

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В.А. Сологуб, О.В. Юсупова

КОНСТРУКЦИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Практикум

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Оренбург
2021

УДК 629.33.02(075.8)

ББК 39.33я73

С 60

Рецензент - кандидат технических наук, доцент Р.С. Фаскиев

Сологуб В.А.

С 60

Конструкция автотранспортных средств: практикум / В.А. Сологуб, О.В. Юсупова; Оренбургский гос. ун-т – Оренбург: ОГУ, 2021. – 153 с.

Практикум содержит теоретические основы конструкции автомобилей и методику проведения лабораторных работ.

Учебное издание предназначено для выполнения лабораторных работ по учебной дисциплине «Конструкция автотранспортных средств» для обучающихся по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства.

УДК 629.33.02(075.8)

ББК 39.33я73

© Сологуб В.А.,
Юсупова О.В., 2021
© ОГУ, 2021

Содержание

Введение.....	9
1 Лабораторная работа № 1. Устройство и принцип действия поршневых двигателей. Кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы, конструкция и принцип работы	11
1.1 Назначение и классификация двигателей внутреннего сгорания.....	11
1.2 Основные параметры и показатели поршневых двигателей	12
1.3 Назначение, конструкция и принцип работы кривошипно-шатунного механизма.....	14
1.4 Назначение конструкция и принцип работы газораспределительного механизма.....	18
1.5 Фазы газораспределения.....	21
1.6 Содержание отчёта.....	22
1.7 Контрольные вопросы	22
2 Лабораторная работа № 2. Система охлаждения и система смазки	24
2.1 Назначение и устройство системы охлаждения.....	25
2.2 Назначение и устройство системы смазки	27
2.2.1 Система вентиляции картера	30
2.3 Содержание отчёта.....	30
2.4 Контрольные вопросы	31
3 Лабораторная работа № 3. Система питания карбюраторного двигателя	33
3.1 Назначение и устройство системы питания	33
3.2 Содержание отчёта.....	38
3.3 Контрольные вопросы	39

4 Лабораторная работа № 4. Системы впрыска топлива бензинового двигателя	40
4.1 Назначение и устройство систем впрыска бензинового двигателя	40
4.2 Содержание отчёта.....	44
4.3 Контрольные вопросы	44
5 Лабораторная работа № 5. Система питания дизельных двигателей	45
5.1 Назначение и устройство системы питания	45
5.2 Содержание отчёта.....	49
5.3 Контрольные вопросы	50
6 Лабораторная работа № 6. Система питания газобаллонных двигателей, работающих на сжиженном топливе.....	51
6.1 Назначение и устройство системы питания газобаллонных двигателей, работающих на сжиженном топливе.....	51
6.2 Содержание отчёта.....	57
6.3 Контрольные вопросы	57
7 Лабораторная работа № 7. Назначение и характеристика систем зажигания. Контактная и контактно-транзисторная системы зажигания, работа прерывателя-распределителя и катушки зажигания.....	58
7.1 Назначение и виды систем зажигания	58
7.1.1 Контактная система зажигания.....	60
7.1.2 Контактно-транзисторная система зажигания	61
7.1.3 Назначение устройство и работа прерывателя-распределителя	62
7.1.4 Назначение, устройство и работа катушки зажигания.....	64
7.2 Содержание отчёта.....	65
7.3 Контрольные вопросы	66
8 Лабораторная работа № 8. Бесконтактная система зажигания. Аккумуляторная батарея и генератор. Электронные системы в автомобилях.....	67

8.1 Бесконтактная система зажигания.....	67
8.2 Назначение, конструкция и работа аккумуляторной батареи	68
8.3 Назначение, конструкция и работа генератора	69
8.4 Электронные системы автомобилей	70
8.5 Содержание отчёта.....	72
9 Лабораторная работа № 9. Системы пуска бензиновых и дизельных двигателей. Конструкция и работа стартера	74
9.1 Система пуска бензиновых двигателей	74
9.2 Система пуска дизельных двигателей.....	76
9.3 Назначение и работа электрофакельного устройства	77
9.4 Содержание отчёта.....	78
9.5 Контрольные вопросы	79
10 Лабораторная работа № 10. Назначение, классификация и состав механической трансмиссии. Сцепление автомобилей	80
10.1 Классификация и состав механической трансмиссии.....	80
10.2 Сцепление автомобилей	81
10.3 Приводы выключения сцепления	83
10.4 Содержание отчёта.....	84
10.5 Контрольные вопросы	84
11 Лабораторная работа № 11. Коробки передач, раздаточные и дополнительные коробки передач	86
11.1 Назначение и конструкция коробок передач	86
11.2 Назначение и конструкция раздаточных коробок	89
11.3 Назначение и конструкция дополнительных коробок	89
11.4 Содержание отчёта.....	90

11.5 Контрольные вопросы	90
12 Лабораторная работа № 12. Бесступенчатые и комбинированные коробки передач. Карданные передачи.....	92
12.1 Назначение и конструкция автоматических коробок передач	92
12.1.1 Гидротрансформаторная АКПП	93
12.1.2 Роботизированная КПП	94
12.1.3 Вариаторная коробка переключения передач (вариатор).....	95
12.2 Назначение и конструкция карданной передачи автомобилей	96
12.3 Содержание отчёта.....	98
12.4 Контрольные вопросы	99
13 Лабораторная работа № 13. Главные передачи, дифференциалы и полуоси автомобилей	100
13.1 Назначение и конструкция главной передачи автомобилей	100
13.2 Назначение и конструкция дифференциалов автомобилей.....	102
13.3 Назначение и конструкция полуосей	104
13.4 Содержание отчёта.....	105
13.5 Контрольные вопросы	106
14 Лабораторная работа № 14. Назначение, конструкция и классификация рам, кузовов, кабин.....	107
14.1 Назначение и конструкция рам и кузовов автомобилей	107
14.1.1 Конструкция кузовов легковых автомобилей	108
14.1.2 Конструкция кузовов грузовых автомобилей	111
14.1.3 Конструкция кузовов автобусов	112
14.2 Содержание отчёта.....	112
14.3 Контрольные вопросы	113

15 Лабораторная работа № 15. Мосты: назначение, классификация и устройство основных элементов.....	114
15.1 Назначение и конструкция мостов автомобилей.....	114
15.1.1 Ведущий мост	114
15.1.2 Управляемый мост	116
15.1.3 Комбинированный мост	116
15.2 Содержание отчёта.....	117
15.3 Контрольные вопросы	117
16 Лабораторная работа № 16. Подвески: назначение, классификация и устройство.....	118
16.1 Назначение и конструкция подвесок автомобилей	118
16.2 Содержание отчёта.....	120
16.3 Контрольные вопросы	121
17 Лабораторная работа № 17. Колёса и шины автомобилей	122
17.1 Назначение и конструкция колёс и шин автомобилей.....	122
17.2 Углы управляемых колёс.....	123
17.3 Содержание отчёта.....	124
17.4 Контрольные вопросы	124
18 Лабораторная работа № 18. Назначение, устройство и работа рулевого управления. Классификация рулевых механизмов и рулевых приводов.....	125
18.1 Назначение и устройство рулевого управления автомобилей	125
18.2 Назначение и конструкция рулевых механизмов	127
18.3 Конструкция рулевых приводов автомобилей.....	132
18.4 Содержание отчёта.....	134
18.5 Контрольные вопросы	134

19 Лабораторная работа № 19. Рулевые усилители. Принцип действия гидравлического и электромеханического усилителя.....	135
19.1 Назначение и конструкция гидроусилителей.....	135
19.2 Назначение и конструкция электромеханического усилителя.....	138
19.3 Содержание отчёта.....	140
19.4 Контрольные вопросы	141
20 Лабораторная работа № 20. Назначение и принцип работы тормозных систем. Конструкция тормозных механизмов	142
20.1 Назначение и конструкция тормозных систем автомобилей	142
20.2 Назначение и конструкция тормозных механизмов.....	143
20.3 Содержание отчёта.....	145
20.4 Контрольные вопросы	145
21 Лабораторная работа № 21. Устройство и принцип действия гидравлического и пневматического тормозного привода.....	146
21.1 Назначение и конструкция тормозных приводов	146
21.1.1 Назначение и конструкция гидравлического тормозного привода	147
21.1.2 Назначение и конструкция пневматического тормозного привода.....	148
21.2 Содержание отчёта.....	151
21.3 Контрольные вопросы	151
Список использованных источников	152

Введение

Целью лабораторных работ по учебной дисциплине «Конструкция автотранспортных средств» является приобретение знаний устройства, назначения и принципов работы агрегатов и систем автомобилей, а также мероприятий, повышающих безопасность дорожного движения, надёжность и экономичность автомобиля.

В процессе выполнения лабораторных работ студент изучает устройство автомобиля, функционирование его систем, агрегатов и механизмов, классификацию и индексацию отечественного автомобильного парка.

Итогом выполнения лабораторных работ, является приобретение студентом следующих навыков:

- оценка и формулировка технической характеристики механизмов, систем агрегатов, а также моделей автомобилей в целом;
- описание работы агрегатов, механизмов и систем автомобилей;
- определение характеристики эксплуатационных материалов по их маркировке;
- использование методики разборки-сборки отдельных агрегатов и регулировки некоторых узлов автомобилей.

Каждому студенту необходимо усвоить правила техники безопасности и поведения в лаборатории, для чего преподавателем проводится соответствующий инструктаж. Студенты расписываются в журнале по технике безопасности, о том, что они ознакомлены с нижеследующими правилами техники безопасности и обязуются их выполнять:

- прежде, чем приступить к работе, необходимо внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием и инструментами;
- во время проведения работ необходимо находиться на своих рабочих местах, запрещается перемещение по лаборатории без разрешения преподавателя, отвлекать внимание товарищей;

- работы, связанные с использованием деталей автомобилей проводить с особой осторожностью, поскольку их падение может привести к травме;
- по окончании работы необходимо привести в порядок свое рабочее место, поставить в известность преподавателя и только после этого выйти из лаборатории.

1 Лабораторная работа № 1. Устройство и принцип действия поршневых двигателей. Кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы, конструкция и принцип работы

Время выполнения работы - 5 часов.

Цель работы: Изучение назначения, общей компоновки и рабочих процессов двигателя, назначения и конструкции кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение двигателя;
- как классифицируются двигатели по использованию топлива?
- что называется тактом, рабочим циклом и степенью сжатия?

Задачи лабораторной работы:

- изучить типы двигателей внутреннего сгорания (ДВС);
- изучить принцип работы 4-х тактного двигателя;
- изучить двигатели с внешним и внутренним смесеобразованием, воспламенением смеси от искры и сжатия;
- изучить кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы, их назначение и принцип работы.

1.1 Назначение и классификация двигателей внутреннего сгорания

Двигатели, установленные на большинстве автотранспортных средств, называются двигателями внутреннего сгорания, потому что процесс сгорания топлива с выделением теплоты и превращение её в механическую работу происходит непосредственно в его цилиндрах.

Двигатели классифицируют:

- по способу смесеобразования — на двигатели с внешним смесеобразованием (карбюраторные, инжекторные и газовые), у которых горючая смесь готовится вне цилиндров, и двигатели с внутренним смесеобразованием (дизели), у которых рабочая смесь образуется внутри цилиндров;
- по способу выполнения рабочего цикла — на четырех- и двухтактные;
- по числу цилиндров - на одно-, двух- и многоцилиндровые;
- по расположению цилиндров — на двигатели с вертикальным или наклонным расположением цилиндров в один ряд и на V-образные двигатели с расположением цилиндров под углом (при расположении цилиндров под углом 180° двигатель называется с противлежащими цилиндрами, или оппозитным);
- по способу охлаждения - на двигатели с жидкостным или воздушным охлаждением;
- по виду применяемого топлива — на бензиновые (инжекторные, карбюраторные), дизельные, газовые и многотопливные;
- по способу воспламенения рабочей смеси — с принудительным воспламенением от искры (инжекторные, карбюраторные, газовые) и воспламенением от сжатия (дизели);
- по назначению — на транспортные и стационарные.

Основными частями двигателя являются кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы, а также система питания, система смазки, системы охлаждения, зажигания и пуска.

1.2 Основные параметры и показатели поршневых двигателей

Основными конструктивными параметрами двигателя являются диаметр цилиндра, ход поршня и число цилиндров.

При одном обороте коленчатого вала двигателя поршень делает один ход вниз и один ход вверх. Изменение направления движения поршня в цилиндре происходит

в двух крайних точках, называемых мертвыми, так как в них скорость поршня равна нулю.

Крайнее верхнее положение поршня называется верхней мёртвой точкой (в.м.т), крайнее нижнее его положение – нижней мёртвой точкой (н.м.т).

Расстояние, проходимое поршнем от в.м.т. до н.м.т., называется ходом поршня.

Пространство над днищем поршня при нахождении его в в.м.т. называется камерой сгорания, а пространство цилиндра между двумя мёртвыми точками (н.м.т. и в.м.т.) называется его рабочим объёмом. Сумма объёма камеры сгорания и рабочего объёма цилиндра составляет полный объём цилиндра.

Сумма всех рабочих объёмов цилиндров многоцилиндрового двигателя называют рабочим объёмом двигателя.

Отношение полного объёма цилиндра к объёму камеры сгорания называется степенью сжатия.

Степень сжатия — безразмерная величина, она показывает, во сколько раз уменьшается объём рабочей смеси или воздуха, находящихся в цилиндре, при перемещении поршня от н.м.т. к в.м.т. Чем выше степень сжатия, тем больше температура и давление рабочей смеси при подходе поршня к в.м.т.

Основными показателями работы двигателей внутреннего сгорания являются энергетические и экономические показатели.

Основными энергетическими показателями являются мощность и КПД двигателя.

Работа, совершаемая газами в единицу времени внутри цилиндра двигателя, называется индикаторной мощностью.

Мощность, получаемая на коленчатом валу двигателя, называется эффективной мощностью. Она меньше индикаторной на значение мощности механических потерь, затрачиваемой на трение в кривошипно-шатунном и газораспределительном механизмах двигателя, на приведение в действие вентилятора, жидкостного насоса и других вспомогательных устройств, если имеется механическая связь между устройством и коленчатым валом.

Таким образом, механическим КПД (коэффициентом полезного действия) двигателя называют отношение эффективной мощности к индикаторной.

Экономичность двигателя оценивают по количеству топлива в граммах, израсходованного на 1 кВт/ч или на 1 л.с./ч. Она представляет собой отношение часового расхода топлива к индикаторной мощности. Эту величину называют удельным расходом топлива.

Эффективный удельный расход топлива - это отношение часового расхода топлива к эффективной мощности.

1.3 Назначение, конструкция и принцип работы кривошипно-шатунного механизма

Кривошипно-шатунный механизм преобразует прямолинейное возвратно-поступательное движение поршней, воспринимающих силу давления газов, во вращательное движение коленчатого вала. Детали кривошипно-шатунного механизма можно разделить на две группы, подвижные и неподвижные.

К первым относятся поршень, поршневой палец, стопорное кольцо поршневого пальца, поршневые кольца (компрессионные и маслосъёмные), шатун, шатунные подшипники (вкладыши), коленчатый вал и маховик, ко вторым — блок цилиндров, головка блока, прокладка головки блока, коренные подшипники коленчатого вала (вкладыши), гильзы, кольца или полукольца, ограничивающие осевое смещение коленчатого вала. В обе группы входят также крепёжные детали.

Блок цилиндров является остовом двигателя. На нём и внутри него располагаются основные механизмы и детали систем двигателя. Блок цилиндров может быть отлит из серого чугуна (двигатели ЗИЛ, ЯМЗ, КамАЗ, ВАЗ) или из алюминиевого сплава (двигатели ЗМЗ, УАЗ). Горизонтальная перегородка делит блок цилиндров на верхнюю и нижнюю части. В верхней плоскости блока и в горизонтальной перегородке расточены отверстия для установки гильз цилиндров. Гильзы могут быть мокрыми или сухими и изготовлены из серого чугуна. Гильзу

цилиндра называют мокрой, если она омывается жидкостью системы охлаждения, и сухой, если непосредственно не соприкасается с охлаждающей жидкостью.

Двигатели, имеющие сменные мокрые гильзы проще ремонтировать и эксплуатировать (двигатели ЗМЗ-406, ЯМЗ-530, ЯМЗ-236, ЯМЗ-7511, КамАЗ-740.10 и др.).

Внутренняя поверхность гильзы цилиндра называется зеркалом.

Картер (нижняя часть блока цилиндров), выполненный в одной отливке с блоком, имеет несколько усиленных рёбрами перегородок, в которых расположены коренные подшипники коленчатого вала и просверлены отверстия для опорных шеек распределительного вала. Снизу к картеру прикрепляют поддон. Место соединения картера и поддона уплотнено прокладкой.

Поршень воспринимает при рабочем ходе силу давления газов и передаёт её через шатун коленчатому валу, а также совершает вспомогательные такты.

Верхняя часть поршня, называемая головкой, изнутри усилена ребрами. По окружности головки проточены канавки для установки поршневых колец. Нижняя, направляющая часть поршня (юбка) имеет приливы (бобышки) с отверстиями, в которые устанавливают поршневой палец.

Поршни отливают из алюминиевого сплава, обладающего малой плотностью и хорошей теплопроводностью. Поршни двигателей ЗИЛ и КамАЗ имеют чугунную вставку, в которой протачивают канавку для верхнего кольца, что повышает долговечность поршня.

В верхней части головки поршня некоторых двигателей протачивают узкую канавку, уменьшающую передачу теплоты к верхнему кольцу.

Поршень устанавливают в цилиндре с зазором, для того чтобы при нагревании поршня не происходило заклинивание.

Дополнительно для предотвращения заклинивания поршней в цилиндрах на юбках делают Т-, П-образный или косой разрез, а также юбка делается конусной и овальной в плоскости, перпендикулярной оси поршневого пальца. Благодаря этому при расширении металла диаметры поршней не увеличиваются.

Поршневые кольца компрессионные и маслосъёмные изготавливают из чугуна или стали; у колец выполнен разрез («замок»). В свободном состоянии диаметр колец больше диаметра цилиндра. При установке поршней в цилиндре кольца сжимают, благодаря чему они за счёт своей упругости плотно прилегают к стенкам цилиндров.

Компрессионные кольца предотвращают прорыв газов из цилиндра в картер. Верхнее компрессионное кольцо для повышения износостойкости покрывают слоем хрома, поверхность остальных колец для лучшей прирабатываемости - слоем олова.

Маслосъёмное кольцо снимает излишки масла со стенок цилиндра.

На поршнях всех бензиновых двигателей ставят по одному маслосъёмному кольцу. В канавке для этого кольца выполнены сквозные отверстия.

Маслосъёмные кольца могут иметь различную конструкцию:

- составное кольцо, состоящее из четырёх стальных деталей — двух плоских дисков, осевого и радиального расширителей;
- сборное кольцо, состоящее из чугунного кольца коробчатого сечения с хромированной рабочей поверхностью и витого пружинного расширителя;
- чугунное кольцо, имеющее посередине канавку с отверстиями по окружности, которые служат для отвода излишков масла.

Кольца устанавливают на поршень разрезами в разные стороны.

Поршневой палец стальной, имеет форму пустотелого цилиндра. Он соединяет поршень с шатуном. Поверхность пальца закалена токами высокой частоты (ТВЧ). При работе палец проворачивается в бобышках поршня и втулке верхней головки шатуна; при такой конструкции палец называют плавающим. От осевого смещения палец удерживается стопорными кольцами, установленными в выточках бобышек поршней.

Шатун, передаёт при рабочем, ходе силу от поршня кривошипу коленчатого вала, а при вспомогательных тактах - от кривошипа поршню. Шатун изготовлен из высококачественной стали, он состоит из стержня двутаврового сечения, верхней и нижней головок. В верхнюю головку запрессовывают бронзовую втулку. В нижнюю

разъёмную головку шатуна устанавливают подшипники скольжения, состоящие из двух сменных вкладышей.

Коленчатый вал воспринимает усилие от поршня через поршневой палец и шатун и преобразует его в крутящий момент, передаваемый механизмам трансмиссии через маховик.

Вал состоит из коренных и шатунных шеек, соединённых щёками, продолжением которых являются противовесы, разгружающие коренные подшипники от инерционных нагрузок. С этой же целью шатунные шейки сделаны полыми.

У рассматриваемых двигателей коленчатый вал пятиопорный, т. е. имеет пять коренных шеек.

К каждой шатунной шейке коленчатого вала V-образных двигателей крепят по два шатуна, соединяющие её соответственно с поршнями правого и левого рядов цилиндров. Поэтому шатунных шеек у таких двигателей вдвое меньше числа цилиндров.

Масло от коренных подшипников к шатунным поступает через каналы в щёках вала и полости (грязеуловители), закрытые пробками.

На переднем конце коленчатого вала крепят распределительную шестерню и шкив привода вентилятора, а в торец вала вворачивают храповик, используемый для проворачивания коленчатого вала пусковой рукояткой (двигатель ЗИЛ-508.10). На заднем конце вала выполнен фланец для крепления маховика, в торце которого находится гнездо, для опорного подшипника первичного вала коробки передач. Осевое перемещение вала ограничивают сталебаббитовые кольца, установленные в переднем коренном подшипнике, или сталеалюминевые полукольца, установленные в выточке задней коренной опоры (КамАЗ-740, ЯМЗ-7511). У многих двигателей вытекание масла из картера в местах выхода коленчатого вала предотвращают маслоотбрасывающий буртик, маслосгонная резьба на его заднем конце и маслоотражатель на переднем конце. Кроме того, места выхода вала уплотняют сальниками.

Маховик представляет собой механически обработанную отливку из чугуна. Он служит для вывода поршней из мёртвых точек, обеспечивает равномерное вращение коленчатого вала, а также облегчает пуск двигателя. На ободе маховика напрессован зубчатый венец для пуска двигателя от стартера. Положение маховика относительно коленчатого вала фиксируют установочным штифтом или несимметричным расположением отверстий крепления маховика.

1.4 Назначение конструкция и принцип работы газораспределительного механизма

Механизм газораспределения служит для обеспечения своевременного впуска в цилиндры воздуха или горючей смеси и выпуска из цилиндров отработавших газов.

Четырёхтактные автомобильные двигатели имеют клапанные механизмы газораспределения, в которых впуск горючей смеси и выпуск отработавших газов происходит при помощи выпускных и впускных клапанов. Эти механизмы могут быть с верхним и нижним расположением клапанов, с верхним и нижним расположением распределительного вала.

Верхнее расположение клапанов усложняет конструкцию механизма, но позволяет повысить степень сжатия и улучшить наполнение цилиндров свежим зарядом, что способствует повышению мощности и экономичности двигателя. Благодаря этим преимуществам механизмы с верхним расположением клапанов нашли более широкое применение на автомобильных двигателях.

Распределительные валы при верхнем расположении клапанов могут быть установлены в блоке цилиндров – нижнее расположение или на голове блока – верхнее расположение.

При верхнем расположении распределительного вала отсутствуют штанги, коромысла, ось коромысел, вследствие чего уменьшается масса и инерционные силы клапанного механизма, что даёт возможность увеличить частоту вращения коленчатого вала и уменьшить уровень шума при работе двигателя.

На рядных двигателях ЯМЗ, УАЗ, ЗМЗ, V-образных двигателях ЗИЛ, КамАЗ и ЯМЗ применяют верхнее расположение клапанов и нижнее положение распределительного вала. На двигателях ВАЗ распределительный вал устанавливают на голове блока цилиндров – верхнее расположение.

Механизм газораспределения автомобильных двигателей с нижним расположением распредвала состоит из распределительного вала, толкателей, штанг, регулировочных винтов, коромысел, клапанов, пружин с деталями крепления, направляющих втулок и распределительных шестерён.

При вращении распределительного вала (нижнее расположение) кулачок набегает на толкатель, поднимает его штангу, штанга через регулировочный винт передаёт усилие на коромысло, которое поворачиваясь на оси, нажимает на стержень клапана, пружины клапана сжимаются, клапан открывается, и камера сгорания соединяется с выпускным или впускным трубопроводом. При дальнейшем повороте кулачка клапан закрывается под действием пружины (двигатели УАЗ, ЗМЗ, ЯМЗ, КАМАЗ).

При верхнем расположении распределительного вала (двигатели автомобилей ВАЗ с приводом на задние колёса) привод к клапанам, осуществляется от кулачков распределительного вала через одноплечие рычаги. Одним концом одноплечий рычаг опирается на стержень клапана, другим – на сферическую головку регулировочного болта и удерживается на ней при помощи шпилечной пружины.

В двигателях переднеприводных автомобилей ВАЗ распределительный вал установлен в отдельном корпусе, расположенном на головке цилиндров, в которую запрессованы чугунные седла и направляющие втулки клапанов. Верхняя часть втулок уплотняется металлорезиновыми маслоотражательными колпачками. Клапаны приводятся в действие непосредственно кулачками через цилиндрические толкатели без промежуточных рычагов. В гнездах толкателей находятся шайбы для регулировки теплового зазора в клапанном механизме.

Распределительный вал служит для своевременного открытия клапанов в определенной последовательности. Он изготовлен из стали или специального

чугуна, имеет пять опорных шеек, от восьми до шестнадцати кулачков и является общим для обоих рядов цилиндров в V-образных двигателях.

Распределительный вал (нижнее расположение) установлен в блоке цилиндров на пяти подшипниках скольжения, представляющих биметаллические втулки, запрессованные в блок цилиндров. Рабочие поверхности опорных шеек и кулачков распределительного вала закалены токами высокой частоты.

Толкатель служит для передачи усилия от кулачка распределительного вала к штанге.

Толкатели выполняют стальными, пустотелыми цилиндрической формы и рычажно-роликовыми. Торец толкателя наплавлен отбеленным чугуном для повышения работоспособности и имеет сферическую форму. В нижней части толкателя выполнено отверстие для слива масла. Внутренняя цилиндрическая часть толкателя заканчивается сферическим гнездом для упора нижнего конца штанги. При работе толкатели вращаются вокруг своих осей, что необходимо для их равномерного износа. Вращение достигается за счёт сферической наружной поверхности толкателя и скошенной поверхности кулачка.

Штанга передаёт усилие от толкателя к коромыслу. Она представляет собой стальной пустотелый стержень с запрессованными с обоих концов стальными наконечниками со сферическими головками, в которых просверлены отверстия для прохода смазки или стальной стержень, с закалёнными сферическими концами.

Коромысло служит для передачи усилия от штанги к клапану. Коромысла изготовлены из стали и представляют собой двуплечие рычаги с запрессованными бронзовыми втулками.

Клапаны служат для открытия и закрытия впускных или выпускных каналов, изготовлены из жаропрочной стали. Стержни клапанов перемещаются в металлокерамических направляющих втулках, запрессованных в головку цилиндра. Для лучшего наполнения цилиндров горючей смесью или воздухом диаметр тарелки впускного клапана делают большим, чем диаметр тарелки выпускного. Каждый клапан имеет одну или две цилиндрические пружины с постоянным или переменным шагом витков. Нижними концами пружины опираются через стальную

шайбу на головку блока, верхними - на тарелку клапана. Тарелка в свою очередь опирается на стальную втулку, которая соединяется со стержнем клапана двумя конусными сухарями. Благодаря разности углов наклона образующих соприкасающихся конических поверхностей при сжатии пружин происходит проворачивание клапана относительно седла (двигатели КамАЗ, ЯМЗ). Этим достигается равномерный износ рабочих поверхностей и нагрев клапанов при работе, что значительно повышает их ресурс.

