

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

В.А. Сологуб, А.А. Гончаров

# **АВТОПРАКТИКУМ**

Методические указания  
Часть 1

Двигатели большегрузных автомобилей

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским 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  
2019

УДК 629.33(076.5)

ББК 39.33я7

С 60

Рецензент - кандидат технических наук, доцент Д.А. Дрючин

**Сологуб, В.А.**

С 60

Автопрактикум: методические указания: в трёх частях / В.А. Сологуб, А.А. Гончаров; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – Ч 1: Двигатели большегрузных автомобилей. – 58 с.

Методические указания содержат теоретические основы конструкции большегрузных автомобилей и методику проведения практических работ.

Методические указания предназначены для выполнения практических работ по учебной дисциплине «Автопрактикум» для обучающихся по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства.

УДК 629.33.(076.5)

ББК 39.33я7

© Сологуб В.А., 2019

© ОГУ, 2019

# Содержание

Введение.....	5
1 Практическая работа № 1 Классификация и система обозначения большегрузных автомобилей .....	7
1.1 Общие понятия и принципы классификации автомобилей.....	7
1.2 Содержание отчёта.....	10
1.3 Контрольные вопросы .....	11
2 Практическая работа № 2 Двигатели большегрузных автомобилей.....	12
2.1 Классификация, общее устройство и основные параметры двигателя ...	12
2.2 Механизмы и системы поршневых двигателей .....	14
2.3 Основные параметры поршневых двигателей .....	14
2.4 Содержание отчёта.....	15
2.5 Контрольные вопросы .....	16
3 Практическая работа № 3 Кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы двигателя .....	17
3.1 Назначение кривошипно-шатунного механизма .....	18
3.2 Конструкция деталей кривошипно-шатунного механизма .....	18
3.3 Назначение газораспределительного механизма.....	22
3.4 Типы газораспределительных механизмов .....	22
3.5 Основные детали газораспределительного механизма.....	23
3.6 Фазы газораспределения .....	27
3.7 Содержание отчёта.....	27
3.8 Контрольные вопросы .....	28

4 Практическая работа № 4 Система охлаждения и система смазки двигателей .....	30
4.1 Назначение и устройство системы охлаждения .....	31
4.2 Назначение системы смазки.....	33
4.3 Основные элементы системы смазки.....	34
4.4 Содержание отчёта.....	39
4.5 Контрольные вопросы .....	39
5 Практическая работа № 5 Система питания карбюраторного двигателя. Система питания двигателя газом .....	41
5.1 Назначение и устройство системы питания .....	42
5.2 Назначение и устройство двигателей, работающих на сжиженном газе	44
5.3 Содержание отчёта.....	46
5.4 Контрольные вопросы .....	47
6 Практическая работа № 6 Система питания дизельного двигателя .....	48
6.1 Устройство и работа системы питания дизеля .....	48
6.2 Содержание отчёта.....	50
6.3 Контрольные вопросы .....	51
7 Практическая работа № 7 Система зажигания и электрического пуска .....	52
7.1 Назначение и принцип работы различных систем зажигания .....	52
7.2 Назначение и принцип работы системы электрического пуска.....	55
7.3 Содержание отчёта.....	55
7.4 Контрольные вопросы .....	56
Список использованных источников .....	57

## Введение

Целью лабораторных работ по дисциплине «Автопрактикум» является закрепление знаний приобретенных при изучении общего устройства автомобиля, а также углубленное изучение устройства, назначения и принципов работы агрегатов и систем большегрузных автомобилей и мероприятий, повышающих безопасность дорожного движения, надежность и экономичность автомобилей.

Студент должен изучить устройство автомобилей КамАЗ, КрАЗ, МАЗ, Урал и ЗИЛ, функционирование их систем, агрегатов и механизмов, классификацию и индексацию большегрузных автомобилей, номенклатуру топлив, масел, эксплуатационных материалов, применяемых в автомобилях.

Студент должен уметь:

- оценивать и давать техническую характеристику новых механизмов, систем агрегатов, а также новых моделей автомобилей в целом;
- описывать работу агрегатов, механизмов и систем автомобилей;
- определять характеристики эксплуатационных материалов по их маркировке;
- использовать методики разборки-сборки отдельных агрегатов и регулировки некоторых узлов автомобилей;
- знать конструктивные особенности деталей, узлов и агрегатов большегрузных автомобилей.

Каждый студент должен усвоить правила техники безопасности и поведения в лаборатории, для чего преподавателем проводится соответствующий инструктаж. Студенты расписываются в специальном журнале о том, что они ознакомлены с правилами техники безопасности и обязуются их выполнять:

- прежде, чем приступить к работе, внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием и инструментами;
- во время проведения работ не ходить без дела по лаборатории, не отвлекать внимание товарищей;

- работы, связанные с использованием деталей автомобилей проводить с особой осторожностью, поскольку их падение может привести к травме;

- по окончании работы привести в порядок свое рабочее место, поставить в известность преподавателя и только после этого выйти из лаборатории.

# **1 Практическая работа № 1 Классификация и система обозначения большегрузных автомобилей**

Время выполнения работы – 1 час.

**Цель работы:** Изучение классификации и системы обозначения большегрузных автомобилей

**Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению практической работы:**

- назначение автомобиля;
- классификация автомобилей.

**Задачи практической работы:**

- изучить классификацию автомобилей;
- изучить систему обозначения большегрузных автомобилей.

## **1.1 Общие понятия и принципы классификации автомобилей**

Автотранспортные средства разделяются на грузовые, пассажирские и специальные. К пассажирским относятся легковые автомобили и автобусы. К грузовым – грузовые автомобили, прицепы и полуприцепы, в том числе специализированные. К специальным относятся АТС предназначенные для выполнения различных, преимущественно нетранспортных работ (пожарные автомобили, автокраны, автомобили с компрессорными установками, передвижные авторемонтные мастерские уборочные автомобили и т.п.).

В зависимости от устройства кузовов и других конструктивных особенностей, определяющих характер использования, АТС подразделяются на грузовые общего назначения и специализированные.

Автомобили, прицепы и полуприцепы общего назначения имеют неопрокидывающийся бортовой кузов, оборудованный в ряде случаев дугами и тентом, и используются для перевозки различных грузов.

К специализированным АТС относятся автомобили, прицепы и полуприцепы, имеющие различные кузова, предназначенные для перевозки грузов определенных видов.

Автомобили, предназначенные для постоянной работы с полуприцепами называются седельными тягачами, а с прицепами – бортовыми тягачами, последние могут использоваться и самостоятельно. Автомобиль-тягач в сцепе с прицепом или полуприцепом называется автопоездом.

В отечественном автомобилестроении используется классификация и система обозначения АТС, определяемые отраслевой нормалью ОН 025 270-66.

В соответствии с этой нормалью ОН 025 270-66 каждой новой модели автомобиля, прицепа и полуприцепа присваивается индекс, состоящий из ряда цифр.

Первая цифра обозначает класс АТС: по полной массе – для грузовых автомобилей, прицепов или полуприцепов. Вторая цифра указывает на тип АТС: грузовой или пикап – 3, седельный тягач – 4, самосвал – 5, цистерна – 6, фургон – 7, цифра 8 – резерв, специальное АТС – 9.

Третья и четвертая цифры индексов указывают на порядковый номер модели, а пятая говорит о том, что это не базовая модель, а модификация. Шестая цифра обозначает вид исполнения: для холодного климата – 1, экспортное исполнение для умеренного климата – 6, экспортное исполнение для тропического климата – 7.

