трансмиссии, подвески, рулевого и тормозного управления, об особенностях их конструкции и работы. Указываются порядок выполнения работ, требования к отчетам и их содержанию. Приведены контрольные вопросы по каждой лабораторной работе.

Предназначены для студентов направления подготовки 670200 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» всех форм обучения

Рецензенты: к.т.н., доцент каф. «ТЛиТС» Жоробеков Б.М.,

декан ИТФ КУМУ к.т.н., доцент Исаев И.Э.

Введение

Автомобильный транспорт является наиболее массовым видом транспорта, особенно эффективным и удобным при перевозке грузов и пассажиров на относительно небольшие расстояния. Несмотря на происходящие экономические преобразования, автомобильный транспорт сохранил ведущее положение в сфере транспортных услуг. Экономичная и эффективная работа автомобильного транспорта обеспечивается рациональным использованием многомиллионного парка подвижного состава – грузовых и легковых автомобилей, автобусов, прицепов и полуприцепов.

За последние пятнадцать лет автомобильная техника изменилась кардинальным образом. Совершенствование и усложнение конструкции автомобилей (электронизация и бортовая диагностика; многоклапанные двигатели; системы впрыска и компьютерное управление рабочими процессами; нейтрализация отработавших газов; автоматические коробки передач; антиблокировочные устройства тормозов; противобуксовочные системы; регулируемые подвески и др.) имеют серьезные основания. Автомобили в результате стали намного более чистыми, безопасными, более удобными и легкими в управлении.

Автомобильная промышленность поставляет на рынок Кыргызской Республики совершенный подвижной состав, конструкция которого имеет высокую надежность. Однако вследствие усложнения конструкций подвижного состава необходимо применение все более сложных технических средств обслуживания автомобилей, в первую очередь диагностических, а также совершенствование технологии и организации работ, повышение квалификации персонала.

Основой профессиональной деятельности бакалавра направления подготовки 670200 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» является реализация технической политики обеспечения работоспособности автомобилей. Высокий уровень работоспособности определяется, во-первых – конструкцией автомобилей, во-вторых – мерами по обеспечению их работоспособности в процессе эксплуатации. Это и определяет значимость дисциплины «Конструкции транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования» в подготовке специалистов для автотранспортного комплекса страны.

Выполнение лабораторных работ с использованием макетов и разрезов агрегатов автотранспортных средств обеспечивает закрепление знаний конструктивных особенностей разрабатываемых и используемых моделей автомобилей.

Лабораторная работа №1

Тема: Общее устройство автомобиля и двигателя

Цель работы: Изучить общее устройство автомобиля, классификацию подвижного состава автомобильного транспорта, принцип действия автомобильного двигателя и его основные характеристики.

Методические указания

Автомобиль (от др.-греч. αὐτο — сам и лат. mobilis — движущийся), автомаш́ина, автотранспортное средство, в совокупности автотехника, автотранспорт — моторное безрельсовое дорожное транспортное средство минимум с 4 колёсами. По назначению автомобили делятся на **грузовые, пассажирские и специальные.**

К грузовому подвижному составу относятся **грузовые автомобили, автомобили-тягачи, прицепы и полуприцепы.** Автомобили грузового подвижного состава в зависимости от устройства кузова и других конструктивных особенностей, определяющих область их применения, подразделяются на подвижной состав **общего назначения и специализированный.**

Автомобили **общего назначения** имеют неопрокидывающийся кузов и применяются для перевозки грузов всех видов, кроме жидких (без тары). Например:

- 1) **самосвалы** предназначены для перевозки сыпучих и вязких грунтов;
- 2) **цистерны** применяются для перевозки газообразных грузов;
- 3) **рефрижераторы** используются при перевозке скоропортящихся грузов;
- 4) **прицепы и полуприцепы** для перевозки крупногабаритных или больших партий грузов.

Специализированные грузовые автомобили имеют кузов, приспособленный для перевозки грузов определенных видов, к таким машинам относятся самосвалы, цистерны.

Автомобили-тягачи представляют собой машины, предназначенные для постоянной работы с прицепами или полуприцепами; автомобиль-тягач в соединении с прицепом называют автопоездом. Кроме этого грузовой подвижной состав делится на дорожный и внедорожный. Дорожный подвижной состав предназначен для работы на дорогах общей сети, внедорожный предназначен для использования вне дорог общей сети.

К **специальному подвижному составу** относятся автомобили, прицепы и полуприцепы, которые предназначены в основном для выполнения работ, не связанных с транспортными перевозками. К специальному транспорту относятся пожарные автомобили, автолавки, автомобили с компрессорными установками, мусороуборочные и поливочные автомобили, автокраны, санитарные машины, машины технической помощи и т. п.

Пассажирские автомобили в зависимости от вместимости, конструкции и назначения делятся на легковые автомобили, автобусы, пассажирские прицепы и полуприцепы. Автобусы, в свою очередь, делятся на городские (внутригородские и пригородные), автобусы местного сообщения (для сельской местности), междугородные и туристические. К пассажирским автомобилям относятся:

- 1) легковые автомобили, предназначенные для перевозки до 6 пассажиров;
- 2) автобусы для массовых перевозок пассажиров.

Для выполнения своего назначения автомобиль должен иметь следующие функциональные элементы: двигатель, кузов и шасси. Двигатель является источником энергии для движения автомобиля, кузов предназначен для размещения пассажиров или грузов, а шасси обеспечивает качение автомобиля по дороге. (На специальные автомобили вместо кузова установлено специальное оборудование.)

В качестве источника энергии на большинстве автомобилей используется двигатель внутреннего сгорания (ДВС).

Двигатель – машина, преобразующая какой-либо вид механической энергии в механическую работу. На большинстве современных автомобилей установлены тепловые поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Теплота, выделяющаяся при сгорании топлива в их цилиндрах, преобразуется в механическую работу.

Классификация двигателей. ДВС классифицируют по следующим признакам:

- по назначению – транспортные и стационарные;
- способу осуществления рабочего цикла – четырех- и двухтактные;
- способу смесеобразования – с внешним смесеобразованием (бензиновые и газовые) и внутренним смесеобразованием (дизели);
- способу воспламенения рабочей смеси – с принудительным воспламенением от рабочей искры (бензиновые, газовые и др.) и воспламенением от сжатия (дизели);
- виду применяемого топлива – работающие на бензине, тяжелом дизельном топливе, сжатом или сжиженном газе, других видах топлива;
- числу цилиндров – одно- и многоцилиндровые (двух-, трех-, четырех-, шестицилиндровые и т.д.);
- расположению цилиндров – однорядные с вертикальным расположением цилиндров или с наклоном оси цилиндров к вертикали на 20...40°; V-образные двухрядные с расположением цилиндром под углом и оппозитные с противоположным горизонтальным расположением цилиндров под углом 180°;
- способу наполнения цилиндров свежим зарядом – без наддува (наполнение осуществляется за счет разрежения, создаваемого в цилиндре

при движении поршня от верхней мертвой точки (ВМТ) к нижней мертвой точке (Н.М.Т.) и с наддувом (наполнение цилиндров происходит под давлением, которое создается компрессором);

- способу охлаждения – с жидкостным и воздушным охлаждением.

Составные части двигателей. Поршневой двигатель внутреннего сгорания состоит из механизмов кривошипно-шатунного и газораспределения и систем охлаждения, смазочной, питания, зажигания, пуска.

Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) воспринимает давление газов и преобразует прямолинейное возвратно- поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала.

Детали КШМ можно разделить на две группы: неподвижные и подвижные. К первым относятся базовые детали – блок цилиндров, головка блока, крышка блока распределительных шестерен и поддон (картер); ко вторым – поршневой комплект в сборе, шатун, коленчатый вал и маховик. Схемы кривошипно-шатунного механизма представлена на рисунке 1.

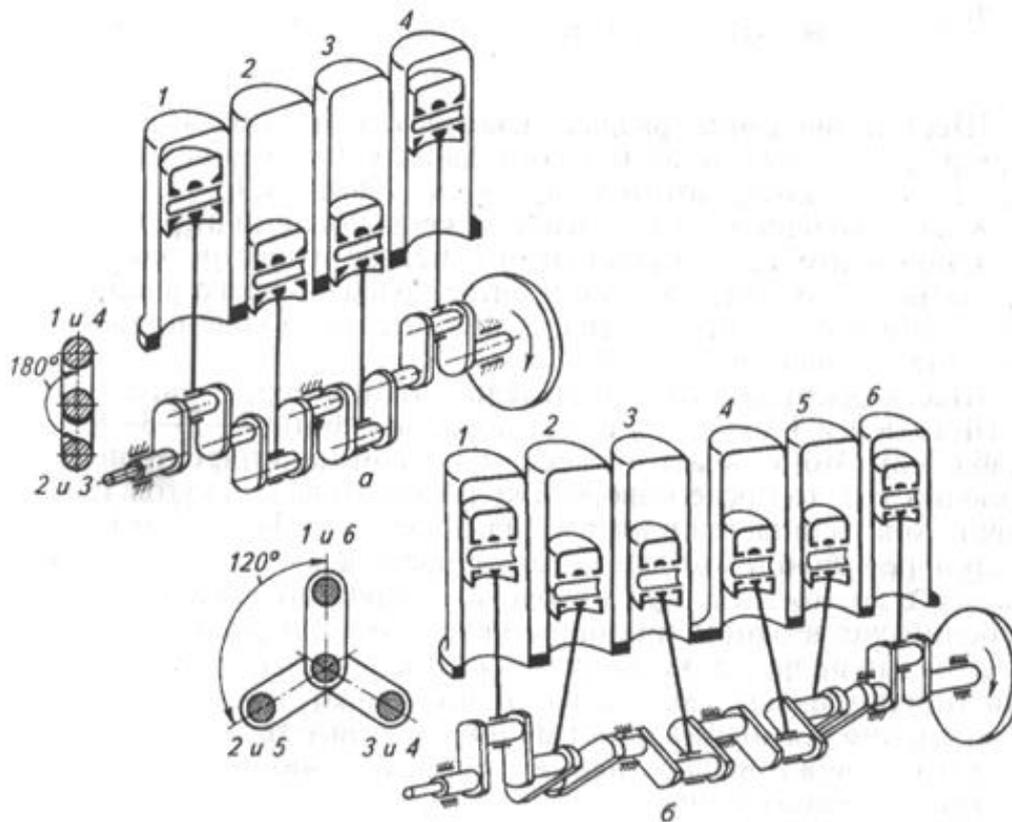


Рисунок 1 - Схемы кривошипно-шатунных механизмов четырехтактных рядных двигателей

а - четырехцилиндрового; б - шестицилиндрового; 1...6 - цилиндры

Механизм газораспределения (ГРМ) предназначен для своевременного открытия и закрытия клапанов, что необходимо для впуска в цилиндр

горючей смеси (карбюраторные и газовые двигатели) или воздуха (дизели) и выпуска отработавших газов.

В четырехтактных автомобильных двигателях обычно устанавливают клапанные механизмы газораспределения, в которых впуск свежего заряда и выпуск отработавших газов происходят с помощью впускных и выпускных клапанов. Они также надежно изолируют камеру сгорания от окружающей среды во время тактов сжатия и рабочего хода.

В зависимости от расположения клапанов различают механизмы газораспределения (рисунок 2) с нижними клапанами, расположенными в блоке цилиндров, и верхними (подвесными) клапанами, размещенными в головке блока. В бензиновых двигателях применяют механизмы обоих типов, а в дизелях – только механизм с верхними клапанами.

Почти все современные двигатели имеют ГРМ с верхним расположением клапанов, т.к. камера сгорания более компактная, лучше наполнение цилиндров свежим зарядом, проще регулировка клапанов и значительно меньше потери теплоты.

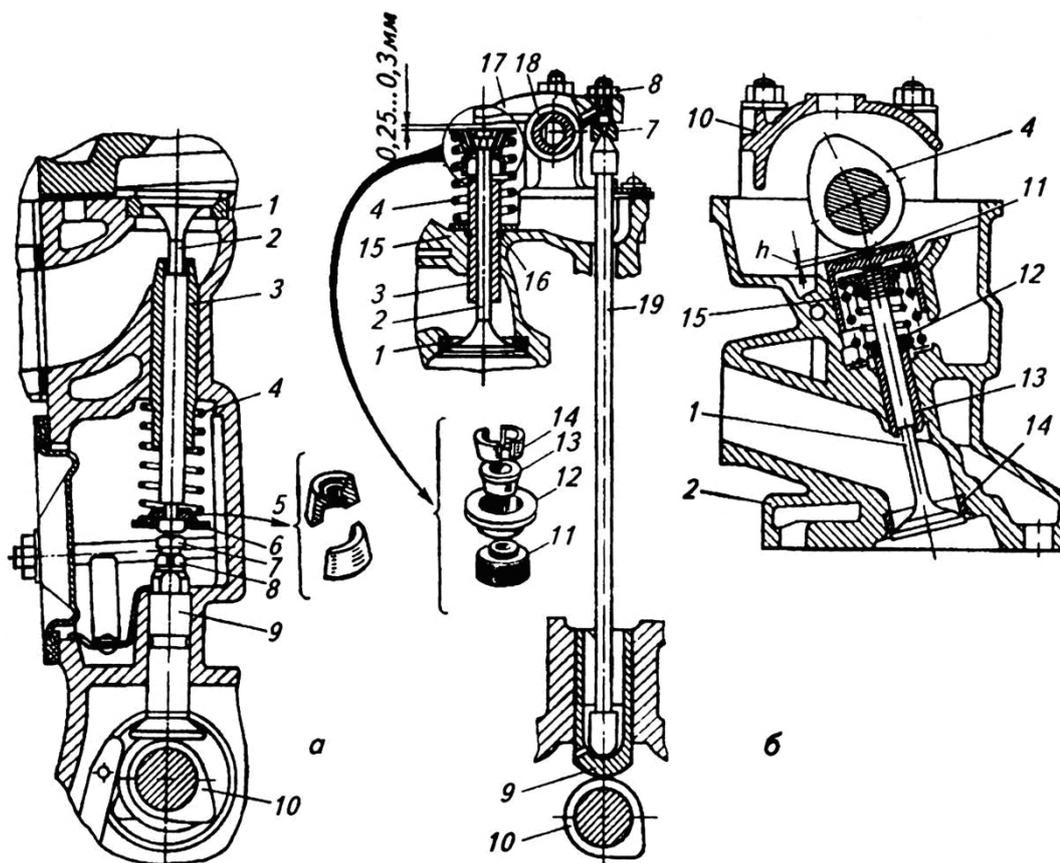


Рисунок 2 - Схемы газораспределительных механизмов с различным расположением клапанов

а - нижним; б - верхним; 1 - седло; 2 - стержень клапана; 3 - направляющая втулка; 4 - пружина; 5, 14 - сухарики; 6, 12 - тарелки; 7 - регулировочный болт; 8 - контргайка; 9 - толкатель; 10 - кулачок; 11, 13 - втулки; 15 - головка цилиндров; 16 - стопорное кольцо; 17 - коромысло; 18 - ось; 19 - штанга.

Основные части ГРМ: привод, передаточные детали и клапанная группа. Привод состоит из механизма привода (блока шестерен) и распределительного вала. Детали передачи: толкатели, штанги, коромысла. Клапанная группа включает в себя клапан, направляющую втулку, пружину, и замок пружины.

Система питания – служит для подачи отдельно топлива и воздуха в цилиндры дизеля или приготовления горючей смеси из мелко распыленного топлива и воздуха, и подачи смеси в цилиндры карбюраторного или газового двигателя.

Система охлаждения обеспечивает нормальный тепловой режим двигателя. Смазочная система служит для подачи смазочного материала к трущимся поверхностям с целью уменьшения трения, снижению износа и отвода теплоты от контактирующих поверхностей.

Система зажигания обеспечивает воспламенение рабочей смеси в карбюраторных и газовых двигателях.

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

Основные понятия и определения. Основные параметры двигателя: диаметр цилиндра, ход поршня и число цилиндров.

При одном обороте коленчатого вала двигателя поршень делает один ход вниз и один вверх. Изменение направления движения поршня в цилиндре происходит в двух крайних точках, называемых мертвыми. Крайнее верхнее положение поршня считают верхней мертвой точкой (В.М.Т.), крайнее нижнее – нижней мертвой точкой (Н.М.Т.).

Расстояние, проходимое поршнем от В.М.Т. до Н.М.Т., называется ходом поршня S , который равен удвоенному радиусу R кривошипа: $S = 2R$. При перемещении поршня от одной мертвой точки до другой коленчатый вал поворачивается на 180° , т.е. совершает половину оборота.

На рисунке 3 представлена схема для определения основных конструктивных параметров двигателя.

Пространство над днищем поршня при нахождении его в В.М.Т. представляет собой камеру сгорания. Ее объем обозначают V_c . Пространство цилиндра между его двумя мертвыми точками называют рабочим объемом и обозначают V_h . Сумма объема камеры сгорания V_c и рабочего объема V_h составляет полный объем цилиндра, обозначаемый V_a .

Рабочий объем цилиндра, см^3 или л,

$$V_h = \pi D^2 S / 4, \text{ где } D - \text{диаметр цилиндра, см или дм.}$$

Сумму всех рабочих объемов цилиндров многоцилиндрового двигателя называют рабочим объемом двигателя или литражом:

$$V_{\text{л}} = \pi D^2 S i / 4,$$

где i – число цилиндров.

Отношение полного объема цилиндра V_a к объему камеры сгорания представляет собой степень сжатия:

$$\varepsilon = V_a / V_c, \text{ или } \varepsilon = (V_c + V_h) / V_c.$$

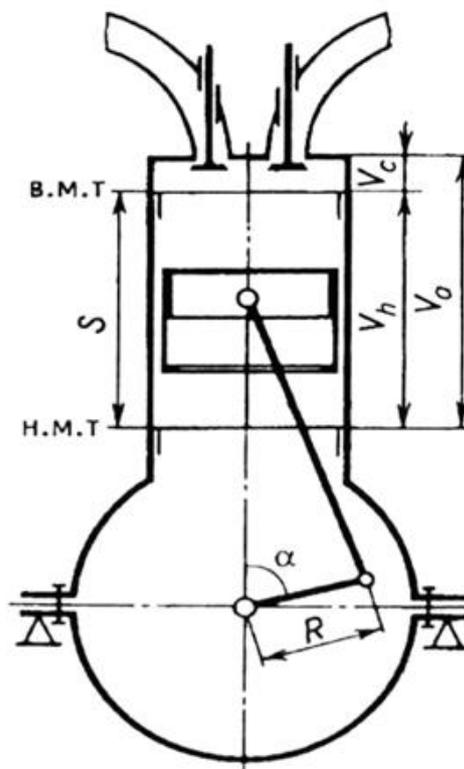


Рисунок 3 - Схема для определения основных конструктивных параметров двигателя

Степень сжатия – величина безразмерная, показывающая во сколько раз уменьшается объем рабочей смеси или воздуха, находящихся в цилиндре, при перемещении поршня от Н.М.Т. к В.М.Т. Чем выше степень сжатия, тем выше температура и давление рабочей смеси в конце сжатия.

С увеличением степени сжатия повышается мощность и топливная экономичность двигателя. Однако повышение степени сжатия карбюраторных двигателей возможно лишь до определенных значений, выше которых возникают преждевременное воспламенение и взрывное сгорание (детонация) рабочей смеси, что снижает работоспособность двигателя.

Различные виды жидких и газообразных топлив имеют разные температуры воспламенения, поэтому вид топлива, на котором работает двигатель, определяет пределы его степени сжатия. Автомобильные двигатели, работающие на бензине, имеют степень сжатия в пределах 6...10, на газе - 7...9, дизели – 15...20.

ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ

1. Набор ключей гаечных
2. Штангенциркуль

3. Штангенглубиномер
4. Шприц медицинский
5. Макеты двигателей внутреннего сгорания автомобилей
6. Пластина из органического стекла
7. Пластичная смазка

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить общие сведения.
2. Получит у преподавателя задание для выполнения лабораторной работы
3. Снять головку блока цилиндров с исследуемого двигателя.
4. Измерить штангенциркулем диаметр цилиндра d .
5. Измерить штангенглубиномером ход поршня S .
6. С помощью пластины из оргстекла и мерного шприца измерить объем камеры сгорания V_k следующим образом:
 - Провернуть распределительный вал таким образом, чтобы оба клапана в исследуемой камере сгорания были закрыты.
 - Смазать поверхность камеры сгорания вокруг тарелок клапанов небольшим количеством смазки.
 - На поверхность головки блока вокруг камеры сгорания нанести тонкий слой смазки.
 - Плотно прижать пластину из оргстекла к поверхности головки блока, полностью накрыв камеру сгорания.
 - Через отверстия в пластине мерным шприцем налить в камеру сгорания воду так, чтобы в ней не осталось воздуха.
 - Количество воды, которое поместилось в камере сгорания, и есть объем камеры сгорания.
7. Рассчитать: радиус кривошипа r_k , рабочий объем цилиндра V_c , рабочий объем двигателя V , степень сжатия ϵ .
8. Результаты измерений занести в таблицу.

Номер цилиндра	Параметры							
	Диаметр цилиндра, мм	Ход поршня, мм	Объем камеры	Радиус кривошипа, мм	Рабочий объем	Полный объем	Степень сжатия	Рабочий объем
1								
2								
3								

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Классификация поршневых ДВС.
2. Принципиальные отличия бензиновых и дизельных ДВС.
3. Основные системы ДВС.
4. Устройство систем охлаждения ДВС.
5. Устройство систем зажигания бензиновых ДВС.
6. Устройство систем смазки ДВС.
7. Устройство систем питания ДВС.
8. Перечислить основные детали цилиндропоршневой группы.
9. Перечислить основные детали газораспределительного механизма.
10. Конструкция блока цилиндров.
11. Конструкция головки блока цилиндров.
12. Конструкция поршня.
13. Конструкция коленчатого вала.
14. Основные конструктивные параметры ДВС.
15. Дать определение понятию «степень сжатия». Расчетная формула.
16. Регулируемые параметры ДВС. Их влияние на работу ДВС.

Лабораторная работа №2

Тема: Кривошипно-шатунный механизм

Цель работы: Изучить устройство кривошипно-шатунного механизма (КШМ) двигателя, особенности конструкции и способы взаимного соединения его деталей.

Методические указания

Кривошипно-шатунным (сокращенное название – КШМ) называется механизм, осуществляющий рабочий процесс двигателя. КШМ воспринимает давление газов, возникающих при сгорании топливно-воздушной смеси в цилиндрах двигателя, и преобразует его в механическую работу по вращению коленчатого вала (Конструкция КШМ показана на рисунке 4).

КШМ состоит из подвижных (рисунок 5) и неподвижных деталей (рисунок 6). Неподвижные детали КШМ – блок цилиндров и головка блока цилиндров (ГБЦ) – являются основой двигателя, к ним крепятся все остальные агрегаты и узлы. Блок цилиндров включает в себя один или несколько цилиндров, закрытых сверху головкой блока. Цилиндры ДВС могут располагаться в один или несколько рядов, а головки блока могут быть

либо общими для всего ряда цилиндров, либо индивидуальными для каждого цилиндра. Внутренняя часть цилиндра, называемая также гильзой, может быть выполнена либо заодно с блоком, либо вставной, запрессованной в блок.

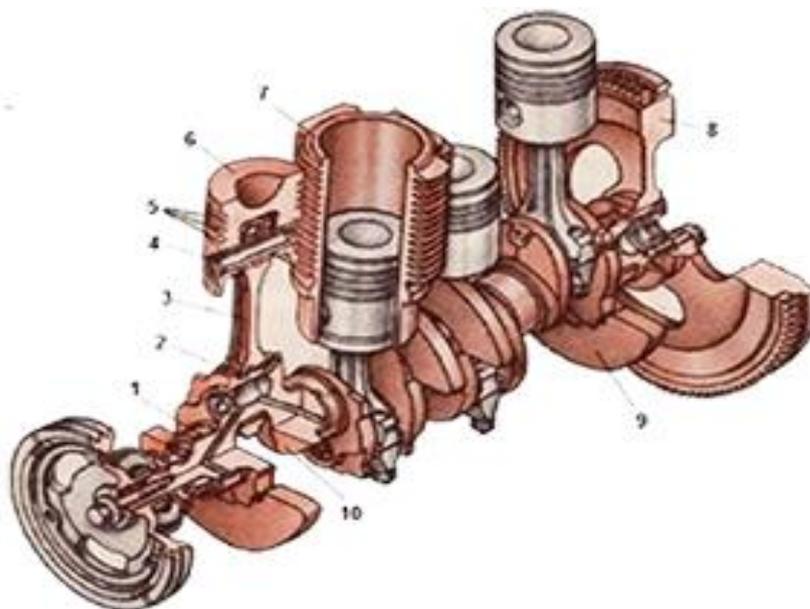


Рисунок 4 – Конструкция КШМ.

1-коренной подшипник на коренной шейке; 2-шатунный подшипник на шатунной шейке; 3-шатун; 4-поршневой палец; 5-поршневые кольца; 6-поршень; 7-цилиндр; 8-маховик; 9-противовес; 10-коленчатый вал.