В некоторых двигателях на каждый клапан устанавливают две пружины с противоположным направлением их витков. Под действием вибрации таких двух пружин клапаны проворачиваются.

В двигателях ЗИЛ выпускные клапаны имеют устройство принудительного вращения, состоящее из корпуса, в наклонных канавках которого размещены шарики с возвратными пружинами, дисковой пружины и опорной шайбы с замочным кольцом. Это устройство устанавливается между пружинной и опорной поверхностью головки блока.

1.5 Фазы газораспределения

Чтобы получить максимальную мощность двигателя, необходимо обеспечивать хорошее наполнение цилиндров свежей горючей смесью и очистку их от отработавших газов. Это достигается, открытием и закрытием клапанов с некоторым опережением или запаздыванием относительно мёртвых точек. Моменты открытия и закрытия клапанов, выраженные в углах поворота коленчатого вала, называют фазами газораспределения.

Моменты, когда оба клапана одновременно открыты, называют перекрытием клапана. В это время происходит продувка цилиндров от отработавших газов свежей горючей смесью.

1.6 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- схему одно и многоцилиндрового двигателя;
- сравнительную таблицу основных параметров двигателя его механизмов и систем.

Таблица 1.1 – Сравнительная таблица основных параметров двигателя

Наименование параметра	Марка автомобиля			
Тип двигателя				
Расположение цилиндров				
Число цилиндров				
Мощность двигателя				
Порядок работы цилиндров				
Вид смесеобразования				
Количество компрессионных колец				
Количество маслосъемных колец				
Количество шатунных шеек				
Количество коренных шеек				
Тип газораспределительного механизма				
Число кулачков распределительного вала				
Тип механизма поворота клапана				
Количество осей коромысел				
Количество клапанов: впускных выпускных				

1.7 Контрольные вопросы

1. Какие двигатели называются ДВС? Какими основными параметрами характеризуется современный ДВС?
2. Как делятся двигатели по расположению цилиндров?
3. Механизмы и системы ДВС, их назначение и расположение.
4. Разновидности ДВС. Достоинство V-образного двигателя.
5. Какие детали, узлы крепятся к блоку цилиндров?
6. Что называют рабочим циклом двигателя?
7. Что называется степенью сжатия, тактом?

8. Перечислите основные конструктивные параметры двигателя.
9. Перечислите основные показатели работы двигателя.
10. Назначение кривошипно-шатунного механизма и каждой его детали. Материалы деталей. Как удерживается коленчатый вал от осевого смещения?
11. Из каких элементов состоит коленчатый вал, маховик, поршень, шатун?
12. Назначение, материалы компрессионных и маслосъёмных колец. Типы маслосъёмных колец.
13. Поршневой палец, его назначение, способы крепления и смазки.
14. Назначение, устройство, материал маховика.
15. Балансировка маховика. Назначение метки на маховике.
16. Конструкция вкладышей коренных и шатунных подшипников.
17. Назначение газораспределительного механизма, его деталей. Назначение метки на торце шестерни кулачкового вала.
18. Элементы распределительного вала и их назначение.
19. Диаметр тарелки какого клапана больше и почему?
20. Отличие газораспределительных механизмов с верхним и нижним расположением клапанов.
21. Конструкция кулачка и работа клапанного механизма?
22. Фазы газораспределения.
23. Как фиксируется распределительный вал от осевого смещения?
24. По каким признакам (внешним) отличаются друг от друга кулачковые валы двигателей?
25. Перечислите основные неисправности газораспределительного механизма.

2 Лабораторная работа № 2. Система охлаждения и система смазки

Время выполнения работы - 4 часа.

Цель работы: Изучение назначения, устройства и работы системы охлаждения и системы смазки ДВС.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение системы охлаждения;
- какие бывают системы охлаждения по применению охлаждающей среды?
- назначение системы смазки;
- способы смазки деталей двигателя;
- по какому прибору контролируется давление в системе смазки и где он установлен?

Задачи лабораторной работы:

- изучить назначение, устройство системы охлаждения двигателя;
- изучить назначение и устройство жидкостного насоса, радиатора, вентилятора, термостата, гидромуфты;
- изучить процесс циркуляции жидкости в системе по малому и большому кругу;
- изучить назначение, устройство и принцип работы системы смазки;
- изучить назначение, устройство и работу масляного насоса, центрифуги, масляных клапанов.

2.1 Назначение и устройство системы охлаждения

Автомобильные двигатели могут иметь жидкостное или воздушное охлаждение. На двигателях изучаемых автомобилей применяют закрытую жидкостную систему охлаждения с принудительной циркуляцией жидкости, осуществляемой жидкостным насосом. Закрытой систему называют потому, что она непосредственно не сообщается с атмосферой. В результате давление в системе увеличивается, температура кипения охлаждающей жидкости повышается от 108 °С до 119 °С и снижается её расход на испарение.

Двигатели с жидкостным охлаждением получили наибольшее распространение. В качестве охлаждающей жидкости в настоящее время применяют жидкости с низкой температурой замерзания — антифризы и тосолы.

В жидкостную систему охлаждения входят: жалюзи или шторка, радиатор, пробка радиатора, вентилятор, жидкостный насос, рубашка охлаждения блока и головок цилиндров, термостаты, патрубки, шланги, сливные краники, радиатор отопителя, расширительный бачок, датчик и указатель температуры и контрольная лампа. На некоторых двигателях для привода вентилятора устанавливают гидромуфту.

Жалюзи или шторка устанавливаются перед радиатором, они служат для регулирования потока воздуха, проходящего через радиатор. Шторка устанавливается на автомобилях с двигателями ЯМЗ, на всех остальных изучаемых грузовых автомобилях устанавливаются жалюзи. Управление шторкой или жалюзи осуществляется из кабины водителя.

Радиатор служит для охлаждения нагретой в блоке цилиндров жидкости путём отдачи тепла стенками трубок радиатора проходящему через его сердцевину воздуху. С внутренней стороны на рамке радиатора закреплён кожух вентилятора. Кожух обеспечивает направление потока воздуха, проходящего через сердцевину радиатора.

Пробка радиатора герметически закрывает горловину радиатора и изолирует систему охлаждения двигателя от окружающей среды. Пробка радиатора имеет два

клапана, соединяющие систему охлаждения с атмосферой. Эти клапаны (паровой и воздушный) предотвращают повреждение радиатора при повышении давления в системе во время нагрева жидкости и при разрежении, образующемся при остывании жидкости.

Вентилятор служит для создания потока воздуха проходящего через сердцевину радиатора с целью интенсивного отвода тепла. На автомобилях в системе охлаждения применяют ременный, электрический или гидравлический привод вентилятора.

Жидкостный насос служит для создания принудительной циркуляции охлаждающей жидкости в системе. На изучаемых двигателях устанавливают жидкостные насосы центробежного типа. Привод насосов осуществляется клиноременной передачей от шкивов коленчатых валов или зубчатым ремнём от шестерни коленчатого вала двигателей.

Термостат служит для ускорения прогрева холодного двигателя и предохранения его от переохлаждения при движении автомобиля. Термостаты выполняют с жидким и твёрдым наполнителем.

Термостат с жидким наполнителем состоит из корпуса, гофрированного цилиндра, заполненного легкоиспаряющейся жидкостью (смесь 70 % этилового спирта и 30 % воды) и штока с клапаном. В настоящее время такие термостаты практически не применяются. В качестве твердого наполнителя используют активную массу из смеси церезина (нефтяного воска) и медного порошка. Такой термостат состоит из медного баллона, заполненного активной массой, закрытого крышкой; между баллоном и крышкой герметично закреплена резиновая мембрана. На мембрану опирается шток, расположенный в направляющей части крышки. Шток шарнирно соединён с клапаном.

При холодном двигателе клапан термостата закрыт и охлаждающая жидкость направляется через канал к входному отверстию насоса, а через него в рубашку охлаждения, т. е. циркулирует по малому кругу, не попадая в радиатор.

Когда охлаждающая жидкость нагрета от 70 °С до 80 °С, клапан термостата под действием паров жидкости, заполняющей его цилиндр, или вследствие

расширения твердого наполнителя открывается, и охлаждающая жидкость циркулирует через радиатор, т. е. по большому кругу.

Расширительный бачок компенсирует изменение объёма жидкости при её нагревании, способствует удалению из охлаждающей жидкости воздуха и конденсации пара, поступающего в него из системы охлаждения.

Контрольно-измерительные приборы обеспечивают контроль теплового состояния двигателя. Указатель температуры жидкости установлен на щитке приборов и работает совместно с датчиком, омываемым охлаждающей жидкостью.

На некоторых транспортно-технологических средствах применяется воздушная система охлаждения. Система воздушного охлаждения по сравнению с жидкостной имеет следующие преимущества: простота и удобство в эксплуатации; быстрый прогрев в холодное время года. К недостаткам относят большую теплонапряжённость отдельных деталей двигателя вследствие их неравномерного охлаждения и большой расход мощности двигателя на приведение в действие вентилятора. Вот почему систему воздушного охлаждения устанавливают на двигателях малой мощности.

2.2 Назначение и устройство системы смазки

Система смазки двигателей предназначена для подвода масла к трущимся поверхностям, частичного их охлаждения и удаления продуктов изнашивания. Подача масла уменьшает трение и износ трущихся поверхностей, а также позволяет снизить потери мощности двигателя на преодоление сил трения.

В современных двигателях применена комбинированная система смазки, при которой часть деталей смазывается под давлением, часть самотёком, разбрызгиванием и масляным туманом.

Система смазки состоит из поддона, маслоприёмника, насоса, фильтров, масляных магистралей, масляных клапанов, радиаторов, маслозаливного патрубка, датчика, указателя или манометра давления, контрольной лампы. Уровень масла в системе контролируют с помощью маслоизмерительного стержня (щупа).

В зависимости от марки автомобиля количество деталей системы смазки меняется.

При работе двигателя масло подаётся из поддона насосом через маслоприёмник в фильтр. Из фильтра масло поступает в главную магистраль, выполненную в виде продольного канала в картере двигателя. Максимальное давление масла, создаваемое насосом, ограничивается редукционным клапаном. В случае засорения фильтра (фильтр грубой очистки) масло поступает в главную магистраль через перепускной клапан минуя фильтр. Фильтр, через который проходит всё масло, поступающее в главную магистраль, включён в схему смазки двигателя последовательно, называется полнопоточным. Фильтр, включённый параллельно является фильтром тонкой очистки (центрифуга). Из главной масляной магистрали масло под давлением поступает к коренным подшипникам коленчатого вала, опорам распределительного вала и в полую ось коромысел. От коренных подшипников через отверстия в шейках и щёках масло подаётся к шатунным подшипникам коленчатого вала. В некоторых двигателях внутри шатуна выполняется канал для смазывания поршневого пальца. Вытекающее через зазоры в подшипниках коленчатого и распределительного валов масло разбрызгивается движущимися деталями кривошипно-шатунного механизма и в виде капелек и масляного тумана оседает на стенки цилиндров, кулачки распределительного вала, толкатели, поршневые пальцы и другие детали. В некоторых двигателях в нижней головке шатуна делается отверстие, через которое при его совпадении с каналом в шатунной шейке масло под давлением подаётся на стенки цилиндра. Пульсирующим потоком по каналам в блоке цилиндров через стойки масло поступает в полые оси коромысел, установленные на головках блока. Масло смазывает бронзовые втулки стоек коромысел и по каналам в коротких плечах коромысел и в регулировочных винтах подаётся к верхним наконечникам штанг. Стекая по штангам, масло смазывает их нижние наконечники, толкатели и кулачки распределительного вала, а затем сливается в поддон.

Давление масла контролируется электрическим манометром, датчик которого установлен в главной масляной магистрали, а указатель - на щитке приборов. Масло сливается из системы через отверстие в поддоне картера, закрываемое пробкой.

Поддон закрывает блок снизу и служит резервуаром для масла. Поддон стальной штампованный. Между поддоном и блоком устанавливается герметизирующая резинопровковая прокладка. В поддоне установлены перегородки с отверстиями, которые служат для сохранения необходимого уровня масла для маслоприёмника при движении автомобиля на подъёмах и спусках. В нижней части поддона имеется сливная пробка.

Маслоприёмник обеспечивает первичную очистку масла и состоит из корпуса с сетчатым фильтром, трубки и деталей крепления.

Масляный насос предназначен для подачи масла под давлением к трущимся поверхностям. В изучаемых двигателях применяются одно и двухсекционные насосы шестерённого типа.

Масляный фильтр грубой очистки – полнопоточный, с одним или двумя фильтрующими элементами. В фильтре применяются сменные бумажные фильтрующие элементы. В корпусе фильтра установлен перепускной клапан, обеспечивающий подачу масла в главную магистраль при засорении фильтра.

Фильтр центробежной очистки масла (центрифуга) обеспечивает очистку масла от более мелких частиц, а также от продуктов окисления и осмоления масла. Устанавливается на двигателях грузовых автомобилей и тракторов. В центрифуге очистка масла осуществляется за счёт центробежных сил, возникающих при вращении масла, которые отбрасывают механические примеси к стенкам вращающегося ротора.

Центрифуга включается в систему смазки как последовательно, так и параллельно. Фильтр, включённый в систему параллельно пропускает около 10% поступающего в двигатель масла. В корпусе фильтра установлен перепускной клапан. Он предназначен для перепуска части масла минуя центрифугу.

Масляный радиатор служит для поддержания температуры масла в требуемых пределах и устанавливается перед радиатором системы охлаждения.

2.2.1 Система вентиляции картера

При работе двигателей некоторое количество горючей смеси и отработавших газов проникает в картер через замки поршневых колец и неплотности между поршневыми кольцами и стенками цилиндра. Количество газов, прорывающихся в картер, увеличивается по мере изнашивания поршней, поршневых колец и цилиндров, а также при возрастании нагрузки на двигатель. В газах содержатся загрязняющие масло сернистые соединения и пары воды. Они образуют серную и сернистую кислоты, что значительно ухудшает качество масла. Прорвавшиеся в картер газы повышают в нём давление, что может вызвать утечку масла через сальники коленчатого вала. Для удаления картерных газов служит система вентиляции картера. Вентиляция картера увеличивает срок службы масла и долговечность двигателя.

Вентиляция картера может быть выполнена с отводом газов наружу — открытая система или в систему питания двигателя — закрытая система, что позволяет дополнительно сжигать пары бензина, содержащиеся в картерных газах. Закрытая система вентиляции картера весьма эффективна, но при этом несколько увеличивается расход масла. Отводить картерные газы лучше через впускной трубопровод, так как в нём всегда имеется необходимое разрежение.

2.3 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- схемы систем охлаждения изучаемых двигателей;
- схемы систем смазки двигателей;
- сравнительную таблицу основных параметров систем охлаждения и смазки двигателей.

Таблица 2.1 – Сравнительная таблица основных параметров систем охлаждения и смазки

Наименование параметра	Марка автомобиля			
Тип системы охлаждения				
Тип радиатора				
Температура начала открытия клапана термостата				
Количество термостатов				
Оптимальная температура охлаждающей жидкости				
Наличие гидромфты				
Наличие жалюзи или шторки				
Объём системы охлаждения				
Тип системы смазки				
Тип масляного насоса				
Тип центрифуги				
Рабочее давление масла в магистрали				
Количество масляных клапанов				
Количество масляных фильтров				
Наличие и количество масляных радиаторов				
Объём системы смазки				
Марка используемого масла				

2.4 Контрольные вопросы

1. Назначение, устройство, принцип работы системы охлаждения.
2. Какие бывают системы охлаждения по применению охлаждающей среды?
3. Назначение жидкостного насоса, радиатора и их конструкция.
4. Для чего применяются жалюзи и как ими управляют?
5. Назначение, конструкция термостата и принцип его работы.
6. Как различают жидкостные системы охлаждения?
7. Сколько кранов и клапанов в системе охлаждения двигателей? Их назначение и место установки.
8. Преимущества и недостатки воздушного и жидкостного охлаждения.
9. Жидкости, применяемые в системе охлаждения. Требования, предъявляемые к охлаждающей жидкости.
10. Назначение системы смазки двигателя, ее детали.
11. Способы смазки деталей двигателя. Как и откуда подводится масло для

смазки коренных и шатунных подшипников двигателя?

12. Сколько клапанов и кранов в системе смазки двигателей? Их назначение и место расположения.

13. Как смазываются поверхность цилиндра, поршневой палец, подшипники распределительного вала, кулачки, направляющие толкателей, втулки коромысел, штанги.

14. Назначение, основные детали и работа масляного насоса двигателя. Привод к масляному насосу.

15. Назначение, устройство и принцип работы полнопоточной и неполнопоточной центрифуги. Какая центрифуга установлена на двигателе ЗИЛ – 580.10, ЗМЗ-406, КамАЗ-740.

3 Лабораторная работа № 3. Система питания карбюраторного двигателя

Время выполнения работы – 1 час.

Цель работы: Изучение назначения, устройства и работы системы питания карбюраторного двигателя.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению практической работы:

- назначение систем питания;
- основные узлы и приборы системы питания карбюраторного двигателя.

Задачи практической работы:

- изучить назначение, устройство, принцип работы системы питания карбюраторного двигателя;
- изучить назначение, устройство, принцип действия карбюратора на различных режимах работы двигателя;
- изучить назначение, устройство, принцип работы топливных фильтров, насоса, воздушного фильтра.

3.1 Назначение и устройство системы питания

Система питания карбюраторного двигателя предназначена для хранения, очистки, подачи топлива, приготовления в определённой пропорции из топлива и воздуха горючей смеси, подачи её в цилиндры двигателя и отвода из них отработавших газов.

В систему питания входят топливный бак, топливозаборник, топливопроводы, топливные фильтры, топливный насос, воздушный фильтр, карбюратор, впускной и выпускной трубопроводы и глушитель шума отработавших газов.

Запас топлива для работы двигателя хранится в баке, от которого топливо подаётся к карбюратору насосом по топливопроводам. Фильтр-отстойник очищает топливо от механических примесей и отделяет случайно попавшую в него воду. Воздушный фильтр очищает от пыли поступающий в карбюратор атмосферный воздух.

Карбюратор prepares горючую смесь, которая по впускному трубопроводу поступает в цилиндры. Выпускной трубопровод отводит из цилиндров отработавшие газы. Глушитель уменьшает шум отработавших газов, выходящих в атмосферу.

Чтобы получить на всех режимах работы двигателя горючую смесь требуемого состава, в карбюраторах, устанавливаемых на современных автомобильных двигателях, предусматривают пусковое устройство, систему холостого хода, главную дозирующую систему, систему автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода (САУ ЭПХХ), ускорительный насос и экономайзер.

Пусковое устройство обеспечивает образование в карбюраторе богатой смеси, необходимой для легкого пуска холодного двигателя. У большинства карбюраторов это воздушная заслонка, расположенная в воздушном патрубке.

Система холостого хода обеспечивает получение обогащенной смеси, требуемой для устойчивой работы двигателя на малых частотах вращения в режиме холостого хода.

Главная дозирующая система prepares обеднённую смесь, обеспечивающую экономичную работу двигателя под нагрузкой. В главную дозирующую систему всегда входит устройство для компенсации (регулирования состава) смеси, необходимое для экономичной работы двигателя при изменяющихся нагрузке и частоте вращения коленчатого вала.

Система автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода (САУ ЭПХХ) состоит из электронного блока управления, двух электромагнитных клапанов и датчиков: частоты вращения коленчатого вала,

температуры охлаждающей жидкости и углового положения дроссельных заслонок.

Система включается в работу только при прогреве двигателя до температуры выше $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ с частотой вращения коленчатого вала более 1300 мин^{-1} .

В режиме принудительного холостого хода (при торможении двигателем), когда педаль управления дроссельными заслонками отпущена и дроссельные заслонки карбюратора полностью закрыты, блок управления включает электромагнитные клапаны, которые закрывают каналы системы холостого хода карбюратора, и подача топлива прекращается.

При уменьшении частоты вращения коленвала до 1000 мин^{-1} и менее подача топлива включается автоматически.

Ускорительный насос обогащает горючую смесь во время резкого открытия дросселя, что улучшает приёмистость двигателя, а экономайзер — при полной нагрузке в целях получения от двигателя максимальной мощности.

На современных автомобилях устанавливаются двухкамерные карбюраторы, имеющие две смесительные камеры. Эти карбюраторы балансированные, с падающим потоком смеси, компенсацией её состава по способу пневматического торможения топлива. В таких карбюраторах создаются лучшие условия образования горючей смеси; чем в карбюраторах с одной смесительной камерой, а также обеспечивается более полное, и равномерное наполнение цилиндров двигателя, что особенно важно при числе цилиндров более четырёх и их V-образном расположении.

В каждой из его двух смесительных камер, готовится горючая смесь для всех цилиндров двигателя. В обеих камерах имеются свои диффузоры, система холостого хода, главная дозирующая система. Ускорительный насос, экономайзер и их распылители — общие для обеих камер. Воздух поступает в обе смесительные камеры из общего для них воздушного патрубка, а топливо — из общей поплавковой камеры. Разъёмный корпус карбюратора состоит из верхней, средней и нижней частей, скрепленных винтами. В поплавковую камеру топливо поступает через сетчатый фильтр. Уровень топлива поддерживают клапан и поплавок.

Поплавковая камера сообщена с воздушным патрубком балансирующим каналом. Смесительные камеры представляют собой вертикальные каналы в корпусе карбюратора. Верхняя часть обеих камер сообщается с общим воздушным патрубком, в средней их части находятся малый и большой диффузоры, в нижней части — дроссели.

Пусковым устройством карбюратора служит воздушная заслонка с пружинными клапанами, предотвращающими переобогащение смеси при пуске двигателя.

К системе холостого хода, отдельной для каждой смесительной камеры, относятся топливный и воздушный жиклёры системы холостого хода, канал и распыляющие отверстия, расположенные одно выше, а другое ниже края закрытого дросселя. Проходное сечение нижнего отверстия можно изменять регулировочным винтом.

В главную дозирующую систему входят главный топливный жиклёр, воздушный жиклёр с эмульсионной трубкой и распылитель (в малом диффузоре).

Ускорительный насос карбюратора состоит из колодца, в котором находится поршень со штоком, шарикового обратного клапана, канала, нагнетательного клапана и двух распылителей, образующих вместе с распылителями экономайзера общую деталь — форсунку, прикреплённую к корпусу карбюратора полым (топливопроводящим) винтом.

В систему экономайзера входят шток, пружинный клапан, топливный канал, жиклёр, форсунка и общий с ускорительным насосом привод.

Топливные баки автомобилей штампуют и сваривают из оцинкованной стали и изготавливают из пластика. Внутренние перегородки бака повышают его жёсткость и уменьшают гидравлические удары при движении транспортного средства.

Бак заполняют топливом через горловину, закрываемую герметически пробкой, благодаря чему уменьшаются потери топлива от испарения. Пробка бака устроена аналогично пробке радиатора системы охлаждения двигателя. Для подачи топлива из бака к карбюратору на всех отечественных карбюраторных двигателях

установлены диафрагменные насосы. Основные части насоса: корпус, головка корпуса, крышка головки, диафрагма, шток и пружина диафрагмы; двуплечий рычаг привода, установленный в корпусе на оси; впускные и выпускные клапана; сетчатый фильтр; рычаг ручной подкачки.

Двуплечий рычаг насоса либо непосредственно соприкасается с эксцентриком распределительного вала, либо приводится от него в движение толкающей штангой. К входному и выходному отверстиям насоса присоединены топливопроводы, соединяющие насос с топливным баком и карбюратором.

Рычаг ручной подкачки позволяет приводить в действие диафрагму насоса и наполнять поплавковую камеру карбюратора топливом, не поворачивая коленчатый вал двигателя.

Для обеспечения надёжной работы карбюратора в системе питания устанавливают следующие топливные фильтры: сетчатый фильтр на топливозаборной трубке, фильтр-отстойник, укрепленный на кронштейне около топливного бака автомобиля (только у грузовых автомобилей); сетчатый фильтр в топливном насосе; фильтр тонкой очистки топлива, помещенный между топливным насосом и карбюратором; сетчатый фильтр под входным штуцером поплавковой камеры карбюратора.

Для карбюраторных двигателей топливопроводы изготавливают из медных, латунных или стальных омеднённых тонкостенных трубок, а на некоторых участках (где соединяемые приборы могут смещаться) из бензостойкого резинового шланга или эластичной пластмассовой трубки.

В системе питания автомобильных двигателей устанавливают инерционно-масляные или сухие фильтры для очистки воздуха.

С помощью воздушных фильтров поступающий в карбюратор воздух очищают от пыли, что важно для уменьшения износа деталей двигателя.

В инерционно-масляном фильтре воздух проходит через кольцевую щель между крышкой и корпусом фильтра и, соприкасаясь с поверхностью масла, изменяет направление движения. Вследствие этого наиболее крупные частицы пыли остаются в масле. Далее воздух проходит через фильтрующий элемент, где мелкие

частицы пыли задерживаются в фильтрующей набивке, а очищенный воздух поступает в карбюратор.

В сухом фильтре воздух очищается от пыли, проходя через фильтрующий элемент, состоящий из сетчатого металлического каркаса, в котором помещён рулон свернутой в несколько слоёв специальной пористой бумаги.

Впускной трубопровод отливают из алюминиевого сплава. В V-образных двигателях он имеет двойные стенки. Пространство между ними образует рубашку подогрева, через которую проходит из рубашки охлаждения головки цилиндров в радиатор жидкость, циркулирующая в системе охлаждения двигателя.

Благодаря подогреву горючей смеси, движущейся по впускному трубопроводу, хорошо испаряется содержащееся в ней топливо и улучшается процесс сгорания смеси в цилиндрах двигателя.

Впускной трубопровод этих двигателей находится между рядами и прикреплён к боковым поверхностям головок цилиндров, где расположены окна каналов, ведущих к впускным клапанам (в развале блока цилиндров).

Выпускной трубопровод отливают из чугуна. Его крепят к головке цилиндров. В V-образных двигателях каждый ряд цилиндров имеет отдельный выпускной трубопровод. К выходному патрубку выпускного трубопровода присоединена приёмная труба глушителя.

Глушитель шума выпуска отработавших газов представляет собой коробку из листовой стали, в которой помещена труба, с отверстиями и перегородками, делящими пространство вокруг трубы на несколько полостей.

Действие глушителя основано на постепенном расширении, уменьшении скорости и ослаблении пульсации струи отработавших газов, удаляемых в атмосферу.

3.2 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;

- схему системы питания карбюраторного двигателя;
- сравнительную таблицу основных показателей системы питания.

Таблица 3.1 – Основные параметры системы питания двигателей

Наименование параметра	Марка автомобиля	
Марка карбюратора		
Количество смесительных камер		
Количество топливных фильтров		
Тип фильтра первичной очистки		
Тип фильтра тонкой очистки		
Тип воздушного фильтра		
Тип топливного насоса		
Количество клапанов в топливном насосе		
Марка используемого горючего		

3.3 Контрольные вопросы

1. Назначение, основные части и работа системы питания карбюраторного двигателя.
2. Какие системы карбюратора обеспечивают работу при пуске, холостых оборотах, средних и максимальных оборотах, ускорении автомобиля?
3. Назначение, устройство и работа ограничителя максимальных оборотов.
4. Регулировки в системе питания двигателей.
5. Назначение, устройство, работа ускорительного насоса.
6. Назначение, устройство, работа экономайзера.
7. Чем отличаются карбюраторы К-88 и К-90?
8. В чем заключается принципиальная разница в системах питания двигателя карбюраторного и дизельного?
9. Назначение, устройство и принцип работы главной дозирующей системы, системы холостого хода, системы пуска холодного двигателя.

