

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра тракторов и автомобилей

КОНСТРУКЦИЯ И УСТРОЙСТВО ТРАКТОРОВ  
И АВТОМОБИЛЕЙ

В двух частях

Часть 1

Автотракторные двигатели

*Лабораторный практикум*

Минск  
БГАТУ  
2009

УДК 629.3.01(07)  
ББК 39.3  
Д 65

Рекомендовано научно-методическим советом аграмеханического  
факультета БГАТУ.

Протокол № 11 от 26 января 2009 г.

Авторы:  
д-р техн. наук *А.И. Бобровник*;  
ст. преподаватель *Т.А. Варфоломеева*;  
ассистент *Д.Г. Лопух*;  
ассистент *В.М. Головач*

Рецензенты:  
д-р техн. наук, проф. БНТУ *В.П. Бойков*;  
канд. техн. наук, доц. БГАТУ *Г.И. Радишевский*

Д 65 **Конструкция автотракторных двигателей.** В 2-х ч.  
Ч. 1. Автотракторные двигатели : лаб. практикум / А.И. Боб-  
ровник [и др.]. – Мн.: БГАТУ, 2009. – 90 с.  
ISBN 978-985-519-139-2.

Издание включает семь лабораторных работ. Каждая работа содер-  
жит сведения о назначении, агрегата или системы, принципе их действия,  
специфических требованиях, предъявляемых к ним. К каждой работе да-  
ны контрольные вопросы для проверки усвоения материала и вопросы  
для самостоятельного изучения.

УДК 629.3.01(07)  
ББК 39.3

ISBN 978-985-519-139-2 (ч. 1)  
ISBN 978-985-519-138-5

© БГАТУ, 2009

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
Лабораторная работа 1 «Кривошипно-шатунный, газораспределительный механизмы двигателей» .....	5
Лабораторная работа 2 «Система охлаждения двигателей» .....	28
Лабораторная работа 3 «Система смазки двигателей» .....	39
Лабораторная работа 4 «Система питания карбюраторных двигателей. Карбюратор»	52
Лабораторная работа 5 «Работа карбюраторных двигателей на СПГ» .....	63
Лабораторная работа 6 «Система питания дизельных двигателей» .....	76
Литература .....	89

## Введение

Инженеры, занимающиеся созданием или эксплуатацией авто-тракторной техники, должны хорошо знать конструкции механизмов и узлов современных тракторов и автомобилей, уметь анализировать их достоинства и недостатки.

Первые инженерные знания в указанной области студенты специальности: 1-74 06 01 «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства», 1- 74 06 03 «Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве», 1- 74 06 06 «Материально-техническое обеспечение АПК», 1- 74 06 07 «Управление охраной труда в сельском хозяйстве» получают при изучении дисциплины «Трактора и автомобили», раздел «Конструкция и устройство тракторов и автомобилей». Опыт преподавания этой дисциплины показывает, что наиболее эффективное изучение агрегатов тракторов и автомобилей достигается в процессе выполнения лабораторных работ: сначала преподаватель излагает основные положения теории, касающиеся изучаемого агрегата или системы, а затем студенты, используя методические пособия, плакаты, агрегаты и элементы систем, самостоятельно изучают их конструкцию.

В издании «Конструкция и устройство тракторов и автомобилей», часть 1 «Автотракторные двигатели», описаны лабораторные работы, каждая из которых рассчитана на 2 или 4 часа аудиторных занятия. Приведены сведения о назначении агрегата или системы, принципе их действия, специфических требованиях, предъявляемых к ним. В конце описаний работ даны контрольные вопросы для проверки степени усвоения материала. Вопросы для самостоятельного изучения.

Раздел « Конструкция и устройство тракторов и автомобилей» является основополагающим для изучения других дисциплин будущими инженерами.

## **Лабораторная работа 1** **«Кривошипно-шатунный, газораспределительный** **механизмы двигателей»**

### **Цель работы:**

- 1) согласно операционной карте провести частичную разборку кривошипно-шатунного, газораспределительного механизмов двигателей (по выбору преподавателя);
- 2) изучить назначение, конструкцию, принцип работы агрегатов и узлов кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, выявить возможные неисправности, определить способы их устранения, устранить;
- 3) согласно операционной карте провести сборку и регулировку кривошипно-шатунного, газораспределительного механизмов двигателей.

### **Материальное обеспечение и приборы:**

- 1) разрезные двигатели Д-240, Д-260, ЗМЗ-53, ЗИЛ-130 и СМД-62;
- 2) макеты, отдельные детали и узлы механизмов;
- 3) комплект плакатов, схем, инструкции и методические указания;
- 4) набор инструмента.

### **Последовательность выполнения работы**

#### 1. Самостоятельная работа.

- самостоятельно подготовиться к лабораторной работе [1, 20–84 с.];
- подготовить отчет;
- изучить инструкцию по технике безопасности при выполнении работы.

#### 2. Работа в лаборатории.

- пройти контроль или входное тестирование на подготовленность к выполнению работы;
- предварительно разделив подгруппу на звенья по 3–5 человек, на рабочих местах проверить наличие материального обеспечения и пособий в соответствии с перечнем;
- согласно операционной карте произвести частичную разборку кривошипно-шатунного, газораспределительного механизмов двигателя, узлов, агрегатов;
- изучить назначение, конструкцию, принцип работы агрегатов и узлов кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, выявить возможные неисправности, определить способы

- их устранения, устранить;
- согласно операционной карте провести сборку КШМ и ГРМ, узлов, агрегатов. Провести регулировки;
- привести в порядок рабочее место и сдать учебному мастеру;
- оформить отчет, ответить на контрольные вопросы.

### **Методические указания к выполнению работы**

1. В ходе самостоятельной подготовки к выполнению данной лабораторной работы повторите назначение кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, узла и агрегатов, устройство, принцип работы. Особенности конструкций кривошипно-шатунных и газораспределительного механизмов, агрегатов и узлов других двигателей. Способы и приемы выполнения разборочно-сборочных работ. Проанализируйте влияние технического состояния кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, агрегатов, узлов на экономичность и экологическую безопасность двигателя.

2. Рассмотрите на двигателе трактора расположение сборочных единиц кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, агрегатов и узлов. Используя плакаты, изучите общее устройство и уясните принцип работы. Согласно операционной карте выполните частичную разборку КШМ и ГРМ, узлов и агрегатов двигателя (по выбору преподавателя). Выяснив возможные неисправности, устранить их. Далее произвести сборку КШМ и ГРМ, узлов, агрегатов. Выполнить регулировки.

Кривошипно-шатунный механизм определяет тип двигателя по расположению цилиндров.

В современных двигателях применяются различные кривошипно-шатунные механизмы:

- однорядные кривошипно-шатунные механизмы с вертикальным перемещением поршней и с перемещением поршней под углом применяются в рядных двигателях;
- двухрядные кривошипно-шатунные механизмы с перемещением поршней под углом применяются в V-образных двигателях;
- одно- и двухрядные кривошипно-шатунные механизмы с горизонтальным перемещением поршней (оппозитные) находят применение в тех случаях, когда ограничены габаритные размеры двигателя по высоте.

Элементы кривошипно-шатунного механизма условно можно

разделить на две группы: неподвижные и подвижные.

К неподвижным элементам механизма относятся цилиндры, головки цилиндров, картер с подшипниками коленчатого вала и связующие детали. Все это образует корпус двигателя. Подвижные элементы механизма: поршни с кольцами и поршневыми пальцами, шатуны с подшипниками, коленчатый вал с маховиком и гасителем крутильных колебаний.

В автотракторных двигателях применяют центральные (аксиальные) и смещенные (дезаксиальные) кривошипно-шатунные механизмы. Так, в двигателях ЗМЗ-53-11, ЗМЗ-4025.10, ЗИЛ-508.10 и ЯМЗ-240БМ установлен дезаксиальный кривошипно-шатунный механизм (ось отверстия под поршневой палец смещена относительно оси цилиндров на 1,5...3 мм влево, если смотреть на двигатель спереди). В двигателях с дезаксиальным кривошипно-шатунным механизмом уменьшена вероятность появления шума от перемещения поршня от одной стенки гильзы к другой при изменении направления движения поршня.

Корпусные детали образуют остов двигателя. К ним относят цилиндры, головки цилиндров, картер, поддон, переднюю и заднюю крышки. Внутри и на наружной поверхности остова расположены сборочные единицы и детали механизмов и систем двигателя.

Блок цилиндров и картер большинства автотракторных двигателей (рисунок 1) (Д-240, Д-245, ЗИЛ-508.10, ЯМЗ-240БМ, ЗМЗ-4062.10, ЗМЗ-53-11) выполнены в одной отливке, называемой блок-картером и обладаемой большей жесткостью. Блок-картеры отливают из серого чугуна (для двигателей Д-240, ЯМЗ-240БМ, ЗМЗ-4062.10) или из алюминиевого сплава (для двигателя ЗМЗ-53-11).