Некоторые АТС имеют в своем обозначении через тире приставку 01, 03, 04 и т.п., что указывает на то, что модель или модификация является переходной или имеет какие-то дополнительные комплектации.

Перед полным цифровым индексом ставится через дефис буквенное обозначение (марка) завода-изготовителя (аббревиатура, например: КАМАЗ, ЗИЛ, КРАЗ, УРАЛ).



Две первые цифры индексов, присвоенных в соответствии с отраслевой нормалью грузовым (специальным) автомобилям и прицепам (полуприцепам) приведены в таблицах 1.1 и 1.2

Таблица 1.1 - Индексы грузовых и специальных автомобилей (первые две цифры по ОН 025 270-66)

Полная масса, т	Типы автомобилей					
	с бортовой платформой	седельные тягачи	самосвалы	цистерны	фургоны	специальные
Свыше 8,0 до 14	43	44	45	46	47	49
Свыше 14 до 20	53	54	55	56	57	59
Свыше 20 до 40	63	64	65	66	67	69
Свыше 40	73	74	75	76	77	79

Таблица 1.2 – Индексы прицепов и полуприцепов (первые две цифры по ОН 025 270-66)

Типы прицепов	Прицепы	Полуприцепы
Грузовые (бортовые)	83	93
Самосвальные	85	95
Цистерны	86	96
Фургоны	87	97

В отечественной практике, связанной с классификацией АТС, постепенно начинают использовать обозначения, принятые в международных требованиях по безопасности (Правила ЕЭК ООН), разработанных Комитетом по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии ООН (таблица 1.3)

Таблица 1.3 - Классификация автотранспортных средств, принятая в Правилах ЕЭК ООН

Категория АТС	Тип автотранспортного средства	Полная масса, т	Примечания
M <sub>1</sub>	АТС с двигателем предназначенным для перевозки пассажиров и имеющие не более 8 мест для сидения (кроме места водителя)	Не регламентируется	Легковые автомобили

Продолжение таблицы 1.3

M <sub>2</sub>	то же, имеющие более 8 мест для сидения (кроме места водителя)	До 5	Автобусы
M <sub>3</sub>	то же	Свыше 5	Автобусы, в том числе сочлененные
N <sub>1</sub>	АТС с двигателем, предназначенным для перевозки грузов	До 3,5	Грузовые автомобили, специальные автомобили
N <sub>2</sub>	то же	Свыше 3,5 до 12	Грузовые автомобили, автомобили тягачи, специальные.
N <sub>3</sub>	то же	Свыше 12,0	то же
O <sub>1</sub>	АТС без двигателя	До 0,75	Прицепы и полуприцепы
O <sub>2</sub>	то же	Свыше 0,75 до 3,5	то же
O <sub>3</sub>	то же	Свыше 3.5 до 10,0	то же
O <sub>4</sub>	то же	Свыше 10,0	то же

## 1.2 Содержание отчёта

### Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- сравнительную таблицу некоторых параметров автомобилей.

Таблица 1.4 – Сравнение параметров большегрузных автомобилей

Наименование параметра	Марка автомобиля				
	ЗИЛ	УРАЛ	КАМАЗ	МАЗ	КРАЗ
Полная масса					
Грузоподъемность					
Модель двигателя					
Мощность двигателя					
Степень сжатия					

### **1.3 Контрольные вопросы**

1. На какие виды транспортных средств делится весь автомобильный парк?
2. Какие виды АТС называются специальными?
3. Как на основании отраслевой нормы классифицируются транспортные средства?
4. Как классифицируются транспортные средства на основании международных требований?

## **2 Практическая работа № 2 Двигатели большегрузных автомобилей**

Время выполнения работы – 1 час.

**Цель работы:** Изучение конструктивных особенностей и рабочих процессов двигателей, назначения систем и механизмов.

**Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению практической работы:**

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

**Задачи практической работы:**

- изучить типы двигателей внутреннего сгорания (ДВС);
- изучить конструктивные особенности двигателей большегрузных автомобилей;
- изучить основные системы и механизмы ДВС, их назначение и взаимодействие.

### **2.1 Классификация, общее устройство и основные параметры двигателя**

Двигатели, установленные на большинстве автотранспортных средств, называются двигателями внутреннего сгорания, потому что процесс сгорания топлива с выделением теплоты и превращение ее 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  $180^\circ$  двигатель называется с противоположащими 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.

В зависимости от вида применяемого топлива способы воспламенения рабочей смеси в двигателях различны. В бензиновых двигателях смесь, приготавливается из паров бензина и воздуха, и в газовых двигателях смесь, состоящая из сжатого или сжиженного горючего газа и воздуха, воспламеняется электрической искрой. В дизельных двигателях мелкораспылённое дизельное топливо, впрыснутое в цилиндры, самовоспламеняется под действием высокой температуры сжатого воздуха без постороннего источника зажигания. В многотопливных двигателях (ЗИЛ – 580.10), конструкции которых позволяют использовать дизельное топливо, бензин и другие топлива, воспламенение рабочей смеси происходит так же, как и в дизельных двигателях, от сильно нагретого воздуха вследствие высокой степени его сжатия.

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

## **2.2 Механизмы и системы поршневых двигателей**

*Кривошипно-шатунный механизм* – преобразует прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала

*Газораспределительный механизм* – обеспечивает своевременный впуск горючей смеси или воздуха в цилиндр и удаление из него продуктов сгорания. Этот механизм приводится в действие от коленчатого вала через зубчатые колёса.

*Система питания* – предназначена для приготовления и подачи горючей смеси в цилиндр, а также для отвода продуктов сгорания из цилиндра. В систему питания входят фильтры для очистки воздуха и топлива, выпускной газопровод с глушителем шума выпуска.

*Смазочная система* – обеспечивает подачу масла к взаимодействующим деталям и состоит из насоса, масляных магистралей и каналов, фильтров для очистки масла и радиатора для его охлаждения.

*Система охлаждения* – поддерживает оптимальный температурный режим работы двигателя, обеспечивая отвод тепла от сильно нагревающихся деталей двигателя при сгорании рабочей смеси. Система охлаждения бывает жидкостная или воздушная.

*Система зажигания* – предназначена для воспламенения рабочей смеси в цилиндре двигателя.

## **2.3 Основные параметры 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 мёртвыми, 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, который равен удвоенному радиусу кривошипа.

Следовательно, при перемещении поршня от одной мёртвой точки до другой коленчатый вал поворачивается на  $180^\circ$ , т. е. совершает половину оборота.

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.

## 2.4 Содержание отчёта

### Отчёт должен содержать:

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- схему многоцилиндрового двигателя;
- сравнительную таблицу основных параметров двигателя.

Таблица 2.1 – Сравнительная таблица основных параметров двигателя

Наименование параметра	Марка автомобиля				
	ЗИЛ	УРАЛ	КАМАЗ	МАЗ	КРАЗ
Тип и модель двигателя					

## Продолжение таблицы 2.1

Количество компрессионных колец					
Число цилиндров					
Мощность двигателя					
Порядок работы цилиндров					

### 2.5 Контрольные вопросы

1. Какие двигатели называются ДВС? Какими основными параметрами характеризуется ДВС?
2. Принципиальная схема четырёхтактного двигателя.
3. Как делятся двигатели по расположению цилиндров?
4. Механизмы и системы ДВС, их назначение и расположение.
5. Разновидности ДВС. Достоинство V-образного двигателя.
6. Что называют рабочим циклом двигателя?
7. Марки топлива применяемые в ДВС. Чем отличается бензиновый двигатель от дизельного?
8. Что называется степенью сжатия, тактом? Перечислите основные показатели работы двигателя?



### **3 Практическая работа № 3 Кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы двигателя**

Время выполнения работы – 1 час.