4 Лабораторная работа № 4. Системы впрыска топлива бензинового двигателя

Время выполнения работы - 2 часа.

Цель работы: Изучение назначения, устройства и работы системы впрыска бензинового двигателя.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение системы впрыска бензинового двигателя;
- основные элементы и приборы системы впрыска бензинового двигателя.

Задачи лабораторной работы:

- изучить назначение, устройство, принцип работы системы впрыска бензинового двигателя;
- изучить назначение, устройство, принцип работы датчиков, форсунки, фильтров.

4.1 Назначение и устройство систем впрыска бензинового двигателя

Применение систем впрыскивания топлива взамен традиционных карбюраторов обеспечивает повышение топливной экономичности и снижение токсичности отработавших газов. Электронное управление этими системами позволяет в большей степени оптимизировать процесс смесеобразования. Однако следует отметить, что системы впрыскивания топлива сложнее систем топливоподачи с использованием карбюраторов из-за большего числа подвижных прецизионных механических элементов и электронных устройств и требуют более квалифицированного обслуживания в эксплуатации.

На современных автомобилях используются различные системы впрыска топлива. Система впрыска (другое наименование – инжекторная система, от injection - впрыск) как следует из названия, обеспечивает впрыск топлива.

В зависимости от способа образования топливно-воздушной смеси различают следующие системы впрыска бензиновых двигателей:

- система центрального впрыска;
- система распределённого впрыска;
- система непосредственного впрыска.

Системы центрального и распределённого впрыска являются системами предварительного впрыска, т.е. впрыск в них производится не доходя до камеры сгорания - во впускном трубопроводе.

Центральный впрыск (моновпрыск) осуществляется одной форсункой, устанавливаемой во впускном трубопроводе. В настоящее время системы центрального впрыска не производятся, но всё ещё встречаются на легковых автомобилях.

Система распределённого впрыска (многоточечная система впрыска) предполагает подачу топлива на каждый цилиндр отдельной форсункой и является самой распространённой системой впрыска бензиновых двигателей. Образование топливно-воздушной смеси происходит во впускном трубопроводе. Её отличает умеренное потребление топлива, низкий уровень вредных выбросов, невысокие требования к качеству топлива.

Перспективной является система непосредственного впрыска. Впрыск топлива осуществляется непосредственно в камеру сгорания каждого цилиндра. Система позволяет создавать оптимальный состав топливно-воздушной смеси на всех режимах работы двигателя, повысить степень сжатия, тем самым обеспечивает полное сгорание смеси, экономию топлива, повышение мощности двигателя, снижение вредных выбросов. С другой стороны её отличает сложность конструкции, высокие эксплуатационные требования (очень чувствительна к качеству топлива, особенно к содержанию в нём серы).

Основным производителем систем впрыска является фирма Bosch.

Известными конструкциями системы распределённого впрыска топлива являются:

- система впрыска K-Jetronic;
- система впрыска KE-Jetronic;
- система впрыска L-Jetronic.

Система распределённого впрыска K-Jetronic является механической системой непрерывного впрыска топлива.

Система распределенного впрыска KE-Jetronic представляет собой механическую систему непрерывного впрыска топлива с электронным управлением.

Система распределенного впрыска L-Jetronic является системой импульсного впрыска с электронным управлением.

Система распределённого впрыска состоит из:

- 1 - топливного насоса;
- 2 - фильтра топливного;
- 3 – форсунок;
- 4 - потенциометра дроссельной заслонки;
- 5 - регулятора давления;
- 6- датчика температуры воздуха;
- 7 - электродвигателя привода дроссельной заслонки;
- 8 - датчика температуры охлаждающей жидкости;
- 9 - кислородного датчика (лямбда-зонд);
- 10 - датчика момента впрыска;
- 11 - датчика положения дроссельной заслонки;
- 12 - датчика частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- 13 - концевого выключателя сервопривода;
- 14 - электронного блока управления.

В системе распределённого впрыска топлива L-Jetronic электрический топливный насос подаёт топливо из бака через фильтр в топливный коллектор, в котором с помощью регулятора поддерживается постоянный перепад давления на

входе и выходе топлива из форсунок. Регулятор перепада давления поддерживает постоянным давление впрыскивания и обеспечивает возврат избыточного топлива обратно в бак. Этим обеспечивается циркуляция топлива в системе и исключается образование паровых пробок. Из коллектора топливо поступает к рабочим форсункам, которые подают его в зону впускных клапанов. Количество впрыскиваемого топлива задаётся электронным блоком управления в зависимости от температуры, давления и объёма поступающего воздуха, частоты вращения коленчатого вала и нагрузки двигателя. Учитывается также температура охлаждающей жидкости.

Введённый в систему датчик кислорода обеспечивает поддержание стехиометрического (оптимального) состава смеси.

Центральной частью системы впрыскивания топлива двигателя является электронный блок управления. На основании сигналов датчиков блок управления рассчитывает количество впрыскиваемого топлива для получения оптимального соотношения топлива и воздуха в горючей смеси. Количество впрыскиваемого топлива определяется временем открытия электромагнитного клапана форсунки.

Основное время впрыскивания топлива - это время для получения смеси с теоретически необходимым коэффициентом избытка воздуха. Количество воздуха, поступающего в цилиндр за цикл, рассчитывается блоком управления по данным датчика расхода воздуха и частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Точность дозирования и равномерность топливоподачи по цилиндрам во многом зависят от качества форсунок.

Бензонасос имеет электрический привод, что позволяет при запуске включать его (поворотом ключа в замке зажигания) до начала проворачивания коленчатого вала стартером. Это обеспечивает создание требуемого для впрыскивания давления в нагнетательной магистрали, когда двигатель ещё не работает.

4.2 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- схему системы питания инжекторного двигателя;
- сравнительную таблицу основных показателей системы питания.

Таблица 4.1 - Основные показатели системы питания инжекторного двигателя

Наименование параметра	Марка автомобиля		
	ВАЗ	ГАЗ	ТОУТА
Тип топливных форсунок			
Давление впрыска топлива			
Количество форсунок			
Тип фильтра грубой очистки			
Тип фильтра тонкой очистки			
Тип топливного насоса			

4.3 Контрольные вопросы

1. Какие системы впрыска используют на современных автомобилях?
2. Как работает система центрального впрыска?
3. Как работает система распределённого впрыска?
4. Достоинства и недостатки системы непосредственного впрыска.
5. Что значит дискретный впрыск?
6. Какие датчики устанавливают в системах впрыска топлива?

5 Лабораторная работа № 5. Система питания дизельных двигателей

Время выполнения работы - 3 часа.

Цель работы: Изучение назначения, устройства и работы системы питания дизельных двигателей.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение системы питания дизеля;
- основные узлы и приборы системы питания дизельного двигателя.

Задачи лабораторной работы:

- изучить назначение, устройство, принцип работы системы питания дизеля;
- изучить назначение, устройство, принцип работы подкачивающего насоса, насоса высокого давления, форсунки, всережимного регулятора муфты угла опережения впрыска, фильтров.

5.1 Назначение и устройство системы питания

Система питания дизеля предназначена для подачи, очистки и точного дозирования топлива, поступающего в цилиндр под давлением, а также для очистки и подачи в цилиндр воздуха и отвода отработавших газов.

Вследствие особенностей рабочего процесса и главным образом применения высокой степени сжатия дизели выгодно отличаются от бензиновых двигателей меньшим (от 30 % до 35 %) расходом топлива. Этим объясняется всё более широкое использование дизелей на автомобилях различного назначения.

Топливо в дизелях подаётся по трём наиболее распространённым схемам:

- с разделённой топливоподающей аппаратурой, когда топливо от отдельного насоса высокого давления подаётся по топливопроводам к форсункам;
- с топливоподающей аппаратурой неразделённого типа, когда топливный насос и форсунка объединены в один прибор – насос-форсунку;
- система впрыска Common Rail – подача дизельного топлива ко всем форсункам от общего аккумулятора (топливной рампы).

При первой схеме система питания дизеля состоит из топливного бака, фильтра грубой очистки топлива, топливоподкачивающих насосов, фильтра тонкой очистки, насоса высокого давления, форсунок, топливопроводов низкого и высокого давления.

При второй схеме система подачи топлива состоит из топливного бака, фильтров грубой и тонкой очистки топлива, подкачивающего насоса, насосов-форсунок (по числу цилиндров) и топливопроводов низкого давления.

При третьей схеме система подачи топлива состоит из топливного бака, топливоподкачивающего насоса, топливного фильтра, насоса высокого давления, клапана дозирования топлива, топливной рампы (аккумулятора высокого давления), регулятора давления, форсунок, датчиков и электронного блока управления.

Топливный насос высокого давления плунжерного типа предназначен для подачи под высоким давлением в форсунки в определённые моменты времени строго дозированных порций топлива. Он состоит из корпуса, кулачкового вала, четырёх, шести или восьми секций (плунжерных пар), регулятора частоты вращения коленчатого вала двигателя и автоматической муфты опережения впрыска топлива.

Топливо под действием топливоподкачивающего насоса поступает в надплунжерное пространство топливного насоса высокого давления (ТНВД). При движении плунжера вверх топливо подвергается сжатию, вследствие чего открывается нагнетательный клапан, топливо поступает в топливопровод высокого давления и происходит впрыск топлива через форсунку в камеру сгорания. При движении плунжера вниз под действием пружины полость над ним заполняется топливом, и процесс повторяется.

Регулятор частоты вращения коленчатого вала всережимный прямого действия, изменяет количество подаваемого в цилиндр топлива в зависимости от нагрузки и тем самым поддерживает заданную частоту вращения. Основными частями регулятора являются: ведомая шестерня, выполненная заодно целое с державкой грузов, грузы, муфта грузов, рычаги, пружины и детали привода регулятора.

Автоматическая муфта опережения впрыска топлива предназначена для изменения момента начала подачи топлива в зависимости от частоты вращения коленчатого вала. Муфта значительно улучшает пусковые качества двигателя, а также его экономичность на различных скоростных режимах. Изменение угла начала подачи топлива производится муфтой за счёт дополнительного поворота кулачкового вала насоса во время работы в ту или иную сторону относительно вала привода насоса. Автоматическая муфта состоит из корпуса, ведущей и ведомой полумуфт, грузов муфты, осей грузов, пружин муфты, пальцев ведущей полумуфты.

На дизельных двигателях современных автомобилей кроме рядных и V-образных ТНВД устанавливаются насосы распределительного типа.

Особенность конструкции насоса распределительного типа состоит в том, что плунжерная пара подаёт топливо не в один цилиндр, как у многоплунжерного насоса рядного типа, а в несколько. Поэтому плунжер этого насоса совершает не только возвратно-поступательное движение, но и вращается вокруг своей оси, распределяя топливо поочерёдно в цилиндры двигателя. Для этих типов насосов конструкция всережимного регулятора несколько отличается от конструкции регуляторов рядного типа.

В системе впрыска насос-форсунками функции создания высокого давления и впрыска топлива объединены в одном устройстве – насос-форсунке. Насос-форсунка имеет постоянный (неотключаемый) привод от распределительного вала двигателя.

Самой перспективной и распространённой системой впрыска дизельного топлива в настоящее время является система Common Rail.

Работа системы впрыска Common Rail основана на подаче топлива к

форсункам от общего аккумулятора высокого давления – топливной рампы (в переводе common rail - общая магистраль). Другое название системы - аккумуляторная система впрыска.

Форсунка предназначена для впрыска, распыления топлива и равномерного распределения его по объёму камеры сгорания. Форсунка закрытого типа с распылителем и гидравлически управляемой иглой. Топливо поступает из топливного насоса по трубке высокого давления через канал в камеру распылителя. Когда давление в камере превысит усилие пружины, сила давления топлива, действующая на иглу, приподнимает её, и топливо поступает к распыливающим отверстиям и через них впрыскивается в камеру сгорания.

В системе питания дизелей установлен поршневой подкачивающий насос. Его корпус прикреплён к корпусу насоса высокого давления. В корпусе подкачивающего насоса помещены поршень с пружиной, шток и роликовый толкатель с пружиной.

На корпусе подкачивающего насоса установлен насос ручной подкачки топлива, который служит для наполнения системы топливом и удаления попавшего в неё воздуха.

Топливные фильтры повышают работоспособность топливной аппаратуры, которая в значительной степени зависит от чистоты топлива.

Фильтр грубой очистки предназначен для очистки топлива от грубых механических примесей и воды и работает как отстойник.

Фильтр тонкой очистки топлива предназначен для окончательной очистки топлива перед поступлением его в топливный насос высокого давления.

Топливопроводы низкого давления изготавливают из тонкостенных латунных или стальных трубок, имеющих противокоррозионное покрытие. На некоторых тракторных двигателях применяют поливинилхлоридные топливопроводы.

Топливопроводы высокого давления изготовлены из специальных очищенных от окалины стальных трубок. Их концы имеют форму конуса, прижаты накладными гайками (через шайбы) к конусным гнездам штуцеров топливного насоса и

форсунок. Во избежание поломок от вибрации топливопроводы закреплены специальными скобами и кронштейнами.

Система подачи воздуха включает в себя:

- воздушный фильтр;
- патрубок забора воздуха, расположенный обычно за кабиной, с установленной над ним пластмассовой панелью, предохраняющей от попадания в фильтр влаги и посторонних предметов;

- гофрированный воздухозаборник, соединяющий фильтр с патрубком.

Наружный воздух поступает непосредственно в воздушный фильтр через патрубок забора воздуха.

Воздушный фильтр двухступенчатый, сухого типа, с инерционной решеткой и автоматическим удалением пыли.

5.2 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- схемы систем питания дизельного двигателя;
- сравнительную таблицу основных показателей системы питания.

Таблица 5.1 - Основные показатели системы питания дизельных двигателей

Наименование параметра	Марка автомобиля					
	МАЗ	КАМАЗ	SKANIA	MAN	TOYOTA	NISSAN
Тип системы питания						
Тип топливного насоса высокого давления						
Количество топливных насосов						
Давление впрыска топлива в цилиндр						
Тип форсунок						
Количество отверстий в распылителе						

Продолжение таблицы 6.1

Тип фильтра грубой очистки						
Тип фильтра тонкой очистки						
Наличие электронного блока управления						

5.3 Контрольные вопросы

1. Принципиальная разница системы питания дизеля от других систем питания.
2. Назначение, устройство и работа системы питания дизельного двигателя.
3. Назначение, устройство, работа подкачивающего насоса, насоса высокого давления, форсунки, всережимного регулятора и фильтров.
4. Как обеспечивается работа дизельного двигателя при режимах пуск, холостые обороты, работа под нагрузкой?
5. В какой момент прекращается подача топлива в цилиндр?
6. Чем объяснить повышенное требование к очистке дизельного топлива?
7. Почему в цилиндр топливо впрыскивается под большим давлением?
8. Как удаляется воздух из системы питания при работе двигателя?
9. В чём принципиальное различие рядного и распределительного насосов?
10. Почему регулятор назван всережимным?
11. Типы форсунок применяемые в системе Common Rail.
12. Что такое топливная рампа?
13. Как контролируется давление в топливной рампе?
14. От чего приводится в действие насос-форсунка?

6 Лабораторная работа № 6. Система питания газобаллонных двигателей, работающих на сжиженном топливе

Время выполнения работы - 2 час.

Цель работы: Изучение назначения, устройства и работы системы питания газобаллонных двигателей, работающих на сжиженном топливе.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение системы питания газобаллонных двигателей, работающих на сжиженном топливе;
- основные элементы и приборы системы питания газобаллонных двигателей, работающих на сжиженном топливе.

Задачи лабораторной работы:

- изучить назначение, устройство, принцип работы системы питания газобаллонных двигателей, работающих на сжиженном топливе;
- изучить назначение, устройство, принцип работы фильтра, редуктора, испарителя, клапанов.

6.1 Назначение и устройство системы питания газобаллонных двигателей, работающих на сжиженном топливе

Двигатели газобаллонных автомобилей работают на различных природных и промышленных газах, которые хранятся в сжатом или сжиженном состоянии в баллонах. Сжиженный газ – это, как правило, смесь пропана и бутана, находится в жидком состоянии в баллоне. По сравнению с жидким нефтяным топливом газ обладает некоторыми преимуществами при использовании его в качестве топлива для ДВС. Во первых газ дешевле жидкого топлива, во вторых, он лучше

смешивается с воздухом, образуя однородную горючую смесь, и обеспечивает более полное сгорание. Кроме этого газ в отличие от бензина не разжижает моторное масло, а это гарантирует уменьшение износа деталей двигателя. В то же время смесь газа с воздухом имеет меньшую теплоту сгорания и, стандартный двигатель при работе на газе будет иметь меньшую мощность, чем тот же двигатель при работе на жидком топливе.

Все конструкции газовых систем можно условно разбить на пять поколений:

- первое – механические системы ГБО с вакуумным управлением;
- второе – механические системы ГБО с электронным управлением;
- третье – системы ГБО синхронного впрыска газа;
- четвертое – системы ГБО последовательного впрыска газа;
- пятое – системы впрыска жидкого газа.

Принцип работы ГБО первого поколения основан на механическом регулировании количества топливо-воздушной смеси, подаваемой в двигатель с пневматическим (вакуумным) управлением её составом. Основным недостатком этой системы является неточность дозирования газа при изменении какого-либо параметра смесеобразования, и водитель вынужден постоянно следить за регулировками.

Системы газобаллонного оборудования второго поколения представляют собой усовершенствованный вариант систем первого поколения. Благодаря управлению системами с помощью микропроцессорных устройств они имеют следующие преимущества: устойчивая работа двигателя на холостом ходу; относительно точное и стабильное, по сравнению с системами первого поколения дозирование газа; более оптимальный состав горючей смеси на разных режимах работы двигателя.

Системы газобаллонного оборудования третьего поколения с распределённым синхронным впрыском газа с дозатором-распределителем отличаются от систем второго поколения тем, что газ впрыскивается непосредственно перед впускными клапанами двигателя через отдельные форсунки по принципу моновпрыска. Система впрыска газа обеспечивает эффективную подачу топлива, контролирует

смесеобразование и тем самым оптимизирует расход газа по сравнению с системами предыдущих поколений.

Основное отличие систем (четвёртое поколение) распределённого последовательного впрыска газа с электромагнитными форсунками от систем третьего поколения состоит в том, что инжекторы управляются индивидуально блоком управления и открываются в оптимальный промежуток времени.

По принципу подачи газа системы четвёртого поколения наиболее близки к современным бензиновым системам. Более того, большинство современных автомобилей, особенно с системой самодиагностики, могут быть оснащены только системами четвертого поколения.

Системы ГБО четвёртого поколения являются развитием системы третьего поколения, и поэтому, несмотря на более высокую стоимость, они предпочтительнее для установки на автомобиль с инжекторной системой питания и каталитическим нейтрализатором отработавших газов.

Впрыск газа производится электромагнитными форсунками, которые управляются самообучаемым электронным блоком управления подачи газа совместно со штатным блоком управления двигателем автомобиля.

Основное отличие систем пятого поколения состоит в том, что в этих системах осуществляется фазированный распределённый впрыск жидкой фазы пропан-бутановой смеси. Таким образом, отпадает необходимость в наиболее уязвимом узле газового оборудования – редукторе. Все остальное аналогично системам четвертого поколения.

Система ГБО впрыска жидкого газа предназначена для инжекторных автомобилей с катализатором и совместима с экологическими требованиями Евро 3 и Евро 4.

Основным преимуществом систем пятого поколения является отсутствие потери мощности и отсутствие повышенного расхода при работе на газе. К тому же, ввиду отсутствия необходимости испарять газ перед подачей в двигатель запуск на газе возможен при любых отрицательных температурах.

К недостаткам систем ГБО пятого поколения можно отнести высокую чувствительность к загрязнениям газа.

Практически все системы газового оборудования включают одинаковый набор комплектующих:

- редуктор-испаритель;
- смеситель;
- газовый клапан;
- бензиновый клапан;
- мультиклапан;
- газовый баллон;
- переключатель видов топлива;
- дополнительная электроника.

Редуктор-испаритель предназначен для испарения жидкой фазы сжиженного газа, автоматического снижения давления до рабочего, близкого к атмосферному. Он также препятствует поступлению газа к смесителю при неработающем двигателе. Редуктор - двухступенчатый мембранно-рычажного типа. Принцип действия первой и второй ступеней редуктора одинаков.

Каждая ступень имеет клапаны, резинотканевые мембраны, двуплечие рычаги, шарнирно соединяющие мембрану с клапаном, и пружину.

При неработающем двигателе и закрытом расходном вентиле давление в полости первой ступени равно атмосферному и клапан первой ступени находится в открытом положении под действием усилия пружины и двуплечего рычага.

Клапан второй ступени редуктора при неработающем двигателе находится в закрытом положении и плотно прижат к седлу конической и цилиндрической пружинами через двуплечий рычаг.

При открытом расходном вентиле и включенном электромагнитном клапане газ поступает в полость первой ступени редуктора. Давление газа действует на мембрану, которая преодолевая усилие пружины, прогибается и через рычаг закрывает клапан.

При пуске двигателя и его работе на средних нагрузках, когда дроссельные заслонки полуоткрыты, под дроссельными заслонками газового смесителя создаётся

вакуум, который передаётся в полость экономайзерного устройства. В результате действия вакуума мембрана вакуумного разгрузочного устройства прогибается вниз и сжимает коническую пружину, тем самым, разгружая клапан второй ступени. В результате этот клапан под давлением газа из первой ступени открывается, преодолевая усилие цилиндрической пружины мембраны. Газ заполняет полость второй ступени и поступает в смеситель по трубопроводу.

На максимальной нагрузке при полном открытии дроссельных заслонок вакуум в смесительной камере становится достаточным для преодоления усилия пружины мембраны экономайзера. В результате открывается обратный клапан и газ начинает поступать дополнительно через экономайзер. При увеличении общей подачи газа обогащается газозоудная смесь и повышается мощность двигателя.

Газовые редукторы различных производителей отличаются друг от друга количеством ступеней регулирования и устройством систем пуска и холостого хода, однако, принцип работы всех газовых редукторов одинаков.

Смеситель предназначен для подвода газового топлива во впускную систему двигателя и приготовления топливозоудной смеси.

Смесительные устройства для карбюраторных двигателей условно можно разделить на две группы. К первой группе относятся смесители, которые устанавливаются над карбюратором, ко второй - плоские смесители, устанавливаемые в средней части карбюратора.

Смесительные устройства второй группы лучше смешивают газ и воздух, сокращают вредные выбросы выхлопных газов и не влияют на работу двигателя на бензине.

Для инжекторных автомобилей, при установке ГБО первого или второго поколения устанавливаются смесители, размещаемые между воздушным фильтром и впускным коллектором.

Газовый клапан – электромагнитный, предназначен для перекрытия или открытия газовой магистрали и управляется кнопкой. Конструктивно газовый клапан объединён в один узел с газовым фильтром, который предназначен для очистки газа от механических примесей.

Бензиновый клапан - электромагнитный, предназначен для перекрытия или открытия бензиновой магистрали, также управляется от кнопки.

Мультиклапан – блок арматуры, включает в себя запорно-предохранительную, исполнительную и контрольную аппаратуру с расходным и наполнительным вентильми и стрелкой указателя уровня газа.

Газовый баллон – это стальная или композитная ёмкость для газового топлива, предназначенная для заполнения сжиженным газом при температуре его поверхности от минус 40 °С до +45 °С. Газовый баллон рассчитан на максимальное рабочее давление 1,6 МПа. Варьируется форма и объём – от 36 до 230 литров. По форме газовые баллоны можно разделить на два типа – цилиндрические и торроидальные.

Переключатель видов топлива обеспечивает переключение режима работы двигателя с одного вида топлива на другой. Устанавливается на все автомобили с карбюраторной системой питания и на часть инжекторных автомобилей.

Системы ГБО для инжекторных автомобилей отличаются в первую очередь наличием электронного блока управления (ЭБУ). Электронный блок управления выполняет следующие функции:

- обеспечивает пуск двигателя на бензине с последующим автоматическим переходом на газ;
- автоматически переключает двигатель на питание бензином, когда в баллоне кончается газ;
- регулирует состав газозодушнoй смеси, приближая его к оптимальному (стехиометрическому);
- отключает питание форсунок при работе двигателя на газе;
- прерывает подачу газа при остановке двигателя;
- управляет установленным на панели приборов светодиодным указателем вида применяемого топлива с индексацией объёма заполнения баллона газом и его резервного остатка.

6.2 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- схему двухступенчатого редуктора.

6.3 Контрольные вопросы

1. Каковы особенности конструкции газобаллонной установки, работающей на сжиженном газе?
2. Работа редуктора на различных режимах (пуск, холостой ход, нагрузки).
3. Почему в конструкции газобаллонной установки устанавливают фильтры?
4. Назначение и принцип работы испарителя.
5. Сколько и какие вентили установлены на баллоне с газом?
6. Назначение электронного блока управления.
7. Сколько систем газобаллонного оборудования существует?

7 Лабораторная работа № 7. Назначение и характеристика систем зажигания. Контактная и контактно-транзисторная системы зажигания, работа прерывателя-распределителя и катушки зажигания

Время выполнения работы – 2 часа.

Цель работы: Изучение назначения, устройства и принципа действия контактной и контактно-транзисторной систем зажигания, прерывателя-распределителя и катушки зажигания.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к проведению лабораторной работы:

- назначение системы зажигания, разновидности систем;
- назначение прерывателя-распределителя и катушки зажигания.

Задачи лабораторной работы:

- изучить назначение и виды систем зажигания;
- изучить работу контактной и контактно-транзисторной систем зажигания;
- изучить назначение, устройство, принцип работы прерывателя-распределителя и катушки зажигания.

7.1 Назначение и виды систем зажигания

Система зажигания обеспечивает воспламенение рабочей смеси в камерах сгорания в строго определённые моменты в соответствии с порядком работы цилиндров и режимом работы двигателя. В бензиновых и газовых двигателях воспламенение рабочей смеси происходит электрической искрой, проходящей между электродами свечи.

Система зажигания должна обеспечивать на электродах свечи высокое напряжение (не менее 12 кВ) на всех режимах работы двигателя. В зависимости от источника питания системы подразделяются на системы батарейного зажигания и системы зажигания от магнето. На автомобилях и автобусах получила распространение батарейная система зажигания, которая по способу прерывания тока может быть контактной, контактно-транзисторной, бесконтактной и электронной системой зажигания.

В контактной системе батарейного зажигания при включенном замке зажигания и замкнутых контактах прерывателя электрический ток от аккумуляторной батареи или генератора поступает в первичную обмотку катушки зажигания, образуя вокруг неё магнитное поле.

При размыкании контактами прерывателя цепи низкого напряжения исчезает ток в первичной обмотке катушки зажигания и вместе с ним магнитное поле, окружающее его. Последнее пересекает витки вторичной обмотки катушки зажигания и наводит в ней ЭДС. Благодаря большому числу витков во вторичной обмотке напряжение на её концах достигает от 24 до 30 кВ.