Подвижная группа

В состав подвижной (рабочей) группы деталей КШМ входят:

<p>Поршень — элемент, совершающий возвратно-поступательные движения в гильзе цилиндра под воздействием силы при сгорании воздушно-топливной смеси (выталкивание) или поворота коленчатого вала (возврат). Уплотнение зазора между поршнем и цилиндром на боковой поверхности элемента предусмотрены компрессионные и маслосъемные поршневые кольца. Кольца герметизируют зазор и минимизируют потерю мощности при сгорании топлива.</p>	
--	--

Шатун — соединительный элемент между поршнем и коленчатым валом. При помощи пальца шатун верхней головкой крепится к поршню. Наличие съемной части на нижней головке позволяет надевать шатун на шейку коленвала. В конструкции предусмотрены подшипники скольжения (шатунные вкладыши) в виде двух изогнутых полукругом пластин. Вкладыши служат для уменьшения трения между головкой шатуна и шейкой коленвала.



Коленчатый вал — центральная часть двигателя. Ось вращения коленвала служит его опорой в блоке цилиндров, одновременно являясь основной частью коленвала. Элементы детали, выступающие за ось вращения, предназначены для присоединения к шатунам. При движении шатуна вниз коленвал дает ему возможность нижней частью описывать окружность с одновременно с движением поршня. Опорные шейки коленвала лежат на подшипниках скольжения (вкладышах), как и шатуны.



Маховик — элемент, закрепленный к фланцу на торцевой стороне коленвала. Предназначен для раскручивания коленвала (и всей цилиндро-поршневой группы) для предотвращения остановки поршней в «мертвой точке», а также для частичного демпфирования неизбежных в любом двигателе рывковых нагрузок благодаря вращению маховика с валом двигателя. Двигатель расходует часть своей мощности на поддержку

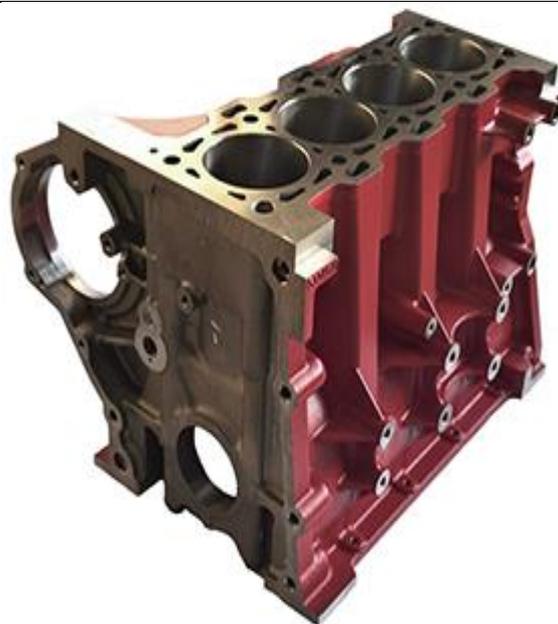


вращения маховика.

Неподвижная группа

В состав неподвижной группы входят элементы внешней части двигателя, в которой расположен кривошипно-шатунный механизм:

Блок цилиндров (БЦ) — базовая деталь ДВС с расположенными внутри цилиндрами, каналами системы охлаждения, посадочными местами распределительного и коленчатого валов. Сегодня производители отдают предпочтение сплавам алюминия для облегчения веса конструкции, хотя может использоваться и чугун. Избежать потери прочности конструкции позволяют ребра жесткости на алюминиевом блоке цилиндров. Такие ребра предусматривают вместо сплошного литья блока цилиндров. На боковых сторонах БЦ располагаются посадочные места для вспомогательных механизмов ДВС.



Головка блока цилиндров (ГБЦ) — элемент, закрывающий блок цилиндров сверху. В головке блока предусмотрены отверстия для клапанов, впускного и выпускного коллекторов, крепления распределительного вала (в зависимости от конструкции одного или больше), крепления для других элементов ДВС. Для герметизации стыка между блоком цилиндров и головкой предусмотрена прокладка (пластина). В ГБЦ предусмотрены отверстия для крепежных болтов. Сверху головки блока устанавливается клапанная крышка. Крышкой закрывают ГБЦ после сборки и установки двигателя, готового к запуску. С помощью прокладки



клапанной крышки (тонкой пластины) герметизируют стык между крышкой и ГБЦ.	
--	--

Головка блока цилиндров герметично закрывает цилиндры сверху. Внутренняя поверхность цилиндра и ГБЦ образуют то пространство, в котором протекают все термодинамические процессы ДВС. Снизу это пространство ограничено подвижным поршнем. Поршень вставлен внутрь гильзы цилиндра и уплотнен в нем с помощью металлических колец, называемых компрессионными. Он состоит из трех частей: днища, головки и юбки. Головка – это верхняя часть поршня, в которой размещены компрессионные и маслосъемные кольца. Верхняя часть головки, непосредственно взаимодействующая с газами, называется днищем. Оно может быть, как плоским, так и фигурным. В некоторых ДВС (как правило, в дизельных) в днище поршня имеется углубление, являющееся частью камеры сгорания. Фигурное днище поршня позволяет создать турбулентность, необходимую для лучшего перемешивания воздуха и топлива. Юбка – это нижняя часть поршня, которая направляет движение поршня в цилиндре. В ней же расположены приливы (утолщения) для размещения поршневого пальца, называемые бобышками.

Поршень ДВС работает в очень тяжелых условиях. С одной стороны, он должен выдерживать высокие давления и температуру, возникающие в цилиндре при работе ДВС. С другой стороны, он испытывает значительные знакопеременные нагрузки от сил инерции, возникающих при изменении направления его движения. (Например, при минимальных оборотах коленвала ДВС, составляющих около $600 \text{ }^{\circ}/\text{мин}$, поршень проходит свой путь от в.м.т. к н.м.т и обратно 10 раз в секунду, а при максимальных оборотах ($6000 \text{ }^{\circ}/\text{мин}$) – 100 раз!) Поэтому поршень ДВС должен быть одновременно и прочным, и легким. Кроме того, поршень должен достаточно плотно располагаться в цилиндре, но не должен заклинивать при нагревании. Для предотвращения заклинивания поршня внутри цилиндра ему (поршню) придают особую форму в продольном и поперечном сечениях, а также выполняют в юбке разрезы и углубления для компенсации неравномерного расширения поршня в различных направлениях.

Помимо поршня к подвижным деталям относятся поршневой палец, шатун, коленчатый вал и маховик. Они преобразуют возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленвала. Коленчатый вал состоит из нескольких колен, по одному на каждый цилиндр. Каждое колено включает в себя две коренные шейки, одну шатунную и

объединяющие их элементы, называемые щеками. Шейки имеют цилиндрическую поверхность, являющуюся частью подшипника скольжения. Коренные шейки всех кривошипов (колен) лежат на одной оси и являются опорами для вращения коленвала. Шатунные шейки вращаются вокруг коренных под действием сил, передаваемых шатунами от поршней соответствующих цилиндров. (Расстояние от оси коренных до оси шатунных шеек называется радиусом кривошипа) Поршневые пальцы связывают верхние головки шатунов с поршнями. Нижние головки шатунов выполнены разрезными и надеты на шатунные шейки коленвала. На заднем конце коленвала закреплен маховик, обладающий определенной инертностью. Во время рабочих ходов в цилиндрах ДВС он накапливает энергию, необходимую для движения поршней во время вспомогательных тактов (впуска, сжатия и выпуска). Наличие маховика увеличивает равномерность вращения коленвала, то есть обеспечивает постоянство его угловой скорости.

Равномерность вращения коленвала не следует путать с уравниванием ДВС. Оно состоит в компенсации сил инерции, создаваемых движущимися деталями. Дело в том, что поршни с пальцами и верхними головками шатунов движутся с большой частотой и создают силы инерции, приводящие к значительным вибрациям ДВС внутри автомобиля. Для исключения этих вибраций силы инерции компенсируют с помощью противовесов, расположенных на коленчатом валу, а иногда еще и на специальных балансирных валах. Существуют ДВС (шестицилиндровые рядные), которые не требуют дополнительного уравнивания, так как силы инерции в различных цилиндрах взаимно уравнивают друг друга.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Назначение кривошипно-шатунного механизма и каждой из его деталей. Общее устройство КШМ, подвижные и неподвижные детали. Материалы деталей КШМ.
2. Устройство блока цилиндров, варианты расположения цилиндров. Гильзы цилиндров и их крепление в блоке. Расположение рубашек охлаждения. Крепление двигателя на автомобиле.
3. Устройство головки блока цилиндров. Расположение рубашек охлаждения и каналов для подвода масла. Расположение каналов для подвода и отвода газов. Конструктивное исполнение камеры сгорания. Крепление головки блока к блоку цилиндров.
4. Устройство поршня, поршневых колец, поршневого пальца. Головка, днище и юбка поршня. Форма днища в бензиновых и дизельных двигателях. Ребра жесткости, бобышки, крепление поршневого пальца в поршне и в верхней головке шатуна. Форма поршня в продольном и поперечном

сечениях, способы предотвращения заклинивания поршня внутри цилиндра при его нагревании.

5. Типы поршневых колец и их назначение и конструкция. Назначение радиального и осевого расширителей маслосъемных колец.

6. Устройство коленчатого вала. Коренные и шатунные шейки коленчатого вала, щеки, противовесы. Конструкция переднего и заднего концов вала, его фиксация от осевого смещения. Крепление коленчатого вала к блоку цилиндров.

7. Устройство шатуна, конструкция коренных и шатунных подшипников, назначение и материал вкладышей, их фиксация внутри подшипника.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен КШМ?
2. Из каких деталей состоит КШМ?
3. Каково назначение блока цилиндров?
4. Из какого материала и каким методом изготавливаются блоки цилиндров?
5. Для чего нужна головка блока цилиндров (ГБЦ)?
6. Для чего предназначен поршень ДВС?
7. Как шатун соединяется с поршнем?
8. Для чего нужны поршневые кольца?
9. Чем маслосъемные кольца отличаются от компрессионных?
10. Как поршень уплотняется внутри цилиндра?
11. Как поршневые кольца крепятся на поршне?
12. Для чего нужны шатуны?
13. Зачем нужны шатунные вкладыши?
14. Из каких функциональных элементов состоит коленчатый вал?
15. Как коленвал закреплен внутри блока цилиндров?
16. Как коленвал фиксируется от смещения в осевом направлении?
17. Зачем нужен маховик?
18. К чему прикреплён маховик ДВС?
19. Какую функцию выполняют противовесы коленчатого вала?
20. Почему масса поршня должна быть минимальной?
21. Что такое кривошип?
22. Сколько колен включает в себя коленчатый вал?

Лабораторная работа №3

Тема: Газораспределительный механизм

Цель работы: Изучить устройство и принцип действия газораспределительного механизма (ГРМ) двигателя, а также особенности работы ГРМ в соответствии с фазами газораспределения.

Методические указания

Газораспределительным называется механизм, осуществляющий открытие и закрытие впускных и выпускных клапанов двигателя.

Газораспределительный механизм (ГРМ) служит для своевременного впуска горючей смеси или воздуха в цилиндры двигателя и выпуска из цилиндров отработавших газов. В двигателях автомобилей применяются газораспределительные механизмы с верхним расположением клапанов. Верхнее расположение клапанов позволяет увеличить степень сжатия двигателя, улучшить наполнение цилиндров горючей смесью или воздухом и упростить техническое обслуживание двигателя в эксплуатации. Двигатели автомобилей могут иметь газораспределительные механизмы различных типов (рисунок 1), что зависит от компоновки двигателя и, главным образом, от взаимного расположения коленчатого вала, распределительного вала и впускных и выпускных клапанов. Число распределительных валов зависит от типа двигателя.



При **верхнем расположении** распределительный вал устанавливается в головке цилиндров, где размещены клапаны. Открытие и закрытие клапанов производится непосредственно от распределительного вала через толкатели или рычаги привода клапанов. Привод распределительного вала осуществляется от коленчатого вала с помощью роликовой цепи или зубчатого ремня.

Верхнее расположение распределительного вала упрощает конструкцию двигателя, уменьшает массу и инерционные силы возвратно-поступательно движущихся деталей механизма и обеспечивает высокую

надежность и бесшумность его работы при большой частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Цепной и ременный приводы распределительного вала также обеспечивают бесшумную работу газораспределительного механизма.

При нижнем расположении распределительный вал устанавливается в блоке цилиндров рядом с коленчатым валом. Открытие и закрытие клапанов производится от распределительного вала через толкатели штанги и коромысла. Привод распределительного вала осуществляется с помощью шестерен от коленчатого вала. При нижнем расположении распределительного вала усложняется конструкция газораспределительного механизма и двигателя. При этом возрастают инерционные силы возвратно-поступательно движущихся деталей газораспределительного механизма. Число распределительных валов в газораспределительном механизме и число клапанов на один цилиндр зависят от типа двигателя. Так, при большем числе впускных и выпускных клапанов обеспечивается лучшее наполнение цилиндров горючей смесью и их очистка от отработавших газов. В результате двигатель может развивать большую мощность и крутящий момент. При нечетном числе клапанов на цилиндр число впускных клапанов на один клапан больше, чем выпускных.

Конструкция и работа газораспределительного механизма

Газораспределительные механизмы независимо от расположения распределительных валов в двигателе включают в себя **клапанную группу, передаточные детали и распределительные валы с приводом.**

В *клапанную группу* входят впускные и выпускные клапаны, направляющие втулки клапанов и пружины клапанов с деталями крепления.

Передаточными деталями являются толкатели, направляющие втулки толкателей, штанги толкателей, коромысла, ось коромысел, рычаги привода клапанов, регулировочные шайбы и регулировочные болты. Однако при верхнем расположении распределительного вала толкатели, направляющие втулки и штанги толкателей, коромысла и ось коромысел обычно отсутствуют.

На рисунке 5 представлен газораспределительный механизм двигателя с верхним расположением клапанов, с верхним расположением распределительного вала с цепным приводом и с двумя клапанами на цилиндр. Он состоит из распределительного вала 14 с корпусом 13 подшипников, привода распределительного вала, рычагов 11 привода клапанов, опорных регулировочных болтов 18 клапанов 1 и 22, направляющих втулок 4, пружин 7 и 8 клапанов с деталями крепления.

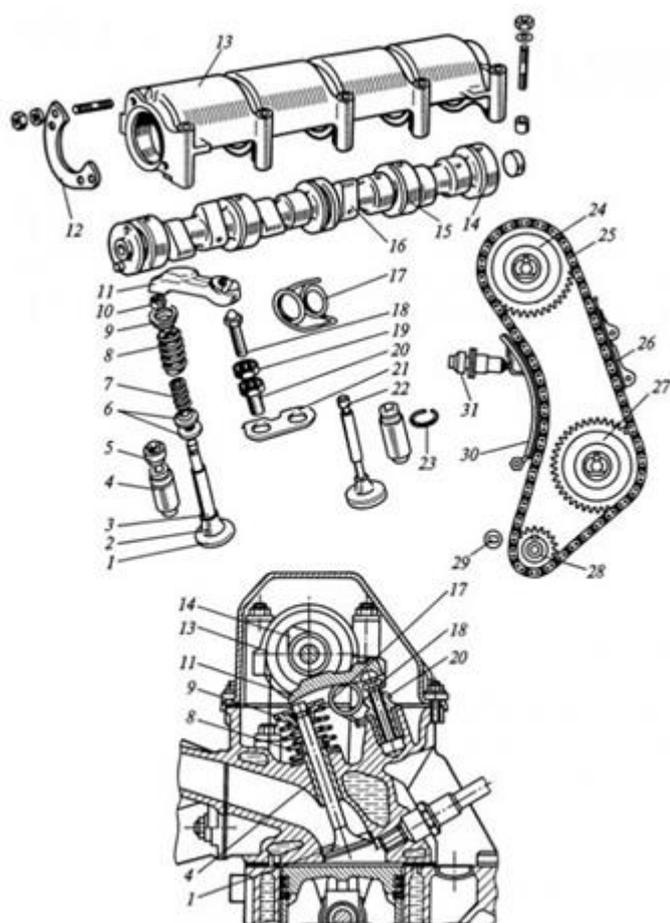


Рисунок 5 – Газораспределительный механизм легкового автомобиля с цепным приводом. 1, 22 – клапаны; 2 – головка; 3 – стержень; 4, 20 – втулки; 5 – колпачок; 6 – шайбы; 7, 8, 17 – пружины; 9 – тарелка; 10 – сухарь; 11 – рычаг; 12 – фланец; 13 – корпус; 14 – распределительный вал; 15 – шейка; 16 – кулачок; 18 – болт; 19 – гайка; 21 – пластина; 23 – кольцо; 24, 27, 28 – звездочки; 25 – цепь; 26 – успокоитель; 29 – палец; 30 – башмак; 31 – натяжное устройство

Распределительный вал обеспечивает своевременное открытие и закрытие клапанов. Распределительный вал – пятиопорный, отлит из чугуна. Он имеет опорные шейки 15 и кулачки 16 (впускные и выпускные). Внутри вала проходит канал, через который подводится масло от средней опорной шейки к другим шейкам и кулачкам. К переднему торцу вала крепится ведомая звездочка 24 цепного привода. Вал устанавливается в специальном корпусе 13 подшипников, отлитом из алюминиевого сплава, который закреплен на верхней плоскости головки блока цилиндров. От осевых перемещений распределительный вал фиксируется упорным фланцем 12, который входит в канавку передней опорной шейки вала и прикрепляется к торцу корпуса подшипников.

Привод распределительного вала осуществляется через установленную на нем ведомую звездочку 24 двухрядной роликовой цепью 25 от ведущей звездочки 28 коленчатого вала. Этой цепью также вращается звездочка 27 вала привода масляного насоса. Привод распределительного вала имеет полуавтоматический натяжной механизм, состоящий из башмака

и натяжного устройства. Цепь натягивается башмаком 30, на который воздействуют пружины натяжного устройства 31. Для гашения колебаний ведущей ветви цепи служит успокоитель 26. Башмак и успокоитель имеют стальной каркас с привулканизированным слоем резины. Ограничительный палец 29 предотвращает спадание цепи при снятии на автомобиле ведомой звездочки распределительного вала.

Клапаны открывают и закрывают впускные и выпускные каналы. Клапаны установлены в головке блока цилиндров в один ряд под углом к вертикальной оси цилиндров двигателя. Впускной клапан 1 для лучшего наполнения цилиндров горючей смесью имеет головку большего диаметра, чем выпускной клапан. Он изготовлен из специальной хромистой стали, обладающей высокой износостойкостью и теплопроводностью. Выпускной клапан 22 работает в более тяжелых температурных условиях, чем впускной. Он выполнен составным. Его головку делают из жаропрочной хромистой стали, а стержень – из специальной хромистой стали.

Каждый клапан состоит из головки 2 и стержня 3. Головка имеет конусную поверхность (фаску), которой клапан при закрытии плотно прилегает к седлу из специального чугуна, установленному в головке блока цилиндров и имеющему также конусную поверхность.

Стержень клапана перемещается в чугунной направляющей втулке 4, запрессованной и фиксируемой стопорным кольцом 23 в головке блока цилиндров, обеспечивающей точную посадку клапана. На втулку надевается маслоотражательный колпачок 5 из маслостойкой резины. Клапан имеет две цилиндрические пружины: наружную 8 и внутреннюю 7. Пружины крепятся на стержне клапана с помощью шайб 6, тарелки 9 и разрезного сухаря 10. Клапан приводится в действие от кулачка распределительного вала стальным кованым рычагом 11, который опирается одним концом на регулировочный болт 18, а другим – на стержень клапана. Регулировочный болт имеет сферическую головку. Он ввертывается в резьбовую втулку 20, закрепленную в головке блока цилиндров и застопоренную пластиной 21, и фиксируется гайкой 19. Регулировочным болтом устанавливается необходимый зазор между кулачком распределительного вала и рычагом привода клапана, равный 0,15 мм на холодном двигателе и 0,2 мм на горячем двигателе (прогретом до 75...85 °С). Пружина 17 создает постоянный контакт между концом рычага привода и стержнем клапана.

Принцип работы

Газораспределительный механизм (ГРМ) работает следующим образом. При вращении распределительного вала его кулачки в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя поочередно набегают на рычаги 11. Рычаги, поворачиваясь одним концом на сферических головках регулировочных болтов 18, другим концом воздействуют на стержни клапанов, преодолевают сопротивление пружин 7, 8 и открывают клапаны. При дальнейшем повороте распределительного вала кулачки сходят с

рычагов, которые возвращаются в исходное положение под действием пружин 17, а клапаны закрываются под действием пружин 7 и 8.

При работе двигателя распределительный вал вращается в два раза медленнее, чем коленчатый вал. Это связано с тем, что за период рабочего цикла двигателя, протекающего за два оборота коленчатого вала, впускной и выпускной клапаны каждого цилиндра должны открываться по одному разу.

Нормальная работа газораспределительного механизма (ГРМ) во многом зависит от теплового зазора между кулачками распределительного вала и рычагами привода клапанов. Этот зазор обеспечивает плотное закрытие клапанов при их удлинении в результате нагрева во время работы. При недостаточном тепловом зазоре или его отсутствии происходит неполное закрытие клапанов, что приводит к утечке газов, быстрому обгоранию фасок головок клапанов и снижению мощности двигателя.

Привод распределительного вала

Особенностью привода распределительного вала (рисунок 6) является применение ременной передачи. Привод распределительного вала осуществляется через установленный на нем зубчатый шкив 4 ремнем 5 от зубчатого шкива 1 коленчатого вала. С помощью этого ремня также вращается зубчатый шкив 8 вала привода масляного насоса.

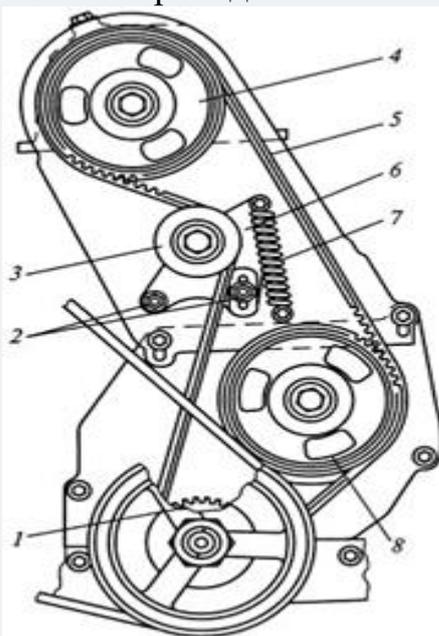


Рисунок 6 – Ременный привод распределительного вала: 1, 4, 8 – шкивы; 2 – болты; 3 – ролик; 5 – ремень; 6 – кронштейн; 7 – пружина

Ремень – зубчатый, изготовлен из резины, армированной стекловолокном. Зубья ремня имеют трапецевидную форму. Ремень натягивается с помощью натяжного ролика 3, закрепленного на кронштейне 6. Натяжение ремня регулируют пружиной 7 на неработающем двигателе при ослабленных болтах 2 крепления кронштейна натяжного ролика. Привод распределительного вала работает без смазки и снаружи закрыт тремя пластмассовыми крышками.

Газораспределительный механизм двигателя, представленный на рисунке 7, состоит из распределительного вала 2 с двумя корпусами 1

подшипников, привода распределительного вала, толкателей 4, регулировочных шайб 3, направляющих втулок 6, клапанов 7, пружин 5 клапанов с деталями крепления.

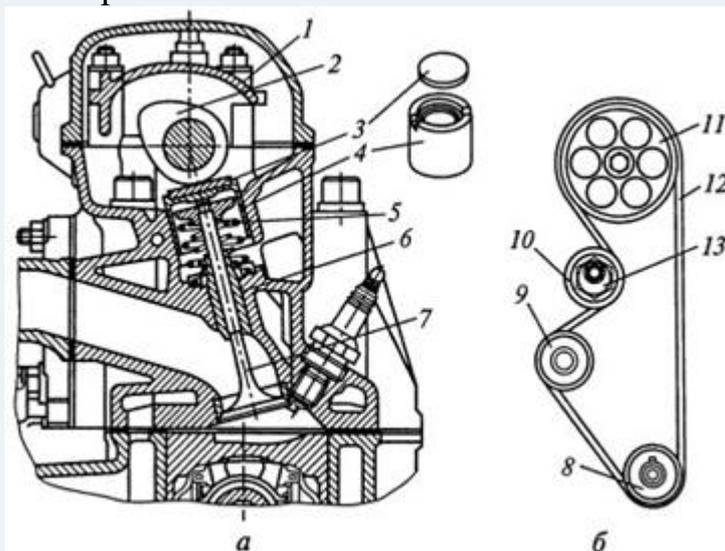


Рисунок 7 – Газораспределительный механизм (а) с верхним расположением распределительного вала и его привод (б): 1 – корпус; 2 – распределительный вал; 3 – шайба; 4 – толкатель; 5 – пружина; 6 – втулка; 7 – клапан; 8, 9, 11 – шкивы; 10 – ролик; 12 – ремень; 13 – ось

Распределительный вал чугунный, литой, пятиопорный. В задней части вала 2 находится эксцентрик для привода топливного насоса. *Корпуса* 1 подшипников распределительного вала отлиты из алюминиевого сплава. В них находятся верхние половины опор под шейки распределительного вала: две в переднем корпусе и три в заднем. *Толкатели* 4 клапанов – стальные, цилиндрические, передают усилия от кулачков распределительного вала на клапаны. В верхней части толкателей имеется гнездо для установки регулировочной шайбы. *Регулировочные шайбы* 3 – плоские, стальные, толщиной 3,00...4,25 мм с интервалом через каждые 0,05 мм. Подбором толщины этих шайб регулируется тепловой зазор между шайбой и кулачком распределительного вала. Клапаны 7 (впускной, выпускной) отличаются по конструкции и изготовлены из разных сталей. Впускной клапан имеет головку большего диаметра, чем выпускной. Он выполнен из хромоникельмолибденовой стали. Выпускной клапан – составной, сварен из двух частей. *Головка клапана* изготавливается из жаропрочной хромоникельмарганцовистой стали, а стержень – из хромоникельмолибденовой стали. *Направляющие втулки* 6 клапанов – чугунные, запрессовываются и фиксируются стопорными кольцами в головке блока цилиндров.