Блок-картеры из алюминиевого сплава легко обрабатываемы, хорошо отводят теплоту, значительно легче чугунных и сравнительно дешевле, но их прочность ниже, чем у чугунных.

К верхней обработанной плоскости блок-картера 1 крепят головку цилиндров. При V-образной конструкции блок-картера ряды цилиндров обычно расположены под углом 90° друг к другу, следовательно, у такого блок-картера две головки цилиндров. Из-за установки на каждой шатунной шейке коленчатого вала двух шатунов блоки цилиндров V-образной конструкции смещены один относительно другого на 30...40 мм в продольном направлении, а в развале между блоками цилиндров выполнена полость (ресивер) для воздуха, подаваемого в цилиндры, закрытая сверху крышкой.

В картерной части блок-картера имеются вертикальные перегородки. В верхней части каждой перегородки расположены опоры 7 распределительного вала, а в нижней части — опоры 4 коленчатого вала.

Снизу картер закрыт поддоном, который служит резервуаром для масла и защищает картер от пыли. Поддон большинства двигателей сделан из чугуна, листовой стали или сплава алюминия.

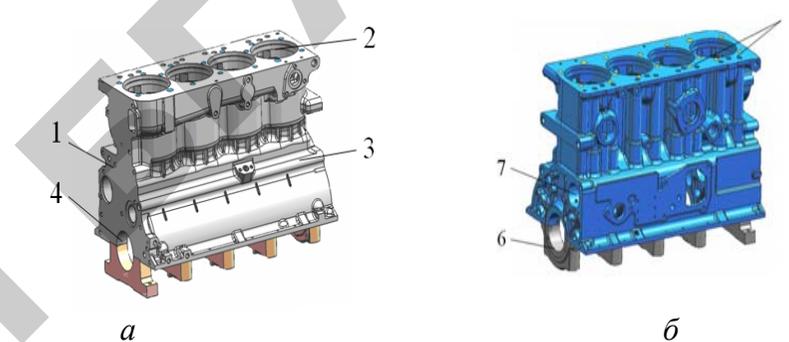


Рисунок 1 – Блок-картер дизеля:

а – Блок-картер дизеля вид справа; б – Блок-картер дизеля вид слева; 1 – блок-картер; 2 – гнезда под гильзы цилиндров; 3 – главная масляная магистраль; 4 – опора коленчатого вала; 5 – отверстия для установки штанг газораспределительного механизма; 6 – крышки коренных подшипников; 7 – опора распределительного вала

В стенках блок-картера выполнены каналы для подвода масла к трущимся поверхностям деталей и сверления для установки деталей. На внутренних и наружных поверхностях стенок предусмотрены обработанные площадки для крепления различных деталей и сборочных единиц. Так, к передней части блок-картера крепят крышку шестерен распределения, водяной насос, корпус термостата.

Цилиндр вместе с поршнем и головкой цилиндра образуют объем, в котором совершается рабочий цикл двигателя. Внутренние боковые стенки цилиндра одновременно служат направляющими поршня при его возвратно-поступательном движении. Поэтому внутреннюю рабочую поверхность цилиндра — зеркало тщательно обрабатывают (ее овальность и конусность должны быть не более 0,02 мм), чтобы обеспечить легкость движения поршня и плотное прилегание его к цилиндру.

Конструкция цилиндров в основном определяется способом охлаждения. В дизелях с воздушным охлаждением (Д-121, Д-120, Д-144) применяют чугунные ребристые цилиндры. Они могут быть изготовлены каждый в отдельности. Тогда их крепят шпильками к картеру. Для увеличения поверхности охлаждения цилиндры изготавливают с ребрами, литьем и механически не обрабатывают. При жидкостном охлаждении цилиндры выполняют в виде гильз, которые устанавливают непосредственно в блок-картер. При этом между наружной поверхностью цилиндра и внутренними стенками блок-картера должна быть предусмотрена кольцевая полость (рубашка), заполняемая охлаждающей жидкостью.

Гильзы, вставляемые в блок-картер, отливают из легированных чугунов, обладающих большой износостойкостью и высокими механическими свойствами. Применение вставных гильз позволяет увеличить срок службы блок-картера и упрощает его изготовление. Цилиндры двигателей с воздушным охлаждением гильз не имеют.

Гильзы, омываемые охлаждающей жидкостью с наружной поверхности, называют мокрыми. Их применяют в большинстве автотракторных двигателей: Д-245, Д-240, ЗМЗ-53-11, Д-260.2, ЗИЛ-508.10, ЗМЗ-4025.10, ЯМЗ-240Б. Толщина стенок мокрых гильз составляет 6...8 мм.

Однако при использовании мокрых гильз уменьшается жесткость блок-картера, возникает необходимость дополнительного уплотнения рубашки охлаждения, возможно кавитационное разрушение поверхностей.

Нижний посадочный пояс гильзы уплотняют резиновыми кольцами, которые устанавливают в выточке нижнего пояса гильзы (ЯМЗ-240Б, ЗИЛ-508.10) или в выточке блок-картера (Д-240, Д-245). В некоторых двигателях для уплотнения применяют два (ЗИЛ-508.10) или три (ЯМЗ-240Б) резиновых кольца.

Мокрые гильзы устанавливают в гнездо блок-картера так, чтобы предотвратить ее осевое перемещение и утечку жидкости из рубашки в гильзу цилиндра и поддон картера.

Сухие гильзы устанавливают по всей длине цилиндра или только в его верхней части, где наблюдается максимальный износ. Толщина стенки сухой гильзы составляет 2...4 мм. Окончательно поверхность сухой гильзы обрабатывают после ее запрессовки в блок-картер.

Головка цилиндров вместе с их стенками и днищами поршней образуют камеры сгорания. Конструкция головки цилиндров зави-

сит от формы камеры сгорания, расположения клапанов, наружных трубопроводов и системы охлаждения.

Головки цилиндров как для одиночных (Д-121, ЯМЗ-240БМ), так и для блочных конструкций (Д-245) отливают из низколегированного серого чугуна.

Головку цилиндров надевают на шпильки, ввернутые в блок-картер, и крепят гайками, которые затягивают динамометрическим ключом равномерно в последовательности, указанной в инструкции завода-изготовителя.

Если охлаждение жидкостное, то головку цилиндров выполняют с полостями, называемыми рубашкой, которая соединяется с рубашкой блок-картера. При воздушном охлаждении наружная поверхность головки имеет ребра охлаждения.

3. Рассмотрим устройство головки цилиндров дизеля Д-245, отлитой из чугуна. Против каждого цилиндра со стороны нижней плоскости головки цилиндров выполнены два отверстия — гнезда, кромки которых скошены под углом 45° и служат опорными поясками для выпускного и впускного клапанов (у двигателей Д-245, ЗМЗ-4025.10, ЗИЛ-508.10, КамАЗ-740.10 в головке цилиндров предусмотрены вставные седла клапанов, изготовленные из износостойкого сплава). Над каждым гнездом в верхней части головки в вертикальное отверстие запрессована биметаллическая направляющая втулка клапана.

Внутри головки цилиндров отверстия для клапанов переходят во впускные и выпускные каналы, которые выходят наружу. С одной стороны к головке цилиндров прикреплен выпускной, а с другой — впускной трубопроводы. Сверху на головке цилиндров установлены детали механизма газораспределения и крышка, которая закрывается колпаком.

Через восемь сквозных отверстий 5 (рисунок 1), расположенных вдоль правой стенки головки, проходят штанги толкателей.

Поршень служит для восприятия давления газов и передачи его через поршневой палец и шатун на кривошип коленчатого вала. Поршень подвержен наибольшему воздействию механических (давление на него в дизелях достигает 9 МПа) и тепловых (температура в процессе горения смеси достигает 3000 К) нагрузок. Так как поршень движется возвратно-поступательно, следовательно, неравномерно, а около середины хода — с большой скоростью (7...15 м/с), то дополнительно создаются высокие циклические инерционные нагрузки и значительные силы трения боковой по-

верхности поршня о цилиндр. Одновременно поршень выполняет функции уплотняющего элемента кривошипно-шатунного механизма и отводит теплоту от находящихся в надпоршневом пространстве горячих газов. Все это предъявляет высокие требования к конструкции поршня.

Поршни современных отечественных автотракторных двигателей отливают из алюминиевых сплавов с пониженным коэффициентом теплового расширения. Для улучшения механических свойств поршни подвергают термической обработке.

В поршне 1 (рисунок 2) различают днище 2, уплотняющую 3 и направляющую (юбку) 4 части. Форма днища может быть плоской или сложной. У дизелей днище имеет фасонную форму, зависящую от камеры сгорания 5, направления потока газов и расположения клапанов.

На внутренней стороне юбки имеются два прилива — бобышки. Они соединяются симметрично расположенными ребрами с днищем, увеличивая тем самым прочность поршня. В бобышках выполнены отверстия 6 для установки поршневого пальца 7, в которых проточены кольцевые канавки для стопорных колец.