**Цель работы:** Изучение назначения, устройства, взаимодействия и конструктивных особенностей деталей кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов двигателей большегрузных автомобилей.

**Вопросы для определения степени подготовленности студента к проведению практической работы:**

- назначение кривошипно-шатунного механизма;
- конструкция кривошипно-шатунного механизма;
- назначение газораспределительного механизма;
- основные детали газораспределительного механизма с верхним расположением клапанов.

**Задачи практической работы:**

- изучить назначение кривошипно-шатунного механизма, наименование и взаимодействие его деталей;
- изучить особенности конструкции деталей, материалы, применяемые для изготовления деталей КШМ;
- изучить назначение, конструкцию деталей, взаимодействие деталей и смазку газораспределительных механизмов двигателей;
- изучить механизмы поворота клапана двигателя;
- изучить возможные регулировки газораспределительного механизма.

### **3.1 Назначение 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, 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). В обе группы входят также крепёжные детали.

### **3.2 Конструкция деталей кривошипно-шатунного механизма**

Блок цилиндров V-образных двигателей представляет собой массивный литой корпус, снаружи и внутри которого монтируются все механизмы и системы.

Нижняя часть блока называется картером, имеет несколько усиленных ребрами перегородок, в которых расположены коренные подшипники коленчатого вала и просверлены отверстия для опорных шеек распределительного вала.

В средней части блока цилиндров имеются отверстия для установки подшипников скольжения под опорные шейки распределительного вала.

В отливке блока цилиндров имеется рубашка для жидкостного охлаждения двигателя, представляющая собой полость между стенками блока и наружной поверхностью вставных гильз. Охлаждающая жидкость подаётся в рубашку охлаждения через два канала, расположенные по обеим сторонам блока цилиндров. К передней части блока цилиндров крепится крышка распределительных шестерён, а к задней — картер сцепления.

Блоки цилиндров двигателей изучаемых автомобилей отлиты из серого чугуна. Горизонтальная перегородка делит блок цилиндров на верхнюю и нижнюю части. В верхней плоскости блока и в горизонтальной перегородке расточены

отверстия для установки гильз цилиндров. К нижней части блока цилиндров крепится стальной штампованный поддон, служащий резервуаром для масла. Место соединения картера и поддона уплотнено прокладкой. По каналам в блоке масло из поддона подаётся к трущимся деталям двигателя.

*Головка блока цилиндров* закрывает цилиндры и образует верхнюю часть рабочей полости двигателя, в ней частично или полностью размещаются камеры сгорания, в которых установлены впускные и выпускные клапаны, свечи зажигания или форсунки.

В головках блока цилиндров размещаются гнезда и направляющие втулки клапанов, впускные и выпускные каналы. Их внутренние полости образуют рубашку для охлаждающей жидкости. В верхней части имеются опорные площадки для крепления деталей клапанного механизма. Для уплотнения стыка головки блока цилиндров и блока цилиндров в двигателях ЗИЛ и ЯМЗ применяют сталеасбестовую уплотняющую прокладку, предотвращающую прорыв газов наружу и исключаящую проникновение охлаждающей жидкости и масла в цилиндры.

Головка цилиндров крепится к блоку при помощи шпилек с гайками или болтами. Гайки или болты головки цилиндров затягивают равномерно в определённой последовательности с установленным для каждого двигателя моментом затяжки.

В двигателях КамАЗ стык головки цилиндра и блока уплотняется двумя прокладками. Перепускные отверстия для охлаждающей жидкости и масла, а также головка по контуру уплотнены формованной резиновой прокладкой. Газовый стык – стальной прокладкой, которая деформируется стальным опорным кольцом, запрессованным в нижней плоскости головки.

Головки блока цилиндров отливают из легированного серого чугуна или алюминиевого сплава. Чаще всего они являются общими для всех цилиндров, образующих ряд. На двигателях автомобилей КамАЗ каждый цилиндр снабжён отдельной головкой.

*Гильзы* цилиндров мокрого типа изготовлены из специального чугуна. Для повышения износостойкости в верхней части гильзы двигателя ЗИЛ-508.10

установлена вставка из износостойкого кислотоупорного чугуна. Внутренняя поверхность цилиндра, внутри которой перемещается поршень, называется зеркалом цилиндра. Микрогеометрия зеркала гильзы двигателя КамАЗ-740 представляет собой редкую сетку впадин под углом к оси гильзы. Такая обработка способствует удержанию масла во впадинах и лучшей прирабатываемости гильзы.

*Поршень* воспринимает при рабочем ходе силу давления газов и передаёт её через шатун коленчатому валу, в 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. В головках поршней дизельных двигателей выполнена камера сгорания.

Поршни отливают из алюминиевого сплава, обладающего малой плотностью и хорошей теплопроводностью. Поршни двигателей ЗИЛ-580.10 и КамАЗ имеют чугунную вставку, в которой протачивают канавку для верхнего кольца, что повышает долговечность поршня.

Поршень двигателя ЗИЛ-508.10 имеет четыре кольцевых канавки для трёх компрессионных и одного маслосъёмного кольца.

Поршень двигателя КамАЗ имеет три кольцевых канавки для двух компрессионных и одного маслосъёмного кольца.

Поршни двигателей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238 имеют пять кольцевых канавок для трёх компрессионных и двух маслосъёмных поршневых колец.

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 косой разрез (ЗИЛ-508.10), 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 и предотвращают прорыв газов из цилиндра в картер.

Верхнее компрессионное кольцо для повышения износостойкости покрывают слоем хрома, нижние — слоем олова (двигатели ЗИЛ-580.10, ЯМЗ) или молибдена (двигатель КамАЗ), что улучшает приработку.

Маслосъёмное кольцо двигателя ЗИЛ-580.10 составное, собрано из четырех стальных деталей — двух плоских дисков, осевого и радиального расширителей. Маслосъёмное кольцо двигателя КамАЗ сборной конструкции. Оно состоит из чугунного кольца коробчатого сечения с хромированной рабочей поверхностью и витого пружинного расширителя. У двигателей ЯМЗ маслосъёмные кольца чугунные. Посредине кольца имеется канавка с отверстиями по окружности, которые служат для отвода излишков масла. Под маслосъёмные кольца устанавливается расширитель кольца, изготовленный из стальной ленты.

*Шатун* стальной, он состоит из стержня двутаврового сечения, верхней и нижней головок. Нижняя головка разъёмная. Плоскость разъёма сделана под углом  $55^\circ$  к оси шатуна (двигатели ЯМЗ). Это вызвано тем, что наружный диаметр нижней головки шатуна больше диаметра цилиндра и при разъёме её под углом  $90^\circ$  (двигатели ЗИЛ, КамАЗ) было бы невозможно монтировать шатун вместе с поршнем через гильзу цилиндра. Шатун обрабатывают в сборе с крышкой, поэтому последние невзаимозаменяемы. На крышке и шатуне нанесены технологические метки, одинаковые для шатуна и крышки. Кроме того, на крышке шатуна выбит порядковый номер цилиндра.

*Коленчатый вал* воспринимает усилие от поршня через поршневой палец и шатун и преобразует их 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 и изготовлен из стали. С этой же целью шатунные шейки сделаны полыми.

У рассматриваемых двигателей коленчатый вал пятипорный (кроме ЯМЗ-236), 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. У восьмицилиндровых V-образных двигателей шатунные шейки располагают под углом  $90^\circ$  друг к другу.

*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 маховиках двигателей ЯМЗ расположен выносной противовес. Точное положение маховика на коленчатом валу фиксируется при помощи двух штифтов, запрессованных в торце вала (двигатели ЯМЗ и КамАЗ) и несимметрично расположенными отверстиями крепления маховика (двигатели ЗИЛ).