От вторичной обмотки катушки зажигания через центральный провод высокого напряжения, распределитель и провода ток высокого напряжения поступает к искровым свечам зажигания, где между электродами происходит искровой разряд, который зажигает рабочую смесь.

Контактно-транзисторная система зажигания отличается от контактной тем, что между контактами прерывателя и катушкой зажигания включают транзисторный коммутатор. Механический прерыватель управляет работой транзистора, подавая на него управляющий ток.

В контактной и контактно-транзисторной системах зажигания регулирование угла опережения зажигания по нагрузке и оборотам двигателя осуществляется с помощью вакуумного и центробежного регуляторов зажигания.

7.1.1 Контактная система зажигания

Контактная система зажигания с одной катушкой и многоискровым механическим распределителем до сих пор встречается на автомобилях. Главным достоинством этой системы является её простота, обеспечиваемая двойной функцией механизма распределителя: прерывание цепи постоянного тока для генерирования высокого напряжения и синхронное распределение высокого напряжения по цилиндрам двигателя.

Принципиальная схема классической системы зажигания состоит из следующих элементов:

- источника тока - аккумуляторной батареи; катушки зажигания, которая преобразует ток низкого напряжения в ток высокого напряжения;

- прерывателя, содержащего рычажок с подушечкой из текстолита, поворачивающийся около оси, контакты прерывателя, кулачок, имеющий число граней, равное числу цилиндров. Неподвижный контакт прерывателя присоединён к «массе»; подвижный контакт укреплен на конце рычажка. Если подушечка не касается кулачка, контакты замкнуты под действием пружины. Когда кулачок гранью набегаёт на подушечку, контакты размыкаются. Прерыватель управляет размыканием и замыканием контактов, т.е. моментом подачи искры;

- конденсатора первичной цепи, подключённого параллельно контактам, который является составным элементом колебательного контура в первичной цепи после размыкания контактов;

- распределителя, включающего в себя ротор, крышку, на которой расположены неподвижные боковые электроды (число которых равно числу цилиндров двигателя) и неподвижный центральный электрод, который подключается через высоковольтный провод к катушке зажигания. Боковые электроды через высоковольтные провода соединяются с соответствующими свечами зажигания. Высокое напряжение к ротору подаётся через центральный электрод с помощью скользящего угольного контакта. На роторе имеется электрод, который отделён воздушным зазором от боковых электродов. Ротор распределителя

и кулачок прерывателя находятся на одном валу, который приводится во вращение от распределительного вала двигателя с частотой, вдвое меньшей частоты вращения коленчатого вала. Прерыватель и распределитель расположены в одном корпусе, называемом прерывателем-распределителем зажигания;

- свечей зажигания, число которых равно числу цилиндров двигателя;
- выключателя зажигания;

- добавочного резистора, который уменьшает тепловые потери в катушке зажигания. (При пуске двигателя добавочный резистор шунтируется выключателем одновременно с включением стартера.) Добавочный резистор изготовляют из нихрома или константана и наматывают на керамический изолятор.

Контактная система батарейного зажигания имеет простое устройство, однако, у неё есть существенные недостатки: контакты прерывателя быстро изнашиваются вследствие подгорания; сила тока высокого напряжения зависит от частоты вращения коленчатого вала; наблюдается ненадёжное воспламенение смеси в высокооборотных многоцилиндровых двигателях. Поэтому на современных моделях автомобилей чаще используют систему зажигания с применением транзисторов.

7.1.2 Контактно-транзисторная система зажигания

Контактно-транзисторная система зажигания отличается от контактной тем, что между контактами прерывателя и катушкой зажигания включают транзисторный коммутатор. Механический прерыватель управляет работой транзистора, подавая на него управляющий ток. Ток, поступающий на первичную обмотку катушки через транзистор, повышает напряжение во вторичной цепи примерно на 25 %. Это позволяет увеличить зазор между электродами свечи зажигания от 1 до 1,2 мм и тем самым, увеличить длину искры и добиться полного сгорания рабочей смеси в цилиндрах двигателя при любой частоте вращения коленчатого вала. Благодаря мощной искре облегчается пуск двигателя и повышается его экономичность.

Контактно-транзисторная система зажигания в основном состоит из тех же элементов, которые характерны для обычной контактной системы, и отличается от неё наличием транзисторного коммутатора и отсутствием конденсатора.

В транзисторной системе катушка зажигания имеет большее число витков во вторичной обмотке.

Транзисторный коммутатор работает в двух режимах:

1) схема коммутатора открыта для прохождения тока в первичную обмотку катушки зажигания (контакты прерывателя замкнуты);

2) схема коммутатора закрыта для прохождения тока в первичную обмотку катушки зажигания (контакты прерывателя разомкнуты).

При размыкании контактов во вторичной обмотке катушки зажигания наводится ЭДС, и в цепи высокого напряжения течёт импульсный ток, обеспечивая искрообразование в свече.

Контакты прерывателя включены в цепь базы транзистора. При замыкании контактов через них проходит ток небольшой силы (0,75 А). Поскольку сила тока базы транзистора незначительна, при разрыве контактов износа от электрической искры практически не происходит. На срок службы контактов влияет только механический износ.

7.1.3 Назначение устройство и работа прерывателя-распределителя

Прерыватель-распределитель необходим для прерывания тока низкого напряжения и распределения тока высокого напряжения по цилиндрам двигателя.

Прерыватель-распределитель состоит из корпуса приводного валика, подвижного и неподвижного дисков, кулачка и регуляторов опережения зажигания. На подвижном диске размещены изолированный рычажок с подвижным контактом и неподвижный контакт со стойкой. Контакты прерывателя наплавлены тугоплавким металлом — вольфрамом. Подвижный контакт прерывателя прижимается к неподвижному пластинчатой пружиной.

Вращающийся кулачок нажимает выступом на изолированный рычажок прерывателя и за один оборот размыкает контакты столько раз, сколько выступов на кулачке. Число выступов на кулачке равно числу цилиндров двигателя.

Сверху на корпусе прерывателя установлен распределитель. Он состоит из ротора и крышки. Ротор изготовлен из карболита, а сверху в него вмонтирована контактная пластина. Он закреплён на выступе кулачка. Крышка распределителя изготовлена из карболита. На её наружной части по окружности выполнены гнёзда для проводов высокого напряжения к искровым свечам зажигания. В центре крышки расположено центральное гнездо для крепления центрального провода высокого напряжения от катушки зажигания. Внутри крышки против центрального гнезда помещён угольный контакт с пружиной для соединения провода с пластиной ротора, а против каждого гнезда по окружности расположены боковые контакты.

Ротор распределителя, вращаясь вместе с кулачком, соединяет центральный контакт поочередно с боковыми контактами, обеспечивая таким образом подачу тока высокого напряжения в искровые свечи зажигания.

Кулачок прерывателя соединён с приводным валиком через центробежный регулятор. Валик приводится в действие от распределительного вала.

Центробежный регулятор опережения зажигания снабжён грузиками, на выступах которых размещается пластина кулачка с косыми прорезями. С увеличением частоты вращения коленчатого вала грузики регулятора расходятся, и штифты грузиков, перемещаясь в прорезях пластины, поворачивают её и соединённый с ней кулачок в сторону вращения ведущего валика. В результате кулачок раньше размыкает контакты прерывателя и угол опережения зажигания увеличивается.

В зависимости от условий работы должен быть выбран оптимальный угол опережения зажигания, который влияет на тепловой режим, мощность двигателя и экономичность его работы.

Вакуумный регулятор служит для изменения угла опережения зажигания в зависимости от нагрузки двигателя. Полость вакуумного регулятора, в которой находится пружина, соединена трубкой со смесительной камерой карбюратора, расположенной над

дроссельной заслонкой, и в то же время полость сообщается с атмосферой. К диафрагме прикреплена тяга, которая связана с подвижным диском прерывателя.

При уменьшении нагрузки на двигатель дроссельная заслонка прикрывается, и под действием разрежения, передаваемого по трубке от карбюратора, диафрагма перемещается с тягой влево и поворачивает подвижный диск прерывателя навстречу вращению кулачка. Угол опережения зажигания увеличивается. Напротив, с возрастанием нагрузки дроссельная заслонка открывается, разрежение в трубке падает, и под действием пружины диафрагма перемещает тягу с подвижным диском в обратную сторону, уменьшая угол опережения зажигания.

Октан-корректор предназначен для изменения угла опережения зажигания вручную в зависимости от октанового числа топлива. Посредством октан-корректора изменяют угол опережения зажигания в пределах $+12^\circ$ по углу поворота коленчатого вала. Чтобы изменить угол опережения зажигания, отпускают болт, крепящий пластины, и вращением регулировочных гаек поворачивают корпус прерывателя-распределителя в необходимую сторону, после чего закрепляют крепящий болт. Одно деление шкалы октан-корректора соответствует изменению угла опережения зажигания на 2° .

Таким образом, в прерывателе-распределителе действуют независимо три устройства изменения угла опережения зажигания: центробежный регулятор поворачивает кулачок, вакуумный регулятор — подвижный диск прерывателя, октан-корректор — корпус.

7.1.4 Назначение, устройство и работа катушки зажигания

Катушка зажигания преобразует ток низкого напряжения 12 В в ток высокого напряжения, который может достигать 20-24 кВ в контактной системе зажигания и 25-30 кВ в контактно-транзисторной системе.

Катушка зажигания состоит из стального корпуса, сердечника, первичной и вторичной обмоток, карболитовой крышки и добавочного резистора. Катушка зажигания представляет собой трансформатор, на стальном сердечнике которого имеется вторичная обмотка, а поверх неё - первичная обмотка. Между сердечником и вторичной

обмоткой находится изоляционная трубка, а между слоями обмоток - изоляционная бумага. Первичная обмотка имеет примерно 308 витков изолированного медного провода диаметром 0,57 мм. Вторичная обмотка состоит примерно из 21000 витков тонкого провода диаметром около 0,07 мм. Один конец вторичной обмотки соединён с первичной обмоткой, а другой выведен на центральный зажим карболитовой крышки. Концы первичной обмотки выведены на боковые зажимы карболитовой крышки.

К зажимам *ВК* и *ВКБ* подсоединён добавочный резистор из спирали в керамическом изоляторе. Добавочный резистор предохраняет катушку зажигания от перегрева при малой частоте вращения коленчатого вала. В этом случае контакты прерывателя находятся более продолжительное время в замкнутом состоянии и сила тока в первичной цепи возрастает, что приводит к нагреву резистора. В результате сопротивление в первичной цепи увеличивается, и в катушку зажигания поступает ток небольшой силы, предохраняя её от нагрева. При включении стартера резистор закорачивается и пуск двигателя облегчается.

Внутри корпуса катушки установлен магнитопровод из трансформаторной стали. Сердечник также выполнен из полосок трансформаторной стали, а его конец установлен в фарфоровый изолятор. Пространство между обмотками и корпусом катушки заполнено трансформаторным маслом.

7.2 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- схемы контактной и контактно-транзисторной систем зажигания;
- сравнительную таблицу основных параметров систем зажигания.

Таблица 7.1 – Основные параметры систем зажигания

Наименование параметра	Марка автомобиля			
Тип системы зажигания				
Тип прерывателя-распределителя				
Тип транзисторного коммутатора				
Тип катушки зажигания				
Наличие добавочного резистора				

7.3 Контрольные вопросы

1. Какие типы систем зажигания применяются на автомобилях?
2. Для чего предназначена система зажигания?
3. Чем отличается контактно-транзисторная система зажигания от контактной системы?
4. Что входит в цепь низкого напряжения?
5. Что составляет цепь высокого напряжения?
6. Как работает прерыватель-распределитель?
7. Для чего необходим центробежный регулятор опережения зажигания?
8. Как работает вакуумный регулятор опережения зажигания?
9. Как работает транзисторный коммутатор?
10. Назначение и работа катушки зажигания.

8 Лабораторная работа № 8. Бесконтактная система зажигания. Аккумуляторная батарея и генератор. Электронные системы в автомобилях

Время выполнения работы - 2 часа.

Цель работы: Изучение назначения, устройства и принципа действия бесконтактной системы зажигания аккумуляторной батареи, генератора и электронных систем.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение системы зажигания;
- назначение датчика-распределителя;
- назначение аккумуляторной батареи и генератора;
- виды и назначение электронных систем.

Задачи лабораторной работы:

- изучить работу системы зажигания;
- изучить назначение, устройство, принцип работы датчика-распределителя;
- изучить назначение, устройство, принцип работы аккумуляторной батареи;
- изучить назначение, устройство, принцип работы генератора;
- изучить назначение электронных систем.

8.1 Бесконтактная система зажигания

В бесконтактную систему зажигания входят: катушка зажигания, датчик-распределитель зажигания, состоящий из бесконтактного микроэлектронного датчика и распределителя тока высокого напряжения, свечи зажигания, электронный коммутатор, провода высокого напряжения и выключатель зажигания.

При включенном выключателе зажигания ток низкого напряжения поступает к электронному коммутатору и к бесконтактному датчику, находящемуся в датчике-распределителе зажигания. Распределительный вал двигателя вращает вал датчика-распределителя, и бесконтактный датчик подаёт импульсы в электронный коммутатор, который преобразует их в импульсы тока в первичной обмотке катушки зажигания. Ток, проходящий по первичной обмотке катушки зажигания, создаёт магнитное поле. В момент прерывания тока магнитное поле резко уменьшается, а во вторичной обмотке катушки зажигания индуцируется ток высокого напряжения. Ток высокого напряжения поступает к вращающемуся ротору распределителя зажигания и от него к одному из контактов распределителя, соединённых со свечами зажигания. Искровой разряд между электродами свечи зажигания воспламеняет рабочую смесь в цилиндрах в соответствии с порядком работы двигателя.

8.2 Назначение, конструкция и работа аккумуляторной батареи

Аккумуляторная батарея является источником энергии для питания потребителей тока на автомобиле и тракторе при неработающем двигателе или работающем с малой частотой вращения коленчатого вала. Это электрический прибор, накапливающий электроэнергию при заряде и отдающий её во внешнюю цепь при разряде. Автомобильные аккумуляторные батареи называют стартерными, так как их используют прежде всего для питания пускового электродвигателя – стартера. Стартерные батареи бывают свинцово-кислотные и щелочные. Последние отличаются высокой надёжностью в работе, однако имеют большие габариты, массу и дороги в изготовлении.

Аккумуляторная батарея состоит из моноблока, разделённого перегородками на шесть отсеков. Внутри каждого отсека установлен пакет, состоящий из положительных и отрицательных пластин, разделённых сепараторами. Сверху моноблок закрыт крышкой с отверстиями, закрывающиеся пробками, через которые заливается электролит.

Положительные и отрицательные пластины отливают в виде решёток из сплава, содержащего 92-94 % свинца, 6-8 % сурьмы с добавлением 0,1-0,2 % мышьяка. Сурьма увеличивает механическую прочность пластин, коррозионную стойкость и облегчает их отливку. Ячейки решёток отрицательных пластин заполняют активной массой, приготовленной из свинцового порошка и раствора серной кислоты, а положительных пластин – активной массой, приготовленной из свинцового сурика, свинцового глётта и раствора серной кислоты.

Сепараторы должны быть тонкими и пористыми, чтобы не препятствовать циркуляции электролита и прохождению электрического тока. Материалом для сепараторов служит мипор – Р, стекловолокно – С, мипласт – М или комбинированный материал, состоящий из хлорвинилового волокна и других материалов. Материалом для моноблоков служит эбонит – Э, термопласт – Т, или другая кислотоупорная пластмасса.

Основные данные, характеризующие аккумуляторную батарею, указаны в её маркировке: 6СТ-60ЭМ, 6СТ-75ТР, 6СТ-90ТМС. Первая цифра означает число последовательно соединённых в батарее аккумуляторов; буквы СТ указывают, что батарея является стартерной, число после букв означает номинальную ёмкость батареи в ампер-часах (это количество электричества в ампер-часах, которое отдаёт полностью заряженный аккумулятор при непрерывном разряде до установленного предела); буква Э – моноблок батареи изготовлен из эбонита; Т – из термопласта; буква М – сепаратор изготовлен из мипласта; Р – сепаратор изготовлен из мипора, буквы МС означают двойную сепарацию из мипласта со стекловолокном.

8.3 Назначение, конструкция и работа генератора

В настоящее время на автомобилях устанавливают генераторы переменного тока. Генератор состоит из статора с неподвижной обмоткой, ротора, крышек, приводного шкива с вентилятором и встроенного выпрямительного блока.

Электромагнитное поле создаётся обмоткой возбуждения, питание на которую подаётся от аккумуляторной батареи через выключатель зажигания, и

двенадцатиполюсным магнитом, которые находятся в роторе. При вращении ротора генератора электромагнитное поле ротора пересекает своими силовыми линиями проводники обмотки статора, и в них индуцируется переменный электрический ток. Переменный ток поступает в выпрямитель, после которого во внешнюю цепь подаётся уже постоянный электрический ток.

Частота вращения коленчатого вала, а следовательно, и ротора генератора во время работы непостоянна. В результате этого непостоянно и напряжение, вырабатываемое генератором. Чем больше частота, тем напряжение выше, и наоборот.

Для поддержания в сети постоянного напряжения, вырабатываемого генератором независимо от частоты вращения коленчатого вала, и для защиты генератора от перегрузок применяют регулятор напряжения или реле-регулятор.

8.4 Электронные системы автомобилей

Успешное развитие автомобильной бортовой электроники практически каждые 5 лет значительно повышает качественные показатели вновь выпускаемых автомобилей. Интерес к автомобильным электронным системам постоянно растёт.

Электронные автомобильные системы - это прежде всего системы автоматического управления механическими узлами и агрегатами, в которых ранее средства электронной автоматики не применялись (газораспределительный механизм ДВС, гидравлические тормоза, коробка переключения передач, рулевое и педальное управление, ходовая часть, подвеска), это системы с помощью которых реализуются круиз-контроль, спутниковая навигация, автопоиск, защита автомобиля от соударений, а пассажиров от увечий, стабилизация устойчивости движения, защита экологии окружающей среды, мультиплексная электропроводка, компьютеризация контрольно-измерительных приборов и другие новации.

В последние годы техническая оснащённость автомобилей электронной бортовой автоматикой значительно возрастает.

Совсем недавно микропроцессорные системы зажигания, электронные системы управления гидравлическими тормозами, системы впрыска бензина, бортовая самодиагностика считались последними достижениями в области автомобильного аппарата- и приборостроения. Теперь их относят к классическим системам и устанавливают почти на каждый серийный автомобиль.

В наши дни на выпускаемые модели автомобилей устанавливают бортовые автоматические системы, к которым относятся: информационная система водителя с микропроцессорным обеспечением; спутниковая навигационно-поисковая система; радарные и ультразвуковые системы защиты автомобиля от столкновений и угона; системы повышения безопасности и комфорта людей в салоне; система круиз-контроля; система «электронная карта»; мультиплексная электропроводка. Разработаны и применяются лингвистические функциональные преобразователи, выдающие информацию водителю на языке страны эксплуатирующей автомобиль.

На базе электронных систем автоматического управления двигателем и тормозами разработана и применяется гироскопическая система для повышения курсовой устойчивости автомобиля на дороге в сложных условиях движения.

Наряду с усовершенствованием автомобильных бензиновых ДВС всё более активизируются работы по созданию экологически чистых силовых установок для электромобилей. Достойной заменой городскому автомобилю может стать гибридный электромобиль, электронные системы управления которым также относятся к современным новациям в области автомобилестроения.

Помимо специфики выполняемых функций новейшие системы автомобильной бортовой автоматики кардинально отличаются от классических, чисто электронных систем широким разнообразием принципов действия входящих в них составных подсистем. В зависимости от решаемой задачи в новую систему в качестве основных компонентов могут входить не только электрические и электронные узлы и блоки, но и механические, гидравлические, светооптические, ультразвуковые и прочие устройства, имеющие неэлектрическую природу функционирования. Их роль в реализации заданной функции управления главная, хотя все информационные процессы в системе реализуются на уровне электронных блоков

управления (ЭБУ), а в новейших системах в бортовых микропроцессорах. Такие крупные составные комплексы управления не могут относиться ни к механическим, ни к электрическим, ни к электронным, ни к любым другим «чистым» по принципу действия системам. В этой связи новейшие системы автомобильной бортовой автоматики, устанавливаемые на автомобилях получили название – автотронные системы.

Автотронная система, управляя неэлектрическими процессами через неэлектрическую периферию на выходе, сама управляется от сигналов, имеющих неэлектрическую природу, которые формируются неэлектрической входной периферией. Например, автотронная система управления курсовой устойчивостью движения автомобиля (VDC), использует в качестве входной информации скорость движения, углы наклона кузова, разность частот вращения колёс, угол поворота руля, атмосферные условия, а в некоторых вариантах – давление в шинах и состояние дорожного покрытия.

8.5 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- схему бесконтактной системы зажигания.

9.6 Контрольные вопросы

1. Устройство и принцип работы бесконтактной системы зажигания.
2. Чем отличается датчик-распределитель от прерывателя распределителя?
3. Что входит в цепь низкого напряжения?
4. Что составляет цепь высокого напряжения?
5. Назначение аккумуляторной батареи.
6. Что такое сульфатация пластин и от чего она происходит?
7. Что такое ёмкость аккумуляторной батареи?

8. Как маркируются аккумуляторные батареи?
9. Какие конструкции генераторов тока применяются на автомобилях?
10. Из каких элементов состоит генератор переменного тока?
11. Объясните принцип работы генератора переменного тока.
12. Какие электронные системы устанавливаются на современных автомобилях?

9 Лабораторная работа № 9. Системы пуска бензиновых и дизельных двигателей. Конструкция и работа стартера

Время выполнения работы - 2 часа.

Цель работы: Изучение назначения, устройства и принципа действия систем пуска бензиновых и дизельных двигателей, стартера.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение системы пуска бензиновых двигателей;
- назначение системы пуска дизельных двигателей;
- назначение стартера.

Задачи лабораторной работы:

- изучить работу системы пуска бензиновых двигателей;
- изучить работу системы пуска дизельных двигателей;
- изучить устройство и работу стартера.

9.1 Система пуска бензиновых двигателей

Система электропуска предназначена для predания вращения коленчатому валу двигателя частоты вращения, при которой обеспечиваются необходимые условия смесеобразования, воспламенения и горения рабочей смеси. Пусковая частота вращения коленчатого вала для бензиновых двигателей находится в пределах от 50 до 100 об/мин, а для дизелей - в пределах от 150 до 250 об/мин.

Система электропуска бензиновых двигателей состоит из стартера, аккумуляторной батареи, выключателя зажигания и цепи стартера (выключателя массы, реле включения стартера, проводов). Основной частью стартера является электродвигатель постоянного тока, питаемый от аккумуляторной батареи.

Вал стартера соединяется с коленчатым валом только во время пуска двигателя. Для этой цели служит шестерня, установленная на валу стартера при помощи шлицевого соединения, допускающего осевое перемещение шестерни по валу и её соединение и разъединение с зубчатым венцом маховика. Разъединение шестерни с зубчатым венцом маховика после пуска двигателя должно происходить автоматически. Для этого устанавливается муфта свободного хода, обеспечивающая передачу крутящего момента только в одном направлении - от вала стартера к маховику.

На современных автомобилях управление стартером дистанционное - из кабины водителя. При этом управлении включение стартера осуществляется контактами его тягового реле.

Стартер представляет собой электродвигатель постоянного тока смешанного возбуждения с электромагнитным реле и механизмом привода, он преобразует электрическую энергию аккумуляторной батареи в механическую.

Стартер состоит из корпуса с полюсами и катушкой возбуждения, якоря, щёток и дистанционного привода, состоящего из реле включения, тягового реле, рычага привода с вилкой и шестерни привода. Вал якоря вращается в бронзовых втулках. В его пазы уложено несколько секций катушки из толстой медной ленты. Концы лент каждой секции присоединены к пластинам коллектора, к которому пружинами прижаты щётки.

Тяговое реле состоит из втягивающей катушки и подвижного якоря, соединённого с рычагом шестерни привода.

Взаимодействие элементов стартера при пуске двигателя происходит следующим образом. При замыкании контактов выключателя по катушке тягового реле проходит ток, сердечник электромагнита втягивается внутрь катушки, а соединённый с ним рычаг перемещает шестерню привода и вводит её в зацепление с зубчатым венцом маховика. При полном зацеплении зубчатой передачи сердечник через контактный диск замыкает контакты и ток от аккумуляторной батареи поступает в катушку электродвигателя. Якорь электродвигателя начинает вращаться и передаёт крутящий момент через шестерню привода и зубчатый венец маховика на коленчатый вал двигателя. После пуска двигателя выключатель размыкает контакты,

и цепь катушки электродвигателя прерывается. Под действием пружины контактный диск и шестерня механизма привода возвращаются в исходное положение.

Стартер следует включать на время от 5 до 10 с. Если двигатель не пустился, стартер можно включить повторно с интервалом не менее 30 с. Этот промежуток времени необходим для восстановления работоспособности аккумуляторной батареи.

9.2 Система пуска дизельных двигателей

Система электропуска дизельных двигателей состоит из стартера, аккумуляторных батарей, выключателя массы батарей, замка-выключателя приборов и стартера, реле стартера, электрофакельного устройства (ЭФУ).

Стартер дизеля состоит из электродвигателя постоянного тока с последовательно включенной обмоткой возбуждения, электромагнитного тягового реле и механизма привода.

Механизм привода обеспечивает: ввод и удерживание шестерни стартера в зацеплении с венцом маховика, передачу крутящего момента электродвигателя и предохранение стартера от повреждения после пуска двигателя автомобиля. Механизм привода состоит из корпуса, направляющей шлицевой втулки, ведущей и ведомой муфт-храповиков, пружины и центробежного механизма разъединения храповиков, включающего сухари и пальцы.

Электромагнитное тяговое реле служит для ввода и удержания шестерни привода в зацеплении с венцом маховика и включения цепи питания электродвигателя. Реле закреплено на корпусе электродвигателя.

При включении выключателя «массы» и повороте ключа выключателя приборов и стартера во второе (нефиксированное) положение замыкается цепь обмотки реле стартера. Реле стартера контактами включает цепи питания удерживающей и втягивающей обмоток тягового реле. Тяговое реле срабатывает, втягивает сердечник и через рычаг вводит шестерню привода в зацепление с венцом маховика. Если шестерня упирается в венец маховика, пружина сжимается, и благодаря винтовым шлицам на втулке и валу ведущий храповик торцовыми зубьями провернёт ведомый

храповик с шестерней и введёт её в зацепление. При этом замыкаются контакты тягового реле, втягивающая обмотка шунтируется, обмотка удерживает якорь реле и механизм привода во включенном положении, а якорь электродвигателя через механизм привода вращает маховик двигателя.

После пуска двигателя, когда частота вращения шестерни механизма привода превысит частоту вращения якоря стартера, ведущий храповик, смещаясь по зубьям и сжимая пружину, выйдет из зацепления с ведомым храповиком. Одновременно пластмассовые сухари под действием центробежных сил, смещаясь в радиальном направлении по пальцам, занимают верхнее положение и удерживают храповой механизм в разомкнутом состоянии, пока центробежные силы превышают усилие пружины, обеспечивая тем самым предохранение стартера от повреждения.