На боковой наружной поверхности уплотняющей части (головке) поршня выполнены канавки, в которые устанавливают поршневые кольца: в верхние канавки — компрессионные 8, в нижнюю — маслосъемное 9. В головку поршня двигателей КамАЗ-740.10 и Д-245 с целью повышения его долговечности залита чугунная вставка из нирезиста (жаропрочного чугуна), в которой проточена канавка для верхнего компрессорного кольца.

Как в карбюраторных, так и в дизелях широко применяют укороченные поршни с двумя компрессионными и одним маслосъемным кольцами, расположенными выше поршневого пальца.

По окружности в канавках и фасках маслосъемных колец просверлены сквозные радиальные отверстия (дренажные), по которым избыток масла, снимаемый кольцами с рабочей поверхности цилиндра, стекает внутрь поршня, а затем в картер.

Поскольку по высоте поршень нагревается неравномерно, то и степень его расширения различна: больше у днища, меньше — у направляющей части. Поэтому диаметр верхней части (головки) поршня выполняют меньшим, чем нижней (юбки).

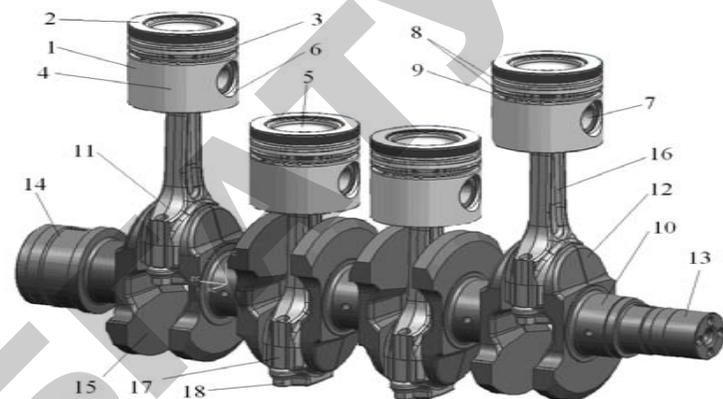


Рисунок 2 – Кривошипно-шатунный механизм двигателя Д-245:

1 – поршень; 2 – днище поршня; 3 – уплотняющая часть поршня; 4 – направляющая часть поршня; 5 – камера сгорания; 6 – отверстия для установки поршневого пальца; 7 – поршневой палец; 8 – компрессионные кольца; 9 – маслосъемное кольцо; 10 – коренная шейка; 11 – шатунная шейка; 12 – щека; 13 – носок; 14 – хвостовик; 15 – противовесы; 16 – шатун; 17 – крышка нижней головки шатуна; 18 – шатунные болты

Для получения подвижного соединения цилиндр и поршень подбирают один к другому (в холодном состоянии) с небольшим зазором по диаметру между цилиндром и юбкой поршня.

Если направляющая часть поршня овальной формы, то меньшая ось овала располагается в плоскости оси поршневого пальца. Нагреваясь, поршень сильнее расширяется в этой плоскости за счет большего количества металла, сосредоточенного в бобышках. Поэтому при работе двигателя юбка из овальной становится цилиндрической, а зазор между ней и цилиндром в различных радиальных направлениях — одинаковым. Разрезы придают направляющей части поршня пружинящие свойства и способствуют ее плотному прилеганию к стенкам цилиндров в различных температурных условиях. Поршни с разрезом на юбке устанавливают разрезом вправо, если смотреть на двигатель спереди.

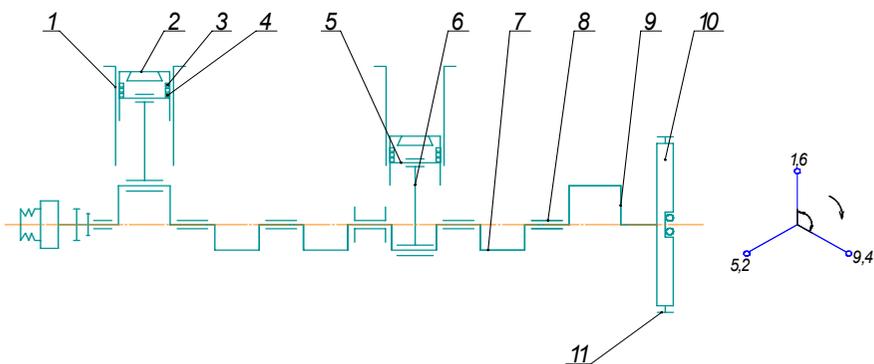


Рисунок 3 – Схема кривошипно-шатунного механизма двигателя Д-260:  
 1 – гильза; 2 – поршень; 3 – компрессионные кольца; 4 – маслосъемное кольцо;  
 5 – поршневой палец; 6 – шатун; 7 – шатунная шейка коленчатого вала; 8 – коренная шейка коленчатого вала; 9 – щека; 10 – маховик; 11 – зубчатый венец маховика

Зазор между цилиндром и юбкой поршня, если она имеет овальную форму или разрез, составляет 0,05...0,1 мм. Если же юбка поршня цилиндрической формы и без разреза, то зазор равен 0,18...0,26 мм.

Чтобы получить необходимый зазор при комплектовании цилиндров или их гильз (по внутреннему диаметру) и поршней (по диаметру юбки), последние делят на размерные группы. В дизеле Д-240 и Д-260 — три, в двигателе ЗМЗ-4025.10 — пять, а в дизеле ЯМЗ-240БМ — шесть. Метки размерной группы в этих дизелях нанесены на верхнем торце гильзы цилиндра и соответственно на днище поршня. Для получения оптимального зазора размерные группы поршней и гильз должны быть одинаковыми.

Поршни по массе подбирают так, чтобы разность их масс не превышала значения, указанного заводом-изготовителем. Например, у дизеля Д-240 разность масс поршней должна быть не более 10 г. Подбор поршней по массе нужен для уменьшения вибрации двигателя из-за неодинаковых масс возвратно-поступательно движущихся деталей.

На днище поршня большинства V-образных двигателей выполнена стрелка или метка, указывающая, как правильно устанавливать поршень в цилиндр.

Поршневые кольца по назначению делят на компрессионные (уплотняющие) и маслосъемные.

Компрессионное кольцо служит уплотнением между поршнем и стенкой цилиндра, предотвращая прорыв воздуха и газов из пространства над поршнем в картер, а также проникновение масла в камеру сгорания. Одновременно компрессионные кольца отводят теплоту от поршня к стенке цилиндра. Для обеспечения необходимой герметичности надпоршневого пространства в двигателях устанавливают два-три компрессионных кольца.

Основной материал компрессионных колец — серый перлитный хромтитаномеднистый чугун, легированный молибденом, ванадием или вольфрамом.

Компрессионные кольца для верхней поршневой канавки — обычно прямоугольной или трапециевидной формы.

Разрез в кольце называют замком. Его делают косым под углом 30...45° или прямым. Значение зазора при установке поршня в цилиндр для различных двигателей находится в пределах 0,15...0,8 мм.

Чтобы кольца свободно пружинили, их устанавливают в канавках поршня по высоте также с небольшим зазором (для различных двигателей зазор по высоте находится в пределах 0,045... 0,23 мм). Обычно зазоры в замках и по высоте у верхних поршневых колец больше, чем у нижних.

При установке кольца на поршень замки должны находиться на равных расстояниях один от другого (через 90... 120°), чтобы не образовался сплошной канал для газов.

Маслосъемные кольца необходимы для снятия излишков масла со стенки цилиндра. Если не снимать излишки масла с внутренней поверхности цилиндров, то оно, проникая в полость над поршнем и соприкасаясь с горячими газами и деталями, частично сгорает, а частично окисляется. Это вызывает повышенный расход масла и образование нагара на днище поршня, головке и стенках цилиндра.

Маслосъемные кольца бывают цельные или составные. На двигателях ЗМЗ-4062.10 применено составное маслосъемное кольцо только с одним двухфункциональным расширителем.

При сборке маслосъемного кольца замки дисков смещают один относительно другого на угол 180°, замок расширителя располагают между ними.

Поршневой палец 7 (рисунок 2) служит для шарнирного соединения поршня с шатуном. Он представляет собой стальной полый цилиндр, стенки которого имеют небольшую толщину. Палец подвергают термической обработке, чтобы получить верхний твердый

износостойкий слой (1...1,5 мм) и вязкую середину. Наружную поверхность пальца полируют.

В зависимости от способа крепления различают поршневые пальцы трех типов: закрепленные в бобышках поршня, закрепленные в верхней головке шатуна и плавающие.

В бобышках поршня палец смазывается маслом, снимаемым маслосъемным кольцом и разбрызгиваемым коленчатым валом. У некоторых двигателей в бобышках для лучшего поступления масла к трущимся поверхностям бобышек и пальца сделаны сверления.