### **3.3 Назначение газораспределительного механизма**

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

### **3.4 Типы газораспределительных механизмов**

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.

Верхнее расположение клапанов усложняет конструкцию механизма, но позволяет улучшить камеру сгорания, 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. Двигатели ЗИЛ, КамАЗ и ЯМЗ имеют верхнее расположение клапанов.

### **3.5 Основные детали газораспределительного механизма**

Механизм газораспределения двигателей (ЗИЛ, КамАЗ и ЯМЗ) состоит из распределительного вала, толкателей, штанг, коромысел, клапанов, пружин с деталями крепления, направляющих втулок и распределительных шестерен.

Привод механизма осуществляется от коленчатого вала двигателя через распределительные шестерни.

При вращении распределительного вала кулачок набегает на толкатель, поднимает его штангу, коромысло поворачивается 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.

*Распределительный вал* служит для своевременного открытия клапанов в определенной последовательности. Он изготовлен из стали, имеет пять опорных шеек и шестнадцать кулачков (для двигателя ЯМЗ-236 четыре опорных шейки и двенадцать кулачков) и является общим для обоих рядов цилиндров.

Распределительный вал двигателя ЗИЛ 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. На носок распределительного вала посажена на шпонке и закреплена болтом чугунная шестерня привода. На переднем конце вала находится эксцентрик для привода бензонасоса и валика привода центробежного датчика ограничителя частоты вращения коленчатого вала двигателя. На заднем конце нарезана винтовая шестерня привода масляного насоса и прерывателя распределителя. Осевое смещение вала

ограничивается фланцем, надетым на него и прикрепленным к торцу блока цилиндров двумя болтами.

Рабочие поверхности опорных шеек и кулачков распределительного вала двигателя КамАЗ цементированы и закалены токами высокой частоты. Профиль кулачков неодинаковый для впускных и выпускных клапанов. Распределительный вал установлен в расточке блока на пяти подшипниках скольжения, представляющих собой стальные втулки, залитые антифрикционным сплавом. На задний конец распределительного вала напрессована прямозубая шестерня. Распределительный вал приводится во вращение промежуточными шестернями, связанными с шестерней коленчатого вала. Осевому перемещению вала препятствует корпус подшипника задней опоры, который крепится к блоку цилиндров тремя болтами.

Рабочие поверхности опорных шеек и кулачков распределительного вала двигателей ЯМЗ закалены токами высокой частоты. Профили кулачков впускных и выпускных клапанов одинаковы. Подшипники опорных шеек представляют собой бронзовые втулки, запрессованные в имеющиеся в блоке гнезда. На передний конец распределительного вала посажена на шпонке и закреплена гайкой стальная шестерня привода. Осевое смещение вала ограничивается упорным фланцем, прикрепленным к торцу блока цилиндров. Расположен распредвал в средней части развала цилиндров.

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

Толкатель двигателя ЗИЛ стальной, пустотелый, цилиндрической формы. Торец толкателя наплавлен отбеленным чугуном для повышения работоспособности и имеет сферическую форму. В нижней части толкателя выполнено отверстие для слива масла.

Толкатель двигателя КамАЗ пустотелый, тарельчатого (грибовидного) типа с цилиндрической направляющей частью. Для повышения работоспособности пары «кулачок-толкатель» торец тарелки толкателя наплавлен отбеленным чугуном и имеет сферическую форму. 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 счет сферической поверхности тарелки и небольшой конусности кулачка. Для слива масла в направляющей части толкателя имеется два отверстия.

Толкатель двигателей ЯМЗ качающийся, роликового типа, изготовлен из стали. На конце толкателя имеется ролик, который катится по кулачку вала. Ролик закреплен на оси и вращается в игольчатых подшипниках. На этом же конце толкателя запрессована сферическая пята, служащая упором для штанги. Толкатели подвешены на разрезной оси, установленной на опорах в приливах блока цилиндров. В отверстиях опор запрессованы чугунные втулки, в которых оси стыкуются. Между толкателями соседних цилиндров установлены распорные втулки.

*Штанга* передает 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 (двигатели КамАЗ и ЯМЗ). В двигателях ЗИЛ штанга стальная, с закаленными сферическими концами.

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

В двигателях ЗИЛ коромысла располагаются на оси, укрепленной на головке цилиндров. Для удержания коромысла на оси в определенном положении установлены втулки и распорные пружины.

В двигателях КамАЗ коромысла впускного и выпускного клапанов установлены на осях, выполненных заодно со стойками коромысел. Стойки фиксируются штифтами и крепятся на головке шпильками. К каждому коромыслу через отверстие в стойке подводится смазка.

В двигателях МАЗ коромысло устанавливается на индивидуальной оси, крепящейся к плоскости головки одним болтом.

На всех изучаемых моделях двигателей носик коромысла длинного плеча закален до высокой твердости. В короткое плечо коромысла ввернут регулировочный винт, служащий для регулировки теплового зазора. В коротком плече коромысла есть отверстие, по которому поступает масло к винту. Винт имеет кольцевую канавку и канал для подвода масла к наконечнику штанги.

*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 воздухом диаметр тарелки впускного клапана делают большим, чем диаметр тарелки выпускного. Каждый клапан имеет две цилиндрические пружины с равномерным шагом и с противоположной навивкой. 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 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 пружиной и опорной поверхностью головки блока. Когда клапан закрыт, то давление пружины невелико. Дисковая пружинная шайба установлена так, что шарики отжаты в крайнее положение. При открывании клапана давление увеличивается, дисковая шайба прогибается и шарики под нагрузкой перемещаются по наклонным канавкам, вызывая поворот дисковой пружины и опорной шайбы, а вместе с ней и клапанной пружины с клапаном. После закрытия клапана детали возвращаются в исходное положение.

### 3.6 Фазы газораспределения

Чтобы получить максимальную мощность двигателя, необходимо обеспечивать хорошее наполнение цилиндров свежей горючей смесью и очистку их от отработавших газов. Этого достигают, открывая и закрывая клапаны с некоторым опережением или запаздыванием относительно мертвых 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.

*Основные неисправности газораспределительного механизма:* неплотное прилегание, клапанов к седлам из-за пригорания их рабочих поверхностей или неполное открытие клапанов при чрезмерных зазорах.

### 3.7 Содержание отчёта

**Отчёт должен содержать:**

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- сравнительную таблицу основных данных кривошипно-шатунных механизмов;
- схему устройства и компоновок газораспределительного механизма;
- схему фаз газораспределения;
- сравнительную таблицу основных данных газораспределительных механизмов.

Таблица 3.1 - Основные данные кривошипно-шатунных механизмов автомобилей

Наименование параметра	Марка двигателя			
	КамАЗ	ЯМЗ-236	ЯМЗ-238	ЗИЛ
Тип двигателя				
Количество компрессионных колец				
Количество маслосъёмных колец				
Количество шатунных шеек				
Количество коренных шеек				

Таблица 3.2 - Основные данные газораспределительных механизмов автомобилей

Наименование параметра	Марка автомобиля			
	ЗИЛ	КАМАЗ	ЯМЗ-236	ЯМЗ-238
Тип газораспределительного механизма				
Число кулачков распределительного вала				
Механизм поворота клапана				
Тип толкателя				

### 3.8 Контрольные вопросы

1. Назначение кривошипно-шатунного механизма и каждой его детали. Материалы деталей. Как удерживается коленчатый вал от осевого смещения?
2. Из каких элементов состоит коленчатый вал, маховик, поршень, шатун?
3. Назначение, материалы компрессионных и маслосъёмных колец. Типы маслосъёмных колец.
4. Поршневой палец, его назначение, способы крепления и смазки.
5. Назначение, устройство, материал маховика. Балансировка маховика.
6. Конструкция вкладышей коренных и шатунных подшипников.
7. Назначение газораспределительного механизма, его детали. Назначение метки на торце шестерни кулачкового вала.
8. Элементы распределительного вала и их назначение.