Пружины 5 (наружная, внутренняя) прижимают клапан к седлу и не дают ему отрываться от толкателя. Они также исключают возникновение резонансных колебаний деталей.

Привод распределительного вала производится через установленный на нем зубчатый шкив 11 ремнем 12 от зубчатого шкива 8 коленчатого вала. Этим же ремнем вращается зубчатый шкив 9 насоса охлаждающей жидкости. Ремень – зубчатый, резиновый, армирован стекловолокном. Зубья ремня имеют полукруглую форму. Ремень натягивается роликом 10, который вращается на эксцентриковой оси 13, установленной на шпильке, закрепленной в головке блока цилиндров. При повороте эксцентриковой оси относительно шпильки изменяется натяжение ремня. Привод распределительного вала работает без смазочного материала. Он закрыт двумя крышками – передней пластмассовой и задней стальной.

При вращении распределительного вала его кулачок набегает на шайбу 3 и толкатель 4. Толкатель действует на стержень клапана 7, преодолевает сопротивление пружин 5 и открывает клапан. При дальнейшем повороте кулачок сходит с толкателя, который возвращается в исходное положение под действием пружин 5, закрывающих клапан.

Газораспределительный механизм с нижним расположением распределительного вала

На рисунке 8 показан газораспределительный механизм двигателя с нижним расположением распределительного вала. Газораспределительный механизм верхнеклапанный, с шестеренным приводом и двумя клапанами на цилиндр.

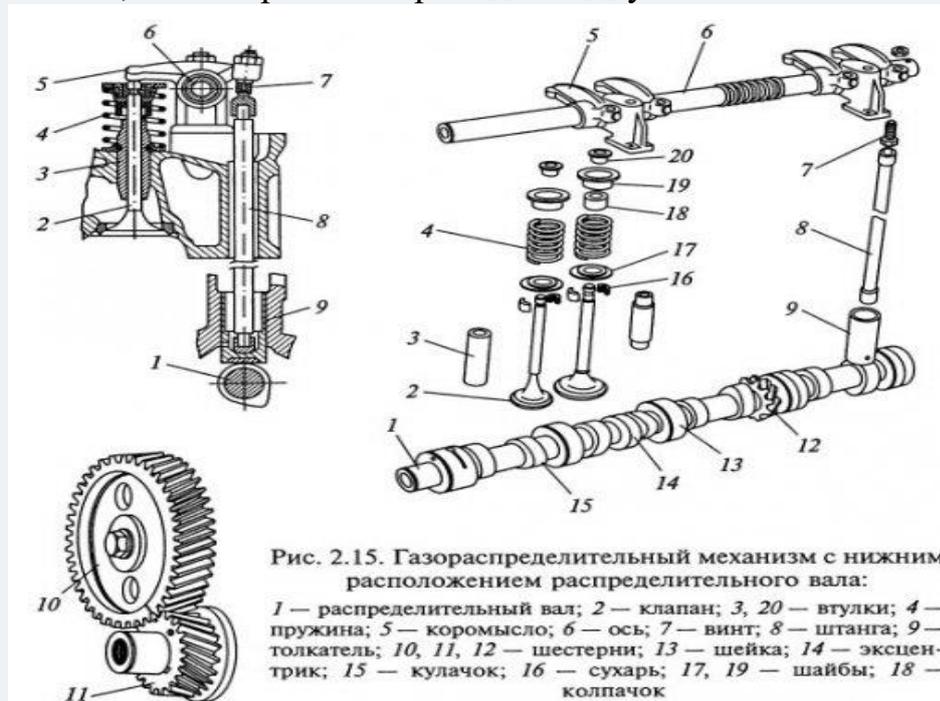


Рисунок 8 – Газораспределительный механизм с нижним расположением распределительного вала.

Механизм включает в себя распределительный вал 1, привод распределительного вала, толкатели 9, штанги 8 толкателей, регулировочные винты 7, ось 6 коромысел, коромысла 5, клапаны 2, направляющие втулки 3 клапанов и пружины 4 с деталями крепления.

Распределительный вал – стальной, кованный, имеет пять опорных шеек 13, кулачки 15 (впускные и выпускные), шестерню 12 привода масляного насоса и распределителя зажигания, а также эксцентрик 14 привода топливного насоса. Вал установлен в блоке цилиндров двигателя на запрессованных биметаллических втулках, изготовленных из стали и покрытых изнутри слоем свинцовистого баббита.

Привод распределительного вала осуществляется через прикрепленную к его переднему концу ведомую шестерню 10, изготовленную из текстолита. Она находится в зацеплении с ведущей стальной шестерней 11, установленной на коленчатом валу. Обе шестерни выполнены косозубыми для уменьшения шума и обеспечения плавной работы. Передаточное отношение шестеренного привода – отношение числа зубьев ведущей шестерни к числу зубьев ведомой шестерни – равно 1:2, т.е. ведомая шестерня 10 имеет в два раза больше зубьев, чем ведущая шестерня 11. Это необходимо для того, чтобы за два оборота коленчатого вала распределительный вал совершал один оборот, обеспечивая за полный цикл двигателя открытие впускного и выпускного клапанов каждого цилиндра по одному разу.

Толкатели 9 служат для передачи усилия от кулачков распределительного вала к штангам 8. Они изготовлены из стали, и их торцы, соприкасающиеся с кулачками, выполнены сферическими и наплавлены отбеленным чугуном для уменьшения изнашивания. Внутри толкатели имеют сферические углубления для установки штанг. Толкатели перемещаются в направляющих отверстиях блока цилиндров.

Штанги 8 передают усилие от толкателей к коромыслам 5. Они изготовлены из алюминиевого сплава, и на их концы напрессованы стальные наконечники.

Коромысла 5 предназначены для передачи усилия от штанг к клапанам. Коромысла стальные, имеют неравные плечи для уменьшения высоты подъема толкателей и штанг, в их короткие плечи ввернуты винты 7 для регулирования теплового зазора. Коромысла установлены на втулках на полой оси 6, закрепленной в головке цилиндров.

Клапаны 2 изготовлены из легированных жаропрочных сталей. Для лучшего наполнения цилиндров двигателя горючей смесью диаметр головки у впускного клапана больше, чем у выпускного.

Пружины 4 изготовлены из рессорно-пружинной стали. Детальями их крепления являются шайбы 17 и 19, сухари 16 и втулки 20. Резиновые маслоотражательные колпачки 18, установленные на впускных клапанах, исключают проникновение масла через зазоры между направляющими втулками и стержнями впускных клапанов.

Работа механизма

Газораспределительный механизм (ГРМ) работает следующим образом. При вращении распределительного вала его кулачки поочередно набегают на толкатели 9 в соответствии с порядком работы цилиндров

двигателя. Усилие от толкателей 9 через штанги 8 передается к коромыслам 5, которые, поворачиваясь на оси 6, воздействуют на стержни клапанов 2, преодолевают сопротивление пружин 4 и открывают клапаны. При дальнейшем повороте распределительного вала кулачки сходят с толкателей, которые вместе со штангами и коромыслами возвращаются в исходное положение под действием пружин, закрывающих также клапаны.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Назначение и принцип действия газораспределительного механизма.
2. Типы ГРМ по месту расположения клапанов и распределительного вала. Устройство, работа, преимущества и недостатки ГРМ каждого типа.
3. Конструкция деталей ГРМ.
 - 3.1 Устройство распредвала, его крепление в блоке цилиндров. Крепление шестерни привода распредвала.
 - 3.2 Толкатели, штанги толкателей, коромысла и их крепление в блоке цилиндров на головке блока.
 - 3.3 Конструкция клапанов, направляющих клапана, клапанных седел и пружин, их крепление в головке блока цилиндров. Различия конструкции впускных и выпускных клапанов. Назначение механизма вращения выпускных клапанов.
4. Диаграмма фаз газораспределения. Взаимосвязь между углом поворота коленчатого вала и положением поршня в цилиндре. Необходимость согласования открытия и закрытия клапанов с движением поршня. Цель опережения открытия клапанов и запаздывания их закрытия. Перекрытие клапанов. Оптимальные и неоптимальные фазы газораспределения. Необходимость изменения фаз при изменении частоты вращения коленчатого вала двигателя. Конструктивное обеспечение расчетных фаз газораспределения.
5. Назначение и регулировка теплового зазора в ГРМ, его влияние на работу двигателя.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего нужен газораспределительный механизм?
2. В течение каких тактов работы ДВС оба клапана ГРМ остаются закрытыми?
3. При каких тактах работы ДВС клапаны ГРМ открываются?
4. Что удерживает клапаны ГРМ в закрытом состоянии?
5. Под действием чего открываются клапаны ГРМ?
6. Зачем нужны клапанные пружины?
7. Как клапанная пружина закреплена на стержне клапана ГРМ?
8. Чем впускные клапаны отличаются по конструкции от выпускных?
9. Сколько клапанов ГРМ имеет каждый цилиндр?
10. Для чего предназначены коромысла ГРМ?
11. Как коромысла ГРМ крепятся на двигателе?

12. Как толкатели клапанов ГРМ крепятся на двигателе?
13. Как штанги толкателей крепятся на двигателе?
14. Что представляет собой диаграмма фаз газораспределения?
15. В какой момент рабочего цикла ДВС открывается впускной клапан?
16. В какой момент рабочего цикла ДВС закрывается впускной клапан?
17. В какой момент рабочего цикла ДВС открывается выпускной клапан?
18. В какой момент рабочего цикла ДВС закрывается выпускной клапан?
19. Что такое перекрытие клапанов?
20. В какой момент рабочего цикла ДВС происходит перекрытие клапанов?
21. За счёт чего свежий заряд поступает в цилиндр ДВС при движении поршня от в.м.т. к н.м.т.?
22. С какой целью выпускной клапан ГРМ открывают раньше, чем поршень пройдёт н.м.т. и начнётся такт выпуска?
23. С какой целью выпускной клапан ГРМ закрывают позже, чем поршень пройдёт в.м.т. и закончится такт выпуска?
24. С какой целью впускной клапан ГРМ открывают раньше, чем поршень пройдёт в.м.т. и начнётся такт впуска?
25. С какой целью впускной клапан ГРМ закрывают позже, чем поршень пройдёт н.м.т. и закончится такт впуска?
26. Что произойдёт, если впускной клапан откроется раньше, чем это необходимо?
27. Что произойдёт, если впускной клапан откроется позже, чем это необходимо?
28. Что произойдёт, если выпускной клапан откроется раньше, чем это необходимо?
29. Что произойдёт, если выпускной клапан откроется позже, чем это необходимо?
30. Чем оптимальные фазы газораспределения отличаются от неоптимальных?
31. Как зависят оптимальные фазы газораспределения от частоты вращения коленвала?

Лабораторная работа №4

Тема: Основные виды трансмиссий автомобилей

Цель работы:

1. Изучить назначение, классификацию и компоновку трансмиссий автомобилей;
2. Научиться составлять кинематические схемы трансмиссий автомобилей с различными колесными формулами.

Методические указания

Трансмиссия служит для передачи крутящего момента от двигателя на ведущие колеса, а также для изменения величины крутящего момента и его направления.

Агрегаты трансмиссии заднеприводного автомобиля распределены вдоль всего кузова и передают крутящий момент от двигателя на задние колеса.

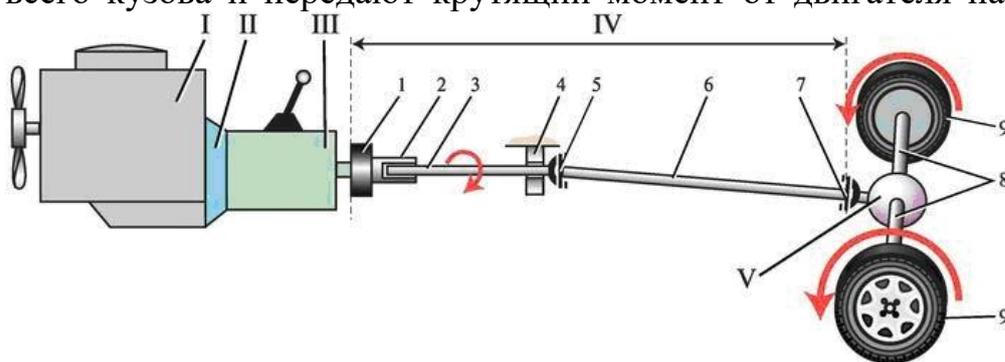


Рис. 9. Схема трансмиссии заднеприводного автомобиля: I - Двигатель; II - Сцепление; III - Коробка передач; IV - Карданная передача: 1 - эластичная муфта; 2 - шлицевое соединение; 3 - передний карданный вал; 4 - подвесной подшипник; 5 - передний карданный шарнир; 6 - задний карданный вал; 7 - задний карданный шарнир; V - Задний мост с главной передачей и дифференциалом: 8 - полуоси; 9 - ведущие (задние) колеса

Трансмиссия заднеприводного автомобиля включает в себя (рис. 9):

- сцепление,
- коробку передач,
- карданную передачу,
- главную передачу,
- дифференциал,
- полуоси.

В автомобиле с приводом на передние колеса крутящий момент не уходит так далеко от двигателя, как в автомобиле с задним приводом. Все агрегаты трансмиссии переднеприводного автомобиля сконцентрированы под капотом машины и объединены в один большой агрегат (рис. 10). Механизм сцепления "зажат" в кожухе между двумя "монстрами" - двигателем и коробкой передач, которая, в свою очередь, содержит в себе еще и главную передачу с дифференциалом. Поэтому валы привода передних колес выходят

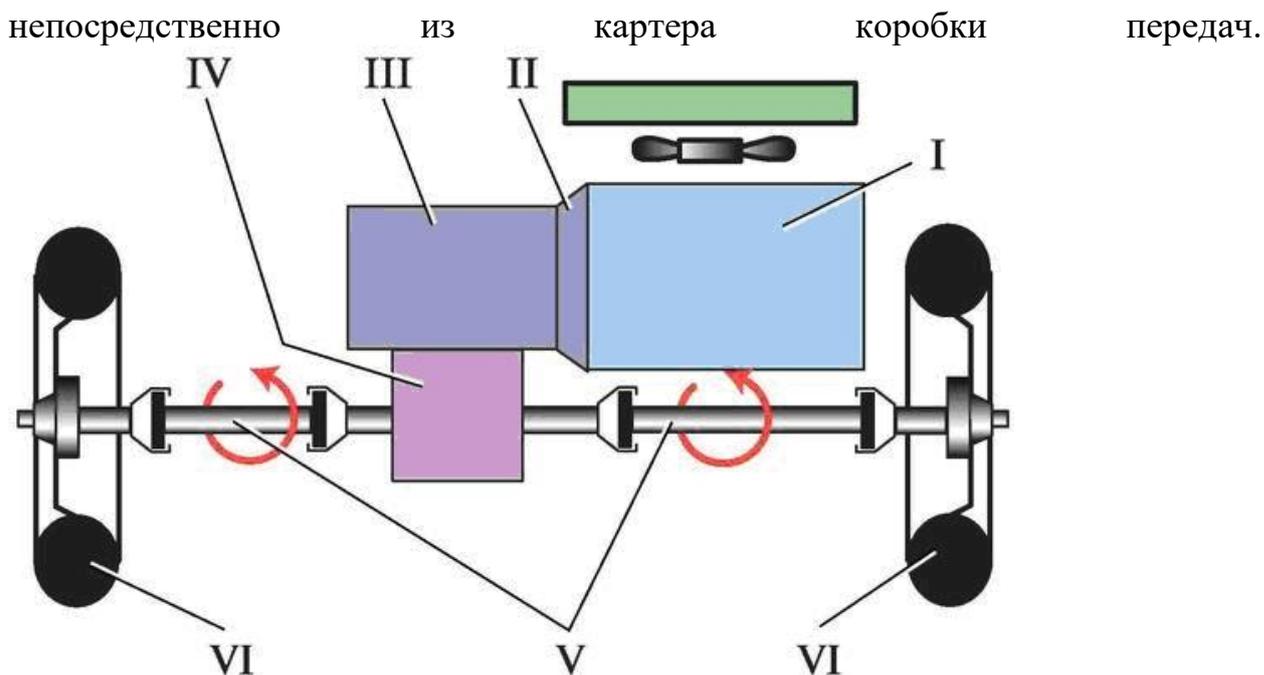


Рис. 10. Схема трансмиссии переднеприводного автомобиля: I - двигатель; II - сцепление; III - коробка передач; IV - главная передача и дифференциал; V - правый и левый приводные валы с шарнирами равных угловых скоростей; VI - ведущие (передние) колеса

Трансмиссия переднеприводного автомобиля включает в себя:

- сцепление,
- коробку передач,
- главную передачу,
- дифференциал,
- валы привода передних колес.

Сцепление

Сцепление является первым агрегатом трансмиссии и предназначено для передачи крутящего момента от маховика коленчатого вала двигателя к первичному валу коробки передач. Сцепление позволяет водителю кратковременно прерывать передачу крутящего момента, как бы отделять двигатель от трансмиссии, а затем и плавно их соединять.

Сцепление состоит из привода сцепления и механизма сцепления.

Привод выключения сцепления

Привод может состоять из большого количества отдельных узлов и деталей, может быть механическим, гидравлическим или иным.

Привод выключения сцепления (гидравлический) состоит из (рис. 11):

- педали;
- главного цилиндра;
- рабочего цилиндра;
- вилки выключения сцепления;
- выжимного подшипника;
- трубопроводов.

При нажатии на педаль сцепления усилие ноги водителя через шток и поршень передается жидкости, которая, в свою очередь, передает давление от поршня главного цилиндра на поршень рабочего цилиндра.

Далее шток рабочего цилиндра перемещает вилку выключения сцепления и нажимной подшипник, который передает усилие на механизм сцепления.

Когда водитель отпускает педаль, под воздействием возвратных пружин все детали привода занимают исходные позиции.

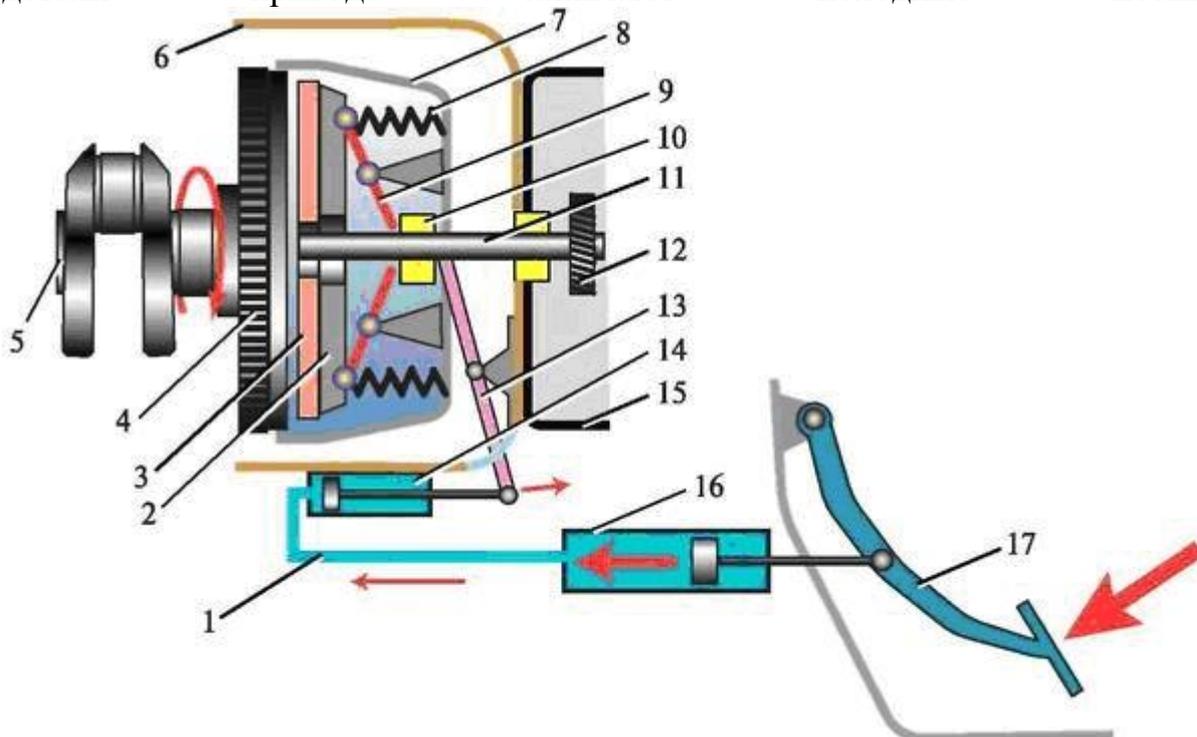


Рис. 11. Схема гидравлического привода выключения сцепления и механизма сцепления: 1 - трубопровод; 2 - нажимной диск; 3 - ведомый диск; 4 - маховик; 5 - коленчатый вал; 6 - картер сцепления; 7 - кожух сцепления; 8 - нажимные пружины; 9 - отжимные рычаги; 10 - выжимной подшипник; 11 - первичный вал коробки передач; 12 - шестерня первичного вала; 13 - вилка выключения сцепления; 14 - рабочий цилиндр; 15 - картер коробки передач; 16 - главный цилиндр; 17 - педаль сцепления

Механизм сцепления

Механизм сцепления представляет собой устройство, в котором происходит передача крутящего момента за счет работы сил трения. Механизм сцепления позволяет кратковременно разъединять двигатель и коробку передач, а затем вновь плавно их соединять. Элементы механизма заключены в картер, сцепления который крепится к картеру двигателя.

Механизм сцепления состоит из (см. рис. 11):

- картера и кожуха,
- ведущего диска (которым является маховик коленчатого вала двигателя),
- нажимного диска с пружинами,
- ведомого диска со специальными износостойкими накладками.

Ведомый диск, связанный с первичным валом коробки передач, постоянно прижат к маховику нажимным диском под воздействием сильных пружин. За

счет огромных сил трения между маховиком, ведомым и нажимным дисками, все это вместе, как единое целое, вращается при работе двигателя. Но это только тогда, когда водитель не трогает педаль сцепления, независимо от того движется его автомобиль или стоит на месте.

Для выключения сцепления водитель нажимает на педаль, при этом нажимной диск отходит от маховика и освобождает ведомый диск, прерывая передачу крутящего момента от двигателя к коробке передач (рис. 12). Нажимать на педаль сцепления следует достаточно быстрым, но не резким, спокойным движением до конца хода педали.