Поршневые пальцы комплектуют по массе и наружному диаметру.

Шатун 16 (рисунок 2) передает усилие от поршня коленчатому валу в такте расширения и в обратном направлении при вспомогательных тактах.

Шатун должен быть прочным, жестким и легким. Его штампуют из высококачественной углеродистой или легированной стали, после чего подвергают механической и термической обработке.

Различают следующие элементы шатуна: верхнюю (поршневую) головку, стержень и нижнюю (кривошипную) разъемную головку, закрепляемую на шатунной шейке коленчатого вала. Стержень шатуна обычно имеет двутавровое сечение. В верхнюю головку запрессовывают бронзовую или биметаллическую втулку.

Нижняя головка — наиболее сложный конструктивный элемент шатуна. Она должна иметь высокую жесткость для надежной работы шатунных вкладышей, минимальные размеры и массу для снижения инерционных сил, плавные переходы во избежание концентрации напряжений, обеспечивать возможность демонтажа шатуна через цилиндр. Наиболее распространенные шатуны имеют кривошипную головку с прямым плоским разъемом под углом  $90^\circ$  к главной оси шатуна. Однако применяют и шатуны с разъемом нижней головки под углом  $55^\circ$ .

Крышку 17 (рисунок 2) крепят к шатуну двумя болтами 18 ввертываемыми в тело шатуна или закрепляемые с помощью гаек. От проворачивания болты удерживаются лысками, имеющимися на головках болтов или стопорными шайбами.

Крышки шатунов невзаимозаменяемы, поэтому на поверхностях обеих половин нижней головки шатуна с одной стороны ставят одинаковые метки (цифры), в соответствии с которыми соединяют крышку с шатуном. Шатуны подбирают по массе.

Шатунные и коренные подшипники представляют собой тонкостенные вкладыши, изготавливаемые из стальной ленты толщиной 1...3 мм. Их внутренняя поверхность для уменьшения трения и износа шеек коленчатого вала покрыта тонким слоем (0,08...0,1 мм) антифрикционного сплава на алюминиевой основе или свинцовистой бронзы.

Для предотвращения осевых смещений и проворачиваний вкладышей служат выступы-усики, входящие в клиновые пазы шатуна и его нижней крышки. С этой же целью вкладыш устанавливают в нижнюю головку шатуна с натягом.

Вкладыши по всей поверхности покрывают слоем олова толщиной 0,002...0,003 мм. Лужение способствует быстрой приработке внутренней поверхности вкладышей к шейке коленчатого вала, следовательно, и надежному отводу теплоты. Между вкладышами шатунного подшипника и шейкой вала предусматривают радиальный зазор для создания масляного слоя.

Вкладыши шатунных подшипников взаимозаменяемы, т. е. их можно устанавливать в шатун без подгонки по месту и при этом обеспечивается необходимый зазор между подшипником и шейкой вала.

Коленчатый вал относится к наиболее нагруженным и напряженным деталям двигателя. Механическую энергию от цилиндропоршневой группы, коленчатый вал преобразует во вращательное движение и передает это движение трансмиссии. Газовые и инерционные силы создают значительные скручивающие и изгибающие напряжения в коленчатом валу. Кроме того, периодически изменяющиеся крутящие моменты вызывают его крутильные колебания.

Коленчатый вал (рисунок 2) состоит из следующих основных элементов: коренных шеек 10, которыми вал опирается на коренные подшипники, расположенные в картере; шатунных 11 шеек, шеек 12, соединяющих коренные и шатунные шейки; носка 13; хвостовика 14. Для разгрузки коренных подшипников от действия центробежных сил инерции на щеках коленчатого вала устанавливают противовесы 15.

Коленчатые валы штампуют из высокоуглеродистой стали (для двигателей ЗИЛ-508.10, Д-245, Д-260, КамАЗ-740.10) или отливают из легированного (магниевого) чугуна (для двигателей ЗМЗ-4025.10, ЗМЗ-53-11). Все поверхности коленчатого вала, сопрягающиеся с другими деталями, подвергают механической обработке.

Для повышенной твердости и износостойкости коренные и шатунные шейки коленчатых валов подвергают термической обработке. Затем их шлифуют и полируют. Овальность и конусность шеек новых валов не должны превышать 0,015 мм.

Осевые смещения коленчатого вала ограничивают четыре сталеалюминиевых полукольца, которые размещают в проточках по торцам задней коренной опоры, или бронзовые кольца, размещенные в выточках специального корпуса, прикрепленного к переднему и др.

В шатунных шейках коленчатых валов многих автотракторных двигателей предусматривают полости для центробежной очистки масла. Эти полости называют грязеуловителями.

Маховик 10 (рисунок 3) компенсирует неравномерность вращения коленчатого вала за счет запасенной энергии, облегчая работу двигателя при разгоне машинно-тракторного агрегата и преодолении кратковременных перегрузок.

Маховик представляет собой массивный чугунный диск. Во многих автотракторных двигателях, как и в двигателях Д-245, Д-260 маховик крепят болтами к фланцу коленчатого вала. На наружную цилиндрическую поверхность маховика напрессовывают стальной зубчатый венец 11 для привода коленчатого вала от стартера при запуске двигателя.

**Механизм газораспределения** предназначен для своевременного впуска в цилиндры свежего заряда (горючей смеси или воздуха) и выпуска отработавших газов.

В двигателях автомобилей применяются газораспределительные механизмы с верхним расположением клапанов. Верхнее расположение клапанов позволяет увеличить степень сжатия двигателя, улучшить наполнение цилиндров горючей смесью или воздухом и упростить техническое обслуживание двигателя в эксплуатации.

Двигатели автомобилей могут иметь газораспределительные механизмы различных типов (рисунок 4), что зависит от компоновки двигателя и, главным образом, от взаимного расположения коленчатого вала, распределительного вала и впускных и выпускных клапанов. Число распределительных валов зависит от типа двигателя.

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

Верхнее расположение распределительного вала упрощает конструкцию двигателя, уменьшает массу и инерционные силы возвратно-поступательно движущихся деталей механизма и обеспечивает высокую надежность и бесшумность его работы при большой частоте вращения коленчатого вала двигателя.

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

При нижнем расположении распределительный вал устанавливается в блоке цилиндров рядом с коленчатым валом. Открытие и закрытие клапанов производится от распределительного вала через толкатели штанги и коромысла. Привод распределительного вала осуществляется с помощью шестерен от коленчатого вала.

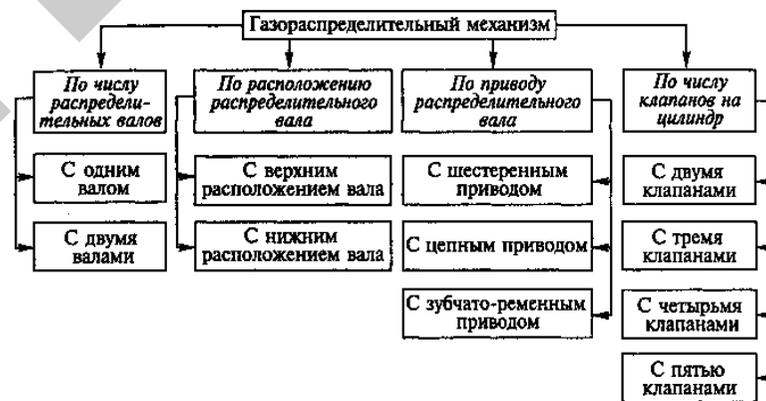


Рисунок 4 – Классификация газораспределительных механизмов

При нижнем расположении распределительного вала усложняется конструкция газораспределительного механизма и двигателя. При этом возрастают инерционные силы возвратно-поступательно движущихся деталей газораспределительного механизма. Число распределительных валов в газораспределительном механизме и число клапанов на один цилиндр зависят от типа двигателя. Так, при большем числе впускных и выпускных клапанов обеспечивается лучшее наполнение цилиндров горючей смесью и их очистка от отработавших газов. В результате двигатель может развивать большую мощность и

крутящий момент. При нечетном числе клапанов на цилиндр число впускных клапанов на один клапан больше.

Чтобы выполнялась наибольшая работа в заданном объеме цилиндра, последний должен максимально заполняться горючей смесью или воздухом. Увеличение продолжительности открытия впускного клапана способствует лучшему наполнению цилиндра двигателя. В связи с этим в автотракторных двигателях впускной клапан открывается на  $10...25^\circ$  раньше (по углу поворота коленчатого вала), чем поршень достигает ВМТ, а закрывается на  $40...70^\circ$  позже прихода поршня в НМТ.