9. У какого клапана диаметр тарелки больше и почему?
10. Отличие газораспределительных механизмов с верхним и нижним расположением клапанов.
11. Конструкция кулачка и работа клапанного механизма?
12. Фазы газораспределения.
13. Как фиксируется распределительный вал от осевого смещения?
14. Перечислите основные неисправности газораспределительного механизма.

## **4 Практическая работа № 4 Система охлаждения и система смазки двигателей**

Время выполнения работы – 1 час.

**Цель работы:** Изучение назначения, устройства и работы системы охлаждения и системы смазки двигателей большегрузных автомобилей.

**Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению практической работы:**

- назначение системы охлаждения;
- какие бывают системы охлаждения по применению охлаждающей среды?
- назначение системы смазки;
- способы смазки деталей двигателя;
- приборы и детали системы смазки.

**Задачи практической работы:**

- изучить назначение, устройство систем охлаждения двигателей ЗИЛ, КамАЗ, ЯМЗ;
- изучить назначение и устройство жидкостного насоса, радиатора, вентилятора, термостата, гидромуфты;
- изучить процесс циркуляции жидкости в системе по малому и большому кругу (особое внимание обратить на конструкцию и работу гидромуфты);
- изучить назначение, устройство и принцип работы системы смазки;
- изучить назначение, устройство и работу насоса, центрифуги, радиатора (особое внимание необходимо обратить на способы смазки трущихся пар: поршень - цилиндр, подшипник - шейка (коренная, шатунная), палец поршневой - втулка, толкатель - кулачок, опорная шейка кулачкового вала - втулка и др.).

## 4.1 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 до 108...119°C и снижается ее расход на испарение.

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

В жидкостную систему охлаждения входят: жалюзи или шторка, радиатор, пробка радиатора, вентилятор, жидкостный насос, рубашка охлаждения блока и головок цилиндров, термостаты, гидромуфта (для двигателей КАМАЗ), патрубки, шланги, сливные краны, радиатор отопителя, расширительный бачок, датчик и указатель температуры и контрольная лампа.

*Жалюзи или шторки* устанавливаются перед радиатором и служат для регулирования потока воздуха проходящего через радиатор. Шторки устанавливаются на автомобилях МАЗ, на всех остальных изучаемых большегрузных 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 закреплен 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 кипения жидкости и при разрежении, образующемся при остывании жидкости.

*Вентилятор* служит для создания потока воздуха проходящего через сердцевину радиатора с целью интенсивного отвода тепла. На двигателях ЗИЛ и ЯМЗ устанавливаются шестилопастные вентиляторы, на двигателе КамАЗ - пятилопастной. Привод вентилятора на двигателе ЗИЛ ременный, на КамАЗ гидравлический, на ЯМЗ шестеренчатый.

*Жидкостной 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 двигателей.

На двигателе автомобиля КамАЗ вентилятор расположен отдельно от жидкостного насоса и приводится в действие через гидравлическую муфту. Кроме привода вентилятора гидромуфта гасит инерционные нагрузки, возникающие при резком изменении частоты вращения коленчатого вала.

Автоматическое включение вентилятора происходит при повышении температуры охлаждающей жидкости, омывающей термосилового датчик. При температуре охлаждающей жидкости 85 °С клапан датчика открывает масляный канал в корпусе включателя и рабочая жидкость — моторное масло — поступает в рабочую полость гидромуфты из главной магистрали смазочной системы двигателя.

*Термостат* служит для ускорения прогрева холодного двигателя и предохранения его от переохлаждения при движении автомобиля. На двигателе ЗИЛ установлен один термостат, находящийся в передней части водосборной трубы на выходе охлаждающей жидкости из двигателя. На двигателе КамАЗ термостаты размещены в коробке, закрепленной на переднем торце правого блока цилиндров. На двигателях ЯМЗ термостаты установлены в специальных коробках, которые крепятся к верхним водосборным трубопроводам обоих рядов блока цилиндров. Полости термостатных коробок соединены между собой перепускной трубой.



*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. Датчики размещают в головке цилиндров, в водоотводящей трубе, впускном трубопроводе или в верхнем бачке радиатора.

## **4.2 Назначение системы смазки**

Система смазки двигателей предназначена для подвода масла к трущимся поверхностям, частичного охлаждения их 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 самотеком, разбрызгиванием и масляным туманом.

Система смазки состоит из поддона, маслоприёмника, насоса, фильтров, масляных магистралей, масляных клапанов, радиаторов, маслозаливного патрубка. 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 и является фильтром грубой очистки. Фильтром тонкой очистки является центрифуга. Из главной масляной магистрали масло под давлением поступает к коренным подшипникам коленчатого вала, опорам распределительного вала и в полуось коромысел. От коренных подшипников через отверстия в шейках и щеках 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 подается 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.

Для охлаждения масла двигателя снабжены масляным радиатором, установленным впереди жидкостного радиатора.

### **4.3 Основные элементы системы смазки**

*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 одна сливная пробка (двигатели ЗИЛ, КамАЗ, ЯМЗ-236) и две в поддоне для двигателя ЯМЗ-238.

*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 применяется насос шестерёнчатого типа, двухсекционный.

В двигателе ЗИЛ насос установлен снаружи справа на блоке цилиндров. От основной секции насоса масло подаётся в корпус фильтра тонкой очистки (центрифугу), далее в распределительную камеру. Из распределительной камеры масло нагнетается в левый и правый магистральные каналы, а из них поступает к коренным подшипникам коленчатого вала, подшипникам распределительного вала и толкателям. В корпусе основной секции установлен редукционный клапан. При превышении давления 320 кПа клапан открывается и масло из нагнетательной перекачивается во всасывающую полость. В корпусе радиаторной секции установлен перепускной клапан, отрегулированный на давление 120 кПа.

В двигателе КамАЗ масляный насос установлен в поддоне и крепится к нижней части блока цилиндров. Из нагнетающей секции через канал в правой стенке блока масло подаётся в корпус полнопоточного фильтра, оттуда в масляную магистраль. Из главной масляной магистрали масло под давлением по каналам подводится к подшипникам коленчатого вала, подшипникам распределительного вала, к втулкам коромысел, подшипникам ТНВД и компрессора. К верхним сферическим наконечникам штанг механизма газораспределения масло подаётся пульсирующей струей, а к остальным деталям разбрызгиванием и самотеком. Из главной магистрали масло под давлением подаётся к расположенному в переднем торце блока термосиловому датчику и при автоматическом режиме, далее в гидромуфту. В нагнетающей секции установлен предохранительный клапан, открывающийся при давлении масла 800-850 кПа. Масло из радиаторной секции насоса поступает к фильтру центробежной очистки, затем в радиатор, а из него в поддон.