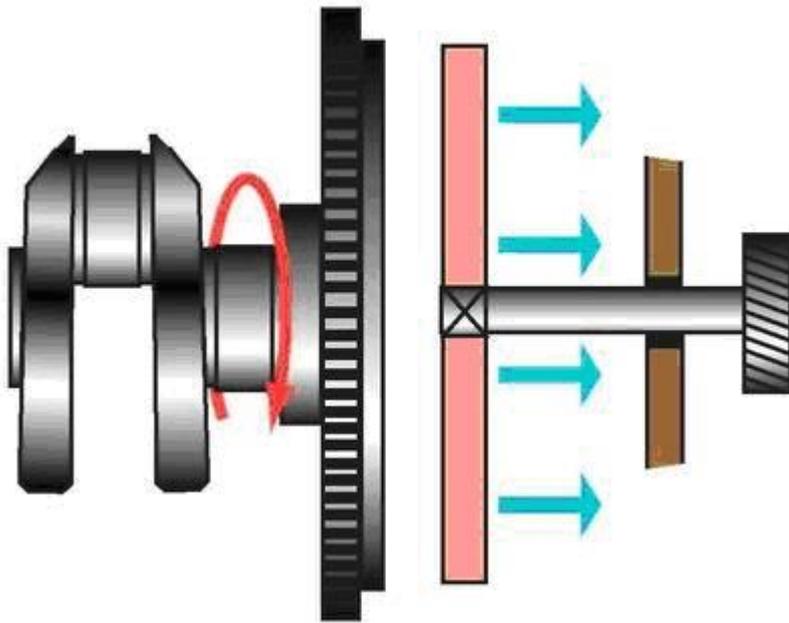


Рис. 12. Сцепление выключено

Для начала движения машины необходимо прижать ведомый диск, связанный с ведущими колесами (через первичный вал коробки передач и другие составляющие трансмиссии) к вращающемуся маховику, то есть включить сцепление (рис. 13). И это сложная задача, так как угловая скорость вращения маховика составляет 20-25 оборотов в секунду, а скорость

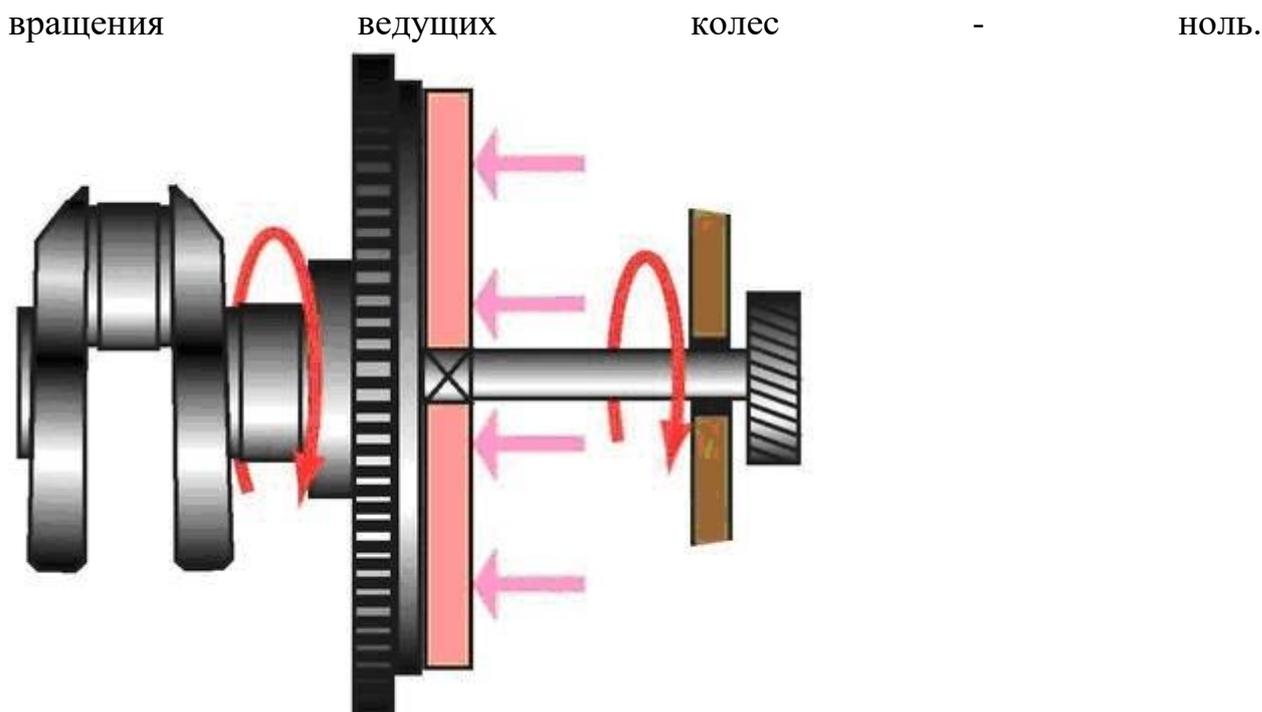


Рис. 13. Сцепление включено

На втором этапе - удерживаем ведомый диск от какого-либо перемещения в средней позиции в течение двух-трех секунд для того, чтобы скорость вращения маховика и диска уравнились (ухватились за поручни вагона). Машина при этом немного увеличивает скорость движения.

На третьем этапе - маховик вместе с нажимным и ведомым дисками уже вращаются вместе без проскальзывания и с одинаковой скоростью, стопроцентно передавая крутящий момент к коробке передач и далее на ведущие колеса автомобиля (запрыгнули в вагон). Это соответствует состоянию механизма сцепления включено, автомобиль движется. Теперь остается только полностью отпустить педаль сцепления и убрать с нее ногу.

Если в начале движения педаль сцепления резко бросить, то автомобиль "прыгнет" вперед, а двигатель заглохнет. В худшем варианте что-нибудь еще и сломается, так как в этот момент возникает сильная ударная волна, которая многократно увеличивает нагрузки на все детали двигателя и агрегаты трансмиссии.

Устройство коробки передач и её виды

Коробка передач

Коробка передач предназначена для изменения по величине и направлению крутящего момента и передачи его от двигателя к ведущим колесам. Также она обеспечивает длительное разобщение двигателя и ведущих колес, причем на неограниченный срок и без усилий со стороны водителя (по сравнению со

сцеплением).

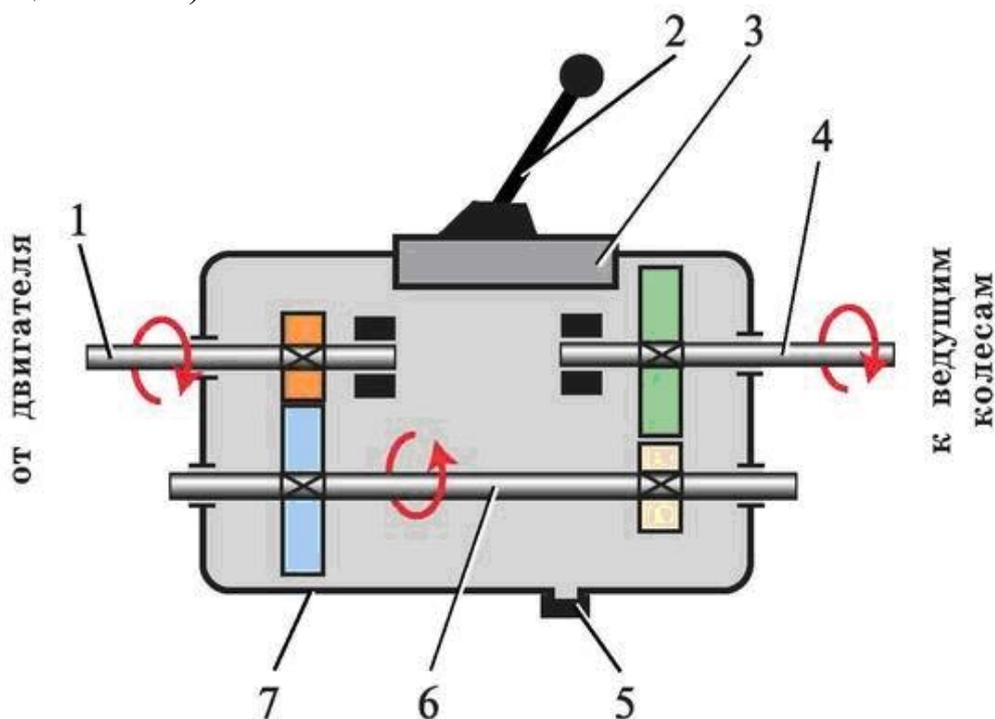


Рис. 14. **Схема работы коробки передач:** 1 - первичный вал; 2 - рычаг переключения передач 3 - механизм переключения передач 4 - вторичный вал; 5 - сливная пробка; 6 - промежуточный вал; 7 - картер коробки передач

Коробка передач состоит из (рис. 14):

- картера;
- первичного, вторичного и промежуточного валов с шестернями;
- дополнительного вала и шестерни заднего хода;
- синхронизаторов;
- механизма переключения передач с замковым и блокировочным устройствами;
- рычага переключения.

Картер содержит в себе все основные узлы и детали коробки передач. Он крепится к картеру сцепления, который, в свою очередь, закреплен на двигателе. Поскольку шестерни коробки передач при работе испытывают большие нагрузки, то они должны хорошо смазываться. Поэтому в картер коробки передач залито трансмиссионное масло (в некоторых моделях автомобилей применяется моторное масло)

Валы коробки передач вращаются в подшипниках, установленных в картере, и имеют наборы шестерен с различным числом зубьев.

Синхронизаторы необходимы для плавного бесшумного и безударного включения передач путем уравнивания угловых скоростей вращающихся шестерен (наши руки на поручне вагона поезда в примере с работой сцепления).

Механизм переключения передач служит для смены передач и управляется водителем с помощью рычага из салона автомобиля. При этом замковое устройство не позволяет включаться одновременно двум передачам, а блокировочное устройство удерживает передачи от самопроизвольного

ВЫКЛЮЧЕНИЯ.

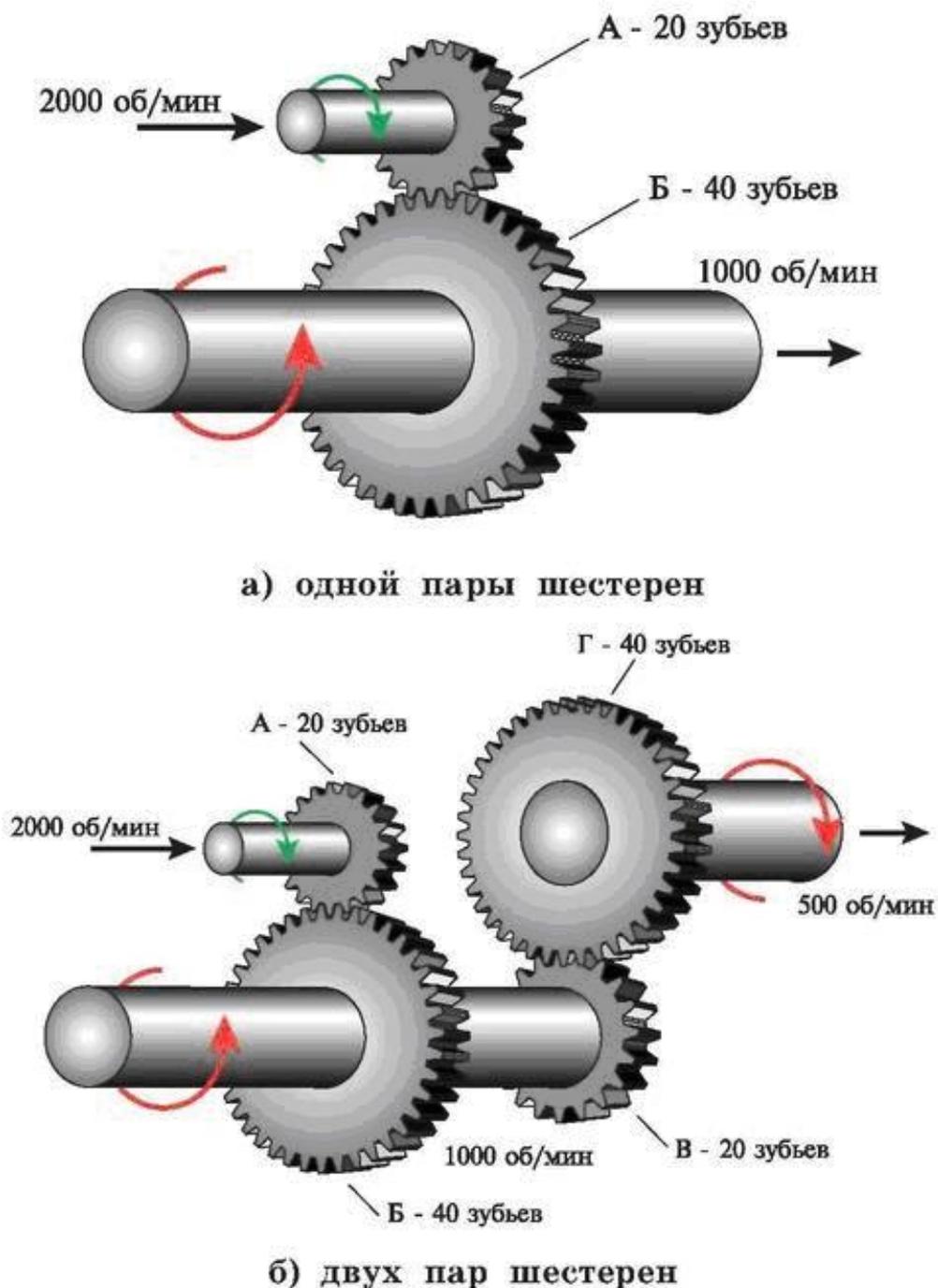


Рис. 15. Передаточное отношение

Как же происходит изменение величины крутящего момента (числа оборотов) на различных передачах? Давайте с этим разберемся на примере (рис. 15 а).

Возьмем две шестерни, не поленимся и сосчитаем число их зубьев. Первая шестеренка имеет 20 зубьев, а вторая 40. Значит, при двух оборотах первой шестерни, вторая сделает только один оборот (передаточное число равно 2). На рисунке 15 б у первой шестерни ("А") 20 зубьев, у второй ("Б") 40, у третьей ("В") снова 20, у четвертой ("Г") опять 40.

Дальше очень простая арифметика. Первичный вал коробки передач и шестерня "А" вращаются с угловой скоростью, допустим, 2000 об/мин.

Шестерня "Б" на промежуточном валу вращается в 2 раза медленнее - 1000 об/мин. Поскольку шестерни "Б" и "В" закреплены на одном валу, то третья шестеренка вращается с той же скоростью - 1000 об/мин. Тогда шестерня "Г" на вторичном валу будет вращаться еще в 2 раза медленнее - 500 об/мин.

Итак, от двигателя на первичный вал коробки передач пришло 2000 об/мин, а на вторичном валу получилось 500 об/мин, в то время как на промежуточном валу было 1000 об/мин.

В данном примере передаточное число первой пары шестерен равно двум, второй пары шестерен тоже двум. Общее передаточное число этой схемы: $2 \cdot 2 = 4$. Следовательно, вторичный вал коробки передач будет вращаться в 4 раза медленнее, чем первичный вал.

Обратите внимание, если мы выведем из зацепления шестерни "Г" и "В", то вторичный вал коробки вращаться не будет. При этом прекращается передача крутящего момента и на ведущие колеса автомобиля, что соответствует нейтральной передаче.

Задняя передача, то есть вращение вторичного вала коробки передач в другую сторону, обеспечивается дополнительной осью с шестерней заднего хода. Эта шестерня необходима для того, чтобы получилось нечетное число пар шестерен, тогда крутящий момент изменит свое направление (рис. 16).

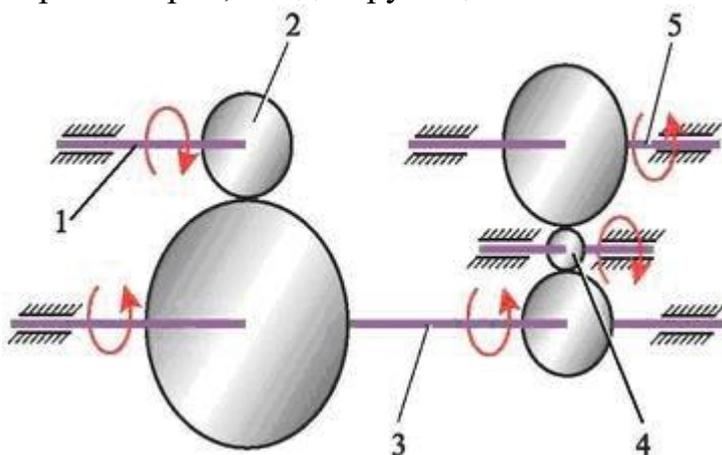


Рис. 16. Схема передачи крутящего момента при включении задней передачи: 1 - первичный вал; 2 - шестерня первичного вала; 3 - промежуточный вал; 4 - шестерня передачи заднего хода; 5 - вторичный вал. Поскольку в коробке передач реального автомобиля имеется большой набор шестерен, то, вводя в зацепление различные их пары (включая различные передачи), мы изменяем и общее передаточное отношение.

Давайте посмотрим на передаточные числа двух коробок передач (табл.2).

Таблица 2. Передаточные отношения

Передачи:	Ваз 2105	Лада 110
1	3.67	3.36
2	2.10	1.95
3	1.36	1.357
4	1.00	0.951
5	0.82	0.784

Если передаточное число равно единице (1,00), то это означает, что вторичный вал вращается с такой же угловой скоростью, что и первичный. Передачу, на которой скорость вращения валов уравнена, обычно называют прямой и, как правило, это четвертая передача.

Передачи необходимо переключать в зависимости от скорости движения, от дорожных условий и с учетом возможностей двигателя.

Первая передача и передача заднего хода - самые "сильные", и двигателю не трудно крутить колеса, но машина в этом случае движется медленно.

На большой скорости движения используются "шустрые" пятая и четвертая передачи, но в крутую гору на них не заедешь, двигателю просто не хватает сил, и тогда приходится переключаться на более низкие но "сильные" передачи.

Первая передача необходима для начала движения автомобиля, для того чтобы двигатель смог сдвинуть с места тяжелое железное "чудовище". Далее, увеличив скорость движения и обеспечив некоторый запас инерции движения машины, можно переключиться на вторую передачу, более "слабую", но более "быструю", затем на третью, четвертую и пятую передачу.

Основные неисправности коробки передач

Подтекание масла происходит из-за повреждения уплотнительных прокладок сальников и ослабления крепления крышек картера. Для устранения неисправности необходимо поменять прокладки сальники и подтянуть крепления крышек.

Шум при работе коробки передач может возникнуть из-за неисправного синхронизатора, износа подшипников, шестерен и шлицевых соединений. Для устранения неисправности необходимо заменить вышедшие из строя детали.

Затрудненное включение передач может происходить из-за поломки деталей механизма переключения, износа синхронизаторов или шестерен. Для устранения неисправности необходимо заменить вышедшие из строя детали и узлы.

Самопроизвольное выключение передач случается из-за неисправности блокировочного устройства, а также при сильном износе шестерен и синхронизаторов. Для устранения неисправности необходимо заменить блокировочное устройство, вышедшие из строя шестерни и синхронизаторы.

Эксплуатация коробки передач

Неисправности в коробке передач обычно появляются в результате грубой работы рычагом переключения. Если водитель постоянно дергает рычаг, переводит его из одной позиции в другую быстрым резким движением, то капитальный ремонт коробки передач потребует очень скоро. При таком обращении с рычагом выходят из строя механизм

переключения, синхронизаторы, да и сами валы с шестернями "железные" лишь до определенной степени.

Рычаг переключения передач должен переводиться всегда плавным движением, с паузами в нейтральной позиции, для того чтобы успели сработать синхронизаторы, оберегающие шестерни от поломок.

При эксплуатации коробки передач необходимо следить за уровнем масла в картере, и доливать его в случае необходимости. Полная замена масла производится в сроки, рекомендованные "Инструкцией по эксплуатации" вашего автомобиля.

Карданная передача

Карданная передача заднеприводного автомобиля

Карданная передача заднеприводных автомобилей предназначена для передачи крутящего момента от вторичного вала коробки передач к главной передаче под изменяющимся углом.

Карданная передача состоит из (см. рис. 33, поз. IV):

- переднего и заднего валов;
- промежуточной опоры с подшипником;
- шарниров с вилками и крестовинами;
- шлицевого соединения;
- эластичной муфты.

Шарниры с вилками и крестовинами обеспечивают возможность передачи крутящего момента под изменяющимся углом.

Задний мост с колесами у заднеприводного автомобиля связан с кузовом не жестко. В то же время двигатель, коробка передач и передний вал карданной передачи крепятся к кузову почти "намертво".

Так как кузов автомобиля, "прыгая" на неровностях дороги, постоянно перемещается относительно заднего моста вверх-вниз, то меняется и угол (до 15°) между передним валом карданной передачи и главной передачей, расположенной в заднем мосту автомобиля. А ведь именно туда мы и должны передавать крутящий момент, причем постоянно и равномерно. Поэтому задний вал карданной передачи не может быть просто жесткой трубой. Он имеет два шарнира, которые позволяют без рывков и толчков передавать крутящий момент от коробки передач к главной передаче при любых "прыжках" автомобиля.

Шлицевое соединение компенсирует линейное перемещение карданной передачи относительно кузова автомобиля при изменении угла передачи крутящего момента.

Поскольку в результате колебаний кузова автомобиля линейное расстояние от коробки передач до заднего моста получается величиной переменной, то при перемещении кузова вверх карданная передача должна удлиняться, а когда кузов идет вниз - укорачиваться. Это и происходит в шлицевом соединении - удлиняются и укорачиваются не жесткие трубы, но их суммарная длина.

Эластичная муфта принимает на себя ударную волну, проходящую по трансмиссии при грубой работе педалью сцепления.

Валы с шарнирами переднеприводных автомобилей

У переднеприводных автомобилей крутящий момент на ведущие колеса передается двумя карданными передачами, каждая из которых имеет свой вал и по два шарнира (см. рис. 14, поз. V).

В конструкции переднеприводного автомобиля двигатель и все агрегаты трансмиссии объединены в единый узел, расположенный под капотом. Крутящий момент выходит из этого узла уже измененный по величине и направлению, готовый для передачи на ведущие передние колеса.

Так как единый узел агрегатов крепится на "прыгающем" кузове автомобиля, а передние колеса плюс ко всему еще и поворачиваются, то возникает потребность уже в двух карданных передачах, отдельно на правое и левое колесо. Каждый вал этой передачи с двумя шаровыми шарнирами равных угловых скоростей (ШРУС) может непрерывно передавать крутящий момент своему колесу при любом изменении угла передачи. Валы располагаются в моторном отсеке под капотом, один конец каждого из них связан с узлом агрегатов, а другой соответственно с правым или левым ведущим передним колесом.

ШРУсы переднеприводных автомобилей обеспечивает передачу крутящего момента при изменяющихся углах до 42° . Все шарниры защищены от грязи, пыли и влаги резиновыми чехлами.

Основные неисправности карданной передачи и валов с шарнирами

Шум, стуки и вибрация при движении возникают из-за износа шарниров, подшипника промежуточной опоры, деформации валов.

Неисправность устраняется только путем замены поврежденных элементов.

Утечка смазки из шаровых шарниров возможна вследствие повреждения защитных чехлов.

Для устранения неисправности следует заменить чехлы, с обязательной промывкой шарниров и заменой в них смазки.

Эксплуатация карданной передачи и валов с шарнирами

В карданных передачах, как заднеприводных автомобилей, так и переднеприводных, основной проблемой являются шарниры. Трубы и валы очень редко требуют замены, если только вы не прыгаете с моста в речку с каменистым дном каждый день. Да и шарниры могут служить долго, если стиль вашего вождения отличается от гонок на выживание.

Любой автомобиль следует водить по дорогам спокойно и размеренно, но передний привод требует особо аккуратного вождения, так как при повреждении защитных чехлов шарниров в них попадает грязь, и они очень быстро выходят из строя. Необходимо следить за состоянием этих чехлов и сразу же их заменять, как только появились разрывы или всего лишь трещины.

При износе шарниров или подшипников крестовин слышен характерный щелкающий звук при трогании с места и переключении передач. У валов с шаровыми шарнирами эти щелчки могут быть слышны и при повороте передних колес на предельные углы.

Когда износ подшипника промежуточной опоры карданного вала заднеприводного автомобиля достигает определенного рубежа, появляется заметный шум под днищем автомобиля и ощущается значительная вибрация. При нормальной эксплуатации автомобиля шарниры карданного вала и шаровые шарниры передних валов служат довольно долго, около 100 тысяч километров пробега. А трубы и валы, в принципе, вообще вечные, если так уж случилось, что погнулся один из карданных валов или деформировался вал с шаровыми шарнирами, то имеет смысл поменять поврежденные узлы в сборе.

Срок службы шарниров карданного вала и шаровых шарниров укорачивают: резкие старты и разгоны, неправильный выбор скорости и передачи на плохих дорогах, буксование в грязи, особенно на переднеприводных автомобилях, а также движение по глубокой грунтовой колее и снегу.

Главная передача и дифференциал

Главная передача и дифференциал заднеприводных автомобилей

Главная передача предназначена для увеличения крутящего момента и передачи его на полуоси колес под углом.

Главная передача состоит из:
- ведущей шестерни,
- ведомой шестерни.

Крутящий момент коленчатого вала двигателя через сцепление, коробку передач и карданную передачу передает ару конических шестерен, которые находят в постоянном зацеплении.

На рисунке 41 колеса вращаются с одинаковой угловой скоростью. В этом случае поворот автомобиля будет невозможен, так как при этом маневре

правое колесо должны пройти неодинаковое расстояние!