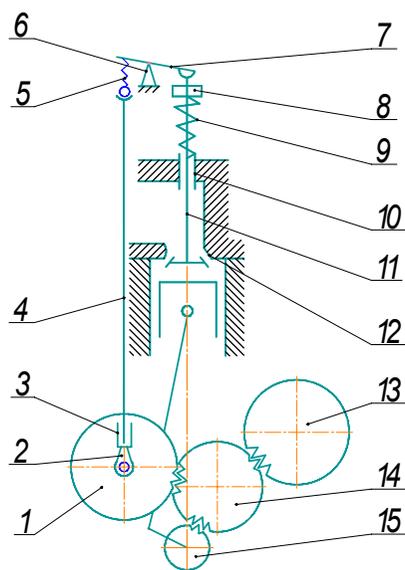


Рисунок 5 – Схема газораспределительного и кривошипно-шатунного механизма двигателя Д-260:

1 – шестерня распределительного вала; 2 – кулачок распределительного вала; 3 – толкатель; 4 – штанга; 5 – регулировочный винт; 6 – стойка с осью коромысла; 7 – коромысло; 8 – тарелка пружины клапана; 9 – пружина клапана; 10 – направляющая втулка; 11 – клапан; 12 – седло (гнездо) клапана; 13 – шестерня привода топливного насоса; 14 – промежуточная шестерня; 15 – распределительная шестерня коленчатого вала

Увеличение периода открытия выпускного клапана обеспечивает лучшую очистку цилиндра от отработавших газов и, следовательно, лучшее наполнение его воздухом или горючей смесью. Вы-

пускной клапан открывается за  $50...60^\circ$  до прихода поршня в НМТ, а закрывается за  $20...40^\circ$  после ВМТ.

Моменты открытия и закрытия клапанов зависят от профиля кулачков распределительного вала, установки его по отношению к коленчатому валу и зазоров между торцами клапанов и бойками коромысел.

Диаграмма фаз газораспределения – это круговая диаграмма, на которой показаны периоды между моментами (фазами) открытия или закрытия клапанов (или окон в двухтактных двигателях), выраженные в градусах поворота коленчатого вала.

На рисунке 6 представлена диаграмма фаз газораспределения двигателей Д-245 (а) и ЗМЗ-53 (б).

Периоды, указанные на диаграмме газораспределения, задают с учетом быстроходности двигателя: чем выше номинальная частота вращения коленчатого вала, тем они больше.

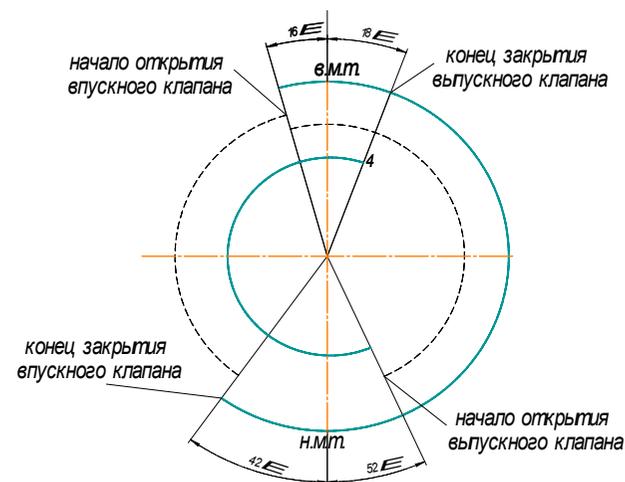


Рисунок 6 – Диаграмма фаз газораспределения

Перекрытие клапанов – период, когда впускной и выпускной клапаны открыты одновременно. Значение угла перекрытия колеблется от  $16^\circ$  до  $60^\circ$ . При перекрытии клапанов создаются хорошие условия для очистки цилиндров от отработавших газов, а утечка заряда с отработавшими газами незначительна вследствие небольшого промежутка времени перекрытия и малых проходных сечений в этот период.

К основным деталям механизма газораспределения относятся (рисунок 5) распределительные шестерни 1, 13, 14, 15 и вал, толкатели 3, штанги 4, коромысла 7, клапаны 11, направляющие втулки 10, пружины с элементами крепления 9 и седла (гнезда) 12 клапанов.

Распределительные шестерни необходимы для передачи вращения от коленчатого вала к валам: распределительному, топливного насоса, масляного насоса, гидронасоса и других механизмов. Направление вращения распределительного вала и вала топливного насоса у дизелей совпадает с направлением вращения коленчатого вала. Поэтому между шестернями этих валов устанавливают дополнительно промежуточную шестерню. Для уменьшения шума шестерни изготавливают косозубыми и у большинства двигателей располагают в передней части в специальном картере.

Шестерни коленчатого и распределительного валов устанавливают на шпонках, промежуточная шестерня большинства двигателей вращается на неподвижной стальной оси, запрессованной в стенку блок-картера.

Распределительный (кулачковый) вал служит для управления клапанами с помощью кулачков. Каждый кулачок воздействует через привод (толкатель, штангу и т. д.) на один клапан – впускной или выпускной. Кулачки изготовлены с валом как единое целое и расположены на нем в определенном порядке под разными углами в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. Профиль кулачков должен обеспечить работу двигателя с принятыми фазами газораспределения. Широко распространен выпускной (гармоничный) профиль кулачка, который можно применять при толкателе любого вида.

Распределительные валы изготавливают из углеродистых и легированных сталей (двигатели ЗИЛ-508.10, КамАЗ-740, Д-240, Д-245) или модифицированного чугуна (двигатели ЗМЗ-4062.10, ЗМЗ-4025.10). Опорные шейки, эксцентрики и кулачки распределительного вала термически обрабатывают и шлифуют.

При нижнем расположении распределительные валы вращаются в подшипниках скольжения, установленных в стенках и перегородках блок-картера. В качестве подшипников скольжения используют втулки из бронзы, антифрикционного чугуна (для двигателей Д-245, Д-240) и стали с антифрикционным покрытием (двигатели ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-508.10).

При сборке распределительный вал вставляют с торца двигателя, поэтому диаметры опорных шеек последовательно имеют меньшие размеры, начиная с передней шейки.

На переднем конце распределительного вала установлено приводное зубчатое колесо. Его изготавливают из стали, чугуна или текстолита. Например, в двигателях ЗМЗ-53-11 и ЗМЗ-4025.10 зубчатое колесо распределительного вала текстолитовое. Применение разных материалов для зубчатых колес уменьшает шум при их работе.

При размещении распределительного вала в головке цилиндров применяют разъемные подшипники, которые обычно выполняют непосредственно в опорных стойках (если они отлиты из алюминиевого сплава). В разъемных подшипниках осевые усилия могут восприниматься специальными буртами, выполненными на распределительном валу и упирающимися в торцы упорного подшипника (ВАЗ и ЗМЗ-4062.10).

Толкатель передает движение от кулачка распределительного вала к клапану или штанге. В автотракторных двигателях применяют толкатели качающиеся роликовые, грибообразные и цилиндрические. Толкатели изготавливают (часто пустотелыми) из чугуна или стали. Их рабочие поверхности термически обрабатывают и шлифуют. Толкатели перемещаются в направляющих втулках из антифрикционного чугуна или непосредственно в отверстиях блок-картера (в двигателях Д-240, Д-245, Д-260, ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-508.10).

Штанга представляет собой стальной (в двигателях Д-245 и ЗИЛ-508.10) или из алюминиевого сплава (в двигателях ЗМЗ-4025.10, ЗМЗ-53-11) стержень или стальную трубку (в двигателях А-41, ЯМЗ-240БМ).

Коромысло – стальной рычаг с двумя плечами различной длины. В резьбовое отверстие короткого плеча ввернут винт, с помощью которого регулируют зазор между утолщением (бойком) коромысла и стержнем клапана. Рабочую поверхность бойка шлифуют и термически обрабатывают. В средней части коромысла выполнено отверстие с запрессованной втулкой. Оно необходимо для установки коромысла на оси.

Стальные оси, на которых размещены коромысла, закреплены в стойках, установленных на верхней плоскости головки цилиндров. Стойки крепят к головке цилиндров шпильками. Продольное смещение коромысел по оси предотвращается распорными пружинами.

Оси коромысел обычно пустотелые. Их внутренняя полость используется как канал для подвода масла, смазывающего втулки коромысел, трущиеся поверхности наконечников штанг, головки регулировочных винтов. Чтобы масло не вытекало из осей коромысел, наружные концы их закрыты заглушками, а внутренние соединены трубкой с уплотнительным устройством.

Клапан состоит из тарелки и стержня. Переход от тарелки к стержню сделан плавным, чтобы обеспечить клапану необходимую прочность, улучшить отвод теплоты от тарелки и уменьшить сопротивление движению газов. Конусный пояс (фаска) тарелки клапана предназначен для плотного закрытия гнезда в головке цилиндров. В большинстве двигателей фаски клапанов и их гнезд выполнены под углом 45°. Плотность прилегания фасок клапана и гнезда достигается шлифовкой и притиркой одного к другому.

Стержень клапана шлифованный. В верхней его части сделана цилиндрическая выточка, в которую входит выступ разрезанного на две половины конического кольца – так называемые сухари, крепящие шайбу на стержне. Под выточкой на стержне клапанов некоторых двигателей выполняют вторую цилиндрическую выточку, в которую вставляют пружинное кольцо для предотвращения падения клапана (в случае обрыва) в цилиндр.