При отпускании ключа включателя размыкается цепь обмотки реле стартера, а следовательно, цепи и контактов обмоток тягового реле. Пружины возвращают якорь и механизм привода в исходное положение, стартер выключается.

9.3 Назначение и работа электрофакельного устройства

Электрофакельное устройство является эффективным средством облегчения пуска холодного двигателя при отрицательных температурах окружающего воздуха до минус 25 °С.

Электрофакельное устройство состоит из электрофакельных свечей, термореле, реле включения электрофакельных свечей, реле выключения обмотки возбуждения генератора, электромагнитного топливного клапана, контрольной лампы и кнопки включения.

Принцип действия устройства основан на испарении топлива в штифтовых (электрофакельных) свечах, установленных во впускных трубопроводах двигателя, смешивании паров топлива с воздухом в горючую смесь и её воспламенении. Образующийся факел пламени нагревает поступающий в цилиндры воздух и тем самым облегчает пуск двигателя. Топливо, поступающее к свече, сгорает не полностью. Несгоревшая часть его в виде паров и газа поступает в цилиндры,

способствуя возникновению в камере сгорания дополнительных очагов воспламенения.

Вследствие сохранения устойчивого факела при работе на холостом ходу или при низкой частоте вращения коленчатого вала после пуска ускоряется начало работы двигателя на устойчивом режиме, а также уменьшается дымление, появляющееся у непрогретого двигателя после пуска.

Устройство работает следующим образом: при включении кнопки включения ЭФУ напряжение от аккумуляторных батарей через амперметр, реле включения ЭФУ и термореле подаётся на факельные свечи, и происходит их разогрев. Одновременно с этим нагревается и срабатывает термореле, включая электромагнитный клапан и контрольную лампу. При открытии электромагнитного клапана топливо поступает к свечам. Загорание контрольной лампы свидетельствует о готовности устройства к пуску двигателя.

9.4 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- схемы включения стартеров бензиновых и дизельных двигателей;
- схему электрофакельного устройства;
- сравнительную таблицу основных параметров систем пуска.

Таблица 9.1 – Основные параметры систем пуска

Наименование параметра	Марка автомобиля			
Тип стартера				
Мощность стартера				
Тип муфты свободного хода				
Наличие электрофакельного устройства				

9.5 Контрольные вопросы

1. Назначение системы пуска.
2. Какие вы знаете системы пуска?
3. Как работает муфта свободного хода?
4. Чем отличаются муфты свободного хода бензиновых и дизельных двигателей?
5. Какие конструкции муфт свободного хода вы знаете?
6. Что такое электрофакельное устройство?
7. Как работает электрофакельная свеча?

10 Лабораторная работа № 10. Назначение, классификация и состав механической трансмиссии. Сцепление автомобилей

Время выполнения работы – 2 часа.

Цель работы: Изучение назначения, классификации и состава механической трансмиссии и сцепления автомобилей.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение трансмиссии автомобилей;
- классификация трансмиссий автомобилей;
- назначение сцепления автомобилей.

Задачи лабораторной работы:

- изучить трансмиссию автомобилей;
- изучить конструкцию и работу сцепления.

10.1 Классификация и состав механической трансмиссии

Трансмиссией называется совокупность агрегатов, предназначенных для передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колёсам автомобиля и для изменения величины и направления этого момента.

В зависимости от характера связи между двигателем и ведущими колёсами трансмиссии делятся на механические, гидрообъёмные, электрические и комбинированные (гидромеханические, электромеханические), а по способу преобразования момента они могут быть ступенчатыми, бесступенчатыми и комбинированными.

Для автомобилей с передним размещением двигателя, задними ведущими колёсами и с центральным относительно продольной оси расположением основных

частей трансмиссии, крутящий момент от двигателя через сцепление передаётся к коробке передач. От коробки передач крутящий момент через карданную передачу передаётся к главной передаче и далее через дифференциал и полуоси подводится к ведущим колёсам.

Для легковых автомобилей с расположением двигателя, сцепления и коробки передач непосредственно у ведущего моста (переднеприводные автомобили) отсутствует карданная передача между коробкой и ведущим мостом.

10.2 Сцепление автомобилей

Сцепление на автомобиле предназначено для передачи крутящего момента от двигателя к трансмиссии, а также для кратковременного отсоединения и плавного соединения коленчатого вала двигателя с трансмиссией. При помощи сцепления осуществляются плавное трогание с места и разгон автомобиля, переключение передач во время движения и предохранение деталей трансмиссии от перегрузок.

По способу передачи крутящего момента различают сцепления фрикционные (механические), в которых используются силы трения; гидравлические, в которых используется кинетическая энергия жидкости; электропорошковые с использованием сил трения, возникающих при движении порошка железа в магнитном поле; комбинированные (гидромеханические).

По способу создания давления на нажимной диск фрикционные сцепления подразделяются на пружинные, электромагнитные, полуцентробежные и центробежные.

Преобладающее распространение из-за простоты конструкции получили фрикционные дисковые сцепления. Основные размеры фрикционного сцепления определяются из условия передачи за счёт сил трения максимального крутящего момента от двигателя.

Сцепление устанавливают на маховике двигателя. Диски фрикционного сцепления, воспринимающие крутящий момент от маховика, называются ведущими, а диски, передающие момент на первичный вал коробки передач - ведомыми. По

числу ведомых дисков сцепления делят на однодисковые, двухдисковые и многодисковые (последние применяются редко).

Фрикционное сцепление автомобиля состоит из трёх основных частей: ведущей, ведомой и привода выключения.

Ведущая часть представляет собой ведущий диск в сборе. По конструкции ведущие диски можно разделить на два основных типа – рычажные (с периферийными пружинами) и диафрагменные. Ведущий диск рычажного типа состоит из кожуха, нажимного диска, периферийных пружин, рычагов выключения соединённых вилками через оси с игольчатыми подшипниками с нажимным диском. Такие диски широко применяются на легковых, грузовых автомобилях, а также автобусах.

При двухдисковом сцеплении к ведущей части относится и промежуточный диск.

Ведущий диск с центральной диафрагменной пружиной состоит из штампованного кожуха, чугунного нажимного диска и диафрагменной пружины, которые представляют собой неразборный узел.

Такие диски широко применяются на легковых автомобилях, имеют простую конструкцию, небольшие габаритные размеры и массу. Для их выключения требуется небольшое усилие, так как сила диафрагменной пружины при выключении уменьшается. Однако значение прижимного усилия диафрагменной пружины ограничено.

Ведомой частью сцепления служит ведомый диск. Ведомый диск состоит из ступицы, установленной на шлицах первичного вала коробки передач, собственно диска, изготовленного из листовой пружинной стали с наклёпанными на обе стороны накладками из фрикционного материала, и гасителя крутильных колебаний, связывающего ступицу и диск между собой.

Гаситель крутильных колебаний предохраняет трансмиссию от нагрузок, возникающих в результате резкого изменения крутящего момента двигателя. При колебаниях крутящего момента пружины гасителя позволяют диску перемещаться относительно ступицы. Гаситель крутильных колебаний повышает долговечность

трансмиссии, особенно зубчатых колёс и карданных валов. Кроме того, он повышает плавность включения сцепления.

10.3 Приводы выключения сцепления

Самыми распространёнными приводами выключения сцепления являются: механический, гидравлический, гидравлический с пневмогидроусилителем и механический с пневмоусилителем.

В механическом приводе грузовых автомобилей усилие от педали сцепления через систему рычагов, тяг и вилку передаётся на муфту выключения сцепления, состоящую из ступицы с упорным подшипником, и рычаги ведущего диска сцепления, которые отводят нажимной диск от ведомого, сцепление выключается. Для управления выключением сцепления легковых автомобилей применяются тросовые приводы, когда между педалью и вилкой, вместо тяг и рычагов устанавливается трос.

В гидравлическом приводе, кроме механической системы, имеются главный, рабочий цилиндры сцепления, трубопроводы и шланги. Гидравлические приводы сцеплений устанавливают на легковые и грузовые автомобили малой и средней грузоподъёмности, а также на некоторые модели автобусов.

В гидравлическом приводе с пневмогидроусилителем при нажатии на педаль выключения сцепления, усилие от ноги водителя через шток передаётся к главному цилиндру, откуда жидкость по трубопроводам под давлением поступает в корпус следящего устройства, которое при этом обеспечивает впуск сжатого воздуха в цилиндр пневмоусилителя. Одновременно от главного цилиндра жидкость под давлением поступает в рабочий гидравлический цилиндр усилителя. Следящее устройство, цилиндр пневмоусилителя и рабочий гидравлический цилиндр выполнены в одном агрегате – пневмогидравлическом усилителе.

Суммарное усилие, определяемое давлением воздуха в цилиндре пневмоусилителя и давлением жидкости в рабочем цилиндре, передаётся на вилку выключения, обеспечивая перемещение муфты, необходимое для выключения сцепления.

10.4 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- схемы одно и двухдискового сцеплений;
- схемы приводов выключения сцепления;
- сравнительную таблицу основных параметров сцепления автомобилей.

Таблица 10.1 - Основные параметры сцепления автомобилей

Наименование параметра	Марка автомобиля			
Количество ведомых дисков				
Количество ведущих дисков				
Тип ведущего диска				
Тип привода сцепления				
Количество рычагов выключения				
Количество нажимных пружин				

10.5 Контрольные вопросы

1. Назначение трансмиссии автомобиля.
2. Перечислите основные элементы трансмиссии.
3. Назначение, устройство, принцип работы сцепления.
4. Из чего состоит ведущая часть одно и двухдискового сцепления?
5. Какие конструкции ведущих дисков вы знаете?
6. Из каких деталей состоит ведущий диск сцепления?
7. Из каких деталей состоит ведомый диск сцепления?
8. Как устроено и работает однодисковое сцепление?
9. Как устроено и работает двухдисковое сцепление?
10. Назначение, устройство, работа гасителя крутильных колебаний.
11. Какие типы приводов применяются для управления сцеплением?
12. Как устроен и работает пневмогидравлический усилитель выключения

сцепления?

13. Как устроен и работает пневматический привод выключения сцепления?

14. Для чего нужен зазор между выжимным подшипником и рычагом выключения?

11 Лабораторная работа № 1.1 Коробки передач, раздаточные и дополнительные коробки передач

Время выполнения работы - 2 часа.

Цель работы: Изучение назначения, классификации и работы коробок передач, раздаточных и дополнительных коробок.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение коробок передач автомобилей;
- классификация коробок передач автомобилей;
- назначение раздаточных и дополнительных коробок.

Задачи лабораторной работы:

- изучить конструкцию коробок передач автомобилей;
- изучить конструкцию и принцип работы раздаточной и дополнительной коробок.

11.1 Назначение и конструкция коробок передач

Коробка передач предназначена для изменения крутящего момента, передаваемого от коленчатого вала двигателя к карданному валу, для движения автомобиля задним ходом и длительного разобщения двигателя от трансмиссии во время стоянки автомобиля и при движении его по инерции.

В зависимости от характера изменения передаточного числа различают коробки передач ступенчатые, бесступенчатые и комбинированные. По характеру связи между ведущими и ведомыми валами коробки передач делят на механические, гидравлические, электрические, комбинированные, а по способу управления – на автоматические и неавтоматические. На большинстве транспортных средств

устанавливают простые ступенчатые коробки передач, переключение передач в которых происходит двумя способами: передвижением зубчатых колёс или передвижением муфт.

Коробка передач состоит из картера, ведущего вала с шестерней, ведомого вала, промежуточного вала (блока шестерён), оси и шестерни или блока шестерён заднего хода, набора шестерён и механизма переключения передач.

Картер коробки передач отлит из чугуна и имеет верхнюю и боковую крышки, гнёзда для крепления валов и осей. В нижней и боковой стенках сделаны отверстия для слива отработанной смазки и заполнения коробки свежей смазкой.

Ведущий вал изготовлен из стали вместе с ведущей шестерней и венцом. Передним концом ведущий вал установлен на подшипнике в выточке коленчатого вала, а задним - в гнезде передней стенки картера. Установка ведущего вала выполнена так, что только ведущая шестерня и венец помещены внутри картера, а на выступающей из коробки шлицевой части вала установлена ступица ведомого диска сцепления. Ведомый вал имеет шлицы и передним концом опирается на роликовый подшипник, установленный в выточке ведущего вала. Другой конец ведомого вала в выточке картера коробки установлен на шарикоподшипнике. На шлицах ведомого вала установлены подвижные шестерни и ступицы синхронизаторов. Шестерни могут перемещаться по шлицам вдоль вала. Промежуточный вал состоит из шестерён различного диаметра, выполненных в виде блока или закреплённых на валу. Блок шестерён посажен на ось на роликовых подшипниках или вместе с валом на подшипниках установлен в гнёздах стенок картера. Промежуточный вал вращается всегда вместе с ведущим валом, так как их шестерни находятся в постоянном зацеплении. Шестерни заднего хода одна или в виде блока из двух шестерён вращаются на оси, закреплённой в отверстиях стенок картера.

Механизм переключения передач служит для включения передач, установки шестерён в нейтральное положение и для включения заднего хода. Передачи включают перемещением шестерён или муфт синхронизатора на ведомом валу. В зависимости от числа передач, включаемых для движения вперед, различают

четырёх, пятиступенчатые, шестиступенчатые коробки передач. Механизм переключения передач размещён на верхней или боковой крышке. Рычаг переключения передач обычно размещён непосредственно на крышке коробки.

Механизм переключения передач состоит из рычага, ползунов, вилок переключения, фиксаторов, замков и предохранителя включения заднего хода.

В сверлениях крышки размещены ползуны, на которых закреплены вилки переключения. Нижний конец рычага входит в паз одной из вилок. Движение рычага вперёд или назад вызывает перемещение в противоположную сторону ползуна, вследствие чего его вилка передвигает зубчатое колесо или муфту, включая одну из передач. Для удержания шестерён коробки передач во включенном или нейтральном положении служат фиксаторы.

Фиксатор состоит из шарика с пружиной, расположенных вертикально в приливах крышки картера коробки передач. На ползуне имеются углубления, количество которых соответствует количеству включаемых данным ползуном передач, и одно углубление для нейтрального положения.

При включении передачи или при нейтральном положении шарик под действием пружины входит в углубление, фиксируя ползун в определённом положении. Случайное включение одновременно двух передач предотвращает замок. Замок состоит из штифта и двух пар шариков, размещённых в горизонтальном канале крышки между средним и крайним ползунами. При перемещении среднего ползуна шарики выходят из его углублений и запирают крайние ползуны, исключая их смещение. При перемещении одного из крайних ползунов шарик выходит из его углубления, запирает средний ползун и, действуя через штифт на другой шарик, запирает также и другой крайний ползун.

Переключение передач сопровождается ударами между зубьями зубчатых колёс, что приводит к их изнашиванию. Для уменьшения износа зубчатых колёс и шума, возникающих вследствие удара зубьев при переключении передач, служат синхронизаторы, которые выравнивают угловые скорости включаемых зубчатых колёс. Синхронизаторами обычно оснащают все передачи переднего хода.

Конструкция синхронизаторов легковых, грузовых автомобилей малой и средней грузоподъёмности несколько отличается от конструкции синхронизаторов большегрузных автомобилей, однако во всех случаях обеспечивается безударное включение передач путём выравнивания скоростей соединяемых шестерён до их введения в зацепление.

11.2 Назначение и конструкция раздаточных коробок

На автомобилях повышенной проходимости с передним и задним ведущими мостами устанавливают раздаточную коробку. Она служит для распределения крутящего момента между ведущими мостами, а также для включения и выключения переднего ведущего моста. Для увеличения крутящего момента на ведущих колёсах в раздаточной коробке имеется понижающая передача.

Раздаточную коробку устанавливают, как правило, за коробкой передач. Она состоит из картера, прямозубых шестерён и четырёх валов: ведущего, ведомого, промежуточного и вала привода переднего моста. Все валы вращаются на шариковых подшипниках, установленных в картере.

11.3 Назначение и конструкция дополнительных коробок

На автомобилях большой грузоподъёмности, а также на автомобилях-тягачах, работающих с прицепами и полуприцепами, используются коробки передач со встроенными или совмещёнными дополнительными коробками передач (редукторами). Дополнительная коробка передач может быть повышающей или понижающей.

Повышающая коробка передач называется делителем или мультипликатором. Делитель устанавливается перед коробкой передач и увеличивает число передач в два раза. Обычно он имеет две передачи - прямую с передаточным числом $i=1$ и повышающую с передаточным числом $i < 1$. Делитель не увеличивает передаточные

числа коробки передач, а только уменьшает разрыв между передаточными числами соседних передач, увеличивая на 20-25 % диапазон передач.

Понижающая коробка передач называется демультипликатором. Демультипликатор устанавливается за коробкой передач. Он имеет две или три передачи: прямую с $i = 1$ и понижающие с $i > 1$. Демультипликатор увеличивает число передач в 2-3 раза и передаточные числа коробки передач, значительно расширяя их диапазон.

11.4 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- схемы установки раздаточных коробок передач;
- схемы установки дополнительных коробок передач.
- сравнительную таблицу основных параметров коробок передач автомобилей.

Таблица 11.1 - Основные параметры коробок передач автомобилей

Наименование параметра	Марка автомобиля			
Тип коробки передач				
Количество ступеней КП				
Количество синхронизаторов				
Наличие раздаточной или дополнительной коробки				

11.5 Контрольные вопросы

1. Назначение, устройство и работа коробок передач.
2. Каковы основные требования к коробкам передач?
3. Как установлены шестерни постоянного зацепления на ведущем и ведомом валах?
4. Какие конструкции синхронизаторов вы знаете?

5. Назначение и работа синхронизаторов коробки передач.
6. Каковы устройство и принцип действия механизмов переключения передач?
7. Назначение замков и фиксаторов в механизме переключения.
8. Каково назначение раздаточных коробок и как они классифицируются?
9. Какие дополнительные коробки передач устанавливаются на автомобилях?
10. Какие неисправности могут возникнуть в коробке передач?

12 Лабораторная работа № 12. Бесступенчатые и комбинированные коробки передач. Карданные передачи

Время выполнения работы - 2 часа.

Цель работы: Изучение назначения, конструкции и работы бесступенчатых и комбинированных коробок передач, карданной передачи автомобилей.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- виды комбинированных бесступенчатых коробок передач;
- назначение карданной передачи автомобилей;
- классификация карданных передач.

Задачи лабораторной работы:

- изучить устройство и работу гидромеханических коробок передач;
- изучить устройство и работу роботизированных и бесступенчатых коробок передач;
- изучить конструкцию и принцип работы карданной передачи;
- изучить конструкцию и принцип работы карданных шарниров.

12.1 Назначение и конструкция автоматических коробок передач

Автоматическая коробка передач - это специальный агрегат трансмиссии, который служит для передачи крутящего момента от двигателя к колёсам автомобиля без участия водителя. Автоматические коробки передач широко применяются в мировом автомобилестроении. Автоматические коробки различаются по количеству передач, по способу их переключения и по типу сцепления, это единственный на сегодняшний день вид КПП, у которого может быть до девяти передач.

Самыми распространёнными из автоматических коробок передач являются гидротрансформаторные КПП, роботизированные КПП и вариаторные коробки переключения передач (вариаторы).

12.1.1 Гидротрансформаторная АКПП

Автоматические коробки передач (АКПП) активно вытесняют трансмиссии с механическими коробками передач, что особенно заметно на примере таких стран, как США, Канада и Япония, где более 90% легковых автомобилей оборудованы именно автоматическими коробками передач. В нашей стране в настоящее время наметилась тенденция к увеличению объёма продаж автомобилей с трансмиссиями, в состав которых входит АКПП.

Автоматическая коробка передач выполняет следующие функции:

- трогание автомобиля с места;
- выбор передачи;
- автоматическое переключение на необходимую передачу.

Автоматическая коробка передач состоит из гидротрансформатора, планетарного редуктора, компонентов механизма переключения, муфт свободного хода, блока управления коробки передач, масляного насоса и датчиков.

Гидротрансформатор служит для трогания автомобиля с места, для увеличения крутящего момента и уменьшения вибраций.

Гидродинамический трансформатор крутящего момента, включает в себя три лопастных колеса:

- насосное колесо, жёстко соединённое с корпусом;
- турбинное колесо, жёстко соединённое с первичным валом коробки передач;
- направляющее колесо, называемое реактором, с муфтой свободного хода.

Планетарный редуктор служит для образования передаточных отношений механическим путём.

Планетарный редуктор состоит из центральной или солнечной шестерни, нескольких сателлитов (от трёх до шести), водила планетарной передачи, внешней

коронной шестерни с внутренними зубьями. Все пары шестерён постоянно находятся в зацеплении.

Компоненты механизма переключения это гидравлические нажимные многодисковые муфты и тормоза (соединены с отдельными элементами планетарной передачи) для переключения передач.

Муфты свободного хода служат для оптимизации нагрузки компонентами переключения.

Блок управления коробки передач - электронно-гидравлический, работает по программам переключения передач. Момент переключения передачи рассчитывается цифровым микропроцессором блока управления. Электронный блок управления коробки передач постоянно повторяет процесс определения сигналов датчиков, рассчитывает момент переключения и посылает соответствующую команду приводам. Данный цикл выполняется в течение 20 мс.

Масляный насос служит для подачи смазки в компоненты механизма переключения, в гидротрансформатор, а также для смазки коробки передач.

Датчики служат для предоставления сведений в электронный блок управления, к ним относятся: датчик положения педали акселератора, датчик скорости автомобиля, датчик оборотов коробки передач, датчик оборотов двигателя, датчик температуры трансмиссионного масла (АТФ), датчик положения рычага селектора, датчик педали тормоза, датчик режима кикдаун.

12.1.2 Роботизированная КПП

В конце девяностых – начале двухтысячных независимо друг от друга несколько производителей начали разработку роботизированных коробок переключений передач (РКПП).

Конструктивно они представляли собой обычную механическую коробку переключения передач, но работой сцепления и сменой передач теперь управляет компьютер, передвигающий сервоприводы. РКПП получилась дешевле в производстве, чем АКПП, переключалась быстрее любого человека на

механической коробке и автомате и обеспечила самую лучшую топливную экономию из всех существующих типов трансмиссий. Но конструкции РКПП далеки до совершенства. РКПП не может нормально работать на высокой скорости и при агрессивной манере вождения – начинаются рывки. На ресурс такой коробки существенно влияет опыт водителя и качество обслуживания. Эти проблемы были частично решены с разработкой РКПП с двумя сцеплениями. Одно сцепление управляет чётными передачами, второе нечётными, работают они практически одновременно, запуская одну передачу, ещё до того момента, как остановилась предыдущая. Их называли преселективными. Такие коробки работают комфортно, переключаются быстро. Скорость их переключения составляет сотые доли секунды. Но стоят дороже гидравлических АКПП и имеют меньший ресурс.

12.1.3 Вариаторная коробка переключения передач (вариатор)

Вариатор - это бесступенчатая коробка переключения передач. Первые вариаторы появились в середине девяностых, как альтернатива гидравлическим АКПП.

В состав вариатора входят: дифференциал, отвечающий за распределение крутящего момента, гидротрансформатор, который преобразовывает передачи, планетарный механизм, который в свою очередь обеспечивает вращение вторичного вала и блок управления, отвечающий за управление электроникой. Популярные типы вариаторов – с ремённым приводом, их название вариатор CVT, менее распространены вариаторы торовые. Некоторые производители вариаторов вместо ремённого привода устанавливают цепной привод.

Механизм вариатора CVT состоит из двух шкивов, способных менять свой размер, и соединенных специальным ремнём, что позволяет подбирать наилучшее соотношение передаточных чисел. В зависимости от режима работы двигателя сервопривод двигает ремень между колёсами, плавно увеличивая или уменьшая передаточное отношение.

Сам принцип действия вариатора не позволяет автомобилю тронуться с места, поэтому в его конструкцию входит гидротрансформатор, как в гидравлических АКПП.

12.2 Назначение и конструкция карданной передачи автомобилей

Карданная передача служит для передачи крутящего момента под изменяющимся углом от коробки передач к ведущим мостам, к раздаточной или дополнительной коробке. Устанавливается между главными передачами двух ведущих задних мостов трёхосного автомобиля, между главной передачей и полуосями ведущих колёс с независимой подвеской, между полуосями и передними управляемыми колёсами.

Карданные передачи классифицируются:

1. По числу шарниров (одно-, двух-, многошарнирные).

2. Карданные шарниры различаются по кинематическим особенностям:

- шарниры равных угловых скоростей (синхронные);
- шарниры неравных угловых скоростей (асинхронные).

3. По величине угла между осями соединяемых валов:

- упругие (при малом угловом смещении валов применяются упругие резиновые элементы);
- жёсткие (с металлическим шарниром).

В зависимости от назначения карданных передач от них требуются:

- равномерная передача крутящего момента от одного агрегата к другому;
- высокий КПД;
- минимальные динамические нагрузки, возникающие из-за дисбаланса;
- возможность передачи крутящего момента под большими углами и при наличии продольных перемещений агрегатов вдоль оси карданного вала;
- бесшумность работы.

Карданные передачи по числу карданных валов делят на одинарные и двойные. Если передача имеет только один карданный вал, то такую передачу

называют одинарной. Если карданная передача имеет два карданных вала, то такая передача называется двойной.

Независимо от скорости движения автомобиля карданный вал не должен испытывать сколько-нибудь значительных крутильных колебаний и биений. Для уменьшения биений выполняют динамическую балансировку карданного вала в сборе с карданными шарнирами. Дисбаланс устраняют приваркой на концах карданных труб балансировочных пластин, а в случае необходимости и установкой балансировочных пластин под крышки карданных шарниров. Правильное взаимное положение деталей шлицевого соединения после балансировки фиксируют специальными метками.

К карданной передаче относятся валы, шлицевая муфта, карданы и подвесная опора. Валы карданной передачи изготовлены из тонкостенных стальных труб. На концах к трубе приварены вилки кардана либо вилка и шлицевая муфта (или шлицевой наконечник). Благодаря наличию скользящей муфты карданный вал может удлиняться и укорачиваться. Чтобы длина карданного вала была меньше, на автомобилях применяют промежуточный карданный вал, который одним концом присоединён к ведомому валу коробки передач, а другим к основному карданному валу. Закреплён промежуточный вал на подвесном подшипнике.

Условия работы карданных передач определяются в первую очередь углами наклона осей их валов: чем больше эти углы, тем в более тяжёлых условиях работает передача. В особо тяжёлых условиях работает карданная передача ведущих управляемых колёс полноприводных автомобилей, у которых угол наклона осей валов, изменяясь по величине и направлению (при повороте автомобиля), может достигать 35° - 40° .

Карданные шарниры, применяемые на автомобиле, бывают двух типов — неравных угловых скоростей (с крестовиной) и равных угловых скоростей.

На автомобилях с задними ведущими мостами привод осуществляется карданными передачами с шарнирами неравных угловых скоростей. Карданные шарниры неравных угловых скоростей состоят из двух вилок, крестовины и игольчатых подшипников. Пальцы крестовины входят в отверстия вилок. Между

пальцами и стенками отверстий установлен игольчатый подшипник. Подшипник состоит из стального стакана и набора тонких игл (роликов). Чтобы из подшипников не вытекала смазка, устанавливают сальники. Подшипники закреплены в отверстиях вилки при помощи крышек с винтами или замочными кольцами. Недостатком жесткого кардана с крестовиной является неравномерность вращения и сравнительно небольшой угол (до 24° - 30°), при котором можно передавать крутящий момент.