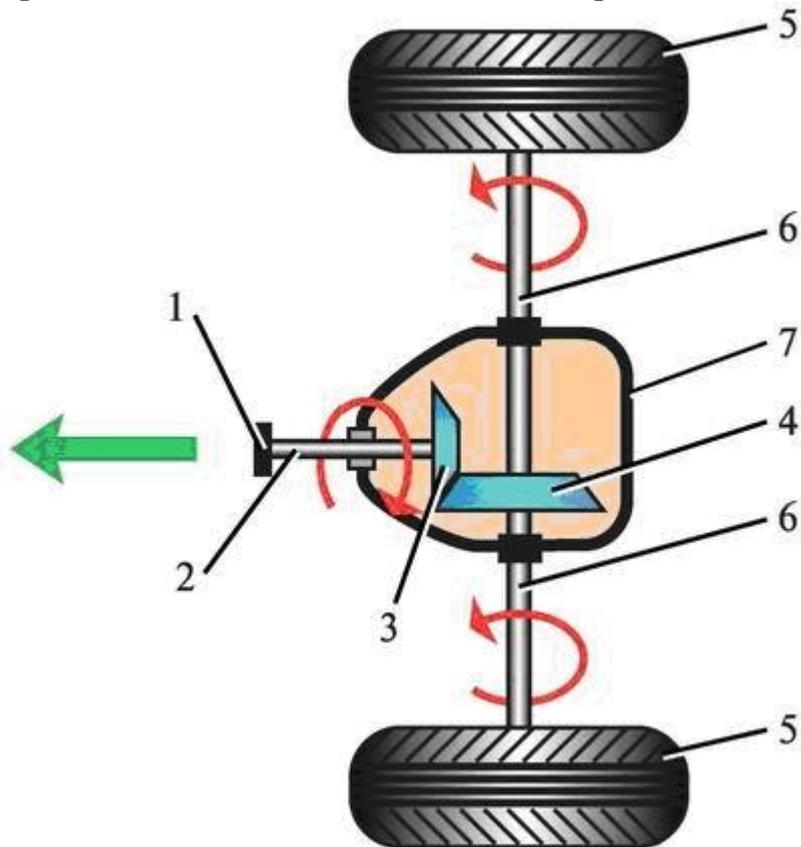


Рис. 17. Схема работы главной передачи: 1 - фланец; 2 - вал ведущей шестерни; 3 - ведущая шестерня; 4 - ведомая шестерня; 5 - ведущие (задние) колеса; 6 - полуоси; 7 - картер главной передачи

Дифференциал предназначен для распределения крутящего момента между полуосями ведущих колес при повороте автомобиля и при движении по неровностям дороги. Дифференциал позволяет колесам вращаться с разной угловой скоростью и проходить неодинаковый путь без проскальзывания относительно покрытия дороги.

Иными словами, 100% крутящего момента, который приходит на дифференциал, могут распределяться между ведущими колесами как 50?50, так и в другой пропорции, например, 60?40.

К сожалению, пропорция может быть и 100?0. Это означает, что одно из колес стоит на месте (в яме), а другое в это время буксует (по сырой земле, глине, снегу).

Конструктивно дифференциал выполнен в одном узле вместе с главной передачей (рис. 17) и состоит из: - двух шестерен - полуосей,

Сначала по поводу "ласки". Несмотря на то, что все детали главной передачи и дифференциала выглядят массивными "железяками", они тоже имеют запас прочности. Поэтому рекомендации относительно резких стартов и торможений, грубых включений сцепления и прочей перегрузки машины остаются в силе.

Теперь о смазке. Трущиеся детали и зубья шестерен должны постоянно смазываться, это мы уже знаем. Поэтому в картер заднего моста (у заднеприводных автомобилей) или в картер блока - коробка передач, главная передача, дифференциал (у переднеприводных автомобилей), заливается масло, уровень которого необходимо периодически контролировать.

Масло, в котором работают шестерни, имеет склонность к утеканию через неплотности в соединениях и через изношенные маслоудерживающие сальники. А еще, любой картер должен иметь постоянную связь с атмосферой. Когда в наглухо закрытой коробке с шестеренками и маслом выделяется тепло, что неизбежно при работе механизмов, давление внутри резко увеличивается и тогда масло обязательно найдет какую-нибудь щелочку. Чтобы не доливать масло по два раза в день, следует помнить о маленькой детальке любого картера - сапуне.

Сапун - это подпружиненный колпачок, прикрывающий вентиляционное отверстие или трубку. Со временем он "залипает", и возможна потеря связи картера с атмосферой. При очередной плановой замене масла или ранее, в случае необходимости, проверните колпачки и восстановите работоспособность пружин всех сапунов на агрегатах вашего автомобиля. В результате этой несложной операции небольшие утечки масла могут прекратиться.

Автоматическая коробка передач (правила пользования)

При вождении автомобиля водителю приходится постоянно работать педалью сцепления и рычагом коробки передач. Это отнимает немало времени, а также доставляет неудобства начинающим автомобилистам.

В автомобиле с автоматической коробкой передач всего две педали ("газ" и тормоз). Когда водитель давит на "газ" или на тормоз, выбор и смена передач происходит автоматически.

Наверное, не стоит тратить время на изучение устройства этого сложного агрегата, так как его сервисное обслуживание и ремонт возможны только в специализированных технических центрах.

Правила пользования автоматической коробкой передач

В автомобиле с "автоматом" рычага переключения передач нет, но зато есть переключатель режимов работы коробки передач, который называется

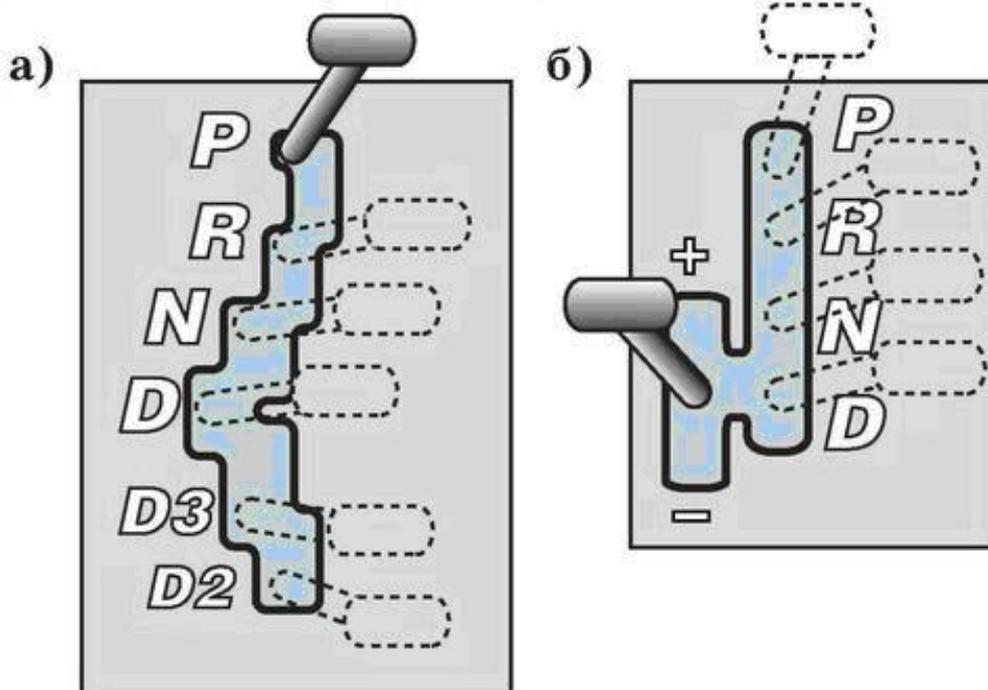


Рис. 19. Схема положений рычага селектора автоматической коробки передач

Рычаг селектора имеет следующие основные положения: P, R, N, D. Есть также положения D3 (или S) и D2 (или L) (рис. 43а). Могут быть и дополнительные режимы, например W (winter - зима).

Давайте разберемся с этими буквами, одновременно поглядывая на схему переключения рычага селектора (рис. 43а).

P (парковка) - в это положение рычаг можно переводить только после полной остановки автомобиля и фиксации его стояночным тормозом. Именно в этом положении следует оставлять машину на стоянке, а также осуществлять запуск двигателя.

R (задний ход) - можно включать, удерживая педаль тормоза нажатой и только после полной остановки автомобиля (иначе не избежать поломок).

N (нейтральное положение) - означает, что крутящий момент от двигателя не передается ведущим колесам. При этом положении рычага разрешается запуск двигателя. Во время движения автомобиля переводить рычаг селектора в положение "N" нельзя, возможна поломка коробки передач!

D (движение) - при этом положении рычага селектора обеспечивается движение автомобиля в нормальных условиях. В этом режиме передачи меняются по мере увеличения или уменьшения скорости движения автомобиля автоматически, без участия водителя.

D3 (S) - диапазон пониженных передач. Обычно включается на дороге с небольшими подъемами и спусками. Торможение двигателем более эффективно, чем в положении D.

D2 (L) - второй диапазон пониженных передач. Включается водителем в тяжелых дорожных условиях (горы, бездорожье и тому подобное). Торможение двигателем при этом более эффективно, чем в положении S.

Перевод рычага селектора автоматической коробки передач из положения D в положение D3 или D2 и обратно может производиться во время движения автомобиля.

Автоматические коробки передач последних лет выпуска могут дополнительно оборудоваться переключателями режимов разгона:

N	-	нормальный,
E	-	экономичный,

S - спортивный.

Существуют также "автоматы" с режимом ручного переключения передач. При переходе на такой режим необходимо перевести рычаг селектора в дополнительный "коридор" (рис. 43б). Кратковременно отклоняя рычаг к отметке " + " или "-", водитель имеет возможность последовательно переключать передачи в порядке повышения или понижения.

Для начала движения автомобиля с автоматической коробкой передач следует, нажав правой ногой на педаль тормоза, рукой перевести рычаг селектора из положения P, R или N в положение D (движение), и затем выключить стояночный тормоз.

При отпуске педали тормоза (правой ногой) автомобиль сразу же начинает движение!

Для увеличения скорости движения надо лишь перенести правую ногу на педаль "газа" и плавно ее нажать. Передачи при разгоне автомобиля будут меняться автоматически.

Для снижения скорости движения достаточно ослабить усилие на педали "газа" или просто ее отпустить, при этом передачи будут самостоятельно переключаться в нисходящем порядке.

ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ

1. Макеты трансмиссий автомобилей
Схемы трансмиссий автомобилей

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить общие сведения.
2. Получить у преподавателя задание для выполнения лабораторной работы.
3. В соответствии с заданием определить тип трансмиссии автомобиля.
4. Составить кинематическую схему трансмиссии автомобиля с обозначением всех ее элементов.
5. Рассчитать передаточное число трансмиссии автомобиля.
6. Составить отчет.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Общие сведения.
3. Кинематическая схема и расчет передаточного числа трансмиссии

автомобиля.

4. Выводы по лабораторной работе.

Контрольные вопросы

1. Назначение автомобильной трансмиссии.
 2. Требования, предъявляемые к автомобильным трансмиссиям.
 3. Какие типы трансмиссий применяют на отечественных автомобилях?
 4. Устройство и принцип действия механических трансмиссий.
 5. Устройство и принцип действия гидромеханических трансмиссий.
 6. Устройство и принцип действия электромеханических трансмиссий.
 7. Устройство и принцип действия гидрообъемных трансмиссий.
1. Назовите преимущества и недостатки различных типов трансмиссий.

Лабораторная работа № 5

Тема: Управляемый мост. Управляемый ведущий мост

Цель работы:

1. Изучить конструктивные особенности управляемого моста.
2. Изучить конструктивные особенности управляемого ведущего моста.

Методические указания

Мостом называется узел автомобиля, соединяющий колеса одной оси между собой и через подвеску с несущей системой. Мост воспринимает от колес силы и реактивные моменты, возникающие в результате взаимодействия колес с дорогой, и передает их подпрессоренной части.

Функционально мосты подразделяют на ведущие, управляемые, управляемые ведущие и поддерживающие.

Управляемый мост состоит из балки и поворотных кулаков, шарнирно соединенных с ней при помощи шкворней. Поворотные кулаки, выполненные вместе с цапфами подшипников ступиц колес и фланцами для крепления опорных дисков или суппортов тормозных механизмов, воспринимают и передают на балку вертикальные, боковые и продольные реакции, действующие в точке контакта колеса с опорной поверхностью, а также реактивные тормозные моменты, возникающие в опорных дисках или суппортах тормозных механизмов, которые передаются на подпрессоренную часть через элементы подвески.

Управляемый мост должен удовлетворять перечисленным ниже требованиям:

- обеспечивать стабилизацию и иметь развал управляемых колес;

- обеспечивать необходимые углы поворота кулаков вперед и назад;
- допускать пониженное расположение силового агрегата, что позволяет уменьшить высоту центра массы автомобиля;
 - обладать достаточной жесткостью, чтобы не возникало существенных деформаций от усилий, действующих со стороны рулевого механизма и реакций колес;
 - при минимальной массе обладать гарантированными прочностью и долговечностью в пределах всего срока службы автомобиля. На рисунке 20 показана конструкция управляемого моста. Балка представляет собой поковку двутаврового сечения, постепенно переходящего на концах, где расположены бобышки с отверстием для шкворня, в прямоугольное. Средняя часть балки, на которой располагаются площадки крепления рессор, опущена относительно концов, чтобы как можно ниже расположить силовой агрегат. Нижний торец бобышки балки опирается на поворотный кулак через опорный подшипник, состоящий из стального опорного кольца и шайбы из графитизированной бронзы, или через упорный шариковый или роликовый конический подшипник.

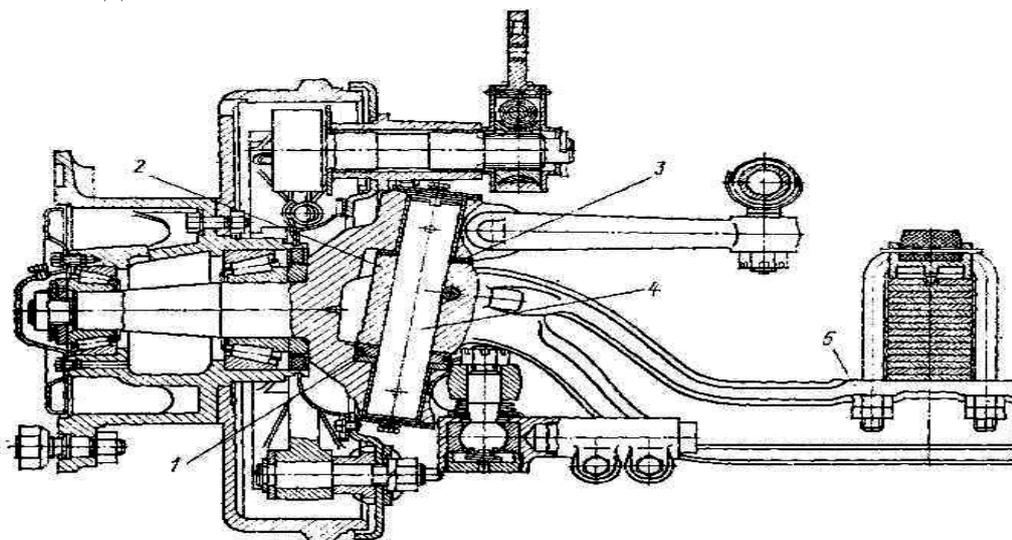


Рисунок 20 - Управляемый мост

1 – опорный подшипник поворотного кулака; 2 – бобышка балки; 3 – регулировочные прокладки; 4 – шкворень; 5 – площадки крепления рессоры

Оси шкворней наклонены в поперечной и продольной плоскостях для обеспечения стабилизации управляемых колес. Колеса установлены с углами развала и схождения для того, чтобы уменьшить сопротивление качению и износ шин.

На полноприводных автомобилях управляемый мост выполняют одновременно ведущим (рисунок 21).

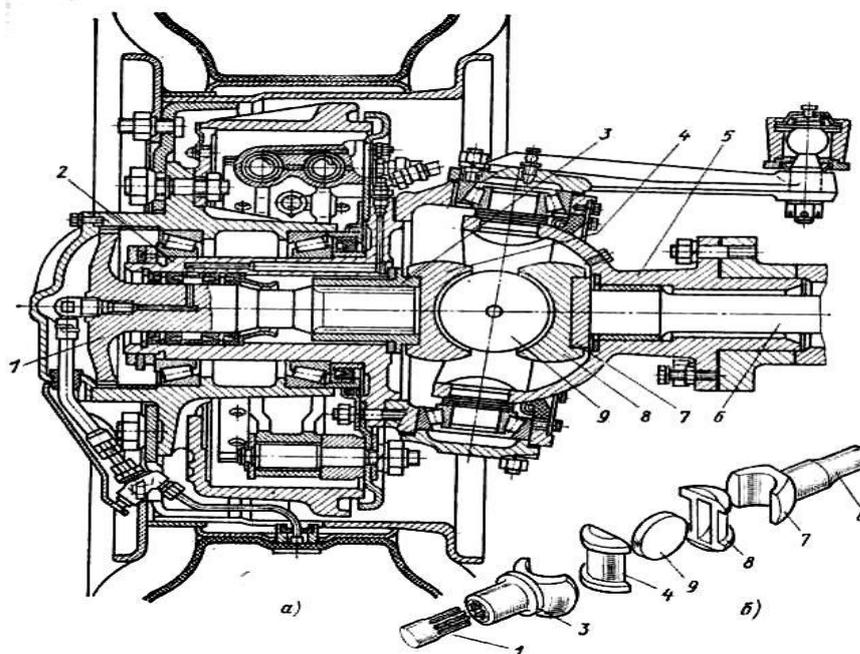


Рисунок 21 - Привод переднего колеса автомобиля с кулачковым карданным шарниром

а – общий вид; б – детали кулачкового шарнира; 1 и 6 – полуоси; 2 – поворотная цапфа; 3 и 7 – вилки; 4 и 8 – кулачки; 5 – шаровая опора; 9 – диск

Обычно управляемый ведущий мост бывает несимметричным, так как главная передача и дифференциал должны быть смещены вправо или влево от плоскости симметрии автомобиля, чтобы обеспечить необходимый зазор между масляным картером двигателя и карданной передачей, соединяющей главную передачу этого моста с раздаточной коробкой.

Балки управляемых ведущих мостов выполняют цельными или разъемными, сварными штампованными или литыми. На концах балки имеются фланцы, к которым болтами укрепляют шаровые опоры поворотного устройства управляемых колес. Шаровая опора имеет два соосно расположенных радиальных отверстия, используемых для центровки коротких, приваренных к шаровой опоре шипов, исполняющих функции шкворня. Шипы располагают на шаровой опоре так, чтобы получить необходимые углы поперечного и продольного наклонов шкворня.

Поворотные кулаки обычно выполняют сборными, состоящими из корпуса и цапфы с фланцем. Корпус кулака устанавливают на шипах шаровой опоры с помощью роликовых конических подшипников. В центральные отверстия шаровой опоры и цапфы запрессовывают втулки из антифрикционного материала, используемые для центровки шарнира равных угловых скоростей.

ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ

1. Макеты управляемых мостов автомобилей.
2. Схемы управляемых мостов автомобилей.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить общие сведения.
2. Получить у преподавателя в качестве задания управляемый мост автомобиля.
3. Изучить устройство управляемого моста автомобиля.
4. Составить кинематическую схему управляемого моста автомобиля.
5. Составить отчет.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Общие сведения.
3. Кинематическая схема управляемого моста автомобиля.
4. Выводы по лабораторной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой узел автомобиля называется мостом?
2. Как функционально подразделяют мосты?
3. Каким требованиям должен удовлетворять управляемый мост?
4. На каких автомобилях управляемый мост выполняют одновременно ведущим?
5. Почему обычно управляемый ведущий мост бывает несимметричным?
6. Перечислить конструктивные особенности управляемого моста.
7. Перечислить конструктивные особенности управляемого ведущего моста.

Лабораторная работа №6 **Тема: Подвеска автомобиля**

Цель работы: изучить устройство и конструктивные особенности различных схем подвесок автомобилей.

Методические указания

Подвеска автомобиля предназначена для обеспечения упругого соединения несущей системы с колесами, а также передачи всех сил и моментов, возникающих при взаимодействии колес с опорной поверхностью.

К подвеске автомобиля предъявляют следующие требования:

1. Обеспечение плавности хода;
2. Обеспечение движения по неровным дорогам без ударов в ограничитель;
3. Ограничение поперечного крена автомобиля;
4. Кинематическое согласование перемещений управляемых колес, исключающее их колебания относительно шкворней;
5. Обеспечение затухания колебаний кузова и колес;
6. Постоянство колеи, углов наклона колес; постоянство углов наклона шкворней;
7. Надежная передача от колес к кузову продольных и поперечных сил;
8. Снижение массы неподрессоренных частей;
9. Общие требования.

Подвески автомобиля классифицируют по следующим признакам:

1. По типу характеристики:
 - постоянной жесткости;
 - переменной жесткости;
 - прогрессивная.
2. По способу передачи сил и моментов от колес:
 - рессорная;
 - штанговая;
 - рычажная (однорычажная, двухрычажная).
3. По расположению плоскости качания:
 - вертикальная;
 - поперечная;
 - продольная.
4. По типу направляющих устройств:
 - зависимые (автономные, балансирные);
 - независимые.
5. По наличию шкворня:
 - шкворневые;
 - бесшкворневые.
6. По типу упругого элемента:
 - металлическая (рессорная, пружинная, торсионная, комбинированная);
 - неметаллическая (пневматическая, гидропневматическая, резиновая, комбинированная).
7. По типу гасящего элемента:
 - с рычажным амортизатором (механическим, гидравлическим);
 - с телескопическим амортизатором (однотрубным, двухтрубным).

Независимые подвески применяют для легковых автомобилей и грузовых автомобилей высокой проходимости; зависимые автономные - для двухосных грузовых автомобилей и автобусов, редко - для

легковых автомобилей, а зависимые балансирующие - для поддрессоривания двух близко расположенных мостов, например, на трехосных автомобилях. Вертикальное перемещение кузова при балансирующей подвеске в 2 раза меньше, чем при автономной.

Выбор типа упругого элемента определяется конструктивной схемой, требованиями компактности и снижения массы. Неметаллические упругие элементы обеспечивают хорошую плавность хода, но имеют более высокую стоимость, чем металлические. При установке пневматических и гидропневматических подвесок создается возможность регулирования высоты пола или дорожного просвета. Комбинированные упругие элементы состоят из основного и дополнительного элементов для корректировки упругой характеристики (например, листовая рессора и пружины, резиновые или пневматические дополнительные элементы).

УПРУГАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА. Для удовлетворения требованиям плавности хода подвеска должна обеспечивать определенный закон изменения вертикальной реакции на колесо R_z в зависимости от прогиба (рис.22) - эта зависимость называется упругой характеристикой подвески.

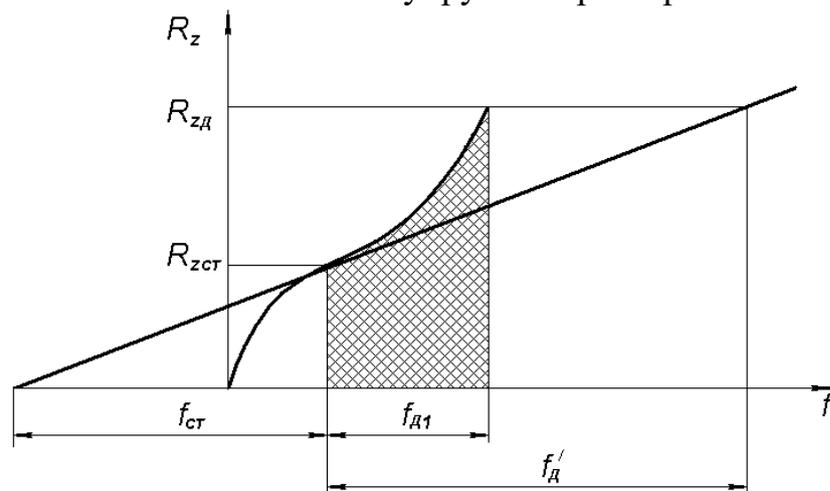


Рис.22. Упругая характеристика подвески

В некотором диапазоне изменения нагрузок, близком статической $R_{zст}$, характеристики подвески должны обеспечивать оптимальную частоту колебаний: для легковых автомобилей 0,8...1,2 Гц, а для грузовых 1,2...1,9 Гц, что соответствует уровню колебаний человека при ходьбе. Частота собственных колебаний поддрессоренной массы зависит от статического прогиба подвески $f_{ст}$:

$$\Omega = (1/2\pi)\sqrt{g/f_{ст}}$$

Для предотвращения ударов в ограничитель при движении по неровным дорогам и увеличении амплитуды колебаний подвески относительно статического положения, жесткость подвески должна

увеличиваться. При этом отношение динамической нагрузки к статической характеризует коэффициент динамичности:

$$K_D = R_{zd} / R_{zct}, K_D = 2,5...3$$

Площадь под кривой упругой характеристики определяет динамическую энергоемкость подвески, которая эквивалентна работе, необходимой для полной деформации упругого элемента. Для увеличения динамической энергоемкости упругая характеристика подвески должна быть прогрессивной, т. е. обеспечивать прогрессивное возрастание реакции R_{zd} при меньшем прогибе. Такой же коэффициент динамичности может быть получен при линейной характеристике, но при этом динамический прогиб f'_d чрезмерно увеличивается, что трудно обеспечить конструктивно.

При изменении полезной нагрузки автомобиля от минимума до максимума нагрузка от поддресоренной части, определяющая f_{ct} , меняется на передней подвеске на 10...30 %, на задней подвеске легковых автомобилей на 45...60 %, грузовых на 250...400 %, автобусов на 200...250 %.

Для сохранения оптимальной частоты собственных колебаний кузова при переменной нагрузке необходимо поддерживать постоянство статического прогиба подвески, изменяя ее жесткость, т. е. жесткость подвески должна изменяться пропорционально приходящейся на нее нагрузке.

Существуют различные способы обеспечения постоянства статического прогиба. Например, регулирование давления воздуха в пневматической подвеске или применение дополнительных упругих элементов, включающихся в работу при увеличении нагрузки.