Клапаны изготовляют из легированной стали, которая сохраняет механические свойства при высокой температуре и в условиях повышенного трения, обладает антикоррозионными свойствами.

Для уменьшения износа на фаску выпускного клапана у двигателей ЗМЗ-53-11 и ЗИЛ-508.10 наплавляют слой из жаростойкого сплава, а торцы стержней впускных и выпускных клапанов всех двигателей закаливают.

Седла впускных и выпускных клапанов двигателей Д-120, ЗМЗ-53-11, ЗМЗ-4025.10, ЗИЛ-508.10 и ЯМЗ-240БМ выполнены в виде вставных колец из жаростойкого чугуна, запрессованных в головку цилиндров. Вставные кольца двигателя СМД-66 изготовлены из сплава на никелевой основе, причем гнезда впускных клапанов имеют козырьки (ширмы) для направленного входа воздуха в цилиндр. В двигателе А-41 вставные кольца из жаростойкого чугуна предусмотрены только для выпускных клапанов. Вставные седла увеличивают срок службы и облегчают ремонт головки цилиндров.

Направляющая втулка обеспечивает осевое перемещение клапана и посадку его в седло без перекоса. Ее изготовляют из чугуна или порошковых материалов (для двигателей ЗМЗ-53-11, ЗМЗ-

4025.10, ЯМЗ-240БМ), обладающих высокими антифрикционными свойствами.

Клапанные пружины предназначены для плотной посадки клапанов в седла, а также постоянного беззазорного контакта передающих деталей (клапан – коромысло – штанга – толкатель – кулачок). Как правило, на впускные и выпускные клапаны устанавливают одинаковые пружины.

**Основные возможные неисправности.** В процессе работы двигателей в газораспределительном механизме может нарушаться плотность посадки клапанов в гнезда и увеличиваться осевое смещение распределительного вала. Причины нарушения плотности посадки клапанов в гнезда: изменение зазоров между торцами стержней клапанов и бойками коромысел; заедание стержней клапанов в направляющих втулках; нагар или повреждения на фасках клапанов и седлах гнезд; потеря упругости или поломка клапанных пружин.

При увеличении зазоров между торцами стержней клапанов и бойками коромысел возникают стуки в клапанном механизме, ухудшаются

наполнение цилиндров воздухом и очистка их от отработавших газов. При уменьшении зазоров, заедании стержней клапанов в направляющих втулках, наличии нагара или повреждений на фасках головок клапанов и их гнезд, потере упругости или поломке пружин ухудшается компрессия в цилиндрах двигателя, периодически возникают хлопки во впускных и выпускных трубопроводах.

В результате этих неисправностей уменьшается мощность двигателя и увеличивается расход топлива.

### Содержание отчета

Отчеты по работе выполняют в тетради.

В отчете указывают назначение узла или системы, наименование его деталей, конструктивную схему (по указанию преподавателя могут выполняться эскизы отдельных деталей или их элементов), принцип работы и регулировки.

Схемы, помещаемые в отчет, должны отражать принципы компоновки механизма, узла или системы трактора или автомобиля.

По схемам даются обозначения отдельных элементов, а в текстовой части отчета — их наименование и назначение. Заполнить таблицы 1, 2.

Схемы и эскизы в отчете выполняют карандашом под линейку с соблюдением правил машиностроительного черчения.

Запрещается помещать в отчет материалы, вырезанные из книг, снятые под копирку или с применением технических средств.

Таблица 1 – Основные показатели и регулировочные данные кривошипно-шатунных механизмов двигателей внутреннего сгорания

Показатели	Д-245	Д-260	ЗИЛ-508.10
Число коренных (шатунных) подшипников			
Расположение шатунных шеек			
Тип коренных и шатунных подшипников			
Способ ограничения осевого смещения и осевой разбег коленвала, мм			
Тип гильзы цилиндра			
Выступание бурта гильзы над плоскостью блока, мм			
Уплотнение гильзы: – в верхней части – в нижней части			
Число колец на поршне: – компрессионных – маслоъемных			
Зазор для нового двигателя (допустимый), мм – по высоте поршневых колец – в стыке поршневых колец – в шатунных подшипниках – в коренных подшипниках			
Момент при окончательной затяжке подшипников, Н·м (кгс·м): – шатунных – коренных			

Таблица 2 – Основные показатели и регулировочные данные газораспределительных механизмов двигателей внутреннего сгорания

Показатели	Д-245	Д-260	ЗИЛ-508.10
Фазы газораспределения: впускной клапан – начало открытия – конец закрытия выпускной клапан – начало открытия – конец закрытия			
Зазор между торцом клапана и бойком коромысла, мм			
Распределительный вал: число опорных шеек расположение			
Способ ограничения осевого смещения			
Места нанесения меток			
Тип декомпрессионного механизма			
Установка поршня I-го цилиндра в ВМТ			

#### Контрольные вопросы

1. Объясните назначение и общее устройство КШМ.
2. Укажите элементы коленчатого вала и объясните назначение деталей, установленных на его переднем и заднем концах, противовесов, поясните способы уплотнения и фиксации вала.
3. Назовите элементы поршня и объясните, почему его юбка имеет эллиптическую форму.
4. Какие правила нужно соблюдать при соединении поршня с шатуном и при установке на поршень маслоъемных и компрессорных колец.
5. Объясните устройство и маркировку вкладышей шатунных и коренных подшипников.
6. Как определить к какой размерной группе относятся сопрягаемые детали (поршень — гильза цилиндра, шейки коленчатого

вала — вкладыши, поршневой палец — отверстия в бобышках поршня и во втулке верхней головки шатуна).

7. Укажите основные возможные неисправности КШМ, характерные признаки и способы устранения.

8. Объясните назначение и общее устройство ГРМ.

9. Укажите детали механизма на изучаемом двигателе и поясните работу шатунного механизма при набегании (сбегании) кулачка распределительного вала на толкатель.

10. Каким образом обеспечивается вращение клапана.

11. Каким образом обеспечивается вращение толкателей и двухсторонняя фиксация распределительного вала.

12. Укажите последовательность операций при выполнении регулировки тягового зазора.

13. Укажите основные возможные неисправности ГРМ, характерные признаки и способы их устранения.

#### **Задания для самостоятельной работы**

1. Приведите основные признаки классификации двигателей.

2. Дайте краткую техническую характеристику одного из двигателей (по выбору преподавателя).

3. Изобразите формы камер сгорания карбюраторного двигателя.

4. Изобразите формы камер сгорания дизельного двигателя.

5. Изобразите схему работы маслосъемных колец при движении поршня вниз, вверх.

6. Изобразите составное маслосъемное кольцо.

7. Изобразите схему установки шестерен механизма газораспределения дизелей Д-260, Д-245.

8. Изобразите схемы грибообразного и цилиндрического толкателей со сферическими опорными поверхностями, конструкция, принцип работы.

9. Изобразите схему роликового и гидравлического толкателей, конструкция, принцип работы.

## **Лабораторная работа 2 «Система охлаждения двигателей»**

### **Цель работы:**

- 1) согласно операционной карте провести частичную разборку системы охлаждения двигателя, узла, агрегатов;
- 2) изучить назначение, конструкцию, принцип работы агрегатов и узлов системы охлаждения двигателя, выявить возможные неисправности, определить способы их устранения, устранить;
- 3) согласно операционной карте провести сборку системы охлаждения двигателя, узлов, агрегатов.

### **Материальное обеспечение и приборы:**

- 1) разрезные двигатели Д-243, Д-260, ЗМЗ-53, ЗИЛ-508.10 и СМД-62;
- 2) агрегаты, узлы систем охлаждения;
- 3) комплект плакатов, схем, инструкции и методические указания;
- 4) набор инструментов.

### **Последовательность выполнения работы**

1. Самостоятельная работа:

- самостоятельно подготовиться к лабораторной работе [1, 114–123 с.]
- подготовить отчет;
- изучить инструкции по технике безопасности при выполнении работы.

2. Работа в лаборатории.

- пройти контроль или входное тестирование на подготовленность к выполнению лабораторной работы;
- предварительно разделив подгруппу на звенья по 3–5 человек, на рабочих местах проверить наличие материального обеспечения и пособий в соответствии с перечнем;
- рассмотреть на тракторе, автомобиле расположение агрегатов, узлов системы охлаждения;
- согласно операционной карте произвести частичную разборку системы охлаждения, узлов, агрегатов;
- изучить общее устройство системы охлаждения, принцип работы;
- рассмотреть устройство агрегатов, узлов системы охлаждения;
- изучить процесс работы агрегатов системы охлаждения.
- выявить, и устранить возможные неисправности;
- согласно операционной карте собрать систему охлаждения, агрегаты, узлы;

- оформить отчет по работе и ответить на контрольные вопросы;
- привести в порядок рабочее место и сдать учебному мастеру.