В передних ведущих мостах, где необходимо обеспечить равномерность вращения, поворот управляемых колёс и передачу крутящего момента под большим углом, применяют карданные шарниры равных угловых скоростей – шариковые или кулачковые.

Шариковый шарнир равных угловых скоростей состоит из двух фасонных кулаков с овальными канавками, четырёх ведущих шариков и одного центрирующего, пальца и стопорной шпильки. Ведущие шарики посажены в канавках свободно, а центрирующий закреплён на пальце в одном из кулаков.

Кулачковый шарнир равных угловых скоростей состоит из двух вилок, двух кулаков и диска. Диск заходит в пазы кулаков и передаёт вращение от ведущей вилки к ведомой.

12.3 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- схему гидромеханической коробки передач;
- схемы вариаторной и роботизированной коробок передач;
- схему работы шарнира неравных угловых скоростей;
- устройство и принцип работы шарниров равных угловых скоростей;
- схемы карданных передач автомобилей с колёсной формулой 4x2, 6x4, 6x6;
- сравнительную таблицу параметров карданных передач.

Таблица 12.1 – Сравнение параметров карданных передач

Наименование параметра	Марка автомобиля			
Тип автоматической коробки				
Число ступеней				
Тип карданной передачи				
Количество карданных валов				
Тип карданных шарниров				

12.4 Контрольные вопросы

1. Из каких основных частей состоит автоматическая коробка передач?
2. Для чего служит гидротрансформатор?
3. Что включает в себя гидродинамический трансформатор?
4. Для чего предназначены ленточные тормозные механизмы?
5. Что входит в компоненты механизма переключения?
6. Какие режимы работы имеет АКПП?
7. Из каких основных элементов состоит роботизированная коробка?
8. Что входит в состав вариаторной коробки передач?
9. Назначение, устройство и работа карданной передачи автомобиля.
10. Карданные шарниры равных и неравных угловых скоростей.
11. Почему в карданной передаче применяют два шарнира?
12. Как балансируют карданный вал?
13. Как правильно собрать карданный вал после ремонта?
14. Назначение шлицевого соединения в карданной передаче.

13 Лабораторная работа № 13. Главные передачи, дифференциалы и полуоси автомобилей

Время выполнения работы - 2 часа.

Цель работы: Изучение назначения, классификации и работы главной передачи, дифференциалов и полуосей автомобилей.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение главной передачи, дифференциалов и полуосей автомобилей;
- классификация главной передачи, дифференциалов и полуосей автомобилей.

Задачи лабораторной работы:

- изучить главные передачи автомобилей;
- изучить конструкцию и работу дифференциалов и полуосей автомобилей.

13.1 Назначение и конструкция главной передачи автомобилей

Главная передача служит для передачи и увеличения крутящего момента от карданного вала к ведущим полуосям, расположенным под углом 90° к продольной оси автомобиля.

Главные передачи подразделяются на одинарные - с одной парой конических или гипоидных шестерён и двойные с одной парой конических и одной парой цилиндрических шестерён. Двойные главные передачи могут быть центральными и разнесёнными.

В одинарной простой главной передаче крутящий момент от карданного вала передаётся на ведущую коническую шестерню, а от неё на ведомую. Оси зубчатых колёс одинарных передач могут пересекаться или быть смещёнными; в последнем случае одинарная передача называется гипоидной. В такой главной передаче зубья

шестерни и колесо имеют специальную форму и наклон спирали, позволяющие опустить ось конической шестерни на расстояние от 30 до 42 мм.

При применении главной передачи с гипоидным зацеплением зубчатых колёс карданную передачу и пол кузова можно разместить ниже, уменьшив тем самым высоту центра тяжести автомобиля, что улучшает его устойчивость. Кроме того, в гипоидной передаче одновременно в зацеплении находится большее число зубьев, чем в обычной конической передаче, в результате чего зубчатые колёса работают более надёжно, плавно и бесшумно. Однако при гипоидном зацеплении происходит продольное проскальзывание зубьев, сопровождающееся выделением теплоты, в результате чего происходит разжижение и выдавливание смазки с поверхности сопряженных зубьев, приводящее к их повышенному изнашиванию. Поэтому для гипоидных передач применяют специальные трансмиссионные масла с противоизносной присадкой.

В двойной главной передаче крутящий момент передаётся от ведущей конической шестерни к ведомой, установленной на одном валу с малой (ведущей) цилиндрической шестерней, от которой крутящий момент передаётся на большую (ведомую) цилиндрическую шестерню.

Двойные главные передачи конструктивно могут выполняться в одном картере — центральные или каждая пара зубчатых колёс располагается отдельно — разнесённые. В последнем случае главная передача состоит из двух отдельных механизмов: одинарной конической зубчатой передачи, устанавливаемой в картере заднего моста, и цилиндрических зубчатых передач — колёсных редукторов.

Применение колёсных редукторов, или, как их часто называют, бортовой передачи, позволяет разгрузить дифференциал и полуоси, уменьшить габаритные размеры моста и увеличить дорожный просвет автомобиля.

Колёсная передача представляет собой редуктор из прямозубых цилиндрических шестерён с внешним и внутренним зацеплением (планетарного типа). Она состоит из ведущей (солнечной) шестерни, трёх сателлитов, равномерно расположенных по окружности вокруг ведущей шестерни, наружной и внутренней чашек и ведомой (коронной) шестерни. Солнечная шестерня и сателлиты имеют

наружные зубья, а коронная шестерня – внутренние зубья. Солнечная шестерня установлена на шлицах полуоси, а сателлиты - на роликовых подшипниках на осях, закреплённых в наружной и внутренней чашках колёсной передачи, которые соединены болтами и жёстко связаны с балкой моста. Коронная шестерня прикреплена к ступице колеса, которая закрыта крышкой.

Передача крутящего момента от полуоси на ступицу колеса осуществляется через солнечную шестерню, сателлиты и коронную шестерню. Крышка ступицы, коронная шестерня и ступица колеса образуют вращающийся картер, в который заливают масло для смазки шестерён передачи и подшипников ступицы колеса.

13.2 Назначение и конструкция дифференциалов автомобилей

При повороте автомобиля его внутреннее ведущее колесо проходит меньший путь, чем наружное, поэтому, чтобы качение внутреннего колеса происходило без скольжения, оно должно вращаться медленнее, чем наружное. Это необходимо для того, чтобы исключить при повороте пробуксовывание колёс, которое вызывает повышенное изнашивание шин, затрудняет управление автомобилем и увеличивает расход топлива. Для обеспечения различной частоты вращения ведущих колёс их крепят не на одном общем валу, а на двух полуосях, связанных между собой межколёсным дифференциалом, подводящим к полуосям крутящий момент от главной передачи. Таким образом, дифференциал служит для распределения крутящего момента между ведущими колёсами и позволяет правому и левому колёсам при поворотах автомобиля и при его движении на криволинейных участках дороги вращаться с различной частотой. По месту расположения дифференциалы делят на межколёсные (распределяющие крутящий момент между ведущими колёсами одной оси), межосевые (распределяющие крутящий момент между главными передачами ведущих мостов) и дифференциалы повышенного трения; по соотношению крутящих моментов на ведомых валах – на симметричные (распределяющие крутящий момент между полуосями поровну) и несимметричные (распределяющие крутящий момент между полуосями в определённой пропорции).

Конический симметричный дифференциал представляет собой шестерённый механизм, смонтированный в главной передаче. Он состоит из двух конических полуосевых зубчатых колёс, шестерён-сателлитов и крестовины. Ведомое колесо главной передачи жёстко соединено с коробкой дифференциала, состоящей из двух чашек, между которыми крепится крестовина. Полуосевые зубчатые колёса установлены в коробке дифференциала на шлицах полуосей, соединённых с ведущими колёсами автомобиля. От ведущей шестерни главной передачи крутящий момент передаётся на ведомое колесо и коробку дифференциала, вместе с которой вращается крестовина с расположенными на ней шестернями-сателлитами.

При прямолинейном движении автомобиля по ровной дороге оба ведущих колеса испытывают одинаковые сопротивления качению и проходят одинаковые пути. Поэтому сателлиты, вращаясь вместе с крестовиной и коробкой дифференциала, сообщают зубчатым колёсам и одинаковую частоту вращения, а сами относительно своих осей не поворачиваются. При этом сателлиты как бы заклинивают полуосевые зубчатые колёса, соединяя обе полуоси.

При движении автомобиля на повороте его внутреннее колесо проходит меньший путь, чем наружное, в результате чего полуось и полуосевое зубчатое колесо, связанные с внутренним колесом автомобиля, вращаются медленнее. При этом шестерни-сателлиты, вращаясь на шипах крестовины, перекачиваются по замедлившему вращению полуосевому зубчатому колесу, в результате чего повышается частота вращения полуосевого зубчатого колеса и полуоси наружного колеса. Таким образом, ведущие колёса автомобиля при повороте получают возможность проходить за одно и то же время различные пути без пробуксовывания.

Межосевой конический дифференциал устанавливают на автомобилях с колёсными формулами 6x4 и 6x6, ведущие мосты которых могут работать в различных условиях сцепления колёс с дорогой.

Конструкция межосевого дифференциала аналогична конструкции межколёсного, но только имеет механизм блокировки и привод управления блокировкой.

Кулачковый дифференциал повышенного трения за счёт дополнительных сил трения (в результате самоблокировки) передаёт больший крутящий момент на то колесо автомобиля, которое вращается медленнее, что уменьшает возможность его пробуксовывания и повышает устойчивость автомобиля против бокового заноса.

Корпус кулачкового механизма состоит из двух половин, соединённых болтами с ведомым зубчатым колесом и опирающихся на конические роликподшипники. Правой половиной дифференциала является его чашка, а левой — сепаратор. В сепараторе расположены два ряда радиальных отверстий, в которых размещены сухари, находящиеся между внутренней и наружной звёздочками, которые установлены на шлицах полуосей. Крутящий момент от ведомого колеса передаётся сепаратору, а от него через сухари на кулачки звёздочек и затем на полуоси.

При движении автомобиля по прямой и ровной дороге сопротивление движению обоих колёс одинаково и звёздочки вращаются с одинаковой частотой. При движении автомобиля по скользкой дороге в случае, когда одно колесо вращается с большей угловой скоростью, происходит поворот внутренней и наружной звёздочек, вследствие этого сухари выходят из сепаратора, прижимаются к кулачкам этих звёздочек и происходит самоблокировка дифференциала. В результате, как бы, соединяются в одно целое левая и правая полуоси.

13.3 Назначение и конструкция полуосей

Передача крутящего момента от дифференциала к ведущим колёсам происходит при помощи полуосей. Каждая полуось внутренним концом со шлицами, на которых находится полуосевая шестерня, установлена в коробке дифференциала. На наружном конце полуоси имеется фланец для крепления при помощи шпилек к ступице колеса. Кроме крутящего момента, полуоси могут воспринимать изгибающие моменты от сил, действующих при движении автомобиля.

Крутящий момент от полуоси к ступице ведущего колеса передаётся через подшипниковый узел. В зависимости от расположения подшипников этого узла относительно кожуха, в котором находятся полуоси, различны и нагрузки, действующие на них. В связи с этим полуоси разделяются на два основных типа: полуразгруженные и полностью разгруженные.

Полуразгруженной полуосью называется полуось, которая опирается на шарикоподшипник, расположенный внутри её кожуха. Такая полуось не только передаёт крутящий момент, скручивающий её, но и воспринимает изгибающие моменты.

Полностью разгруженной называется полуось, разгруженная от изгибающих моментов и передающая только крутящий момент. Это достигается тем, что ступицу колеса устанавливают на кожухе полуоси на двух широко расставленных роликоподшипниках, в результате чего изгибающие моменты воспринимаются кожухом, а полуоси передают только крутящий момент.

На всех легковых автомобилях, автобусах особо малого класса и на многих грузовых автомобилях особо малой и малой грузоподъёмности устанавливают полуразгруженные полуоси. На всех грузовых автомобилях средней и большой грузоподъёмности, а также автобусах среднего и большого классов устанавливают полностью разгруженные полуоси.

По конструкции полуоси могут иметь на одном конце фланец для крепления болтами к ступице колеса, а на другом шлицевую часть, входящую в зацепление с полуосевой шестерней дифференциала (фланцевые полуоси). Другая конструкция предусматривает шлицевую часть на обоих концах полуоси (шлицевые полуоси).

13.4 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- схемы главных передач автомобилей;
- схемы дифференциалов;

- схемы полуосей;
- сравнительную таблицу основных параметров трансмиссии автомобилей.

Таблица 13.1 - Основные параметры главных передач, дифференциалов и полуосей

Наименование параметра	Марка автомобиля			
Тип главной передачи				
Количество пар шестерён главной передачи				
Передаточное число главной передачи				
Количество дифференциалов				
Наличие межосевого дифференциала				
Наличие самоблокирующегося дифференциала				
Тип полуоси: полуразгруженная, полностью разгруженная				

13.5 Контрольные вопросы

1. Назначение, устройство и работа главной передачи автомобиля.
2. Классификация главных передач.
3. Почему на грузовых автомобилях применяют двойные главные передачи?
4. Чем отличается гипоидная главная передача от простой конической?
5. Конструкция разнесённой главной передачи.
6. Возможные регулировки в главной передаче.
7. Назначение, устройство и работа дифференциала. Виды дифференциалов.
8. Что значит блокировка дифференциала и для чего она применяется?
9. Как устроен дифференциал повышенного трения?
10. На каких транспортных средствах устанавливают дифференциалы повышенного трения?
11. Назначение полуосей, их конструктивные разновидности.
12. На каких автомобилях устанавливают фланцевые полуоси, на каких шлицевые?

14 Лабораторная работа № 14. Назначение, конструкция и классификация рам, кузовов, кабин

Время выполнения работы - 2 часа.

Цель работы: Изучение назначения, конструкции и классификации рам, кузовов, кабин.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение и виды рам автомобилей;
- назначение и виды кузовов и кабин.

Задачи лабораторной работы:

- изучить конструкцию рам автомобилей;
- изучить конструкцию кузовов и кабин.

14.1 Назначение и конструкция рам и кузовов автомобилей

Рама является несущей системой автомобиля и предназначена для крепления кузова, всех агрегатов и механизмов автомобиля. Она воспринимает все нагрузки, возникающие при движении автомобиля, поэтому должна обладать высокой прочностью и жёсткостью, но в то же время быть лёгкой и иметь форму, при которой возможно более низкое расположение центра тяжести автомобиля для увеличения его устойчивости. При безрамной конструкции автомобиля несущим является его кузов.

В зависимости от конструкции рамы делятся на лонжеронные (лестничные) и центральные (хребтовые). Наибольшее распространение получили первые из них.

Лонжеронная рама автомобилей состоит из двух продольных балок – лонжеронов и нескольких поперечин. Лонжероны отштампованы из листовой стали

и имеют швеллерное сечение переменного профиля. Высота профиля наибольшая в средней части лонжеронов, где они наиболее нагружены.

Поперечины, как и лонжероны, выполнены штампованными из листовой стали. Они имеют форму, обеспечивающую крепление к раме соответствующих агрегатов и механизмов.

Кузов предназначен для размещения водителя, пассажиров, грузов или специального оборудования. Автомобильные кузова различаются по назначению и конструкции. По назначению кузова делятся на три основные группы: для перевозки людей (легковые автомобили, автобусы, грузопассажирские автомобили), для перевозки грузов (платформы, цистерны, фургоны, самосвалы и др.) и специального назначения (санитарные, пожарные и др.).

14.1.1 Конструкция кузовов легковых автомобилей

По конструкции кузова легковых автомобилей могут быть бескаркасными, каркасными и полукаркасными, а по характеру воспринимаемых нагрузок их разделяют на несущие, полунесущие и разгруженные.

В несущем кузове рама отсутствует, и все нагрузки, возникающие при движении автомобиля, воспринимаются кузовом. Полунесущий кузов жёстко устанавливается на раме и воспринимает часть нагрузок, приходящихся на раму. Разгруженный кузов воспринимает только силу тяжести груза, так как он установлен на раме при помощи упругих элементов (резиновых прокладок, подушек и т. п.).

Большинство легковых автомобилей массового производства имеют несущие кузова. Это позволяет понизить их центр тяжести, уменьшить общую высоту и металлоёмкость конструкции.

Каркасные несущие кузова имеют специальный каркас, к которому прикреплены детали основания из тонкостенных профилей, образующих сварную ферму, усиленную облицовочными панелями.

Полукаркасные кузова имеют лишь часть каркаса - отдельные стойки, дуги, усилители, которые связаны между собой непосредственно или облицовочными

панелями. Каркасные и полукаркасные конструкции кузовов на легковых автомобилях применяются сравнительно редко.

Кузова современных легковых автомобилей отличаются большим разнообразием. От типа и назначения автомобиля зависит форма кузова, число дверей, сидений и его вместимость, последняя в значительной мере определяется размерами кузова.

По числу объёмов кузова выполняются трехобъёмными - моторный отсек, салон, багажник или двухобъёмными - моторный отсек, салон, в этом случае объёмы багажника и салона объединены.

К двухобъёмным кузовам относятся также кузова типа универсал, отличающиеся от классической схемы двухобъёмного кузова более высоким расположением задней части крыши, продлённой до крутого свеса.

В настоящее время широкое распространение получила двухобъёмная клиновидная форма кузова с большой площадью остекления, отвечающая не только современным аэродинамическим требованиям, но и рациональному сочетанию вместимости и динамичности автомобиля с его габаритными размерами. Наряду с этим качество кузова оценивается и с позиций эстетики, которая включает в себя рациональную планировку пассажирского помещения, отделку и цвет салона, его микроклимат и комфортабельность.

Кузова легковых автомобилей выполняются как закрытыми, так и открывающимися. Закрытые кузова, обладающие значительной прочностью, долговечностью и пассивной безопасностью, получили наибольшее распространение. Они имеют жёсткий замкнутый корпус с металлической крышей и жёсткие двери с опускающимися стёклами.

Открывающиеся кузова вместо металлической крыши имеют складывающийся водонепроницаемый мягкий тент.

Рассмотрим типы кузовов легковых автомобилей, имеющих широкое распространение в настоящее время.

Седан - закрытый четырёхдверный кузов с двумя (реже тремя) рядами сидений. Кузов такого типа иногда называют салоном (автомобили ВАЗ-2105-07; ГАЗ-3110, «Волга» и др.).

Лимузин - закрытый четырёх-, шестидверный кузов с двумя-тремя рядами сидений и перегородкой за спинкой переднего сиденья, отделяющей пассажирский салон от помещения водителя (автомобиль ЗИЛ-4104).

Лимузин, у которого над задним рядом сидений предусмотрен складывающийся мягкий тент, называется лимузином-ландо (автомобиль ЗИЛ-41045).

Кабриолет - открытый кузов с жёсткими боковинами, такими же дверьми и двумя-тремя рядами сидений, как у лимузина, но со складывающимся мягким тентом по всему периметру крыши (автомобиль ЗИЛ-41044).

Хетчбек (комби, лифтбек) - закрытый кузов с двумя или четырьмя боковыми дверями и задней дверью в задней стенке, плавно опускающейся вниз. Складывающиеся сиденья второго ряда позволяют образовывать платформу для груза (автомобили ВАЗ-2109, ВАЗ-2114).

Универсал - закрытый кузов с двумя или четырьмя боковыми дверями и с дополнительной дверью в задней торцевой панели. При сложенных задних сиденьях кузов легко переоборудуется из пассажирского салона в специальный объёмный кузов-фургон для перевозки грузов (ВАЗ-2104, ВАЗ-21213 «Нива»).

Фазтон - открытый кузов без средней стойки с мягким складывающимся верхом, съёмными боковинами и двумя-тремя рядами сидений. Иногда такой тип кузова называют «торпедо» (УАЗ-3151-01).

Купе - закрытый двухдверный кузов с укороченной базой на двух-четырёх человек с одним-двумя рядами сидений. Нередко задний ряд сидений в таком кузове рассчитан только на детей, так называемое купе 2х2 (автомобили некоторых моделей иномарок).

Пикап - грузопассажирский кузов с открытой или закрытой платформой, убирающимися боковыми сиденьями на четыре-шесть человек и с двухместной закрытой кабиной (ВАЗ-2329, ВИС- 2345, а также на базе Lada Kalina и Largus).

14.1.2 Конструкция кузовов грузовых автомобилей

Кузов грузового автомобиля состоит из кабины и грузовой платформы. К кузову также относится оперение, закрывающее те части автомобиля, которые расположены вне кабины: капот, крылья, облицовка радиатора, подножки. У грузовых автомобилей, которые имеют кабину, расположенную над двигателем, капот отсутствует, а передняя часть кабины этих автомобилей закрывается облицовочной панелью. В задней части основания такой кабины установлен запорный механизм, который надёжно удерживает кабину от самопроизвольного опрокидывания. Грузовые кузова автомобилей могут быть универсальными или специализированными.

Универсальный кузов представляет собой деревянную или металлическую грузовую платформу, используемую для перевозки разнообразных грузов.

Специализированный кузов служит для перевозки груза только определённого вида.

Грузовая платформа универсального кузова автомобилей ЗИЛ-431410, ГАЗ-3307 состоит из основания, дощатого настила - пола платформы, переднего неподвижного борта и трёх откидных бортов, доски которых скреплены стальными пластинами.

Одним из распространённых специализированных грузовых кузовов является кузов автомобиля-самосвала КамАЗ-5511. Кузов - цельнометаллический, сварной, обогреваемый, без откидных бортов, ковшового типа, прямоугольного сечения. Он выполнен равномерно расширяющимся от передней части к задней, что обеспечивает лучшую его разгрузку при опрокидывании.

Кузов состоит из основания с продольным усилителем, боковых бортов со стойками и усилителями, переднего борта и козырька с боковинами. В передней части кузова приварен кронштейн крепления верхней опоры гидроцилиндра подъёмного механизма кузова, а в задней - кронштейны шарниров оси опрокидывания кузова.

Кабина грузового автомобиля должна обеспечивать максимальный комфорт, включая хорошую обзорность, доступность водителя к приборам и органам управления, удобство входа, посадки и высадки. Кабины изготавливают двух- и

трёхместными, а на автомобилях, предназначенных для междугородних перевозок, их оборудуют спальным местом, расположенным за спинками сидений.

По расположению на раме кабины делятся на два типа: капотные кабины, установленные за двигателем (автомобили ЗИЛ-431410, ГАЗ-3307, -3302 «ГАЗель» и др.), и передние (бескапотные) кабины, расположенные над двигателем (автомобили МАЗ-5335, КамАЗ-5320, -4310 и др.), их, как правило, делают опрокидывающимися. Передняя кабина позволяет увеличить длину грузовой платформы, обеспечивает хорошую обзорность дороги и улучшает доступ к двигателю и другим агрегатам, расположенным под кабиной.

14.1.3 Конструкция кузовов автобусов

Современные автобусы в основном имеют цельнометаллические вагонного типа кузова, которые позволяют наиболее рационально использовать площадь салона для размещения пассажиров. Масса и стоимость кузова составляют более половины собственной массы и стоимости автобуса. Большинство современных автобусов имеют несущий кузов каркасного типа, изготовленный из прямоугольных труб и штампованных стальных элементов, соединённых между собой заклёпками или сваркой и облицованных стальными листами или листами из алюминиевого сплава. Это повышает жёсткость их несущей системы и снижает металлоёмкость конструкции. Внутри кузова размещают сиденья для пассажиров и водителя.

14.2 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- схемы кузовов легковых автомобилей;
- схемы расположения кабин грузовых автомобилей;
- сравнительную таблицу ходовой части автомобилей

14.3 Контрольные вопросы

1. Каково назначение рамы автомобиля?
2. Из каких элементов состоит лонжеронная рама?
3. Как автомобильные кузова различаются по назначению и конструкции?
4. Как различаются кузова по числу объёмов?
5. Какие типы кузовов легковых автомобилей вы знаете?
6. Из чего состоит кузов грузового автомобиля?
7. Какой кузов называется универсальным, а какой специализированным?
8. Как делятся кабины по расположению на раме?
9. Конструкции кузова автобусов.

15 Лабораторная работа № 15. Мосты: назначение, классификация и устройство основных элементов

Время выполнения работы - 2 часа.

Цель работы: Изучение назначения и конструкции мостов автомобилей.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение мостов автомобилей;
- виды мостов автомобилей.

Задачи лабораторной работы:

- изучить классификацию мостов автомобилей
- изучить конструкцию и принцип работы мостов автомобилей.

15.1 Назначение и конструкция мостов автомобилей

Мосты автомобиля служат для поддержания рамы и кузова и передачи от них на колёса вертикальной нагрузки, а также для передачи от колёс на раму (кузов) толкающих, тормозных и боковых усилий.

Мосты подразделяются на ведущие, управляемые, комбинированные (ведущие и управляемые одновременно) и поддерживающие.

Ведущий мост предназначен для передачи на раму (кузов) толкающих усилий от ведущих колёс, а при торможении – тормозных усилий.

15.1.1 Ведущий мост

Ведущий мост передаёт силу тяги или тормозные силы от ведущих колёс на раму (кузов) автомобиля.

Конструкции ведущих мостов различаются и зависят от особенностей трансмиссии автомобиля, которые определяются конструкцией главных передач (центральная или разнесённая) и схемой привода ведущих мостов. Если схемой трансмиссии предусмотрена последовательная передача крутящего момента к заднему ведущему мосту через средний, то средний мост выполняется проходным.

Ведущий мост представляет собой жёсткую пустотелую балку, состоящую из двух полуосевых рукавов, внутри которых находятся полуоси, а снаружи крепят ступицы колёс и средней части – картера, в котором размещена главная передача с дифференциалом. В зависимости от конструкции балки ведущих мостов бывают разъёмные и неразъёмные (цельные), а по способу изготовления – штампованно-сварные и литые.

Картер разъёмного ведущего моста обычно изготавливают из ковкого чугуна, он состоит из двух соединённых между собой частей, имеющих разъём в продольной вертикальной плоскости. Разъёмные мосты применяются на легковых автомобилях, грузовых автомобилях малой и средней грузоподъёмности.

В настоящее время предпочтение отдано неразъёмным штампованно-сварным мостам.

Картер неразъёмного штампованно-сварного ведущего моста выполняется в виде цельной балки с центральной частью кольцевой формы. Балка имеет трубчатое сечение и состоит из двух штампованных стальных половин, сваренных в продольной плоскости. Мосты с такой балкой получили распространение на легковых автомобилях и грузовых автомобилях малой и средней грузоподъёмности.

Неразъёмный литой ведущий мост изготавливают из ковкого чугуна или стали. Балка моста имеет прямоугольное сечение. В полуосевые рукава запрессовываются трубы из легированной стали имеющие фланцы, предназначенные для крепления опорных тормозных дисков. Такие мосты применяются на автомобилях большой грузоподъёмности.

Неразъёмные ведущие мосты более удобны в обслуживании, чем разъёмные, так как для доступа к главной передаче и дифференциалу не требуется снимать мост с автомобиля.

15.1.2 Управляемый мост

Управляемый мост грузового автомобиля представляет собой балку с установленными по обоим концам поворотными цапфами. Балка кованая, стальная, имеет обычно двутавровое сечение. Средняя часть балки выгнута вниз, что позволяет более низко расположить двигатель. На её концах в вертикальной плоскости сделаны отверстия для установки шкворней, обеспечивающих шарнирное соединение балки с поворотными цапфами. С одной стороны шкворни имеют лыску для удержания их от проворачивания в отверстиях балки, в которых они крепятся при помощи клиновидного штифта.