На рис.23 приведены конструкции дополнительных упругих элементов.

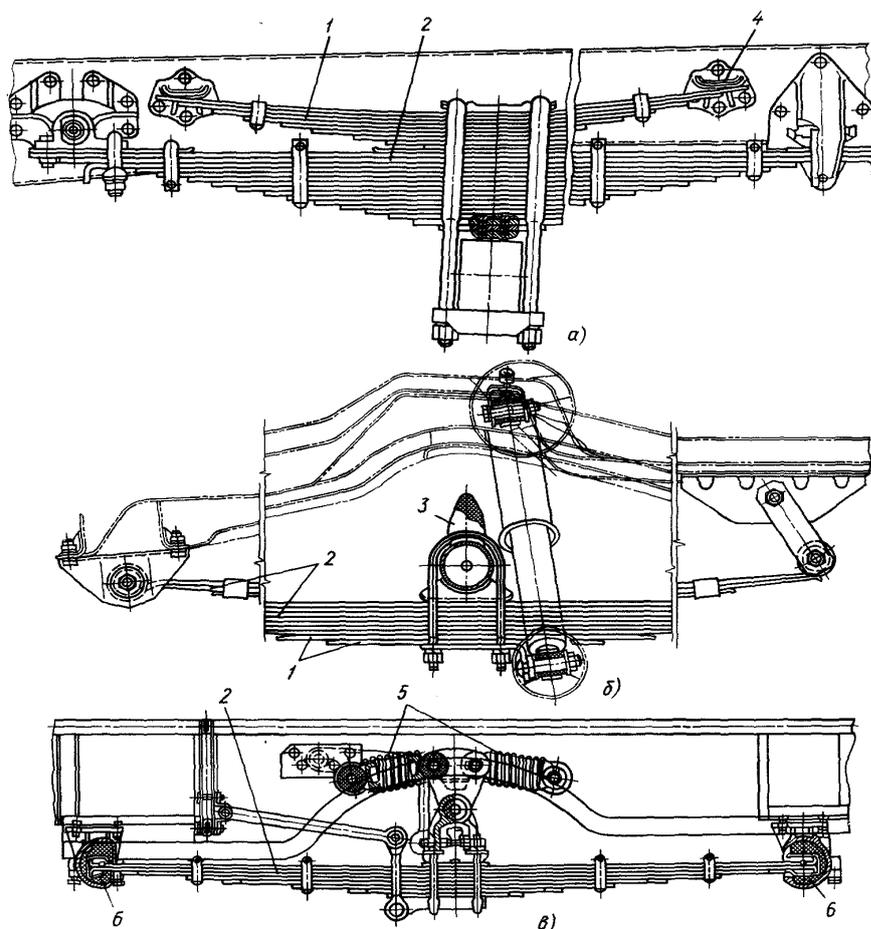


Рис. 23. Рессорные подвески с дополнительными упругими элементами:

а - рессорой (передняя опора с накладным ушком, задняя опора скользящая);

б - нижними листами рессоры (передняя опора с загнутым ушком, задняя опора на сержках); в – корректирующими пружинами;

- 1 - дополнительная рессора; 2 - основная рессора; 3 – буфер сжатия,
 4 - кронштейн дополнительной рессоры; 5 - корректирующие пружины;
 6 - резиновые подушки крепления основной рессоры

Дополнительная рессора доходит до опор и включается в работу при прогибе $0,6 f_d$.

Кривая форма опор по мере прогиба основной рессоры уменьшает рабочую длину дополнительной рессоры и увеличивает ее жесткость. Корректирующие пружины при статической нагрузке расположены горизонтально и испытывают растяжение или сжатие при прогибе основной рессоры.

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ. От схемы подвески зависит компоновка автомобиля, параметры плавности хода, устойчивости и управляемости, массы автомобиля и др.

На рис.24 представлены характерные схемы подвесок.

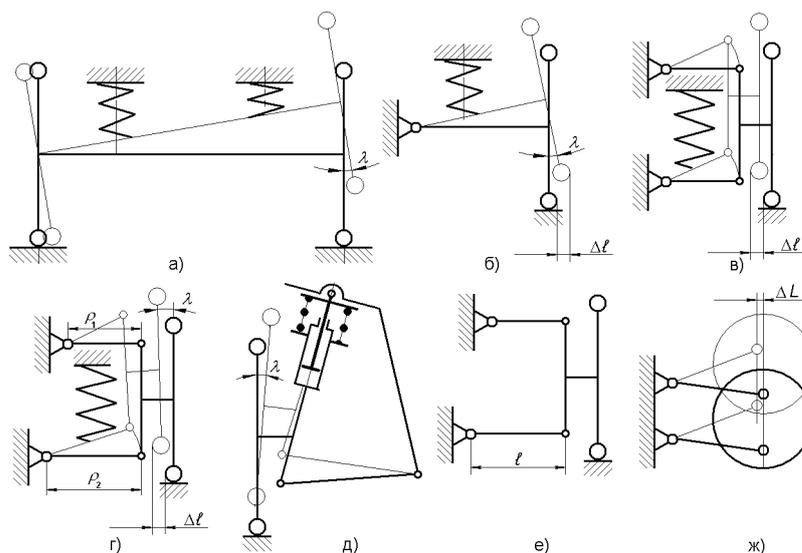


Рис.24. Кинематические схемы подвесок автомобилей:
 а- зависимой; б- однорычажной независимой; в- двухрычажной независимой с рычагами равной длины;
 г- двухрычажной независимой с рычагами разной длины; д - независимой рычажно-телескопической;
 е - независимой двухрычажной с торсионом; ж - независимой с продольным качанием

Зависимая (рис.24а) и однорычажная независимая (рис.24б) подвески отличаются тем, что вертикальное перемещение колеса сопровождается изменением угла λ , что вызывает гироскопический эффект, возбуждающий колебания колеса относительно шкворня. В двухрычажной подвеске с рычагами равной длины - параллелограммной (рис.24в) угловое перемещение отсутствует, но значительно поперечное перемещение $\Delta\ell$ колеса, что ведет к быстрому изнашиванию шин и уменьшению боковой устойчивости. В двухрычажной подвеске с рычагами разной длины (рис.24г) при $\lambda = 5...6$ и $\rho_1/\rho_2 = 0,55...0,65$ гироскопический момент гасится моментом сил трения в системе, а поперечное перемещение $\Delta\ell = 4...5$ мм компенсируется упругостью шин.

Рычажно-телескопическая подвеска передних колес легковых автомобилей - качающаяся свеча (рис.24д) обеспечивает незначительные изменения колеи, развала и схождения колес, при этом замедляется изнашивание шин, улучшается устойчивость автомобиля. Подвеска имеет один поперечный рычаг внизу, ее основной элемент - амортизаторная стойка, имеющая верхнее шарнирное крепление под крылом, что обеспечивает большое плечо между опорами стойки. В верхней опоре имеется подшипник, необходимый для исключения закручивания пружины, что могло бы вызвать стабилизирующий момент и дополнительные изгибающие нагрузки. Малые размеры и масса, большое расстояние по высоте между опорами, большой ход также относятся к преимуществам этой подвески. Конструктивные трудности обусловлены нагружением крыла в точке крепления верхней опоры.

На рис.25. показаны силы, действующие в рычажно-телескопической подвеске. По линии eA действует сила P_B , которая может быть разложена на две составляющие силы: $P_{ПР}$, действующую на пружины, и $Q_{ПР}$, перпендикулярную оси стойки, приложенную в точке A к опоре стойки. Под действием этой силы повышается трение штока поршня в направляющей стойке. В результате ухудшается реагирование подвески на мелкие дорожные неровности.

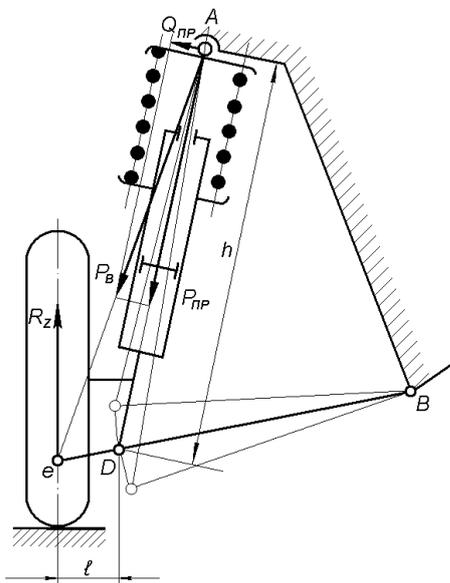


Рис.25. Расчетная схема рычажно-телескопической подвески

УПРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ. К металлическим упругим элементам относятся: листовые рессоры, спиральные пружины и торсионы.

Для зависимых подвесок чаще используют рессоры, а для независимых - пружины и торсионы.

Листовые рессоры.

Они имеют широкое применение, так как одновременно выполняют три функции: упругого элемента, также направляющего и гасящего устройств. К недостаткам листовых рессор относятся: высокая металлоемкость (энергия, запасаемая единицей объема листовой рессоры, в 4 раза меньше, чем у пружин и торсионов); наличие межлистового трения, отрицательно влияющего на характеристику рессоры и на ее долговечность. Часты случаи поломки листов вследствие микротрещин, возникающих при межлистовом трении.

Для увеличения долговечности листовых рессор их разгружают от скручивающих напряжений, иногда от передачи толкающих усилий; уменьшают напряжения в листах, ограничивая амплитуду или вводя дополнительные упругие элементы. Для снижения межлистового трения предусматривают смазку листов, устанавливают прокладки и др. Межлистовое трение в рессоре особенно усиливается при попадании между листами абразивных частиц, что приводит к местному поверхностному износу, задирам и образованию микротрещин, а в конечном итоге к поломке листов. Наименьшее межлистовое трение имеет малолистовая рессора щелевого типа

с необходимым зазором между листами, наименьшую массу - однолистовая рессора.

На рис.26 показана подвеска с трехлистовой основной параболической рессорой 1 щелевого типа и здесь же приведены два варианта дополнительной параболической рессоры - одно- 3 и двухлистовая 2. Малолистовые рессоры имеют по сравнению с многолистовыми меньшую на 25...50 % массу и в 1,3...1,5 раза большую долговечность.

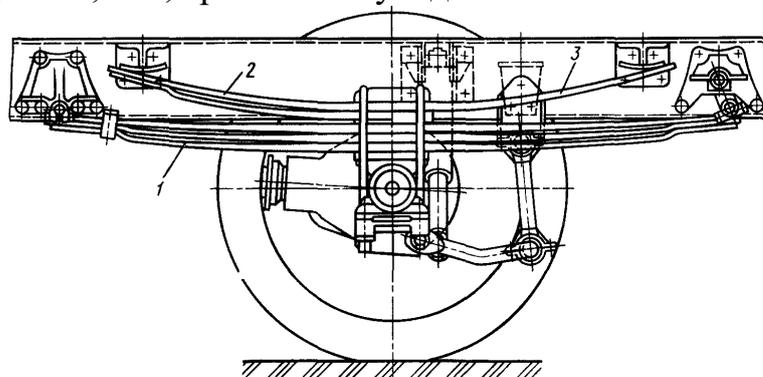


Рис.26. Подвеска с трехлистовой параболической рессорой щелевого типа

Долговечность рессор зависит от чистоты поверхности листов и точности проката, а также от их прочности. Введение дробеструйной обработки листов, применение биметаллических листов позволяют упрочнить рессоры. Износостойкость листов может быть повышена при применении покрытий из порошков самофлюсующихся сплавов на основе никеля. При использовании листов несимметричного профиля также увеличивается долговечность и снижается их масса.

При больших деформациях листы рессор прямоугольного профиля принимают вогнутую форму. На поверхности листа, испытывающей растягивающие напряжения, возникают дополнительные «мембранные» напряжения. При применении листов несимметричного профиля влияние мембранных напряжений уменьшается. При смещении нейтральной оси $X - X$ поперечного сечения происходит перераспределение напряжений между сторонами профиля, испытывающими в работе напряжения растяжения и сжатия. В результате повышается прочность и долговечность рессоры.

У профилей трапециевидного сечения допустимые напряжения сжатия в 1,22 раза больше напряжений растяжения. Наиболее применяемые профили рессорных листов специальной формы имеют трапециевидное, Т-образное или трапециевидно-ступенчатое поперечное сечение (рис.27.).

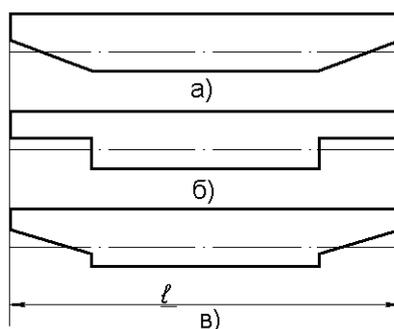


Рис.27. Формы сечения рессорных листов:
 а - трапециевидное; б - Т-образное; в - трапециевидное ступенчатое
 Основные требования, предъявляемые к рессорным сталям после термической обработки:

- предел текучести, предел прочности, удлинение и сжатие в соответствии с техническими условиями;
- стойкость к образованию трещин; для этого на поверхности не должно быть обезуглероженного слоя, трещин, плен, волосовин;
- предел выносливости поверхностных слоев ниже, чем средних слоев; для выравнивания их применяют поверхностное упрочнение - наклеп, пластическую осадку и др.

Глубина обезуглероженного слоя составляет примерно 2...1,5 % в зависимости от наличия кремния и толщины листа. Шлифование после термообработки, дробеструйная обработка и другие методы упрочнения повышают прочность рессоры.

Пружины и торсионы.

Эти упругие элементы имеют большую удельную энергоемкость, чем рессоры. Однако при применении пружин или торсионов в качестве упругих элементов подвески необходимо иметь автономное направляющее устройство, что усложняет конструкцию подвески в целом, несмотря на простоту упругих элементов.

По расположению торсионы могут быть продольные и поперечные, а по сечению - круглые, пластинчатые, пучковые, составные и др.

На рис. 28 показана торсионная независимая подвеска. Здесь упругий стержень круглого сечения нагружен поперечным рычагом 4. Торсионная подвеска наиболее компактна, основной ее недостаток - трудность термической обработки торсиона.

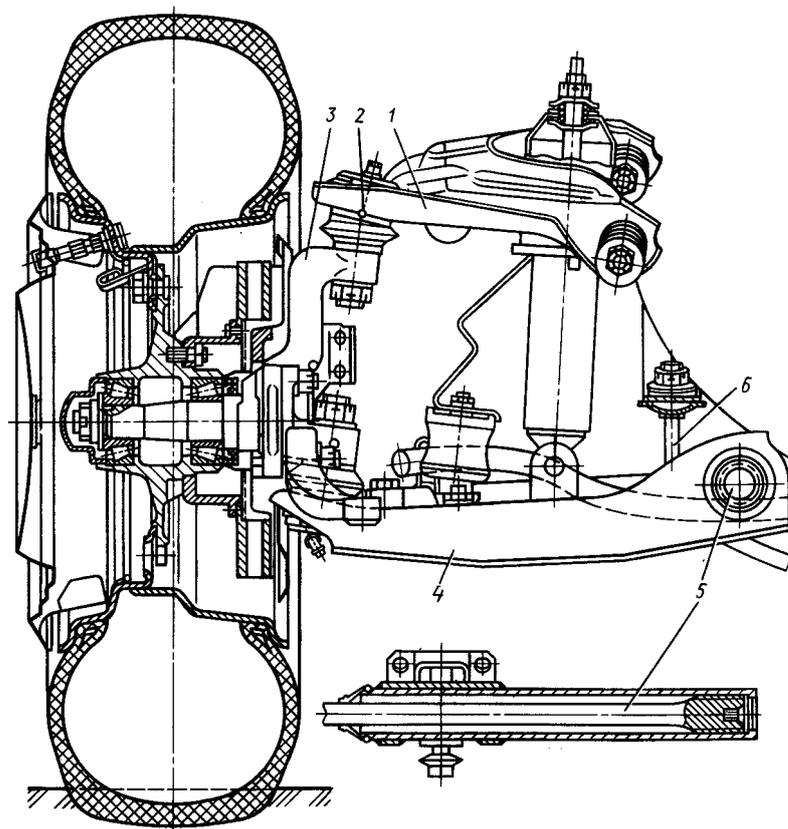
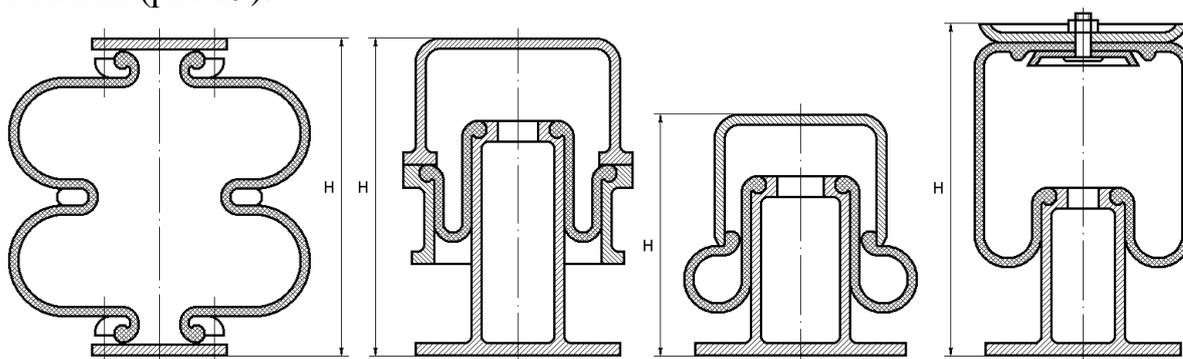


Рис.28. Беспшворневая торсионная подвеска:
 1 и 4 - рычаги соответственно верхний и нижний; 2 - шаровые шарниры;
 3 - вертикальная стойка; 5 - торсион; 6 - стабилизатор

Пружинные упругие элементы могут применяться как в рычажно-телескопической (рис.28), так и в рычажной независимой подвеске (рис.6). При применении пружины в рычажных подвесках она подвергается не только сжатию, но и изгибу, так как один конец пружины закреплен на подвижном рычаге. Это оказывает влияние на жесткость подвески и на напряжения в пружине. В пружине возникает большая неравномерность напряжений, как в отдельных витках, так и по длине каждого витка.

Пневматические упругие элементы.

В пневматических подвесках используют резинокордные упругие элементы (рис.29).



а) б) в) г)

Рис.29. Схемы резинокордных элементов:

а – двухсекционный пневмобаллон; б - диафрагменный пневмобаллон с направляющей;

в - диафрагменный пневмобаллон без направляющей; г – рукавный.

Статическое давление воздуха в баллонных элементах 0,5...0,6 МПа, в диафрагменных 0,7...1,5 МПа.

Применяются пневмобаллоны двух-, трех- и односекционные. У пневмобаллона усилие на ходе сжатия растет, увеличивается внутреннее давление и, следовательно, жесткость, поэтому необходимо применение дополнительного резервуара.

Диафрагменные пневматические упругие элементы обеспечивают низкие частоты, имеют меньшие размеры, меньшую массу и меньшей емкости резервуара.

Баллонные элементы применяют на грузовых автомобилях; на автобусах применяются как баллонные, так и диафрагменные элементы; на легковых автомобилях преимущественно распространены диафрагменные и рукавные упругие элементы. Рукавные элементы обладают большей гибкостью, что создает удобство компоновки.

Пневматический баллон компактен, герметичен и долговечен. Но для достижения низкой частоты собственных колебаний требует применение дополнительного резервуара воздуха.

Диафрагменные элементы обеспечивают низкую частоту колебаний при меньшем объеме воздуха.

НАПРАВЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА. Листовые рессоры.

Как направляющие и передающие толкающие усилия устройства, листовые рессоры могут быть связаны с несущей системой различными способами.

На рис.30 показаны способы установки передних рессор. Один из наиболее распространенных способов - крепление переднего конца рессоры на пальце, а заднего на серьге (рис.30а). Такая конструкция обеспечивает жесткую фиксацию моста в горизонтальной плоскости. К недостаткам схемы относятся необходимость смазывания, абразивный износ пальцев и поломки ушков рессор.

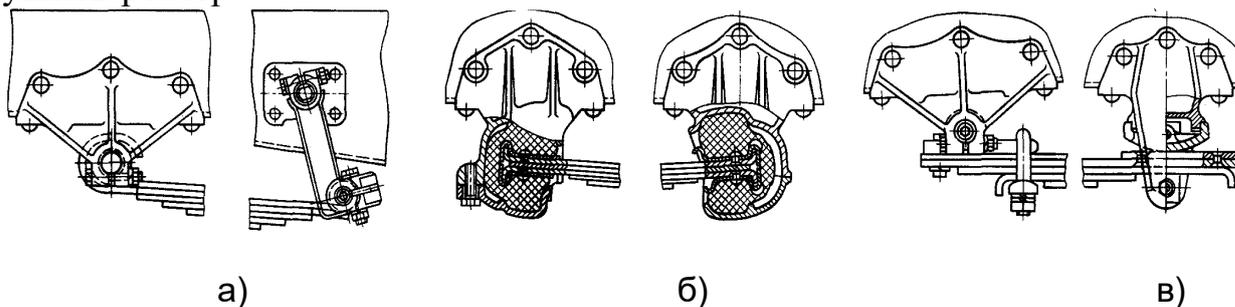


Рис.30. Крепление передних рессор:

а - с витыми ушками; б - на резиновых подушках; в - с накладным ушком и скользящей опорой

Крепление рессор на резиновых подушках (рис.30б) не всегда удовлетворяет требованиям жесткости фиксации моста, но не требует смазки, хорошо воспринимает удары, вибрации и предохраняет рессору от скручивающих нагрузок.

При применении накладных ушков (рис.30в) усложняется конструкция, но обеспечиваются жесткость фиксации и прочность рессоры.

Наличие скользящих опор придает некоторую прогрессивность подвеске при изменении длины рессоры в результате перекатывания по опоре, но снижает жесткость фиксации моста и вызывает ускоренное изнашивание концов рессор. Для снижения износа применяют накладки из упрочненной стали на концах рессор.

На трехосных автомобилях используют балансирные подвески (рис.31.).

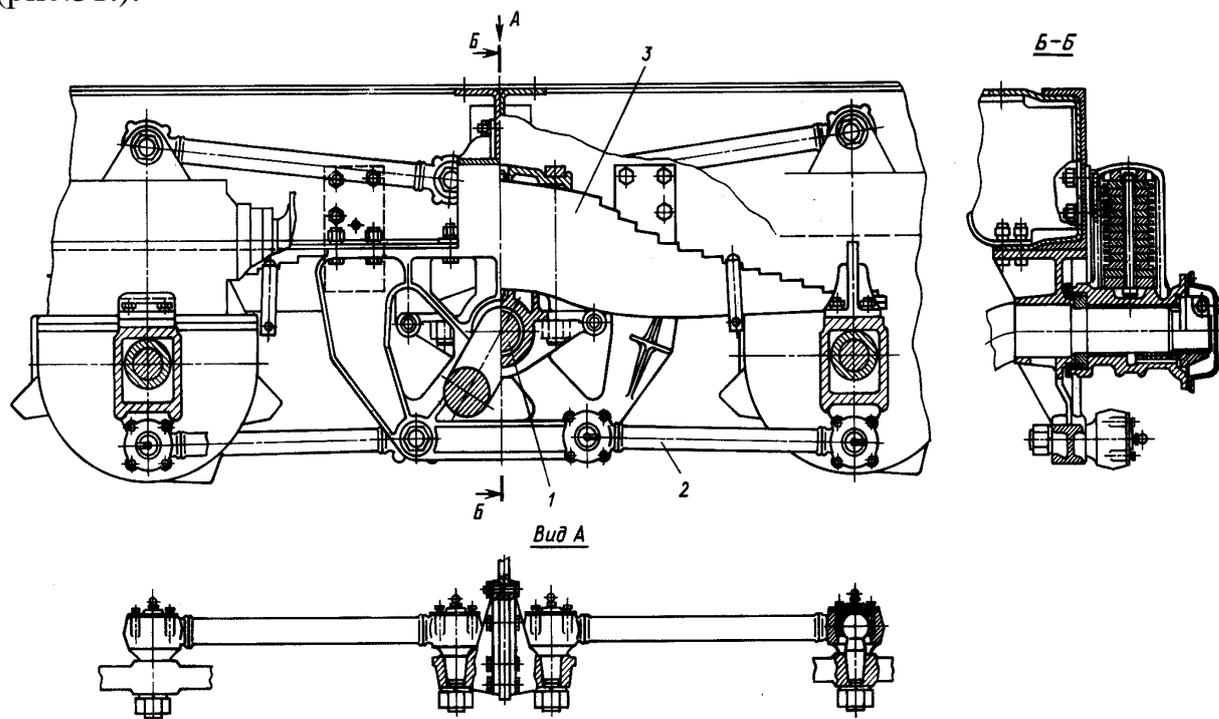


Рис.31. Балансирная подвеска трехосного автомобиля

Ось балансиров 1 выполняют цельной или для снижения массы - разрезной консольного типа. Силы и моменты от мостов передаются на раму шарнирными штангами 2. Рессора 3 в данной конструкции служит одновременно и балансирной балкой.