### Методические указания к выполнению работы

1. В ходе самостоятельной подготовки к выполнению данной лабораторной работы повторите назначение системы охлаждения, узлов и агрегатов их устройство принцип работы. Особенности конструкций систем охлаждения, агрегатов и узлов различных двигателей, способы и приемы выполнения разборочно-сборочных работ. Проанализируйте влияние технического состояния системы охлаждения, агрегатов и узлов на экономичность и экологическую безопасность двигателя.

2. Рассмотрите на двигателе трактора, автомобиля расположение агрегатов, узлов системы охлаждения. Используя плакаты, изучите общее устройство и принцип работы системы охлаждения, агрегатов, узлов. Согласно операционной карте выполните частичную разборку системы охлаждения дизельных двигателей, узлов, агрегатов. Выяснив возможные неисправности, устранить их. Далее произведите сборку системы питания дизельных двигателей, узлов, агрегатов и регулировки.

**Устройство системы охлаждения.** Работа двигателя внутреннего сгорания сопровождается выделением большого количества теплоты,

В результате контакта горячих газов с цилиндрами, камерами сгорания, поршнями, клапанами и другими деталями температура этих деталей повышается. Чрезмерный нагрев деталей двигателя приводит к уменьшению зазоров в подвижных соединениях, ухудшению смазывания деталей и смазочных свойств масла, а также к нарушению процессов смесеобразования и сгорания (преждевременное воспламенение рабочей смеси, детонация и т. п.). Поэтому для обеспечения нормальной работы двигателя при различных скоростях и нагрузках его температурный режим должен быть определенным и постоянным.

Переохлаждение двигателя или его работа при недостаточном прогреве также отрицательно сказывается на смесеобразовании и сгорании (дополнительные потери теплоты на прогрев двигателя или отвод в систему охлаждения, плохое испарение).

Средняя температура газов в течение рабочего цикла двигателя составляет 800...900 °С. Но не вся теплота, выделяемая при сгорании топлива, преобразуется в полезную работу. Часть теплоты пе-

редается цилиндрам, поршням и другим деталям двигателя, вследствие чего они сильно нагреваются. Это приводит к уменьшению зазоров в подвижных соединениях, что может вызвать заклинивание движущихся деталей, ухудшение смазывания деталей и смазочных свойств масел из-за их прогорания, нарушение процессов смесеобразования и сгорания (снижение наполнения цилиндров свежим зарядом воздуха, преждевременное воспламенение рабочей смеси, детонация и т. д.). Увеличиваются потери на трение, уменьшается прочность металла.

Так, при температуре охлаждающей жидкости и двигателя 65...70 °С в результате ухудшения процесса сгорания расход топлива увеличивается на 5...10 %, при более низком тепловом режиме перерасход достигает 30...40 %.

Таким образом, как излишний нагрев, так и чрезмерное понижение температуры деталей двигателя нежелательны. Существует определенное оптимальное температурное состояние двигателя. Наиболее выгодный тепловой режим работы двигателя (наименьшие износ деталей и расход топлива) достигается при температуре охлаждающей жидкости 85...90 °С (80...97 °С для двигателя Д-260). Для этой цели применяют систему охлаждения двигателей.

Система охлаждения предназначена для поддержания оптимального теплового состояния деталей двигателя. Она состоит из различных устройств, механизмов и приборов. Теплота от деталей двигателя отводится в атмосферу. Это вынужденные потери тепловой энергии, зависящие от типа двигателя, его конструкции и способа охлаждения.

Различают системы жидкостного и воздушного охлаждения.

**Система жидкостного охлаждения.** Наибольшее распространение на современных двигателях внутреннего сгорания получила жидкостная, закрытого типа с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости система охлаждения.

В качестве охлаждающей жидкости используют воду или жидкости с низкой температурой замерзания (антифризы).

Рассмотрим конструкцию и принцип работы на примере системы охлаждения дизельного двигателя Д-260. Система охлаждения данного двигателя состоит из рубашки охлаждения блока и головок цилиндров, водяного насоса, радиатора, вентилятора с автоматически управляемой вязкостной муфтой, двух термостатов, расположенных в одном корпусе, жидкостно-масляного теплообменника, расширительного бочка, соединительных шлангов и сливных кранов.

Регулирование оптимального теплового режима автоматически поддерживается работой клапана-термостата, а также изменением количества воздуха, проходящего через радиатор системы охлаждения.

В жидкостных системах охлаждения современных двигателей существует два круга циркуляции охлаждающей жидкости: большой и малый.

Большой круг циркуляции охлаждающей жидкости (рисунок 1а): центробежный насос 10; водораспределительный канал 8; рубашка системы охлаждения; клапан-термостат 6; верхний бак радиатора 3; сердцевина радиатора 1; центробежный насос 10.

Малый круг циркуляции охлаждающей жидкости (рисунок 1б): центробежный насос 10; водораспределительный канал 8; рубашка системы охлаждения клапан-термостат 6; водоотводная трубка 11; центробежный насос.

Клапан-термостат (рисунок 2) необходим для перепуска охлаждающей жидкости по малому или большому кругу в зависимости от ее температуры. Тем самым обеспечивается прогрев холодного двигателя после запуска и дальнейшее его охлаждение при работе.

Клапан-термостат работает следующим образом: при температуре охлаждающей жидкости ниже  $70^{\circ}\text{C}$  основной клапан термостата 3 закрыт, тем самым перекрывается подача охлаждающей жидкости к радиатору, а дополнительный клапан 1 открыт и охлаждающая жидкость перепускается по водоотводной трубке к центробежному насосу, так происходит прогрев двигателя. При увеличении температуры охлаждающей жидкости выше  $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  (температура открытия основного клапана) термосилового датчик выдавливая иглу преодолевая сопротивление пружины основного клапана открывает основной клапан 3 и одновременно происходит закрытие дополнительного клапана 1. Тем самым открывается подача охлаждающей жидкости к радиатору и уменьшение подачи жидкости по водоотводной трубке к центробежному насосу. Полное открытие основного клапана 3 и закрытие дополнительного клапана 1 происходит при температуре охлаждающей жидкости  $85^{\circ}\text{C}$ .

Вентилятор имеет два режима работы: автоматический и принудительный. Автоматический режим обеспечивается муфтой вязкостного трения, управляемой термочувствительным элементом. При температуре охлаждающей жидкости ниже  $80^{\circ}\text{C}$  возвратная пружина удерживает клапан управления в закрытом положении, вязкая

жидкость перетекает в резервную по лость муфты, ведущий и ведомый диски вращаются с зазором между собой, что обеспечивает выключение вентилятора.

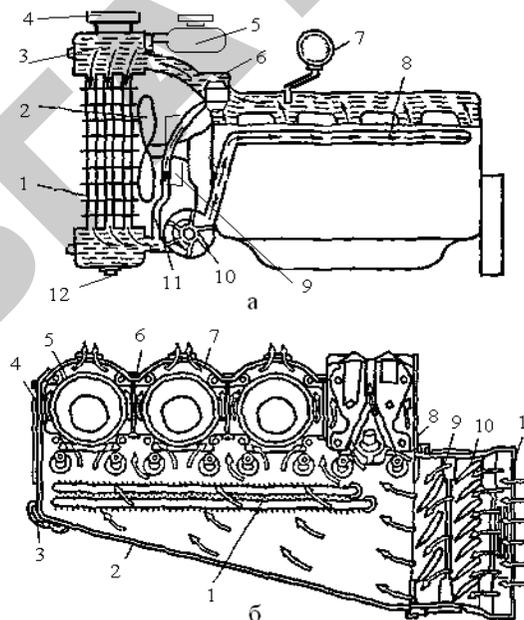


Рисунок 1 – Схема системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания:  
 а – жидкостная принудительная: 1 – сердцевина радиатора; 2 – вентилятор; 3 – верхний бак радиатора; 4 – крышка заливной горловины с паровоздушным клапаном; 5 – расширительный бачок; 6 – клапан-термостат; 7 – указатель температуры; 8 – водораспределительный канал; 9 – муфта вязкостного трения; 10 – центробежный насос; 11 – водоотводная трубка; 12 – пробка сливного отверстия;  
 б – воздушная система охлаждения: 1 – масляный радиатор; 2 – кожух; 3 – замок; 4 – задний дефлектор; 5 – цилиндр; 6 – шпилька крепления среднего дефлектора; 7 – средний дефлектор; 8 – передний дефлектор; 9 – ротор; 10 – направляющий аппарат; 11 – защитная сетка