В двигателях ЯМЗ масляный насос установлен в поддоне на крышке переднего коренного подшипника. Основная секция нагнетает масло в фильтр грубой очистки, отсюда в главную масляную магистраль, выполненную в блоке цилиндров с левой стороны. Далее масло поступает к коренным и шатунным подшипникам коленчатого вала, поршневым пальцам, подшипникам распределительного вала, разрезной оси, втулкам и пятам толкателей, штангам, коромыслам клапанов. Часть масла (около 10%) по отдельному каналу поступает к фильтру тонкой очистки, откуда сливается в поддон двигателя. В корпусе основной секции установлен редукционный клапан, предназначенный для ограничения давления в главной магистрали. Клапан открывается и перепускает масло в поддон двигателя при давлении на выходе масла из насоса более 700-750 кПа. Радиаторная секция подаёт масло в радиатор. Охлажденное масло сливается в поддон. В корпусе радиаторной секции установлен предохранительный клапан. Он открывается при давлении масла на выходе 80-120 кПа и защищает масляный радиатор от повреждений во время пуска двигателя и при засорении трубок.

Основная секция нагнетает масло в масляную магистраль, а радиаторная - в масляный радиатор. Основная и радиаторная секции имеют по две шестерни с прямыми зубьями, размещенными в корпусах, разделенных проставкой. Секции соединены между собой болтами. Шестерни основной секции имеют широкие зубья, а шестерни радиаторной секции - узкие. Ведущие шестерни обеих секций закреплены на ведущем валике, вращающемся в двух бронзовых втулках. Ведомая шестерня основной секции напрессована на ось ведомых шестерен, вращающуюся в двух втулках, а ведомая шестерня радиаторной секции свободно насажена на ось. Масло в обе секции поступает по трубе, на конце которой укреплен маслоприёмник, имеющий сетчатый фильтр из стальной проволоки. Привод насоса осуществляется от шестерни коленчатого вала через промежуточную шестерню и ведомую шестерню привода насоса.

При вращении шестерен обеих секций их зубья захватывают масло и гонят его по стенкам корпуса насоса к выходным отверстиям в масляную магистраль и к

радиатору. Производительность основной секции насоса равна 140 л/мин, а радиаторной — 25 л/мин.

*Масляный фильтр грубой очистки* – полнопоточный, с двумя фильтрующими элементами для двигателя КамАЗ и с одним фильтрующим элементом для двигателей ЯМЗ.

На двигателе КамАЗ полнопоточный фильтр крепится к правому боку блока цилиндров. В фильтре применяются сменные бумажные фильтрующие элементы с повышенной пропускной способностью. В корпусе фильтра установлен перепускной клапан, обеспечивающий подачу масла в главную магистраль при засорении фильтра.

На двигателях ЯМЗ фильтр грубой очистки установлен в передней части двигателя с левой стороны. Фильтрующий элемент представляет собой каркас, обтянутый латунной сеткой. При засорении или замене масла фильтрующий элемент промывается и устанавливается для дальнейшей эксплуатации. В корпусе фильтра устанавливается перепускной клапан.

*Фильтр центробежной очистки масла* (центрифуга) обеспечивает очистку масла от более мелких частиц, а также от продуктов окисления и осмоления масла. Устанавливается на всех изучаемых моделях двигателей.

На двигателе ЗИЛ масляный фильтр один. Им является полнопоточная центрифуга, включенная в систему смазки последовательно. В корпусе фильтра установлен перепускной клапан. Он предназначен для перепуска части масла в распределительную камеру, минуя центрифугу, при значительном износе подшипников коленчатого вала в связи с увеличением расхода масла. Часть масла проходит через перепускной клапан при пуске двигателя в холодное время из-за большой вязкости.

На двигателе КамАЗ центрифуга установлена в передней части двигателя, справа. При работе двигателя масло из радиаторной секции насоса под давлением подается в фильтр, обеспечивая вращение ротора. Под действием центробежных сил механические частицы отбрасываются к стенкам колпака ротора и задерживаются, а очищенное масло через отверстие в оси ротора и трубку поступает в масляный

радиатор или через сливной клапан в корпусе фильтра в поддон блока цилиндров. В корпусе фильтра установлен перепускной клапан, отрегулированный на давление 600-650 кПа, и ограничивает максимальное давление перед центрифугой.

На двигателях ЯМЗ центрифуга установлена в передней части двигателя слева. Фильтр включен в систему параллельно и пропускает около 10% поступающего в двигатель масла.

*Масляный радиатор* установлен перед радиатором системы охлаждения. На автомобилях с двигателем ЯМЗ-238 устанавливается два масляных радиатора.

*Система вентиляции картера* у двигателей ЗИЛ замкнутая с отводом картерных газов во впускной трубопровод двигателя через специальный клапан, сообщающий внутреннюю полость двигателя через шланг с воздушным фильтром. При работе двигателя с максимально открытыми дроссельными заслонками вакуум уменьшается и шарик клапана опускается вниз. При работе двигателя с закрытыми дроссельными заслонками под действием вакуума во впускном трубопроводе шарик клапана поднимается вверх и уменьшает площадь проходного сечения до величины, необходимой для прохода малого количества газов, прорывающихся в картер двигателя.

В зависимости от режима работы двигателя происходит либо отвод картерных газов в воздушный фильтр, либо поступление свежего воздуха из воздушного фильтра в картер двигателя.

В двигателях КамАЗ система вентиляции картера открытая, без принудительного удаления газов. Картерные газы проходят через сапун-уловитель, отделяющий частицы масла от вытесняемых газов.

В двигателях ЯМЗ вентиляция картера осуществляется через сапун расположенный в задней стенке левого ряда цилиндров, который сообщает внутреннюю полость картера с атмосферой.

## 4.4 Содержание отчёта

### Отчёт должен содержать:

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

Таблица 4.1 – Основные параметры системы охлаждения двигателей

Наименование параметра	Модель двигателя			
	ЗИЛ	КамАЗ	ЯМЗ-236	ЯМЗ-238
Тип системы охлаждения				
Тип радиатора				
Тип термостата				
Температура начала открытия клапана термостата				
Оптимальная температура охлаждающей жидкости				

Таблица 4.2 – Сравнение основных показателей системы смазки

Наименование параметра	Модель двигателя			
	ЗИЛ	КамАЗ	ЯМЗ-236	ЯМЗ-238
Тип системы смазки				
Количество клапанов в системе смазки				
Количество фильтров в системе смазки				
Количество масляных радиаторов				
Объём системы смазки				

## 4.5 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. На каких автомобилях в системе охлаждения применяются шторки?  
Конструкция и принцип их работы.
6. Назначение, конструкция термостата и принцип его работы.
7. Преимущества и недостатки открытой и закрытой жидкостной системы охлаждения.
8. Преимущества и недостатки воздушного и жидкостного охлаждения.
9. Жидкости, применяемые в системе охлаждения. Требования, предъявляемые к охлаждающей жидкости.
10. Назначение и принцип работы гидромурфты.
11. Способы смазки деталей двигателя. Смазка 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 и клапанов, втулки коромысел, концы штанг и др. детали.
14. Назначение, основные детали и работа масляного насоса двигателя.  
Привод масляного насоса.
15. Назначение, устройство и принцип работы полнопоточного фильтра и центрифуги.
16. Как и для чего осуществляется вентиляция картера двигателя?



## **5 Практическая работа № 5 Система питания карбюраторного двигателя. Система питания двигателя газом**

Время выполнения работы – 1 час.

**Цель работы:** Изучение назначения, устройства и работы системы питания карбюраторного двигателя, устройства и принципа действия двигателей, работающих на сжиженном газе.

**Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению практической работы:**

- назначение систем питания;
- основные узлы и приборы системы питания карбюраторного двигателя;
- основные приборы и оборудование двигателей, работающих на сжиженном газе.

**Задачи практической работы:**

- изучить назначение, устройство, взаимодействие деталей системы питания двигателя ЗИЛ-508.10;
- изучить назначение, устройство, принцип действия карбюратора при различных режимах работы двигателя;
- изучить назначение, устройство и работу ограничителя максимальных оборотов двигателя;
- изучить назначение, устройство и принцип действия двигателей, работающих на сжиженном газе;
- изучить назначение, устройство, принцип работы редуктора, смесителя, электромагнитного клапана.