На рис.31. приведены три распространенных схемы балансирных подвесок. Схема, где каждый мост имеет свою рессору, соединенную с кронштейном рамы и через серьги с коротким балансиром (рис.31а),

широко применяется на полуприцепах, при большой базе тележки балансир удлиняется.

Рессора закреплена на раме через пальцы и серьги (рис. 31, б). Под рессорой шарнирно установлена балансирная балка, также шарнирно соединенная с балками мостов. В схеме, приведенной на рис. 226, в, балансирная ось шарнирно соединена с кронштейнами, закрепленными на раме, и с рессорой, свободно опирающейся на балки мостов. Здесь рессора является балансиром.

Схема и конструкция направляющего устройства подвески управляемых колес должны быть согласованы с рулевым приводом так, чтобы не вызывать изменения углов установки оси шкворня, обеспечивать стабилизацию колес и не вызывать автоколебаний колес. Для этой цели при независимой подвеске поперечную тягу выполняют расчлененной, шаровые шарниры располагают на продолжении осей качания рычагов подвески, что исключает возможность возникновения угловых колебаний колес при вертикальных колебаниях автомобиля во время прямолинейного движения.

При зависимой подвеске на листовых , рессорах необходимо, чтобы центр шарового пальца сошки при поворотах вала сошки перемещался в плоскости, параллельной продольной плоскости автомобиля, при этом в нейтральном положении сошки центр ее шарового пальца должен совпадать с центром качания колеса на упругом элементе подвески, что исключает возникновение угловых колебаний вокруг шкворней.

Пневматические упругие элементы способны воспринимать только вертикальные нагрузки. Для восприятия продольных и боковых нагрузок применяются сложные направляющие устройства. В комбинированных рессорно-пневматических подвесках (рис. 31, а) рессоры являются элементами направляющего устройства и упругим элементом, воспринимающим часть нагрузки. Рессора воспринимает продольные и боковые силы, тормозной момент воспринимается пневмобаллонами. Комбинация рессорной и пневматической подвесок не является оптимальной, так как наличие межлистового трения в рессоре ухудшает плавность хода и сокращает ресурс подвески. Наиболее перспективной является подвеска с А-образным рычагом при бесшарнирном соединении с балкой моста.

Для уменьшения поперечного крена автомобиля под действием боковых сил при недостаточной угловой жесткости подвески применяют стабилизатор поперечной устойчивости. Преимущественное применение он имеет в передней подвеске. Момент боковой силы, вызывающий крен кузова, распределяется по осям пропорционально жесткости подвесок.

ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ

1. Комплект спиральных рессор (пружин).
2. Стенд для определения жесткости упругих элементов.
3. Набор грузов.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить общие сведения.
 2. Получить у преподавателя в качестве задания пружины подвески автомобиля.
 3. Установить пружину на стенд.
 4. Последовательно нагружая пружину установить ее сжатие.
 5. Результаты измерений занести в таблицу.
 6. По результатам измерений построить характеристики упругих элементов в координатах $p = f(f)$.
 7. Указать характер характеристики каждого из исследуемых упругих элементов.
5. Составить отчет.

Сжатие образца f , см	Масса груза p , кг				
		5	10	15	20
Образец 1					
Образец 2					
Образец 3					

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Общие сведения.
3. Таблица с результатами измерений.
4. Характеристика упругих элементов в координатах $p = f(f)$.
5. Выводы по лабораторной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначены подвески и их составные части?
2. Какие показатели определяют плавность хода автомобилей?
3. Чем различаются зависимые и независимые подвески?
4. Какие преимущества имеет подвеска «качающаяся свеча»?
5. Каково назначение реактивных тяг подвески, стабилизатора, амортизатора?
6. Как работает амортизатор при ходе сжатия и отбоя?
7. В чем преимущество газонаполненного амортизатора?

Лабораторная работа №7

Тема: Тормозные системы

Цель работы:

1. Изучить виды и назначение тормозных систем автомобиля;
2. Изучить конструкцию тормозных механизмов, применяемых на автомобиле;
3. Изучить виды и устройство тормозных приводов.

Методические указания

Тормозная система предназначена для снижения скорости движения и/или остановки транспортного средства или механизма. Она также позволяет удерживать транспортное средство от самопроизвольного движения во время покоя.

Вся совокупность устройств для осуществления торможения автомобиля и удержания его в неподвижном состоянии относительно дороги. Подразделяется на: рабочую, стояночную, вспомогательную, запасную. Состоит из управляющего органа (педаль тормоза или рычага тормоза), тормозного привода, фрикционных тормозов, тормозов-замедлителей различной конструкции и различных принципов действия.

Рабочая тормозная система. Служит для всережимного регулирования текущей скорости автомобиля и его остановки с любой доступной эффективностью. Исполнительным элементом системы являются только фрикционные тормоза с гидравлическим, пневматическим, электрическим и комбинированным тормозным приводом.

Стояночная тормозная система. Служит для длительного удержания автомобиля в неподвижном состоянии относительно дороги. Исполнительным элементом являются только фрикционные тормоза. Обычно имеет механический тормозной привод, но также возможны и прочие типы привода.

Вспомогательная тормозная система. Служит для длительного поддержания скорости автомобиля на уклонах и её регулирования. Исполнительными элементами системы служат различные устройства, встроенные в силовой агрегат автомобиля (т.е. в его двигатель и трансмиссию) и выполняющие функцию замедлителя, такие как: гидродинамические передачи в трансмиссии и компрессионные тормоза в двигателе.

Запасная тормозная система. Служит для остановки транспортного средства при выходе из строя рабочей тормозной системы. Исполнительным элементом являются только фрикционные тормоза. Не имеет органа управления, а срабатывает автоматически. Распространена на автомобилях с пневматическим тормозным приводом, где функцию запасной

тормозной системы выполняют так называемые энергоаккумуляторы. На автомобилях с гидравлическим тормозным приводом функция запасной тормозной системы возложена на стояночную тормозную систему.

Кроме того, в зависимости от рабочего тела, за счёт которой система приводится в действие, выделяют следующие типы тормозных систем: **Гидравлическая.** Это решение используют для легковых автомобилей, внедорожников, микроавтобусов, малогабаритных грузовиков и спецтехники.

- **Пневматическая.** Монтируется на грузовых машинах, погрузчиках, тракторах, автокранах, бульдозерах.

- **Механическая.** Привод механическими тягами был использован на первых автомобилях. Но из-за низкого КПД и проблем с равномерным распределением усилия на все колёса, сейчас это решение не актуально.

- **Комбинированная** (например, может совмещаться гидравлический и пневматический механизм работы).

Отдельно следует выделить систему рекуперативного торможения. Чаще устанавливается на грузовом транспорте (карьерных самосвалах) на городских автобусах и на современных легковых гибридных автомобилях.

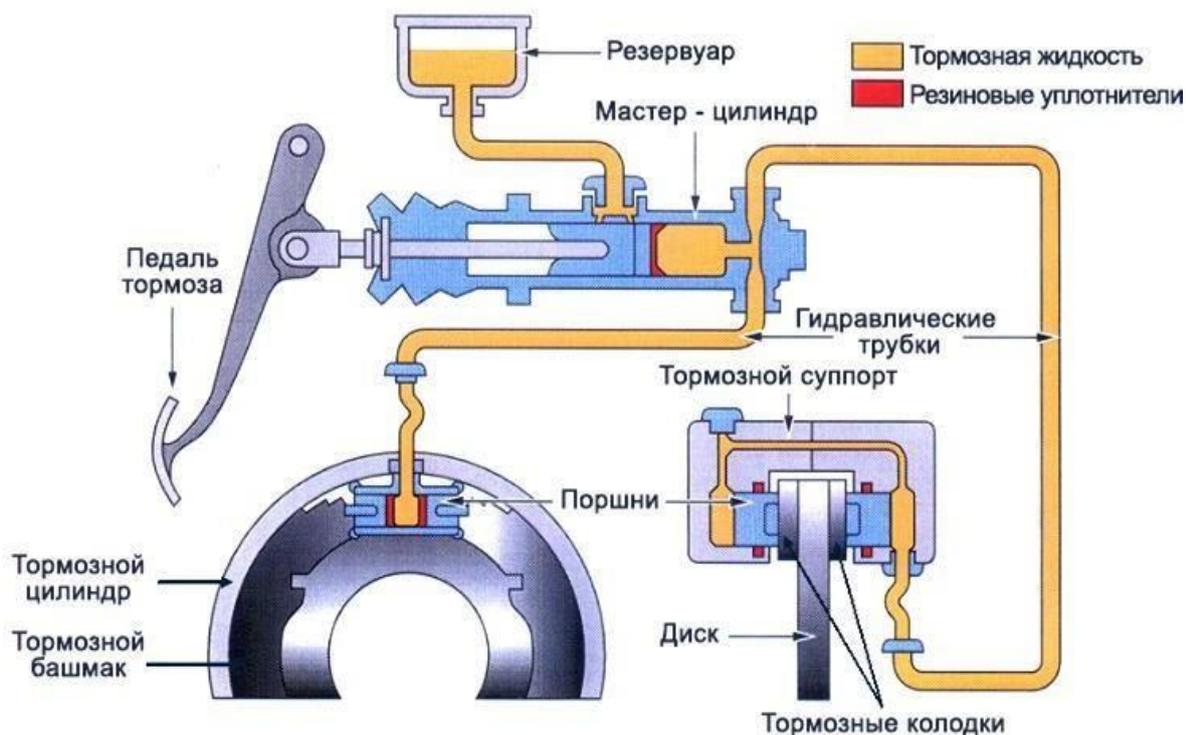
Физические основы торможения.

Движение авто всегда связано с наличием кинетической энергии. Процесс торможения всегда связан с преобразованием кинетической энергии в тепловую. Тепловая энергия, выделяющаяся при трении диска и колодок рассеивается в окружающую среду. При рекуперативном торможении часть кинетической энергии преобразуется в электрическую энергию, которая запасается для её использования при разгоне автомобиля. Принцип рекуперативного торможения долгое время использовался на железнодорожном транспорте, но вскоре он стал базовым и для работы тормозной системы авто.

Принцип действия гидравлической системы

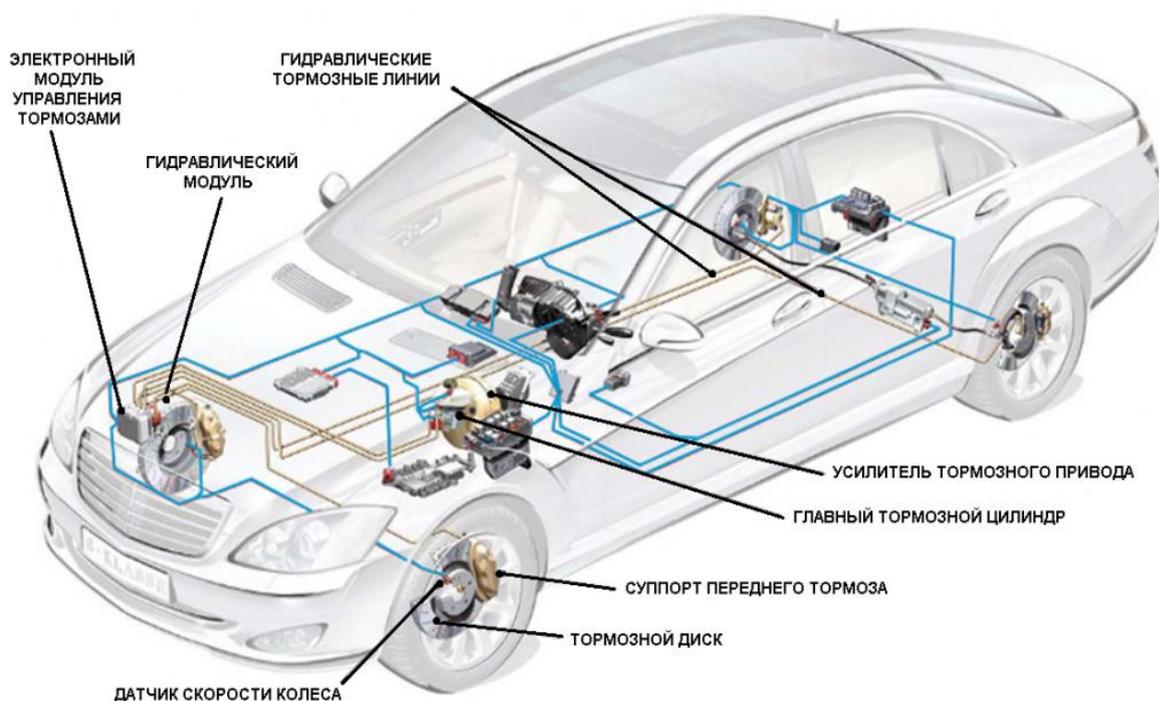
Гидравлическая система реализует следующий принцип:

1. Водитель нажимает на педаль, мышечное усилие передаётся на поршень главного цилиндра где преобразуется в давление тормозной жидкости.
2. Жидкость вытесняется поршнем в гидравлические линии (трубки).
3. По трубопроводам жидкость под давлением подаётся к исполнительным цилиндрам.
4. Срабатывают механизмы торможения.
5. Скорость вращения колёс уменьшается.



Рабочим телом в гидравлической системе является жидкость, на 93-98%, состоящая из полигликолей и их эфиров, и на 2-7% - из присадок, предназначенных для защиты деталей от коррозии. Обладающая высокой плотностью, жидкость не сжимается, и гидропривод срабатывает очень быстро. Еще одно достоинство гидропривода – его самодостаточность. Конструкция не содержит компрессор или иное устройство, зависимое от работы мотора. При перемещении жидкости по трубопроводу потеря энергии – незначительная, и КПД гидропривода достаточно высок (исключение – работа при температурах ниже минус 30 °С).

Работа тормозной системы с рекуперацией. Принцип же действия тормозной системы с рекуперацией иной: При нажатии на педаль в генераторном режиме запускается электромотор (у электрического и гибридного транспорта) Создается тормозной момент на валу мотора. Начинает вырабатываться электрическая энергия, направляемая в аккумуляторы или суперконденсаторы. Если транспорт неэлектрический – запасается кинетическая энергия вращения маховика (впоследствии её используют для разгона).



Многие современные автомобили оснащены электронно-управляемой системой торможения, которая одновременно выполняет функции антиблокировочной, пробуксовочной системы; а также оснащена функцией динамической стабилизации транспортного средства. Решения с рекуперацией способны обеспечить бесшумную работу тормоза, кратчайший путь во время торможения с обеспечением высокой курсовой устойчивости, и предотвращение потери сцепления колёс с дорожным полотном.

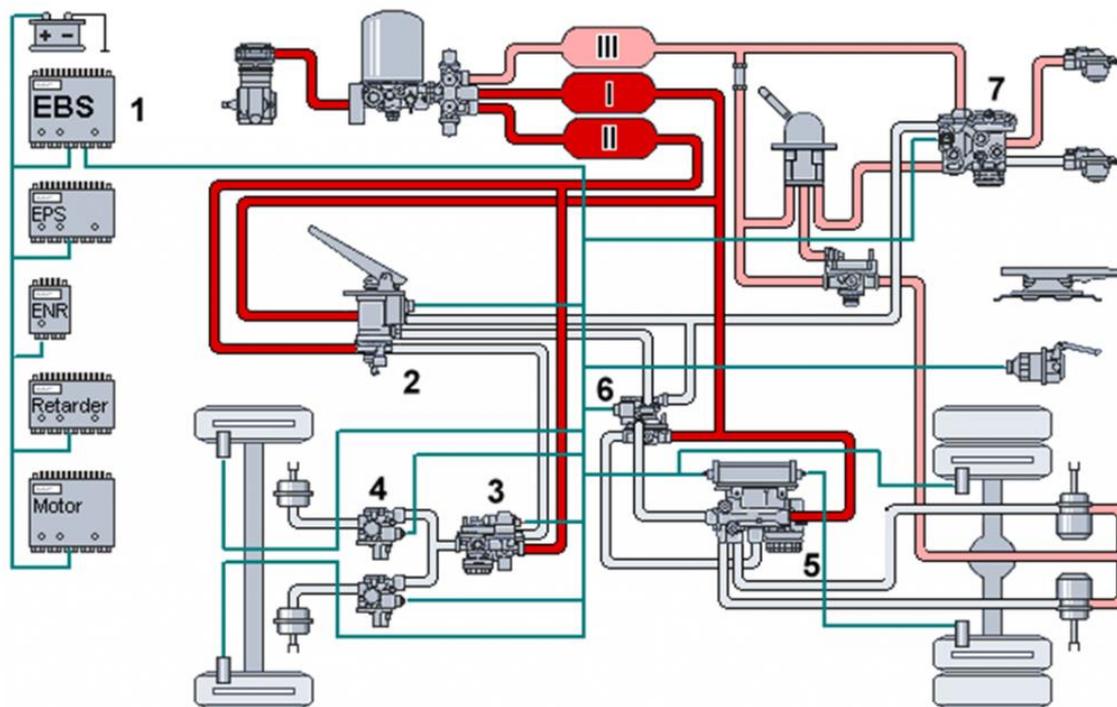
Конструктивные решения с пневматикой. Отдельного внимания заслуживают решения с пневматикой.

Энергоносителем служит сжатый воздух.

- В работе участвуют компрессор, осушитель, регулятор давления (может быть встроенным в осушитель или самостоятельным устройством) и ресиверы регенерации (компоненты хранения и подачи сжатого воздуха), краны, передаточные устройства.

- Через воздушный фильтр в компрессор, работающий при включенном двигателе, втягивается воздух, и через регулятор и многоконтурный защитный клапан воздух под давлением закачивается в ресиверы. Осушитель оптимизирует состав воздуха, а регулятор - его давление.

У решения много достоинств. При нажатии на педаль сжатый воздух подаётся к исполнительным устройствам, а при освобождении педали он не возвращается обратно в систему, а выходит через клапаны сброса в атмосферу. Система изнашивается менее интенсивно, чем у решений с гидравликой (воздух менее агрессивен, нежели жидкостный наполнитель, нет риска, что энергоноситель закипит или замёрзнет).



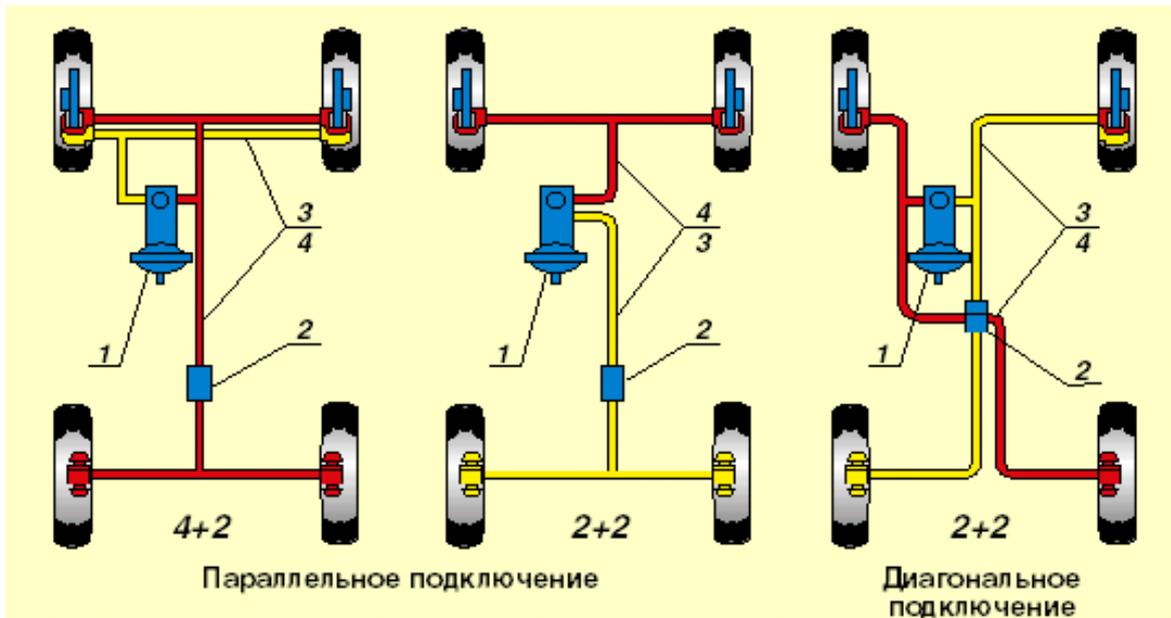
1. Центральный электронный блок управления.
2. Кран EBS.
3. Пропорциональный ускорительный клапан.
4. Магнитный клапан ABS.
5. Модулятор задней оси.
6. Разобщающий клапан резервного контура.
7. Клапан управления тормозами прицепа.

Деление систем на независимые контуры.

Тормозные системы могут быть одноконтурными, двухконтурными и многоконтурными.

У одноконтурных решений магистрали всех колёс – передних и задних объединены в одну ветвь, для управления воздухом используется всего один кран. Решение дешёвое, не крайне ненадёжное. На практике его сейчас можно встретить только на некоторых сельскохозяйственных машинах и прицепах с пневматикой, причём речь идёт только о старых моделях машин, новые решения с пневмоприводом ориентированы на несколько контуров. Если же речь идёт о решениях с гидроприводом, то весьма вероятна разгерметизация, и жидкость вытечет из системы. И здесь об использовании одного контура и вовсе не может быть и речи. Предотвратить риски помогает наличие нескольких контуров. Даже если произойдёт разгерметизация одного из них, хоть и возникнет потеря эффективности, катастрофы можно будет избежать. Ведь контуры подстраховывают друг друга. Самый распространённый вариант – наличие двух контуров. При этом схемы разделения гидропривода на 2 контура могут быть очень разными:

- $2 + 2$, параллельное подключение. 1-й контур действует на тормоза передней оси, второй — на заднюю ось. Недостаток—задняя ось обеспечивает не более 40% тормозных сил. Поэтому, если исправен только 2-й контур, длина тормозного пути (ТП) увеличится в 2,5-3 раза.
- $2 + 2$ – диагональное подключение. 1-й контур действует на правое переднее и левое заднее колёса, а второй — на левое переднее и правое заднее.
- Подходит для переднеприводных машин. Неисправность любого из контуров чревата увеличением ТП в два раза.
- $4 + 2$. 1-й контур действует на все колёса, а второй — только на передние.



Наиболее безопасно, с точки зрения опытных автомехаников, диагональное деление (эффективности удаётся достичь, даже если один из контуров поврежден) и схема разделения $4 + 2$. У грузовых автомобилей, автобусов часто может встречаться 4 и 5 контуров. Это сложные, но очень надёжные конструкции. У каждого контура— своя «зона ответственности (например, передняя ось, задняя тележка, стояночный, аварийное растормаживание), при этом каждый контур независим. Это возможно благодаря присутствию в конструкции специальных разделяющих клапанов. Многоконтурная пневмосистема оптимизирует уровень устойчивости крупногабаритного транспортного средства, процесс управления им. Кроме того, пневматическая система позволяет без опасения потери рабочего тела подключать и отключать пневмосистемы тягача к прицепу или полуприцепу. При отсоединении прицепа автоматически срабатывает стояночная топливная система.

Диагностика и неисправности тормозной системы. Неисправности тормозного привода или механизма могут быть самыми разными. И каждый из них может стать сигналом нескольких проблем:

- При торможении траектория движения начинает непредсказуемо изменяться, непонятная сила «уводит» авто в сторону. Это может свидетельствовать о загрязнении или поломке колодок с одной стороны, заклинивании поршня главного цилиндра, повреждении подвески, рулевого управления, ослабевших или изношенных стяжных болтах рессор. Также такое «поведение» автомобиля возможно при неисправности гидроклапана антиблокировочной системы. Для обнаружения этой неисправности на каждое колесо нужно установить манометры. Если будет обнаружен значительный перепад давления, это прямое указание на такую неисправность.

- Свободный ход педали существенно увеличивается. Такая проблема чаще всего возникает при неисправностях главного рабочего цилиндра, вакуумного усилителя. Если применяется гидравлический привод, то к такой проблеме также может привести его завоздушивание.

- Педаль при нажатии «проваливается», становится «мягкой». Это опять-таки может быть и сигналом появления воздуха в гидравлическом приводе, и сигналом износа главного цилиндра либо повреждения шлангов и трубопроводов.

- Педаль «стопорит», для нажатия приходится прикладывать огромные усилия. Очень часто это вызвано, некорректно установленными колодками или неправильно присоединёнными шлангами (стоит только их демонтировать и поставить правильно – проблема тут же решится), повреждение контуров гидропривода. Также иногда это прямая реакция на заклинивший поршень в колёсном цилиндре.

- При торможении чувствуется биение, вибрации: со стороны педали или со стороны педали и руля. Как правило, это ответная реакция на коробление диска, ослабленное крепление суппорта или износ одного из элементов рулевого управления, подвески.

- Колодки быстро стираются под углом. Главные виновники – неисправные суппорты.

Появление одного или сразу нескольких из перечисленных явлений чревато быстрым выходом из строя системы в целом и поэтому с диагностикой и ремонтом нельзя затягивать.

Профилактика тормозной системы.