Поворотная цапфа, стальная кованая, установлена на шкворне на бронзовых втулках, запрессованных в отверстия её проушин. Для облегчения поворота управляемых колёс между балкой моста и поворотной цапфой установлен опорный подшипник. К фланцу поворотной цапфы болтами прикреплён опорный диск колёсного тормозного механизма. На цапфе на двух конических роликовых подшипниках установлена ступица переднего колеса. Подшипники ступицы закреплены гайкой, которая фиксируется замочным кольцом, шайбой и контрогайкой.

15.1.3 Комбинированный мост

Комбинированный мост выполняет функции ведущего и управляемого мостов. К полуосевому кожуху комбинированного моста прикрепляют шаровую опору, на которой имеются шкворневые пальцы. На последних устанавливают поворотные кулаки (цапфы). Внутри шаровых опор и поворотных кулаков находится карданный шарнир (равных угловых скоростей), через который осуществляется привод на ведущие и управляемые колёса.

Поддерживающий мост предназначен только для передачи вертикальной нагрузки от рамы к колёсам автомобиля. Он представляет собой прямую балку, по концам которой на подшипниках смонтированы поддерживающие колёса.

Поддерживающие мосты применяют на прицепах и полуприцепах, а также на легковых автомобилях с приводом на передние колёса.

15.2 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- схемы привода ведущих мостов;
- сравнительную таблицу параметров мостов.

Таблица 15.1 - Параметры мостов автомобилей

Наименование параметра	Марка автомобиля				
Количество мостов					
Типы мостов					
Наличие разнесённой главной передачи в ведущем мосту					
Тип шарнира в комбинированном мосту					
Наличие резьбы на шкворнях					

15.3 Контрольные вопросы

1. Назначение и типы мостов автомобилей.
2. Конструкции задних ведущих мостов.
3. Устройство и работа комбинированных мостов автомобилей.
4. Общее устройство разрезного и неразрезного переднего управляемого мостов.
5. Конструкция поддерживающих мостов автомобилей.

16 Лабораторная работа № 16. Подвески: назначение, классификация и устройство

Время выполнения работы - 2 часа.

Цель работы: Изучение назначения и конструкции подвесок автомобилей.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение и виды подвесок.

Задачи лабораторной работы:

- изучить конструкцию подвесок автомобилей.

16.1 Назначение и конструкция подвесок автомобилей

Подвеска служит для обеспечения плавного хода автомобиля, так как смягчает воспринимаемые колёсами автомобиля удары и толчки при наезде на неровности дороги. Подвеска может быть зависимой и независимой.

При зависимой подвеске перемещение одного колеса зависит от перемещения другого колеса. При независимой подвеске такая связь отсутствует.

Подвеска включает в себя три основных элемента: упругий элемент, направляющее и гасящее устройства.

Наиболее распространённым упругим элементом подвески является рессора. Кроме рессорной, подвеска может быть пружинной, торсионной, пневматической и гидропневматической.

Зависимую подвеску имеют передние и задние колёса грузовых автомобилей, задние колёса большинства автобусов и легковых автомобилей.

Наибольшее распространение на грузовых автомобилях имеет зависимая подвеска на листовых рессорах, которая достаточно надёжно работает в различных

условиях эксплуатации автомобиля, проста в изготовлении, доступна при техническом обслуживании и ремонте.

Передняя рессорная подвеска автомобиля состоит из двух продольных полуэллиптических рессор и двух телескопических амортизаторов. Концы двух коренных (верхних) листов входят в чашки, которые размещены в резиновых подушках, закреплённых вместе с концами рессор в кронштейнах. В передние кронштейны рессор устанавливают дополнительные упорные резиновые подушки, воспринимающие усилия, направленные вдоль оси автомобиля и препятствующие продольному перемещению рессор (вперед). Необходимые продольные перемещения рессор при их прогибах происходят за счёт перемещения задних концов. Прогибы рессор ограничиваются резиновыми упорами - буферами. Аналогичное крепление имеют и задние рессоры.

Задняя подвеска трёхосных автомобилей - балансирного типа, на двух продольных полуэллиптических рессорах, обеспечивает равные нагрузки на колёса среднего и заднего мостов. Подвеска соединена с лонжеронами рамы с помощью двух кронштейнов отлитых из стали.

На вертикальной стенке кронштейна имеется отверстие, в которое своими шейками входит ось балансира. В нижней части кронштейна расположены два конических отверстия для установки пальцев реактивных штанг.

Балансир представляет собой отливку из стали с площадкой для установки рессоры. По концам площадки отлиты приливы, ограничивающие боковое смещение рессоры. Основание приливов после установки и закрепления рессоры стянуто шпильками, что обеспечивает поперечную устойчивость рессоры.

На наружном фланце балансира просверлены отверстия с резьбой для крепления штампованной крышки. В крышку вварена бобышка с резьбовым отверстием, закрытым пробкой для заливки масла во внутреннюю полость балансира. Устанавливать крышку нужно так, чтобы вваренная в неё бобышка находилась выше оси балансира. Отверстие в бобышке определяет уровень масла в балансире, и поэтому менять положение крышки не разрешается.

К верхней площадке балансира двумя стремянками крепится полуэллиптическая рессора.

Независимая подвеска обычно применяется для передних колёс легковых автомобилей. При этом каждое колесо отдельно от другого соединяется с кузовом или рамой.

Различают шкворневую и бесшкворневую независимые подвески. В подвеске первого типа к поперечине подрамника шарнирно соединены рычаги, концы которых также шарнирно соединены со стойкой. Со стойкой при помощи шкворня соединён поворотный кулак колеса. Рычаги и стойка образуют направляющее устройство подвески, служащее для передачи сил от колеса раме. Упругим элементом является пружина, установленная между нижними рычагами и поперечиной подрамника.

Бесшкворневая подвеска заднеприводных легковых автомобилей также состоит из верхнего и нижнего рычагов и пружины. В отличие от шкворневой подвески у неё поворотная стойка непосредственно прикреплена к поворотному кулаку и шарнирно соединена шаровыми пальцами с верхним и нижним рычагами подвески.

На переднеприводных легковых автомобилях основным элементом независимой подвески передних колёс является качающаяся телескопическая стойка, которая одновременно играет роль направляющего устройства и гасящего элемента в виде гидравлического амортизатора двойного действия.

На стойке установлена витая цилиндрическая пружина. Верхний конец стойки через резиновую опору соединён с кузовом. В опоре установлен подшипник, который обеспечивает вращение стойки при повороте управляемых колёс. Нижняя часть стойки соединяется при помощи кронштейна с поворотной цапфой.

16.2 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;

- схемы зависимой и независимой подвесок;
- схему балансирной подвески;
- сравнительную таблицу основных параметров подвесок.

Таблица 16.1 – Сравнительная таблица подвесок

Наименование параметра	Марка автомобиля			
Типы передней подвески				
Типы задней подвески				
Количество листов в рессорах: передней задней				

16.3 Контрольные вопросы

1. Назначение и типы подвесок автомобилей.
2. Работа и устройство зависимой подвески колёс.
3. Перечислите типы рессор и способы их крепления к раме и осям.
4. Виды независимых подвесок.
5. Особенности конструкции балансирных подвесок.
6. Назначение, устройство и работа гидравлического амортизатора.
7. Назначение и устройство стабилизатора поперечной устойчивости автомобиля.

17 Лабораторная работа № 17. Колёса и шины автомобилей

Время выполнения работы - 1 час.

Цель работы: Изучение назначения и конструкции колёс и шин автомобилей.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение колёс и шин автомобилей;
- классификация колёс и шин.

Задачи лабораторной работы:

- изучить конструкцию колёс и шин автомобилей.

17.1 Назначение и конструкция колёс и шин автомобилей

На автомобилях устанавливают дисковые колёса с пневматическими шинами. Они обеспечивают движение автомобиля, изменение направления движения и передачу вертикальных нагрузок от автомобиля на дорогу. Колёса по назначению делят на ведущие, управляемые, комбинированные (ведущие и управляемые) и поддерживающие.

Автомобильное колесо состоит из диска и обода на который надета пневматическая шина. Наибольшее распространение на автомобилях получили дисковые колёса, ободья которых могут быть глубокими неразборными или плоскими разборными.

На легковых автомобилях обычно применяют дисковые колёса с глубокими ободьями, представляющими собой неразъёмное сварное соединение обода с диском, на наружной стороне которого имеются рёбра жёсткости. На большинстве грузовых автомобилей шины монтируют на диск колеса с плоским ободом, который делается разборным для облегчения монтажа и демонтажа шин.

Автомобильные пневматические шины предназначены вместе с подвеской поглощать и смягчать толчки и удары, воспринимаемые колесом от дороги, обеспечивать с ней достаточное сцепление, уменьшать шум при движении автомобиля и снижать разрушающее действие автомобиля на дорогу.

Автомобильные шины классифицируют по назначению, форме профиля, способу герметизации и конструкции. По назначению шины разделяются на шины для легковых и грузовых автомобилей. По форме профиля шины имеют следующие наименования: шины обычного профиля, широкопрофильные, низкопрофильные, сверхнизкопрофильные, арочные, пневмокатики. По способу герметизации шины подразделяют на камерные и бескамерные. По конструкции корда шины разделяют на диагональные и радиальные, по рисунку протектора - на дорожные, универсальные и повышенной проходимости.

На каждом автомобиле устанавливаются шины определённого размера. Единица измерения шин – миллиметр или дюйм (1 дюйм – 25,4 мм). Размер шин указывают на боковой части покрышки: первая цифра обозначает ширину профиля шины (B), а вторая – посадочный диаметр обода (d). Например, типоразмер шины 8,0R20 означает, что шина имеет ширину профиля 8 дюймов и посадочный диаметр обода 20 дюймов. Буква «R» между цифрами указывает на то, что шина имеет радиальное расположение корда. Если после размера профиля шины через дробь указывается дополнительная цифра, то она обозначает серию профиля – его высоту в процентах от ширины. Например, типоразмер шины 220/75R16 означает, что высота профиля составляет 75 % от 220 миллиметров.

17.2 Углы управляемых колёс

Для облегчения управления автомобилем и сохранности шин управляемые колёса должны иметь определённые углы установки. Конструкция переднего моста обеспечивает развал и сходжение передних колёс, а также поперечный и продольный углы наклона шкворней.

Угол развала колёс – угол между вертикальной плоскостью и плоскостью колеса, наклонённого в наружную сторону.

Схождение – это разность расстояний между шинами впереди и сзади колеса.

17.3 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- сравнительную таблицу основных параметров колёс и шин.

Таблица 17.1 – Сравнительная таблица колёс и шин автомобилей

Наименование параметра	Марка автомобиля			
Количество колёс: - ведущих - управляемых - поддерживающих				
Тип обода колеса				
Размер шин				

17.4 Контрольные вопросы

1. Назначение колеса и шины. Из каких основных элементов они состоят?
2. Как различают колёса по назначению?
3. С какой целью и почему проводят балансировку колёс?
4. Как устроены камерная и бескамерная шины?
5. Почему применяют сдвоенные задние колёса на автомобилях?

18 Лабораторная работа № 18. Назначение, устройство и работа рулевого управления. Классификация рулевых механизмов и рулевых приводов

Время выполнения работы - 3 часа.

Цель работы: Изучение назначения и устройства рулевого управления, конструкции рулевых механизмов и рулевых приводов.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение рулевого управления автомобилей;
- классификация рулевых механизмов и рулевых приводов.

Задачи лабораторной работы:

- изучить назначение рулевого управления;
- изучить назначение рулевых механизмов;
- изучить назначение рулевых приводов.

18.1 Назначение и устройство рулевого управления автомобилей

Рулевое управление - это совокупность механизмов, обеспечивающих изменение направления движения автомобиля, и состоит из рулевого механизма, рулевого привода и, как правило, на современных автомобилях имеет усилитель.

Рулевое управление может быть:

- правым или левым;
- с рулевым приводом к одному или нескольким управляемым мостам;
- с постоянным или переменным передаточным числом рулевого механизма;
- с механическим или гидравлическим приводом управления;
- с усилителем либо без него.

Рулевое управление должно обеспечивать:

- хорошие маневренность, управляемость и устойчивость автомобиля;
- условия качения колёс с минимальными боковым уводом и продольным скольжением (буксованием) при повороте;
- оптимальные усилия на рулевом колесе при управлении автомобилем;
- поглощение толчков от дороги;
- стабилизацию управляемых колёс;
- соответствие положениям эргономики и безопасности конструкции;
- кинематическую согласованность элементов рулевого управления с подвеской, исключая самопроизвольный поворот управляемых колёс при деформациях упругих элементов.

Травмобезопасное рулевое управление является одним из конструктивных решений, обеспечивающих пассивную безопасность автомобиля - свойства уменьшать тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий. Механизм рулевого управления может нанести серьёзную травму водителю при лобовом столкновении с препятствием при смятии передней части автомобиля, когда весь рулевой механизм перемещается в сторону водителя.

Водитель также может получить травму от рулевого колеса или рулевого вала при резком перемещении вперёд вследствие лобового столкновения, когда при слабом натяжении ремней безопасности перемещение составляет от 300 до 400 мм. Для уменьшения тяжести травм, получаемых водителем при лобовых столкновениях, которые составляют более 50 % всех дорожно-транспортных происшествий, применяют различные конструкции травмобезопасных рулевых механизмов. С этой целью кроме рулевого колеса с утопленной ступицей и двумя спицами, позволяющими значительно снизить тяжесть наносимых травм при ударе, в рулевом механизме устанавливают специальное энергопоглощающее устройство, а рулевой вал часто выполняют составным. Всё это обеспечивает незначительное перемещение рулевого вала внутрь кузова автомобиля при лобовых столкновениях с препятствиями, автомобилями и другими транспортными средствами.

В рулевом механизме с энергопоглощающим устройством сильфонного типа рулевое колесо соединено с рулевым валом металлическим гофрированным цилиндром, который при столкновении деформируется, частично поглощая энергию удара, и обеспечивает небольшое перемещение рулевого вала в сторону водителя.

Рулевой механизм, у которого верхняя часть рулевого вала выполнена в виде перфорированной трубы, также весьма значительно деформируется при столкновении.

В травмобезопасных рулевых управлениях легковых автомобилей применяются и другие энергопоглощающие устройства, которые соединяют составные рулевые валы. К ним относятся резиновые муфты специальной конструкции, а также устройства типа «японский фонарик», который выполнен в виде нескольких продольных пластин, приваренных к концам соединяемых частей рулевого вала. При столкновениях резиновая муфта разрушается, а соединительные пластины деформируются и уменьшают перемещение рулевого вала внутрь салона транспортного средства.

18.2 Назначение и конструкция рулевых механизмов

Рулевой механизм служит для передачи и увеличения усилия, приложенного к рулевому колесу водителем. Он преобразует вращение рулевого колеса в поступательное перемещение тяг привода, вызывающих поворот управляемых колёс.

Рулевые механизмы подразделяются на червячные, винтовые, реечные (шестерённые) и комбинированные. В червячном рулевом механизме усилие передаётся от червяка, закреплённого на рулевом валу, к червячному сектору (ролику), установленному на одном валу с сошкой. В винтовом рулевом механизме вращение винта преобразуется в прямолинейное движение гайки. К реечным (шестерённым) рулевым механизмам относятся механизмы с цилиндрическими или коническими шестернями и зубчатой рейкой. Вращение шестерни, закреплённой на рулевом валу, вызывает перемещение рейки. Комбинированные рулевые

механизмы: винт-гайка, рейка-сектор. Вращение винта преобразуется в прямолинейное движение гайки, на которой нарезана рейка, находящаяся в зацеплении с зубчатым сектором, а сектор установлен на общем валу с сошкой.

Рулевой механизм представляет собой понижающую передачу, преобразующую вращение вала рулевого колеса во вращение вала сошки. Механизм увеличивает приложенное к рулевому колесу усилие водителя за счёт передаточного числа рулевого механизма.

Передаточным числом рулевого механизма называется отношение угла поворота рулевого колеса к углу поворота вала рулевой сошки.

Передаточное число рулевого механизма зависит от типа автомобиля и составляет 15-20 у легковых автомобилей и 20-25 у грузовых автомобилей и автобусов. Такие передаточные числа за один - два полных оборота рулевого колеса обеспечивают поворот управляемых колёс автомобилей на максимальные углы от 35° до 45° .

Большое распространение получил рулевой механизм в виде червячной передачи с глобоидальным червяком. К этому типу относятся рулевые механизмы легковых и многих грузовых автомобилей семейства ГАЗ.

Рулевые механизмы с двухгребневым роликом на шарикоподшипниках имеют автомобили УАЗ. Рулевым механизмом с трёхгребневым роликом снабжены грузовые автомобили ГАЗ.

В автомобилях ГАЗ рулевое колесо закреплено на верхнем конце вала. На противоположном конце вала на шлицы напрессован глобоидальный червяк, опирающийся на конические роликоподшипники. В зацеплении с червяком находится трёхгребневый ролик, посаженный на двух шарикоподшипниках, между которыми помещена распорная втулка. Ось ролика закреплена в вильчатом кривошипе вала сошки. Картер рулевого механизма прикреплён болтами к левому лонжерону рамы. Вал сошки уплотнён манжетой. Сошка на конических шлицах вала закреплена гайкой. Вал имеет сдвоенные шлицы, обеспечивающие правильность установки сошки под соответствующим углом. На картере рулевого

механизма сделаны выступы, служащие упорами для ролика при поворотах сошки из среднего положения в крайнее на угол 45° .

Осевой зазор подшипников регулируют изменением числа прокладок под крышкой картера. Зацепление червяка и ролика регулируют, не разбирая механизм, винтом, в паз которого входит хвостовик вала сошки. Оси ролика и червяка лежат в разных плоскостях, поэтому для уменьшения зазора в зацеплении достаточно переместить вал сошки в сторону червяка, вворачивая винт. Для фиксирования регулировочного винта служат стопорная шайба, штифт и навёрнутая на винт гайка. Аналогичное устройство имеет рулевой механизм легковых автомобилей ГАЗ «Волга».

Возможность использования в передаче одно-, двух- и трёхгребневых роликов расширяет область применения передач. В целом передача такого типа отличается компактностью, надёжностью и простотой технического обслуживания.

Рулевые механизмы с передачей цилиндрический червяк - боковой сектор установлены на автомобилях семейства Урал и КрАЗ. Они обладают сравнительно высокими прочностью и износостойкостью, что обеспечивается контактом червяка со спиральными зубьями на боковом секторе практически по всей их длине. Передаточное число передачи постоянное.

Низкий КПД (при передаче от рулевого колеса - 0,75-0,77, в обратном направлении - 0,55-0,60) является основным недостатком этих механизмов. Благодаря низкому КПД передачи в обратном направлении хорошо поглощается энергия толчков от управляемых колёс, но при этом ухудшается стабилизация этих колёс.

Для нормальной работы передачи необходимо, чтобы в условиях эксплуатации расстояние между осями червяка и сектора было постоянным. Это достигается применением в качестве опор для червяка и сектора роликовых и игольчатых подшипников. Увеличение зазора в зацеплении в обе стороны от середины обеспечивается при изготовлении уменьшением толщины соответствующих зубьев сектора. В процессе эксплуатации этот зазор регулируют

перемещением вала сектора (сошки) вдоль оси бронзовой упорной шайбой определённой толщины.

Рулевые механизмы с передачей шестерня-рейка используются на переднеприводных легковых автомобилях. Беззазорное зацепление передачи обеспечивается установкой шестерни в картере на подшипниках качения и пружинным поджимом рейки, к которой крепятся болтами тяги рулевого привода. Передаточное число рулевого управления с передачей шестерня-рейка постоянное, но может быть и переменным при изменении профиля зубьев рейки. КПД передач весьма высок (0,95-0,96) в обоих направлениях. Смягчение толчков от колёс на рулевое колесо обеспечивается упругой эластичной муфтой. Отличительными особенностями подобных рулевых механизмов являются простота конструкции и технического обслуживания, малая масса, компактность, надёжность, поэтому эти механизмы весьма перспективны.

Винт-гайка, рейка-сектор - комбинированный рулевой механизм автомобилей МАЗ представляет собой винт, который проходит внутри гайки-рейки, находящейся в зацеплении с зубчатом сектором. В винтовые канавки между гайкой-рейкой и винтом при сборке заложено два ряда шариков. Движение шариков в винтовых канавках ограничено направляющими. Высокая точность деталей механизма обеспечивает лёгкое плавное вращение винта в гайке-рейке.

Сектор рулевого механизма, изготовленный как одно целое с валом сошки, установлен на игольчатых подшипниках. Зубья сектора выполнены с переменной по длине толщиной, что позволяет регулировать зазор в зацеплении с рейкой, перемещая в осевом направлении сектор регулировочным винтом. Винт в сборе с валом сектора вворачивают в боковую крышку картера и крепят контргайкой. Регулировочный винт упирается в опорную пластину и удерживается гайкой. Контргайка фиксирует положение винта после регулировки.

Для правильной установки сошки на торце вала сектора нанесена метка, которую при сборке совмещают с меткой на сошке. Винт вращается в двух роликоподшипниках и соединяется с рулевым валом карданным шарниром. Рулевое

управление имеет гидроусилитель. Картер рулевого механизма закрыт крышками и уплотнён резиновыми манжетами. Отверстие для заливки масла закрыто пробкой.

Рулевое управление автомобиля ЗИЛ-4333 включает рулевое колесо с рулевой колонкой, рулевой механизм с гидроусилителем и рулевой привод. Движение от рулевого колеса к рулевому механизму передаётся через два карданных шарнира, карданный вал и вал рулевого колеса, проходящий внутри рулевой колонки.

У рулевого механизма автомобиля ЗИЛ-4333 поршень-рейка одновременно является поршнем гидроусилителя и рейкой рулевого механизма, которая находится в зацеплении с зубчатым сектором вала рулевой сошки. При воздействии водителя на рулевое колесо через вал и карданную передачу вращается винт, по которому на циркулирующих шариках перемещается шариковая гайка. Вместе с гайкой вдоль винта перемещается поршень-рейка, поворачивающая зубчатый сектор вала сошки. Зазор в зацеплении зубьев рейки и сектора можно регулировать, смещая в осевом направлении вал сошки, так как зубья имеют переменную по длине толщину. В картер рулевого механизма и в отверстие его боковой крышки запрессованы бронзовые втулки, в которых вращается вал сошки.

При сборе рулевого механизма вначале в винтовые канавки шариковой гайки и винта в желоба закладывают шарики, а затем гайку закрепляют установочными винтами, которые раскернивают. Шарики, перекатывающиеся при повороте винта с одного конца гайки, возвращаются к другому её концу по двум штампованным желобам, вставленным в отверстие паза винтовой канавки шариковой гайки.

Картер рулевого механизма снизу закрыт крышкой. Неподвижные соединения рулевого механизма уплотнены резиновыми кольцами. Резиновая манжета, защищённая упорным кольцом, уплотняет вал сошки. Винт уплотнён в промежуточной крышке и в поршне-рейке, а последний в картере - чугунными разрезными кольцами. Для уплотнения винта в верхней крышке установлена резиновая манжета с упорным кольцом и уплотнительной манжетой. Металлические частицы, попадающие в масло, залитое в картер рулевого механизма, улавливаются магнитом пробки.

Рулевой механизм автомобиля КамАЗ-5320 включает угловой редуктор, ведущее и ведомое конические зубчатые колёса которого передают вращение на винт, перемещающий гайку и скреплённую с ней поршень-рейку, зубья которой входят в зацепление с зубчатым сектором вала рулевой сошки.

К корпусу углового редуктора прикреплен корпус клапана управления. Картер рулевого механизма одновременно является корпусом гидроусилителя.

18.3 Конструкция рулевых приводов автомобилей

Рулевой привод предназначен для передачи усилия от рулевого механизма к управляемым колёсам. Наиболее распространены механические рулевые приводы ввиду их относительной простоты, в особенности для машин с одним управляемым мостом. Конструкция рулевого привода зависит от типа передней подвески. При зависимой подвеске управляемых колёс поперечная рулевая тяга обычно неразрезная, при независимой подвеске поперечная рулевая тяга делается разрезной. Это необходимо для того, чтобы рулевой привод не ограничивал перемещения каждого из колёс, подвешенных независимо одно от другого.

Рулевой привод грузового автомобиля состоит из рулевой сошки, продольной рулевой тяги, верхнего рычага левой поворотной цапфы, двух нижних поворотных рычагов, поперечной рулевой тяги.

Рулевой привод легкового автомобиля с независимой подвеской имеет многозвенную поперечную рулевую тягу, соединяющую управляемые колеса.

Рулевой привод состоит из трёх поперечных рулевых тяг и двух рычагов, шарнирно соединённых между собой. Средняя рулевая тяга одним концом соединена с рулевой сошкой, а другим - с маятниковым рычагом, который закреплён неподвижно на оси. Ось установлена в двух пластмассовых втулках в кронштейне, прикрепленном к правому лонжерону пола кузова.

Боковая рулевая тяга состоит из двух наконечников, соединённых между собой регулировочной муфтой, фиксируемой на наконечниках хомутами. Это

позволяет изменять длину боковых рулевых тяг рулевой трапеции при регулировке схождения передних управляемых колёс автомобиля.

Шарниры служат для беззазорного соединения тяг и рычагов рулевого привода и обеспечивают возможность относительного перемещения его деталей в горизонтальной и вертикальной плоскостях при одновременно надёжной передаче усилий между ними. Шарниры размещаются в наконечниках рулевых тяг. Палец сферической головкой опирается на конусный вкладыш (сухарь), который поджимается пружиной, устраняющей зазор в шарнире при изнашивании в процессе эксплуатации, а своей конусной частью жёстко крепится в детали рулевого привода. Шаровой шарнир с одного конца закрыт заглушкой, а с другого конца защищён резиновым чехлом (пыльником). Современные шарниры выполнены с сухарями из пластмасс (нейлона, капрона и др.), пропитанных специальной смазкой, в результате чего в процессе эксплуатации они не нуждаются в дополнительном смазывании. Поперечная рулевая тяга, нижние рычаги поворотных цапф и ось управляемых колёс образуют рулевую трапецию. Рулевая трапеция служит для поворота управляемых колёс на разные углы.

Внутреннее колесо (по отношению к центру поворота автомобиля) поворачивается на больший угол, чем наружное. Это необходимо, чтобы при повороте автомобиля колёса катились без бокового скольжения и с наименьшим сопротивлением.

Надёжность рулевого привода зависит от числа шарниров, так как они чаще выходят из строя.

Наличие зазоров в рулевом приводе приводит к возникновению свободного хода рулевого колеса. При слишком большой его величине управление автомобилем при высоких скоростях движения становится небезопасным. Поэтому правилами дорожного движения предусматривается максимально допустимый свободный ход рулевого колеса, равный 25, 20, 10° соответственно для грузовых автомобилей, автобусов и легковых автомобилей.

18.4 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- сравнительную таблицу основных параметров рулевых управлений.