## 5.1 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 трубопровод, выпускной трубопровод и глушитель.

Запас топлива для работы двигателя хранится в баке, от которого топливо подается 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.

Для получения 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, ускорительный насос, экономайзер, а также систему принудительного холостого хода.

*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 a rich mixture, ensuring economical engine work under load. In the main dosing system, there is always a device for compensation (regulation of composition) of the mixture, necessary for economical engine work at varying loads and crankshaft speed.

*Ускорительный насос* enriches the fuel mixture during sudden throttle opening, while the *экономайзер* — at full load, to obtain maximum engine power.

*Карбюратор К-90* is installed on the engine ZIL-508.10. It is standardized with the carburetor K-88T, which can also be installed on this engine. The main difference of the carburetor K-90 — this is installed in the channels of the idle system two electromagnetic valves and contacts of the angular position sensor of the throttle plates, which enter the automatic control system of the forced idle (CAU ЭПХХ). The system consists of an electronic control unit, two electromagnetic valves and sensors of crankshaft speed, temperature of the cooling liquid and angular position of the throttle plates.

*Ограничители максимальной частоты вращения коленчатого вала* are installed on the engines of trucks to exclude excessive wear of engine parts.

The centrifugal-vacuum speed limiter of the crankshaft of the engine ZIL-508.10 consists of a centrifugal sensor, located on the cover of the distributor gears, and a diaphragm mechanism of speed limitation, attached to the lower part of the carburetor body.

*Топливный бак* of the car is stamped and welded from leaded steel. Internal partitions of the tank increase its rigidity and reduce hydraulic shocks during fuel splashing.

The tank is filled with fuel through the neck, which is closed with a hermetic cap, thanks to which the loss of fuel from evaporation is reduced. The cap of the tank

устроена аналогично пробке радиатора системы охлаждения двигателя: в ней имеются паровой и воздушный клапаны.

*Топливные фильтры.* Для обеспечения надежной работы карбюратора в системе питания устанавливают следующие топливные фильтры: сетчатый фильтр в горловине топливного бака, сетчатый фильтр на топливозаборнике, фильтр-отстойник, укрепленный на кронштейне около топливного бака; сетчатый фильтр в топливном насосе; фильтр тонкой очистки топлива, помещенный между топливным насосом и карбюратором; сетчатый фильтр в крышке поплавковой камеры.

*Воздушный фильтр.* С помощью воздушного фильтра поступающий в карбюратор воздух очищают от пыли, что важно для уменьшения износа деталей двигателя.

В системе питания двигателя ЗИЛ-508.10 установлен инерционно-масляный фильтр.

*Впускной трубопровод* двигателя ЗИЛ-508.10 отлит из алюминиевого сплава и 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.

*Выпускной трубопровод* отливают из чугуна. Его крепят к головкам цилиндров со стороны, противоположной впускному трубопроводу. К выходному патрубку выпускного трубопровода присоединена приемная труба глушителя. Каждый ряд цилиндров имеет отдельный выпускной трубопровод.

*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.

## **5.2 Назначение и устройство двигателей, работающих на сжиженном газе**

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 обеспечивая более полное сгорание, меньше выделяется токсичных веществ в атмосферу. Кроме этого газ в отличие от бензина не разжижает моторное масло, а это гарантирует уменьшение износа деталей двигателя.

Для работы на сжатых и сжиженных газах используют серийные автомобили с карбюраторными двигателями. Некоторые двигатели специально приспособливают для работы только на газе. Рабочий цикл двигателя, работающего на газе, такой же, как и у карбюраторного, но устройство и работа агрегатов системы питания существенно отличаются.

Базовая модель грузовых газобаллонных автомобилей семейства ЗИЛ, работающих на сжиженном газе - ЗИЛ-4318. Сжиженный газ содержится в баллоне. Газ из баллона по трубкам через расходный вентиль, электромагнитный клапан-фильтр, испаритель и газовый фильтр поступает к редуктору. Редуктор снижает давление газа до рабочего и подаёт его через соответствующие трубопроводы в газовый смеситель. Через патрубок газового смесителя сверху поступает воздух, который вместе с поступившим в смеситель газом образует газоздушную смесь, отводимую затем через впускную трубу в цилиндры двигателя.

Редуктор низкого давления служит для снижения давления газа до значения, 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.

*Газовый смеситель* служит для приготовления горючей (газовоздушной) смеси в газобаллонных автомобилях. 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 (карбюратор-смеситель).

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

Карбюратор-смеситель изготавливают на базе стандартных двухкамерных карбюраторов.

*Баллон для сжиженного газа* изготавливают из стали. На нем размещают расходный жидкостный, паровой и наполнительный вентили и предохранительный клапан, а также устанавливают датчик указателя уровня сжиженного газа.

*Испаритель сжиженного газа* предназначен для преобразования газового топлива из жидкой фазы в газообразную. Алюминиевый корпус испарителя состоит из двух частей. Внутренние полости испарителя обогреваются жидкостью из системы охлаждения двигателя, которая подогревает проходящий по каналам газ.

*Электромагнитный клапан-фильтр* состоит из корпуса, электромагнита с клапаном, фильтрующего элемента, подводящего и отводящего газ штуцеров. При выключенном зажигании клапан под действием пружины закрыт и не пропускает газ в редуктор. При включении зажигания клапан открывается, и очищенный от механических примесей газ поступает через испаритель в редуктор и далее в смеситель.

### 5.3 Содержание отчёта

#### Отчёт должен содержать:

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

Таблица 5.1 – Основные параметры системы питания двигателей

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

## 5.4 Контрольные вопросы

1. Назначение, основные части и работа системы питания карбюраторного двигателя.
2. Режимы работы двигателя. Дозирующие приспособления карбюратора. Какие системы карбюратора обеспечивают нормальную работу при пуске, холостых оборотах, средних и максимальных оборотах, ускорении автомобиля?
3. Назначение, устройство, работа ускорительного насоса.
4. Назначение, устройство, работа экономайзера.
5. В чем заключается принципиальная разница в системах питания двигателя карбюраторного и дизельного?
6. Назначение, устройство и принцип работы главной дозирующей системы, системы холостого хода, системы пуска холодного двигателя.
7. Каковы особенности конструкции газобаллонной установки, работающей на сжиженном газе?
8. Работа редуктора на различных режимах (пуск, холостой ход, нагрузки).
9. Почему в конструкции газобаллонной установки устанавливают фильтры?
10. Назначение и принцип работы испарителя.
11. Сколько и какие вентили установлены на баллоне с газом?

## **6 Практическая работа № 6 Система питания дизельного двигателя**

Время выполнения работы - 1 час.

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

**Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению практической работы:**

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

**Задачи практической работы:**

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

### **6.1 Устройство и работа системы питания дизеля**

В отличие от карбюраторных двигателей, в цилиндры которых поступает готовая горючая смесь из карбюратора, горючая смесь у дизелей образуется непосредственно в цилиндрах, куда топливо и воздух подаются отдельно. Это отличие определяет особенности устройства системы питания дизелей.

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



На дизельные автомобили КамАЗ, МАЗ, КрАЗ и УРАЛ устанавливают четырехтактные V-образные дизели Ярославского и Камского моторных заводов (ЯМЗ, КамАЗ) — 6-цилиндровые ЯМЗ-236, 8-цилиндровые ЯМЗ-238 и КамАЗ-740.