В первую очередь, важно проводить профилактику суппорта. Практика показывает, что профилактику суппорта важно проводить не реже одного раза в два года и при каждой замене колодок. Обязательными мероприятиями является диагностика суппортов, их очистка и смазка. Для смазки \рекомендуется использовать высокотемпературные, нерастворимые в воде и химически стойкие пастообразные составы, совместимые с эластомерными и пластиковыми деталями. Для этого снимается пылезащитные колпачки и очищаются контактные поверхности, затем равномерно наносится смазка.

Одновременно с профилактикой суппортов проводят замену тормозной жидкости, удаление воздуха из системы.

Важными профилактическими мероприятиями также являются регулировка стояночного тормоза, диагностика вакуумного усилителя, проверка на видимые дефекты шлангов, проверка на износ колодок (для этого замеряется их остаточная толщина).

Своевременный осмотр, диагностика, очистка и обработка деталей смазочными пастами, замена отдельных деталей – это предотвращение дорогостоящего ремонта в будущем.

ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ

1. Макет гидравлической тормозной системы автомобиля.
2. Набор ключей гаечных.
3. Штангенциркуль.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить общие сведения.
2. Получить у преподавателя задание на выполнение лабораторной работы.
3. Изучить устройство гидравлической тормозной системы автомобиля.
4. Составить кинематическую схему гидравлического привода тормозной системы.
5. Отсоединить гидравлические трубки от главного и рабочих тормозных цилиндров.
6. Снять с макета главный и рабочий тормозные цилиндры и разобрать их.
7. Измерить штангенциркулем внутренние диаметры цилиндров.
8. Рассчитать передаточное число гидравлического привода тормозной системы.
9. Составить отчет.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Общие сведения.
3. Кинематическая схема гидравлического привода тормозной системы автомобиля.
4. Расчет передаточного числа гидравлического привода тормозной системы автомобиля.
5. Выводы по лабораторной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначена тормозная система?
2. Сколько и какие системы должны быть в современном автомобиле?
3. Какие требования предъявляют к тормозным системам?
4. Какие приводы тормозов применяют на автомобилях?
5. Перечислите типы тормозных механизмов?
6. Для чего необходим усилитель тормозов?
7. Назовите преимущества дисковых тормозных механизмов перед барабанными?
8. Из каких элементов состоит пневмопривод тормозов?
9. Для чего необходимы регулятор тормозных сил и автоматические антиблокировочные системы?
10. С какой целью устанавливают тормоза-замедлители?

Лабораторная работа № 8 **Тема: Рулевое управление**

Цель работы:

1. Изучить конструкцию рулевого управления.
2. Изучить виды и устройство рулевых механизмов.
3. Изучить устройство усилителей руля.

Методические указания

Рулевое управление — совокупность механизмов автомобиля или другой колёсной машины (трактора, комбайна, строительной техники, боевых машин), а также шасси самолёта, обеспечивающая движение по заданному водителем направлению. Состоит из рулевого колеса, рулевого механизма и рулевого привода.

Рулевое колесо. Часть рулевого управления, посредством которого водитель изменяет направление движения.

Рулевая колонка. Часть рулевого управления, передающая вращательное движение от руля на рулевой механизм. В общем случае состоит из рулевого вала, закреплённого через трубу на кузове или раме.

Рулевой механизм. Часть рулевого управления, преобразующая вращательное движение рулевого колеса в поступательное или поворотное движение элементов рулевого привода. Представляет собой механический редуктор или гидрообъёмный преобразователь крутящего момента.

Одинаково распространены следующие виды рулевых механизмов

Шестерня — зубчатая рейка — рулевой вал вращает шестерню, зубчатая рейка через тяги поворачивает управляемые колёса. В настоящее время применяется на большинстве легковых автомобилей.

Червяк — зубчатый сектор — рулевой вал вращает червяк, с которым сопряжён зубчатый сектор или ролик (трение скольжения заменено на трение качения). Перекатываясь по червяку, сектор или ролик поворачивает вал, на котором закреплён такой специфический элемент рулевого привода, как сошка. Через рулевой привод сошка поворачивает управляемые колёса. В настоящее время совместно с гидроусилителем применяется на автомобилях с зависимой передней подвеской.

Винт — шариковая гайка — рулевой вал вращает винт, тем самым перемещая сопряжённую с винтом шариковую гайку. Перемещаясь по валу гайка поворачивает вал с сошкой, которая в свою очередь через рулевой привод поворачивает управляемые колёса. Механизм применяется в основном на грузовых автомобилях, совместно с гидроусилителем.

Объёмный гидропривод — рулевое колесо вращает гидрораспределитель, посредством которого поток жидкости от гидронасоса передаёт энергию к объёмному гидродвигателю поступательного движения, который в свою очередь через рулевой привод поворачивает управляемые колёса или полурамы. Механическая связь между рулевым колесом и управляемыми колёсами здесь отсутствует. Применяется на тракторах, строительных и сельскохозяйственных колёсных машинах и в шасси современных самолётов.

Также имеются примитивные виды рулевого управления, когда рулевая сошка установлена прямо на рулевом валу, как на автомобилях типа кэрт, либо когда рулевой вал связан напрямую с управляемым колесом, как на велосипедах и мотоциклах.

Рулевой привод. Часть рулевого управления, осуществляющая передачу усилий от рулевого механизма к управляемым колёсам. В общем случае состоит из различных рычажных механизмов, образующих вместе с поворотными кулаками подвески так называемую рулевую трапецию, обеспечивающую синхронизацию поворота обеих колёс оси на заданный угол.

РУЛЕВЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Рулевой механизм включает в себя рулевую пару (иногда называют рулевой передачей), размещённую в картере, рулевой вал, рулевую колонку и рулевое колесо.

Из условий компоновки рулевого механизма рулевой вал может состоять из двух или трех частей, соединяемых карданными шарнирами.

К конструкции рулевых механизмов предъявляется ряд специальных требований:

1. Высокий КПД в прямом направлении при передаче усилия от рулевого колеса для облегчения управления автомобилем и несколько пониженный КПД в обратном направлении для снижения силы толчков передаваемых на рулевое колесо от управляемых колес при наезде на неровности;

2. Обратимость рулевой пары, чтобы рулевой механизм не препятствовал стабилизации управляемых колес;

3. Минимальный зазор в зацеплении элементов рулевой пары в нейтральном положении управляемых колес и в некотором, диапазоне углов поворота (беззазорное зацепление) при обязательной возможности регулирования зазора в процессе эксплуатации;

4. Заданный характер изменения передаточного числа рулевого механизма;

5. Травмобезопасность рулевого механизма, с тем чтобы при лобовом столкновении он не был причиной травмы водителя.

6. Общие требования

Рулевые механизмы делятся на:

1. Шестеренные:

- редукторные
- реечные.

2. Червячные:

- червячно-секторные;
- червячно-роликовые.

3. Винтовые:

- винтореечные;
- винторычажные.

4. Кривошипные:

- одношиповые;
- двухшиповые.

Параметры оценки

КПД рулевого механизма.

От КПД рулевого механизма в значительной степени зависит легкость управления. КПД рулевого механизма при передаче усилия от рулевого колеса к сошке – прямой КПД определяется:

$$\eta_{\text{пр}} = 1 - \frac{M_{\text{тр}}}{M_{\text{вк}}}$$

где $M_{\text{тр}}$ - момент трения рулевого механизма, приведенный к рулевому колесу;

$M_{\text{вк}}$ - момент, приложенный к рулевому колесу.

Обратный КПД характеризует передачу усилия от сошки к рулевому колесу:

$$\eta_{\text{об}} = 1 - \frac{M_{\text{тр}}}{M_{\text{сш}}}$$

где $\dot{I}_{\delta \delta 2}$ - момент трения рулевого механизма, приведенный к валу сошки;

\dot{I}_{AN} - момент на валу сошки, подведенный от управляемых колес.

Как прямой, так и обратный КПД зависят от конструкции рулевого механизма и имеют следующие значения:

$$\eta_{\delta i \delta} = 0,6 \dots 0,95; \eta_{\delta i \dot{\alpha} \delta} = 0,55 \dots 0,85.$$

Пониженный обратный КПД, хотя и способствует поглощению толчков на рулевое колесо, но в то же время затрудняет стабилизацию управляемых колес. При прямом КПД $\eta_{\delta i \delta} \leq 0,5$ обратный КПД $\eta_{\delta i \dot{\alpha} \delta} \sim 0$, рулевая пара становится необратимой и стабилизация отсутствует.

Потери на трение в рулевом механизме составляют примерно половину потерь на трение во всем рулевом управлении.

Снижение ударов и толчков на рулевое колесо.

Резкие удары и толчки, передающиеся на рулевое колесо, могут стать причиной потери автомобилем управляемости. Помимо упомянутого уменьшения обратного КПД для снижения или исключения возможности передачи толчков на рулевое колесо принимаются следующие меры:

- увеличивают передаточное число рулевого механизма в нейтральном положении управляемых колес;

- уменьшают плечо обкатки управляемых колес;

- увеличивают податливость рулевого управления (должно быть найдено оптимальное значение, так как при большой податливости элементов рулевого управления запаздывает реакция управляемых колес на управляющее воздействие — поворот рулевого колеса);

- применяют амортизирующие устройства в рулевом механизме или приводе;

- устанавливают рулевой гидроусилитель, воспринимающий и поглощающий толчки и удары от управляемых колес.

Зазоры в рулевом механизме.

Оптимальная характеристика зазора ΔS в зацеплении рулевой пары показана на рис.32.

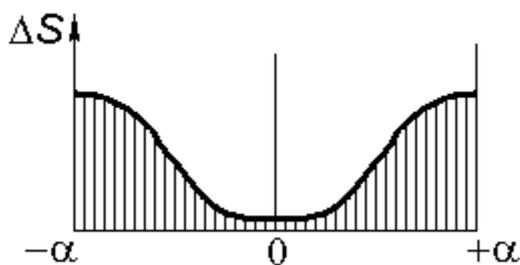


Рис.32. Характеристика зазора в рулевом механизме

С ростом угла поворота ΔS рулевого колеса зазор должен увеличиваться, что необходимо для предотвращения заедания рулевой пары после регулирования зацепления при износе, который в основном имеет место в зоне, соответствующей малым углам поворота рулевого колеса. Зазор в зацеплении рулевой пары должен определяться при отсутствии осевого зазора рулевого вала.

Суммарный зазор в рулевом управлении составляют зазоры в рулевом механизме и рулевом приводе, он определяется по углу свободного поворота рулевого колеса при нейтральном положении управляемых колес. Допустимый зазор устанавливается заводом-изготовителем и в большинстве случаев для новых автомобилей не превосходит $10..15^\circ$. Повышенный суммарный зазор недопустим, так как он может привести к вилянию управляемых колес и ухудшению устойчивости.

В эксплуатации повышенный зазор в рулевом управлении может появиться при увеличении зазоров: в подшипниках управляемых колес; в шкворнях или шаровых опорах бесшкворневой подвески; в сочленениях рулевого привода; в результате слабой затяжки рулевой сошки на валу сошки или слабого крепления картера рулевого механизма; рулевого вала; в зацеплении рулевой пары. При установлении причин повышенного зазора в рулевом управлении и устранении их должна быть соблюдена последовательность, соответствующая приведенному выше перечислению этих причин.

РУЛЕВЫЕ ПРИВОДЫ

К рулевому приводу предъявляют следующие требования: правильное соотношение углов поворота колес, отсутствие автоколебаний управляемых колес, а также самопроизвольного поворота колес при колебаниях автомобиля на подвеске.

Рулевым приводом включает рулевую трапецию, рычаги и тяги, связывающие рулевой механизм с рулевой трапецией, а также рулевой усилитель, устанавливаемый на ряде автомобилей.

Основные элементы

Рулевая трапеция

В зависимости от компоновочных возможностей рулевую трапецию располагают перед передней осью (передняя рулевая трапеция) или за ней (задняя рулевая трапеция). При зависимой подвеске колес применяют трапеции с цельной поперечной тягой; при независимой подвеске — только трапеции с расчлененной поперечной тягой, что необходимо для предотвращения самопроизвольного поворота управляемых колес при колебаниях автомобиля на подвеске. С этой целью шарниры разрезной поперечной тяги должны располагаться так, чтобы колебания автомобиля не вызывали их поворота относительно шкворней. Схемы различных рулевых трапеций показаны рис.33.

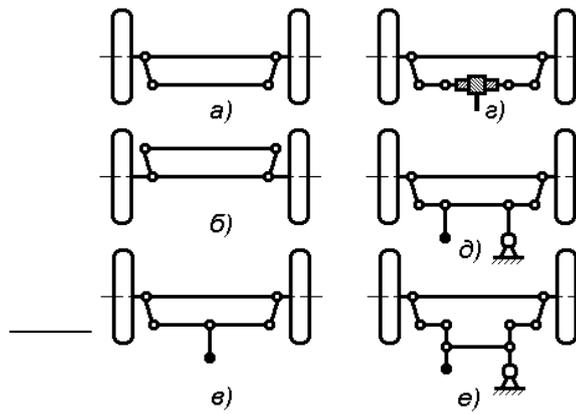


Рис.33. Схемы рулевых трапеций

При зависимой и независимой подвесках могут применяться как задняя (рис.33а), так и передняя (рис.33б) трапеции. На рис.33в-е приведены задние трапеции независимых подвесок с разным числом шарниров.

Для определения геометрических параметров рулевой трапеции используют в большинстве случаев графические методы. Для этой цели предварительно задаются размерами поперечной тяги и боковых сторон трапеции, исходя из следующих соображений.

В существующих конструкциях сечение продолжения осей боковых трапеции имеет место приблизительно на расстоянии $0,7L$ от передней оси, если трапеция задняя, и на расстоянии L , если трапеция передняя (рис.34).

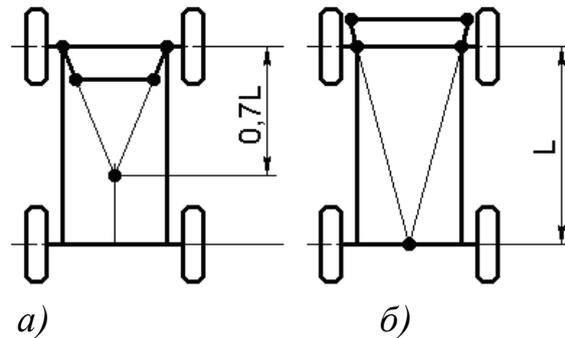


Рис.34. Схемы расположения рулевой трапеции на автомобилях
а – заднее; б - переднее

Считается, что оптимальное отношение длины m бокового рычага трапеции к длине n поперечной тяги $m/n = 0,12...0,16$. Численные значения n и m можно найти из подобия треугольников (рис.35):

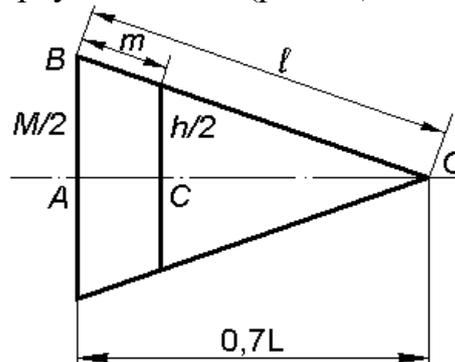


Рис.35. Схема для определения параметров рулевой трапеции
 $l/(l-m) = (M/2)/(M/n^2)$; $ln = M(l-m)$
 где M — межшкворневое расстояние.

Учитывая, что $m = (0,12...0,16)n$ и $l = \sqrt{(0,25M)^2 + (0,7L)^2}$ получим уравнение с одним неизвестным, решение которого дает приближенные численные значения искомых величин. Так же можно найти приближенные значения параметров передней трапеции. По полученным данным выполняют в масштабе графическое построение рулевой трапеции. Затем, построив через равные угловые промежутки положение цапфы внутреннего колеса, графически находят соответствующие положения наружного колеса и строят график зависимости $\theta_n = f(\theta_s)$ (рис.36), которую называют фактической (штриховая кривая).

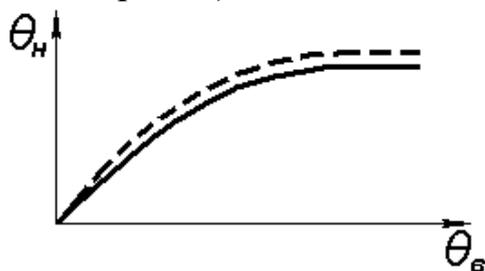


Рис.36. График зависимости углов поворота управляемых колес

Далее по уравнению $ctg\theta_i - ctg\theta_{\bar{A}} = (OD - OC)/L = CD/L = M/L$ строят теоретическую зависимость (сплошная кривая).

Если максимальная разница между теоретическим и фактическим значениями не превосходит $1,5^\circ$ при максимальном угле поворота внутреннего колеса, то считается, что трапеция подобрана правильно.

Следует напомнить, что уравнение (1) выведено для автомобиля с жесткими колесами. Для автомобиля с эластичными колесами связь между углами поворота управляемых колес выражается уравнением:

$$ctg(\theta_i - \delta_i) - ctg(\theta_{\bar{A}} - \delta_{\bar{A}}) = M/\tilde{N}$$

где δ_i , $\delta_{\bar{A}}$ — углы увода соответственно наружного и внутреннего колес;

C - продольное смещение мгновенного центра поворота относительно задней оси.

Подбор параметров рулевой трапеции с учетом увода представляет известные трудности, так как продольное смещение мгновенного центра поворота зависит от скорости движения. Существует ряд аналитических способов определения оптимальных параметров рулевой трапеции, которые дают также приближенное значение искомых величин.

Поперечная тяга

Для ее изготовления обычно применяют бесшовную трубу, на резьбовые концы которой наворачивают наконечники с шаровыми пальцами. Длина поперечной тяги должна быть регулируемой, так как она определяет схождение

колес. При зависимой подвеске, когда применяется неразрезная трапеция, регулирование выполняют поворотом поперечной тяги относительно наконечников (при освобождении стопорных гаек). Так как резьба, нарезанная на концах тяги, имеет разное направление, то поворот тяги вызывает изменение расстояния между шарнирами поперечной тяги. Часто шаг резьбы на разных концах тяги делают неодинаковым для более точной регулировки.

Наличие зазора в шарнирах поперечной тяги недопустимо, поэтому предпочтительно применение шарниров с автоматическим регулированием зазора в процессе изнашивания, что возможно, когда усилие пружины 1 направлено по оси шарового пальца 2 (рис.37а).

На рис.37б показан шарнир поперечной тяги (автомобиля МАЗ), где зазор, образовавшийся в результате изнашивания, выбирают, вращая гайку 3, сжимающую пружину, для чего необходимо снять наконечник тяги.

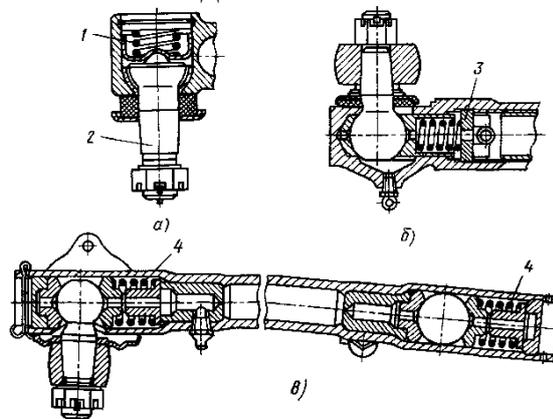


Рис.37. Конструкции шарниров рулевых тяг

Продольная тяга

Связывающая сошку с поворотным рычагом тяга применяется главным образом при зависимой подвеске. Кинематически перемещения продольной тяги и подвески должны быть согласованы, чтобы исключить самопроизвольный поворот управляемых колес при деформации упругого элемента подвески. Компоновка, показанная на рис.38а, не обеспечивает необходимого согласования траекторий переднего конца продольной тяги 2 и центра колеса, из-за чего при вертикальных и угловых колебаниях автомобиля возникает «рыскание» управляемых колес.

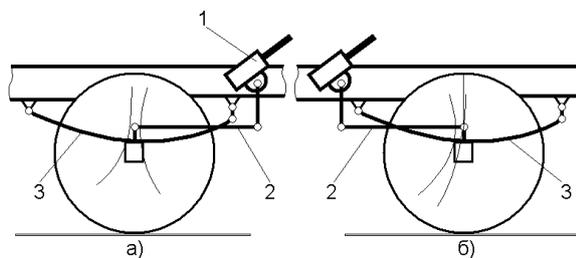


Рис.38. Продольные рулевые тяги:

Сравнительно хорошее согласование может быть получено при расположении рулевого механизма 1 перед передней осью (рис.38б) или при расположении рулевого механизма за передней осью и передним

расположением серьги листовой рессоры 3. Однако при переднем расположении серьги продольные силы, возникающие при наезде передних колес на препятствие, в большей степени передаются на раму автомобиля. Шаровые шарниры (рис.37в), размещенные по концам тяги, поджимаются жесткими пружинами 4, причем расположение шарниров и пружин дает возможность несколько амортизировать удары, воспринимаемые как левым, так и правым управляемыми колесами.

РУЛЕВЫЕ УСИЛИТЕЛИ

Рулевые усилители устанавливаются на легковых автомобилях высокого класса, грузовых автомобилях средней и большой грузоподъемности, а также на автобусах, при этом облегчается управление автомобилем, повышается его маневренность, увеличивается безопасность при разрыве шины. Следует, однако отметить, что при применении усилителя несколько повышается износ шин, а также ухудшается стабилизация управляемых колес.

Усилитель, включенный в рулевое управление, имеет следующие обязательные элементы:

- источник питания (в пневмоусилителе - компрессор, в гидроусилителе - гидронасос);
- распределительное устройство;
- исполнительное устройство — пневмо- или гидроцилиндр.

К рулевым усилителям предъявляются следующие требования:

1. Обеспечение кинематического и силового следящего действия (кинематическое следящее действие — пропорциональность между угловым перемещением рулевого колеса и углом поворота управляемых колес; силовое следящее действие — пропорциональность между силой, приложенной к рулевому колесу, и силой сопротивления повороту управляемых колес);
2. Сохранение возможности управления автомобилем в случае выхода из строя усилителя;
3. Обеспечение минимального времени срабатывания усилителя;
4. Минимальное влияние на стабилизацию управляемых колес;
5. Исключение возможности произвольного включения от толчков управляемых колес.

Рулевые усилители классифицируются по следующим признакам:

1. По виду применяемого рабочего тела
 - гидравлические;
 - пневматические.
2. По компоновке элементов;
 - все элементы в одном агрегате;
 - распределитель и гидроцилиндр в одном агрегате, рулевой механизм отдельно;
 - распределитель и рулевой механизм в одном агрегате, гидроцилиндр отдельно;

- все элементы отдельно.

3. По конструкции распределителя:

- золотниковые (осевые, роторные);

- клапанные.

4. В зависимости от устройств, определяющих функциональные свойства:

- с реактивными камерами;

- с реактивными камерами и центрирующими пружинами;

- с центрирующими пружинами.

В настоящее время в основном применяются гидроусилители с золотниковыми распределителями. К достоинствам гидроусилителей следует отнести:

- небольшие размеры благодаря высокому рабочему давлению (6...10 МПа);

- малое время срабатывания (0,2...2,4 с);

- поглощение ударов и толчков, воспринимаемых управляемыми колесами со стороны дороги и передаваемых на рулевое колесо.

Вместе с тем при применении гидроусилителя несколько снижается стабилизация управляемых колес, так как стабилизирующий момент на колесах должен преодолевать сопротивление жидкости в гидроусилителе. Гидроусилители должны иметь надежные уплотнения, так как течь жидкости приводит к выходу гидроусилителя из строя.

Пневмоусилители в настоящее время применяют редко. Их использовали главным образом на грузовых автомобилях большой грузоподъемности, имевших пневматические тормозные приводы. Основные недостатки пневмоусилителей: большое время срабатывания (в 5...10 раз больше, чем у гидроусилителей), и большие размеры, что связано с невысоким рабочим давлением (0,6...0,8 МПа).

ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ

1. Макет рулевого управления автомобиля с гидравлическим усилителем

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить общие сведения.

2. Получить у преподавателя в качестве задания рулевое управление автомобиля.

3. Составить кинематическую схему рулевого управления автомобиля.

4. Составить отчет.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.

2. Общие сведения.

3. Кинематическая схема рулевого управления автомобиля.
4. Выводы по лабораторной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких основных частей состоит рулевое управление?
2. Какие типы рулевых механизмов Вы знаете?
3. Из каких деталей состоит рулевой привод
4. Для чего предназначен усилитель рулевого управления?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богатырев А.В. и др. Автомобили [Текст]: Учебн. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский- Лашков, М.Л. Насоновский, В.А. Чернышев. Под ред. А.В. Богатырева. – М.: Колос, 2001. – 496 с.

2. Вахламов В.К. Автомобили: Основы конструкции [Текст]: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.К. Вахламов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 528с.

3. Вахламов В.К. Техника автомобильного транспорта: Подвижной состав и эксплуатационные свойства [Текст]: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.К. Вахламов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 528с.

4. Роговцев В.Л. и др. Устройство и эксплуатация автотранспортных средств [Текст]: Учебник водителя / В.Л. Роговцев, А.Г. Пузанков, В.Д. Олдфильд. – М.: Транспорт, 2000. – 430 с.