Таблица 18.1 – Параметры рулевого управления

Наименование параметра	Марка автомобиля			
Тип рулевого управления				
Тип рулевого механизма				
Наличие углового редуктора				
Передаточное число рулевого механизма				
Тип поперечной рулевой тяги				

18.5 Контрольные вопросы

1. Для чего предназначено рулевое управления автомобиля?
2. Из каких основных частей состоит рулевое управление?
3. Что называют рулевым механизмом и рулевым приводом?
4. Назовите типы рулевых механизмов.
5. Назовите типы рулевых приводов.

19 Лабораторная работа № 19. Рулевые усилители. Принцип действия гидравлического и электромеханического усилителя

Время выполнения работы - 3 часа.

Цель работы: Изучение назначения и устройства гидравлического и электромеханического рулевых усилителей.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение рулевых усилителей автомобилей;
- классификация рулевых усилителей автомобилей.

Задачи лабораторной работы:

- изучить конструкцию и принцип работы рулевых усилителей автомобилей.

19.1 Назначение и конструкция гидроусилителей

Гидроусилители, устанавливаемые на автомобилях, могут быть двух типов. Широкое распространение получили гидроусилители выполненные, в одном корпусе с рулевым механизмом, их можно назвать совмещёнными или встроенными и гидроусилители, выполненные отдельно от рулевого механизма, т.е. отдельные.

Гидроусилитель рулевого управления уменьшает усилие, которое необходимо приложить к рулевому колесу для поворота управляемых колёс, смягчает удары при движении по неровным дорогам и повышает безопасность движения, позволяя сохранять контроль за направлением движения автомобиля в случае разрыва шины переднего колеса.

В систему совмещённого гидравлического усилителя автомобиля входят насос, бачок для масла, цилиндр усилителя и клапан управления.

В совмещённом гидроусилителе картер рулевого механизма одновременно является цилиндром гидроусилителя, в котором перемещается поршень-рейка.

К корпусу клапана управления от насоса гидроусилителя подведены шланги высокого и низкого давления (слива).

При движении автомобиля по прямой масло из насоса, поступающее по шлангу нагнетания, проходит через кольцевые щели между кромками золотника и корпуса клапана управления и возвращается по шлангу слива через радиатор в бачок насоса.

Часть масла через осевые щели между золотником и корпусом клапана управления поступает одновременно в правую и левую полости цилиндра гидроусилителя. При такой постоянной подаче масла обеспечивается поглощение толчков, возникающих при движении по неровной дороге и улучшается смазка механизма.

При повороте рулевого колеса вправо или влево в результате сопротивления повороту управляемых колёс на винте возникает осевое усилие, стремящееся переместить винт, а, следовательно, и связанный с ним золотник. При усилии на рулевом колесе около 2 кг осевое усилие на винте, преодолевая давление масла на реактивные плунжеры и давление пружин, переместит золотник в ту или другую сторону. При этом золотник отключает одну из полостей цилиндра усилителя, увеличивая подачу масла в другую полость. В результате масло давит на поршень-рейку, создавая дополнительное усилие на секторе сошки рулевого управления и тем самым помогая водителю в повороте управляемых колёс автомобиля.

В корпусе клапана управления расположен аварийный обратный шариковый клапан, который при неработающем насосе или повреждённом шланге соединяет линию высокого давления с линией слива жидкости.

Гидроусилитель выполненный отдельно от рулевого механизма представляет собой агрегат, состоящий из распределителя и силового цилиндра в сборе. Гидравлическая система усилителя включает насос, установленный, на двигателе автомобиля, бачок для масла, трубопроводы и шланги.

Распределитель состоит из корпуса, золотника, корпуса шарниров со стаканом и шаровыми пальцами. Распределитель регулирует поток жидкости, поступающей из насоса в силовой цилиндр. При работающем насосе жидкость постоянно циркулирует по кругу: насос - распределитель - бачок - насос.

Силовой цилиндр гидроусилителя соединён с корпусом шарниров распределителя с помощью резьбового соединения. Цилиндр имеет поршень со штоком, на конце которого расположена шарнирная головка для крепления на раме. Наружная часть штока защищена от загрязнения гофрированным резиновым чехлом.

При работающем двигателе автомобиля насос непрерывно подаёт в гидроусилитель масло, которое в зависимости от направления движения автомобиля либо возвращается обратно в бачок, либо подаётся в одну из рабочих полостей силового цилиндра. Другая полость при этом соединена через сливную магистраль с бачком.

Давление масла через сверления в золотнике всегда передаётся в реактивные камеры и стремится установить золотник в нейтральное, по отношению к корпусу положение.

При прямолинейном движении автомобиля масло подаётся насосом по нагнетательному шлангу в крайние кольцевые полости распределителя, а оттуда через зазоры между кромками канавок золотника и корпуса - в среднюю кольцевую полость и далее по сливной магистрали в бачок.

При повороте рулевого колеса сошка руля через шаровой палец перемещает золотник в сторону от нейтрального положения. При этом нагнетательная и сливная полости в корпусе золотника разобщаются, и жидкость начинает поступать в соответствующую полость силового цилиндра, производя перемещение цилиндра относительно поршня. Движение цилиндра передаётся управляемым колёсам через шаровой палец и связанную с ним продольную рулевую тягу.

Если прекратить вращение рулевого колеса, золотник останавливается, а корпус золотника надвигается на золотник и устанавливается в нейтральное положение. Поворот управляемых колёс автомобиля прекращается.

Гидравлический усилитель руля обладает высокой чувствительностью. Для поворота колёс автомобиля необходимо перемещение золотника всего от 0,4 до 0,6 мм. Давление в рабочей полости силового цилиндра увеличивается с повышением сопротивления повороту колёс. Одновременно увеличивается давление в реактивной камере золотника. Под действием этого давления золотник постоянно стремится вернуться в нейтральное положение.

Чем больше сопротивление повороту колёс, тем больше усилие, с которым золотник стремится вернуться в нейтральное положение, тем больше и усилие на рулевом колесе.

Для возможности управления автомобилем при неработающем усилителе (например, при буксировке) в корпусе распределителя установлен обратный клапан, перепускающий жидкость из одной полости силового цилиндра в другую.

В системе гидроусилителя имеется предохранительный клапан, установленный на силовом цилиндре. Клапан отрегулирован на заводе на давление в системе от 8,0 до 9,0 МПа (80-90 кгс/см²).

Следует иметь в виду, что допускается лишь кратковременная работа рулевого управления при неработающем усилителе, так как при этом значительно возрастает усилие на рулевом колесе и увеличивается его свободный ход.

19.2 Назначение и конструкция электромеханического усилителя

Электромеханический усилитель предназначен для снижения управляющего усилия, прикладываемого к рулевому колесу.

Электроусилитель рулевого управления имеет много преимуществ по сравнению с гидравлическим.

При эксплуатации автомобилей, на которых установлен гидроусилитель, проявляются следующие недостатки:

- держать колёса в крайнем положении можно не более пяти секунд, иначе происходит перегрев масла в системе и выход ГУР из строя;

- необходимость в периодическом обслуживании (нужно контролировать уровень масла, менять его, следить за состоянием приводов, шлангов и насоса);
- на работу ГУР расходуется часть мощности двигателя автомобиля;
- устройство работает в одном режиме, независимо от условий движения;
- снижение информативности руля на высоких скоростях (частично этот недостаток устранён за счёт применения рулевой рейки с переменным передаточным отношением).

Достоинствами электроусилителя руля являются надёжность, экономичность и компактность. Его принцип действия основан на работе электромотора, поэтому и устройство намного проще. Электроусилитель руля приводится в действие не от силового агрегата автомобиля, к тому же работает только при повороте руля, благодаря этому экономится от 0,4 до 0,8 литра горючего в зависимости от стиля езды и дорожных условий.

Одним из главных преимуществ электроусилителя руля, можно считать возможность изменять вспомогательное усилие в зависимости от условий передвижения автомобиля, благодаря чему, достигается более безопасное управление на высоких скоростях, и более лёгкое на малых. Кроме того, одна и та же модель может применяться на различных автомобилях.

Вспомогательное усилие зависит от скорости движения автомобиля, момента силы, приложенной к рулю и угла поворота.

Электроусилитель руля не требует обслуживания, однако, в случае поломки неисправные узлы меняются целиком, поэтому стоимость ремонта значительно возрастает.

Несмотря на общее устройство, конструктивно электроусилитель руля может быть выполнен различными способами в зависимости от того, на каком типе автомобилей он устанавливается.

На автомобилях малого класса электроусилитель руля устанавливается на рулевую колонку. Они не нуждаются в большом усилии на руле, поэтому электромотор и механическая передача (редуктор) получаются компактными и

помещаются в салоне автомобиля под рулевым колесом. Там же размещаются и датчики.

Электроусилитель устанавливается на рулевой вал автомобиля, части которого соединены между собой торсионным валом, с установленным датчиком величины крутящего момента. При вращении руля происходит скручивание торсионного вала, регистрируемое датчиком момента.

На основании данных полученных с датчика момента, а также с датчиков скорости и оборотов коленчатого вала двигателя, электронный блок управления рассчитывает необходимое вспомогательное усилие и подаёт команду на электродвигатель усилителя. Через редуктор электродвигатель вращает рулевой вал.

У автомобилей среднего класса электроусилитель руля размещается на рулевой рейке, вспомогательное усилие на которую передаётся через шестерню.

Внедорожники и микроавтобусы, из-за большой массы, нуждаются в большом вспомогательном усилии, поэтому на них устанавливается электроусилитель руля с приводом параллельным оси рулевой рейки.

Так называемый рулевой привод типа АРА (Achs-Paralleler Antrieb — привод параллельный оси рулевой рейки) относится к новому поколению электромеханических усилителей рулевого управления.

Электродвигатель передаёт усилие при помощи ременной передачи и механизма «винт-гайка на циркулирующих шариках». Зубчатый ремень вращает гайку, а та, в свою очередь, через шарики перемещает рулевую рейку. Шарики циркулируют по резьбе и возвращаются по специальному каналу в гайке.

19.3 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- сравнительную таблицу основных параметров рулевых управлений.

Таблица 19.1 – Параметры рулевых усилителей

Наименование параметра	Марка автомобиля			
Тип гидроусилителя				
Тип насоса гидроусилителя				
Давление в напорной магистрали				
Количество плунжеров				
Тип электроусилителя				

19.4 Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены рулевые усилители?
2. Какие усилители рулевого управления вы знаете?
3. Какого типа гидроусилители применяются на изучаемых автомобилях?
4. Каков принцип работы рулевого управления с гидроусилителем?
5. Как работает совмещённый гидроусилитель?
6. Для чего предназначен клапан управления?
7. Как работает насос гидроусилителя?
8. Как работает клапан расхода и давления?
9. Как работает силовой цилиндр гидроусилителя?
10. Какие типы электромеханических усилителей вы знаете?
11. Преимущества эксплуатации электроусилителей.
12. Как работает электроусилитель, устанавливаемый на рулевую колонку?
13. Конструкция электроусилителя с приводом параллельным оси рулевой рейки.

20 Лабораторная работа № 20. Назначение и принцип работы тормозных систем. Конструкция тормозных механизмов

Время выполнения работы - 3 часа.

Цель работы: Изучение назначения и устройства тормозных систем и тормозных механизмов автомобилей.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение тормозных систем автомобилей;
- классификация тормозных систем и механизмов;

Задачи лабораторной работы:

- изучить конструкцию тормозных систем и механизмов;
- изучить принцип действия тормозных механизмов.

20.1 Назначение и конструкция тормозных систем автомобилей

Тормозные системы служат для снижения скорости движения и полной остановки автомобиля, а также для удержания на месте неподвижно стоящего автомобиля. Наличие надёжных тормозов позволяет увеличить среднюю скорость движения, а, следовательно, эффективность эксплуатации автомобиля. Тормозная система должна обеспечивать возможность быстрого снижения скорости и полной остановки автомобиля в различных условиях движения. На стоянках с горизонтальным уклоном до 16% полностью гружёный автомобиль должен надёжно удерживаться тормозами от самопроизвольного перемещения.

На автомобилях должны быть установлены рабочая, стояночная и запасная тормозные системы. Рабочая тормозная система используется при движении автомобиля для снижения скорости и полной его остановки независимо от скорости,

нагрузки и уклонов дороги. Стояночная тормозная система служит для удержания неподвижного автомобиля на горизонтальном участке или уклоне дороги. Запасная тормозная система предназначена для плавного снижения скорости движения автомобиля до его остановки, в случае частичного или полного отказа рабочей системы.

Кроме этих систем на автомобилях полной массой свыше 12 т, а также автомобилях и автобусах, предназначенных для эксплуатации в горных районах, устанавливается вспомогательная тормозная система, ограничивающая скорость движения за счёт торможения двигателем.

Вспомогательная тормозная система предназначена для поддержания постоянной скорости автомобиля, при движении его на затяжных спусках горных дорог, с целью снижения нагрузки на рабочую тормозную систему при длительном торможении.

Тормозная система прицепа, работающая в составе автопоезда, служит как для снижения скорости движения прицепа, так и для автоматического торможения его при обрыве сцепки с тягачом.

Тормозная система должна быть максимально эффективной при торможении автомобиля с различной нагрузкой и на разных скоростях движения.

Об эффективности тормозных систем судят по замедлению и тормозному пути автомобиля от начала нажатия на тормозную педаль до его полной остановки при движении по горизонтальному участку сухой дороги с асфальтовым покрытием. Тормозные системы должны обеспечивать равномерное распределение тормозных сил между колёсами одного моста, отклонение не должно превышать 15% наибольшего значения тормозных сил.

Тормозная система состоит из тормозных механизмов и их привода.

20.2 Назначение и конструкция тормозных механизмов

Тормозные механизмы осуществляют непосредственное торможение вращающихся колёс автомобиля или одного из валов трансмиссии.

Наибольшее распространение получили фрикционные тормозные механизмы, в которых торможение происходит за счёт трения вращающихся и неподвижных деталей.

В зависимости от конструкции вращающихся рабочих деталей тормозных механизмов различают барабанные и дисковые тормоза. В барабанных тормозах силы трения создаются с помощью прижимающихся колодок на внутренней поверхности вращающегося цилиндра, в дисковых - на боковых поверхностях вращающегося диска.

Барабанный тормозной механизм стояночного тормоза с механическим приводом используется на грузовых транспортных средствах в качестве стояночного тормоза. Он состоит из барабана, укрепленного на фланце ведомого вала коробки передач, двух колодок, присоединенных к опорному диску, установленному на картере коробки передач, и разжимного устройства.

Под действием рычага разжимное устройство прижимает колодки к барабану и затормаживает ведомый вал коробки передач и карданный вал, а, следовательно, и ведущие колеса транспортного средства.

Барабанный тормозной механизм колёсного тормоза состоит из опорного диска, закрепленного на кожухе полуоси, на котором установлены две колодки с фрикционными накладками, стянутые пружиной и тормозного барабана. Колодки нижними концами опираются на опорную пластину или на бронзовые эксцентриковые шайбы, надетые на опорные пальцы, а верхними – на стальные сухари алюминиевых поршней колёсного тормозного цилиндра. Для предотвращения бокового смещения тормозных колодок служат направляющие скобы с пружинами.

В дисковом тормозном механизме торможение происходит от сил трения, возникающих между закрепленными на ступице колеса чугунным тормозным диском и прижимаемыми к нему с двух сторон тормозными фрикционными колодками, установленными в гнезде суппорта. Для защиты трущихся поверхностей диска и накладок от механических повреждений и загрязнения с внутренней стороны тормоз закрыт стальным штампованным кожухом.

20.3 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий.

20.4 Контрольные вопросы

1. Для чего служат тормозные системы на автомобилях?
2. Какие тормозные системы устанавливают на автомобили?
3. Какие виды тормозных механизмов вы знаете?
4. Виды тормозных приводов.

21 Лабораторная работа № 21. Устройство и принцип действия гидравлического и пневматического тормозного привода

Время выполнения работы – 3 часа.

Цель работы: Изучение назначения и устройства гидравлического и пневматического тормозного привода автомобилей.

Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению лабораторной работы:

- назначение гидравлического тормозного привода автомобилей;
- назначение пневматического тормозного привода автомобилей.

Задачи лабораторной работы:

- изучить конструкцию и принцип действия гидравлического тормозного привода;
- изучить конструкцию и принцип действия пневматического тормозного привода.

21.1 Назначение и конструкция тормозных приводов

Тормозной привод - совокупность устройств, обеспечивающих передачу усилия от органов управления к тормозным механизмам и управление ими в процессе торможения.

Тормозной привод может быть механическим, гидравлическим и пневматическим. Для облегчения управления тормозами могут использоваться усилители, а также устанавливаться регуляторы тормозных сил и другие устройства, повышающие эффективность торможения транспортного средства. Приводы от педали тормоза к тормозным механизмам бывают двух типов: гидравлический и

пневматический. Механический привод применяют только для стояночных тормозов.

На грузовых транспортных средствах механический привод состоит из рычага и разжимного устройства.

На легковых автомобилях механический привод стояночного тормоза действует на тормозные механизмы задних колёс. Он состоит из рычага, регулировочной тяги, троса и разжимной планки. Под действием троса разжимная планка прижимает колодки к барабану и затормаживает колесо.

21.1.1 Назначение и конструкция гидравлического тормозного привода

Гидравлический тормозной привод состоит из главного тормозного цилиндра, вакуумного усилителя, колёсных тормозных цилиндров, соединительных трубопроводов и шлангов. На многих автомобилях в гидропривод включён регулятор давления и разделитель гидравлического привода тормозных механизмов.

При нажатии на педаль тормоза, шток перемещает поршень главного тормозного цилиндра, который вытесняет жидкость по трубопроводам к рабочим тормозным цилиндрам. Под давлением жидкости поршни рабочих тормозных цилиндров раздвигаются и передают тормозные усилия колодкам, которые фрикционными накладками прижимаются к тормозному барабану, вызывая торможение колёс. При отпускании педали колодки под действием стяжных пружин отходят от барабана и возвращают поршни в исходное положение, вытесняя жидкость по трубопроводу обратно в главный тормозной цилиндр.

Чтобы увеличить эффективность затормаживания транспортного средства с гидравлическим тормозным приводом, применяют гидровакуумный усилитель. Он состоит из вакуумной камеры, вспомогательного гидравлического цилиндра, распределительного крана, запорного клапана и магистрали. Резиновая диафрагма вместе с корпусом клапана делят полость вакуумного усилителя на две камеры: вакуумную и атмосферную. Вакуумная камера соединяется с впускным трубопроводом двигателя через обратный клапан наконечника и шланг.

Когда водитель нажимает на тормозную педаль, диафрагма вакуумной камеры прогибается в результате разности давлений в полостях, и штоком перемещает поршень вспомогательного цилиндра. Жидкость из цилиндра поступает в магистраль, создавая в ней дополнительное давление, усиливающее действие тормозов.

На легковых транспортных средствах гидравлический привод, как правило, разделён на два контура.

Для автоматического отключения неисправного контура гидравлического привода в систему устанавливается разделитель тормозных механизмов. При повреждении одного из контуров гидропривода разделитель перекрывает поступление жидкости из главного цилиндра в этот контур и при торможении работает только исправный контур, а на щитке приборов загорается сигнальная лампа.

Регулятор давления регулирует давление в гидравлическом приводе тормозных механизмов задних колёс в зависимости от нагрузки на заднюю ось автомобиля. При увеличении нагрузки эффективность задних тормозов увеличивается. Регулятор давления выполняет также функцию разделителя тормозов.

21.1.2 Назначение и конструкция пневматического тормозного привода

Пневматический тормозной привод применяют на транспортных средствах большой грузоподъёмности, автобусах большой вместимости и колёсных тягачах, работающих с прицепами и полуприцепами. В него входят:

- компрессор поршневого типа, который обеспечивает систему сжатым воздухом;
- регулятор давления предназначен для регулировки давления сжатого воздуха, поступающего от компрессора. При достижении в пневмосистеме давления 0,7-0,75 МПа (7-7,5 кгс/см²) регулятор давления сообщает нагнетательную магистраль с атмосферой, прекращая тем самым подачу воздуха в пневмосистему.

Когда давление воздуха в пневмосистеме снизится до 0,62-0,65 МПа (6,2-6,5 кгс/см²), регулятор перекрывает выход воздуха в атмосферу, и компрессор снова начинает нагнетать воздух в пневмосистему;

- предохранитель от замерзания защищает трубопроводы и приборы пневматического тормозного привода от замерзания. Корпус предохранителя имеет резервуар для спирта от 200 до 1000 см³, пробку наливного отверстия со щупом для измерения уровня залитого спирта и шток с фитилём. Когда рукоятка штока находится в верхнем положении, воздух, нагнетаемый компрессором в воздушные баллоны, проходит через фитиль испарителя и насыщается парами спирта. Конденсат, образовавшейся смеси водяных паров и паров спирта, имеет достаточно низкую температуру замерзания;

- одинарный защитный клапан сохраняет давление в воздушном баллоне автомобиля-тягача при аварийном уменьшении давления в питающей магистрали прицепа, также предохраняет тормозную систему прицепа от самозатормаживания при внезапном падении давления в баллоне тягача, так как в этом случае при растормаживании тягача невозможно растормозить прицеп с места водителя;

- двойной защитный клапан направляет подводимый поток сжатого воздуха по двум контурам и сохраняет давление в исправном контуре неизменным при повреждении другого;

- тройной защитный клапан направляет поток сжатого воздуха в три контура и сохраняет неизменным давление в них при повреждении одного из контуров;

- двухсекционный тормозной кран служит для управления исполнительными механизмами рабочей тормозной системы транспортного средства, а также для включения клапана управления тормозной системой прицепа;

- тормозной кран стояночной и запасной тормозных систем предназначен для управления тормозным механизмом стояночной и запасной тормозных систем, а также для включения клапанов управления тормозной системой прицепа;

- клапан ограничения давления ограничивает давление воздуха в тормозных камерах передней оси при неполном торможении и ускоряет выпуск воздуха из тормозных камер;

- автоматический регулятор тормозных сил предназначен для автоматического изменения давления воздуха при торможении в тормозных камерах задних осей в зависимости от нагрузки на них;

- ускорительный клапан ускоряет выпуск сжатого воздуха и выпуск его из цилиндров энергоаккумуляторов;

- воздушные баллоны предназначены для создания запаса сжатого воздуха, подаваемого компрессором для питания приборов пневматического привода тормозов. Устанавливают баллоны объёмом 20 и 40 литров;

- колёсные тормозные камеры передней оси предназначены для приведения в действие тормозных механизмов передних колёс транспортного средства;

- тормозные камеры с энергоаккумулятором служат для приведения в действие тормозных механизмов задних колёс транспортного средства при включении рабочей, запасной и стояночной тормозных систем;

- клапан контрольного вывода необходим для измерения давления в контуре или отбора воздуха;

- датчик включения сигнала при падении давления представляет собой пневматический выключатель, замыкающий цепи электрических ламп и звукового сигнала аварийной сигнализации при падении давления в воздушных баллонах;

- датчик включения сигнала торможения – пневматический выключатель, предназначенный для замыкания цепи электрических ламп при торможении, также к приборам пневматического привода относятся кран слива конденсата и манометр.

Пневматический привод тормозов работает следующим образом. Компрессор нагнетает воздух в баллоны и обеспечивает систему сжатым воздухом. Давление воздуха контролируется манометром. При нажатии на педаль тормозной кран открывает доступ сжатого воздуха из баллонов в тормозные камеры передних и задних колёс, механизмы которых раздвигают тормозные колодки.

21.2 Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий.

21.3 Контрольные вопросы

1. Для чего служит тормозной привод на автомобиле?
2. Виды тормозных приводов.
3. Где устанавливается механический тормозной привод?
4. Из чего состоит гидравлический тормозной привод?
5. Что входит в пневматический тормозной привод?
6. Из чего состоит механический тормозной привод легкового автомобиля?
7. Из чего состоит механический тормозной привод грузового автомобиля?
8. Конструкция и работа главного тормозного цилиндра.
9. Конструкция и работа рабочего тормозного цилиндра.
10. Как работает разделитель тормозного привода?
11. Назначение и работа гидровакуумного усилителя.
12. Назначение и работа регулятора давления тормозных сил.
13. Назначение и работа компрессора.
14. Назначение и работа предохранителя от замерзания.
15. Назначение и работа тройного защитного клапана.
16. Назначение и работа двухсекционного тормозного крана.
17. Конструкция и принцип действия тормозной кран стояночной и запасной тормозных систем.
18. Для чего служит клапан ограничения давления?
19. Конструкция и работа колёсных тормозных камер передней оси.
20. Как работают тормозные камеры с энергоаккумулятором?
21. Для чего служат воздушные баллоны?

Список использованных источников

1. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, [и др.]. - М.: Машиностроение, 2004. – 704 с.
2. Анохин, В.И. Отечественные автомобили / В.И. Анохин. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
3. Краткий автомобильный справочник / А.Н. Понизовкин, [и др.]. - М.: НИИАТ, 1994. – 779 с.
4. Чмиль В.П., Автотранспортные средства: учеб. пособие / В. П. Чмиль, Ю. В. Чмиль. – СПб.: Лань, 2011. 336 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=697.
5. Роговцев, В.Л. Устройство и эксплуатация автотранспортных средств / В.Л. Роговцев, А.Г. Пузанков, В.Д. Олдфильд – М.: Транспорт, 1997. – 430 с.
6. Акимов, С. В. Электрооборудование автомобилей: учеб. для вузов / С. В. Акимов, Ю. П. Чижков. - М.: За рулем, 2004. - 384 с. - Библиогр.: с. 383.
7. Автомобили Урал моделей - 4320-01, - 5557: устройство и техн. обслуживание / С.Л. Антонов [и др.]. - М.: Транспорт, 1994. - 245 с.: ил. + табл.
8. Автомобили: учеб. пособие / А. В. Богатырев [и др.]: под ред. А. В. Богатырева. - М.: Колос, 2005. - 496 с.
9. Вахламов, В. К. Автомобили. Основы конструкции: учебник для вузов / В. К. Вахламов. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2006. - 528 с.
10. Гребнев В.П., Тракторы и автомобили. Конструкция / В.П. Гребнев, А.В. Ворохибин, О.И. Поливаев – Изд-во: Кнорус, 2010. – 256 с.
11. Ерохов, В.И. Системы впрыска легковых автомобилей: эксплуатация, диагностика, техническое обслуживание и ремонт / В.И. Ерохов. - М.: АСТ: Астрель: Транзиткнига, 2003. - 159 с.: ил.
12. Кузнецов, А.С. Автомобили моделей ЗИЛ-4333, ЗИЛ-4314 и их модификации: устройство, эксплуатация, ремонт / А.С. Кузнецов, С.И. Глазачев. - М.: Транспорт, 1996. - 288 с.
13. Устройство и эксплуатация автомобиля КамАЗ-4310: учеб. пособие / В.В.

Осыко [и др.]. - М.: Патриот, 1991. - 351 с.: ил.

14. Конструкция тракторов и автомобилей: учеб. пособие / О. И. Поливаев [и др.]. – СПб.: Лань, 2013. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/13011/>

15. Ютт, В. Е. Электрооборудование автомобилей: учебник для вузов / В. Е. Ютт.- 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Горячая линия -Телеком, 2006. - 440 с.: ил.

16. Устройство автомобилей: учебник / А. П. Пехальский, И. А. Пехальский. - М.: Академия, 2005. - 528 с.

17. Передерий, В.П. Устройство автомобиля: учеб. пособие / В.П. Передерий -М.: ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2009. – 288 с.