Система питания дизеля состоит из топливного насоса высокого давления, топливоподкачивающих насосов, форсунок, фильтров грубой и тонкой очистки, топливопроводов низкого и высокого давления, топливного бака.

*Топливный насос высокого давления (ТНВД)* плунжерного типа предназначен для подачи под высоким давлением в форсунки в определённые моменты времени строго дозированных порций топлива.

Кулачковый вал ТНВД вращается в роликоподшипниках, установленных в прикрепленных к корпусу насоса крышках. Для увеличения подачи топлива поворачивают плунжер поворотной втулкой, которая через ось поводка соединена с рейкой насоса. Рейка перемещается в направляющих втулках по каналу, который закрыт пробкой. Топливо к насосу подводится через специальный штуцер, к которому болтом крепится трубка низкого давления. Далее по каналам в корпусе оно поступает к нагнетательным секциям.

В корпусе насоса имеются восемь секций, каждая из которых состоит из корпуса, втулки плунжера, плунжера, поворотной втулки, нагнетательного клапана, прижатого через уплотнительную прокладку к втулке плунжера штуцером.

Плунжер совершает возвратно-поступательное движение под действием кулачка вала и пружины.

*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.

*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.

*Форсунка* предназначена для впрыска, распыления топлива и равномерного распределения его по объёму камеры сгорания.

В системе питания дизелей установлен поршневой подкачивающий насос. Его корпус прикреплён к корпусу насоса высокого давления. На корпусе подкачивающего насоса установлен насос ручной подкачки топлива, который служит для наполнения системы топливом и удаления попавшего в неё воздуха.

*Топливные фильтры* грубой и тонкой очистки повышают работоспособность топливной аппаратуры, которая в значительной степени зависит от чистоты топлива.

*Топливопроводы низкого и высокого давления.* Последние изготовлены из специальных очищенных от окалины стальных трубок. Их концы, изготовленные высадкой в форме конуса, прижаты накидными гайками (через шайбы) к конусным гнездам штуцеров топливного насоса и форсунок. Во избежание поломок от вибрации топливопроводы закреплены специальными скобами и кронштейнами.

При подсоединении топливопроводов низкого давления устанавливают уплотнительные шайбы толщиной 1,5 мм.

*Топливный бак* предназначен для размещения запаса топлива, необходимого для работы двигателя. Конструкция его аналогична конструкции бензинового топливного бака.

*Система питания дизельных двигателей воздухом* предназначена для забора воздуха, очистки его от пыли и распределения по цилиндрам.

Система очистки воздуха, установленная на автомобилях, двухступенчатая. Первая ступень очистки - моноциклон, собирающий пыль в бункер, вторая ступень - бумажный фильтрующий элемент.

## **6.2 Содержание отчёта**

### **Отчёт должен содержать:**

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

Таблица 6.1 – Основные параметры системы питания двигателей

Наименование параметра	Модель двигателя		
	КамАЗ	ЯМЗ-236	ЯМЗ-238
Тип топливного насоса высокого давления			
Давление впрыска топлива в цилиндр			
Тип фильтра грубой очистки			
Тип фильтра тонкой очистки			
Количество секций топливного насоса			

### 6.3 Контрольные вопросы

1. Принципиальная разница системы питания карбюраторного двигателя и дизеля.
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 нормальная 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 Практическая работа № 7 Система зажигания и электрического пуска**

Время выполнения работы - 1 час.

**Цель работы:** Изучение назначения, устройства и принципа действия систем зажигания и электрического пуска

**Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению практической работы:**

- назначение системы зажигания и электрического пуска;
- основные элементы систем зажигания и электрического пуска, их конструкция и назначение.

**Задачи практической работы:**

- изучить назначение, устройство и принцип действия существующих систем зажигания;
- изучить назначение, устройство и принцип действия систем пуска карбюраторных и дизельных двигателей.

### **7.1 Назначение и принцип работы различных 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 карбюраторных 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 и бесконтактной 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 исчезают 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 20 - 24 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.

Коммутатор смонтирован в оребрѐнном корпусе из цинкового сплава. В корпусе находятся транзистор и импульсный трансформатор.

Бесконтактная система зажигания подобна контактно-транзисторной системе зажигания, только управление транзистором в ней происходит не через контактный прерыватель, а посредством бесконтактного датчика. Таким датчиком может быть любой преобразователь угла поворота коленчатого вала двигателя в электрический сигнал. На отечественных автомобилях ЗИЛ применяют бесконтактные системы зажигания с магнитоэлектрическим датчиком.

При вращении ротора распределителя один из его магнитных полюсов проходит около сердечника статора, и в обмотке наводится ЭДС. Если ее направление совпадает с проводимостью перехода база - эмиттер транзистора, то последний «открывается», и ток течет по следующей цепи: «+» аккумуляторной батареи - выключатель зажигания - первичная обмотка - переход коллектор  $K$  - эмиттер  $\mathcal{E}$  транзистора - «масса» - вывод «-» аккумуляторной батареи.

Когда около сердечника пройдет следующий полюс магнита ротора другой полярности, в обмотке снова наводится ЭДС, но противоположного направления. Тогда транзистор «закрывается» и размыкает цепь электрического тока, проходившего через первичную обмотку катушки зажигания. Поэтому в её вторичной обмотке наводится ЭДС высокого напряжения, которое подводится к искровой свече.

Для образования одной искры нужно, чтобы около сердечника статора прошли два разнополюсных зубца ротора, поэтому общее число полюсов в 2 раза больше числа цилиндров двигателя.

В отличие от контактной системы зажигания у бесконтактной контролируют не начало размыкания контактов, а момент искрообразования в свече зажигания, который соответствует совпадению меток, нанесённых на роторе и статоре. Эти метки используют при установке угла опережения зажигания.

Разновидностью бесконтактных систем зажигания являются электронные системы зажигания.

В современных многоканальных электронных системах зажигания распределитель отсутствует. Синхронизация и генерация искры производится электронными цепями под управлением программы в ЭБУ.

На дорогих автомобилях используются наиболее совершенные многоканальные системы зажигания с отдельными катушками для каждого цилиндра.

На высокооборотных ДВС применяются системы зажигания с накоплением энергии в электрическом поле конденсатора, который затем разряжается через повышающий трансформатор на искровой промежуток свечи зажигания.

## **7.2 Назначение и принцип работы системы электрического пуска**

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

Система электропуска карбюраторных 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.

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

## **7.3 Содержание отчёта**

**Отчёт должен содержать:**

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- три схемы систем зажигания.

## **7.4 Контрольные вопросы**

1. Какие системы зажигания используются на автомобилях?
2. Принцип работы бесконтактной системы зажигания.
3. В чём различие систем пуска карбюраторного и дизельного двигателя?
4. Конструкция каких деталей стартера дизельного и карбюраторного двигателей существенно отличается?
5. Для чего предназначено и как работает электрофакельное устройство?



## 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. Позин, [и др.]. - М.: НИИАТ, 1994. – 779 с.
4. Михайловский, Е.В. Устройство автомобиля / Е.В. Михайловский, К.Б., Серебряков, Е.Я. Тур. – М.: Машиностроение, 1985. – 352 с.
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.: КолосС, 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. Гладов, Г.И. Легковые автомобили отечественного и иностранного производства (Новые системы и механизмы): устройство и техн. обслуживание / Г.И. Гладов, А.М. Петренко. - М.: Транспорт, 2002. - 183 с.: ил.
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. Шестопапов, С.К. Устройство, техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей: учеб. для нач. проф. образования / С.К. Шестопапов.- 2-е изд., стер. - М.: ИРПО: Академия, 2000. - 544 с.

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.