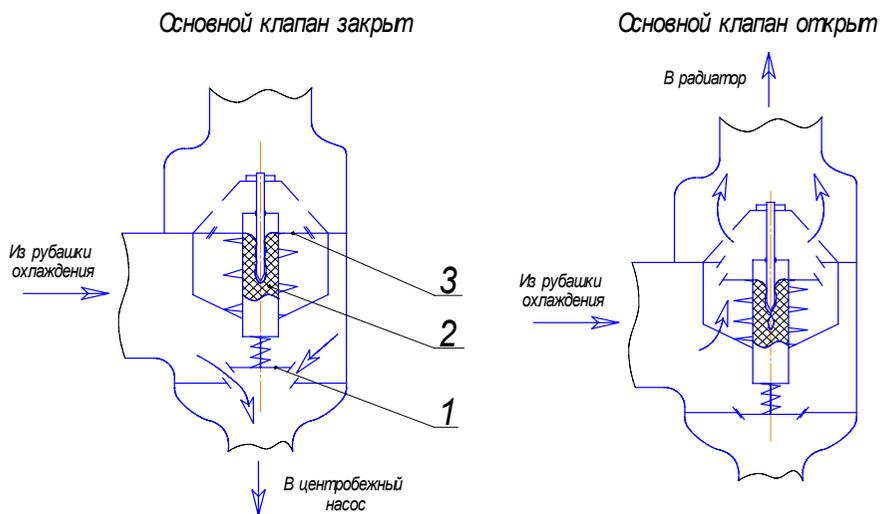


Рисунок 2 – Схема клапана-термостата:

1 – дополнительный клапан; 2 – термо-силовой датчик; 3 – основной клапан

При температуре охлаждающей жидкости выше  $80^{\circ}\text{C}$  термочувствительный элемент, расположенный в крыльчатке водяного насоса, через шток и толкатель, преодолевая усилие пружины, открывает клапан. Вязкая жидкость через отверстие в ведущем диске перетекает в ведущую полость, заполняя зазор между ведомыми и ведущими дисками, в результате чего происходит сцепление этих дисков и вентилятор включается в номинальный режим 1500 оборотов в минуту.

**Система воздушного охлаждения.** В этой системе теплота от деталей двигателя отводится в результате обдува цилиндров и их головок воздухом.

В двигателях небольшой мощности, устанавливаемых на мотоциклах, детали охлаждаются встречным потоком воздуха при движении. Двигатели тракторов и автомобилей с воздушным охлаждением оборудованы вентиляторами для принудительного обдува. Вентилятор состоит из ротора 9 (рисунок 2) и направляющего аппарата 10. Чтобы воздух равномерно охлаждал нагретые детали, вокруг цилиндров и их головок установлены щитки — дефлекторы

7 и 8. Оребрение увеличивает поверхность охлаждения цилиндров и их головок.

Система воздушного охлаждения по сравнению с принудительной системой жидкостного охлаждения конструктивно проще и удобнее в эксплуатации. Масса и размеры двигателя с воздушным охлаждением значительно меньше, чем двигателя такой же мощности с жидкостным охлаждением. Однако двигатель с воздушным охлаждением работает с повышенным шумом и потерями до 8 % на привод вентилятора.

**Основные возможные неисправности.** Внешний признак проявления неисправностей системы охлаждения — перегрев двигателя. Причинами перегрева могут быть: недостаточный уровень охлаждающей жидкости в системе; проскальзывание, слабое натяжение или обрыв ремней привода вентилятора; загрязнение сердцевины радиатора, межреберного пространства цилиндров и их головок или защитной сетки вентилятора; ослабление затяжки гайки шкива вентилятора; неполное открытие основного клапана термостата; отложенные накипи на внутренних поверхностях трубок сердцевины радиатора и рубашки охлаждения двигателя.

Проверяют уровень охлаждающей жидкости в радиаторе. Нельзя заливать холодную жидкость в систему охлаждения неостывшего двигателя, так как это может вызывать трещины в стенках блок-картера и головки цилиндров. По той же причине нельзя заливать зимой в холодный двигатель слишком горячую жидкость.

Необходимо следить за тем, чтобы в системе охлаждения не было течи. При просачивании жидкости через сальник водяного насоса заменяют уплотняющие элементы сальника.

Нормальное натяжение ремня вентилятора указано в инструкции завода-изготовителя. Натяжение регулируют на неработающем двигателе. Ремень должен быть целый, без расслоений. Замасленные приводные ремни нужно протереть тряпкой, слегка смоченной в бензине.

Систему жидкостного охлаждения периодически промывают специальными растворами, чтобы удалить из нее илообразный осадок (шлом) и накипь.

У низкотемпературных жидкостей периодически проверяют плотность. Ее доводят до нормальной, добавляя дистиллированную воду.

## Справочные данные

Таблица 1 – Составляющие теплового баланса дизелей тракторов «Беларус»

Модель дизеля	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Составляющие теплового баланса, %				
			$q_e$	$q_{охл}$	$q_m$	$q_r$	$q_{ост}$
Д-244	41,9	1700	33,5	23,8	3,2	31,6	7,9
Д-243	59,7	2200	34,9	21,2	3,4	35,7	4,8
Д-245	77,0	2200	36,69	18,79	5,18	32,75	6,59
Д-245.8	62,5	1800	36,79	20,4	4,51	29,76	8,54
Д-260.1	114,0	2100	35,8	24,4		31,2	8,6

Таблица 2 – Расчетные технические параметры систем охлаждения дизелей тракторов «Беларус»

Модель дизеля	Мощность, кВт	Теплоотдача в охлаждающую жидкость, кДж/с	Расход охлаждающей жидкости, л/мин	Расход потока воздуха, м <sup>3</sup> /ч	Поверхность охлаждения радиатора, м <sup>2</sup>
Д-244	41,9	29,75	87,5	3149	10,77
Д-242	45,6	32,39	95,3	3429	11,73
Д-243	59,7	36,25	106,7	3877	13,12
Д-243.1	61	37,03	109	3919	13,4
Д-245	77	39,42	116	4172	14,3
Д-260.1	114	77,75	228,8	8230	18,5
Д-260.2	96	65,47	192,7	6930	15,6
Д-260.4	154	105,13	309,2	11117	25,0
Д-260.7	184	125,5	369,3	13285	29,9

### Содержание отчета

Отчеты по работе выполняют в тетради.

В отчете указывают назначение узла или системы, наименование его деталей, конструктивную схему (по указанию преподавателя могут выполняться эскизы отдельных деталей или их элементов), принцип работы и регулировки.

Схемы, помещаемые в отчет, должны отражать принципы компоновки механизма, узла или системы трактора или автомобиля.

По схемам даются обозначения отдельных элементов, а в текстовой части отчета — их наименование и назначение. Заполнить таблицу 3.

Схемы и эскизы в отчете выполняют карандашом под линейку с соблюдением правил машиностроительного черчения.

Запрещается помещать в отчет материалы, вырезанные из книг, снятые под копирку или с применением технических средств.

Таблица 3 – Установочные и регулировочные параметры системы охлаждения

Параметры	Модели дизелей			
	Д-243	Д-245	Д-260.1	СМД-62
Емкость системы охлаждения, л				
Производительность водяного насоса, л/мин				
Диаметр вентилятора, мм				
Производительность вентилятора, м <sup>3</sup> /ч				
Скорость воздуха перед фронтом радиатора, м/с				
Температура включения муфты включения вентилятора, °С				
Рабочая температура охлаждающей жидкости, °С				
Рабочая температура смазочного масла, °С				
Температура начала открытия клапана термостата, °С				
Давление в системе охлаждения, МПа				
Давление открытия парового клапана, МПа				
Напряжение ремня вентилятора: прогиб, мм				
Прикладываемое усилие, Н				

## Контрольные вопросы

1. Сформулируйте назначение системы охлаждения, какие системы охлаждения по типу теплоносителя применяются на двигателях внутреннего сгорания.

2. Рассмотрите (таблица 1) составляющие теплового баланса двигателей. Используя данные таблицы 1, рассчитайте, какое количество теплоты выделяется в системы охлаждения и смазки при работе двигателей Д-243 и Д-260.1, теплотворная способность дизельного топлива равна 42700 кДж/кг, часовой расход топлива двигателей, соответственно, равен 13,1 и 25,1 кг/ч.

3. Приведите основные признаки, по которым классифицируются типы систем охлаждения двигателей, укажите какие агрегаты составляют системы охлаждения. Составьте блочные схемы жидкостной и воздушной системы охлаждения.

4. Рассмотрите на примере трактора «Беларус 1523» компоновочное расположение системы охлаждения, составьте схему воздушного тракта моторной установки.

5. С какой целью охлаждающая жидкость циркулирует по малому и большому контурам? Какой узел обеспечивает циркуляцию жидкости по указанным контурам и, при какой температуре теплоносителя охлаждающая жидкость начинает циркулировать по большому контуру.

6. Составьте схему водяного радиатора, поясните назначение и принцип работы радиатора.

7. Укажите, что является охладителем смазочного масла дизелей Д-243 и Д-260.1, составьте схему теплообменника дизеля Д-260.1.

8. Какие жидкости используются в качестве теплоносителя в системах жидкостного охлаждения и почему при использовании низкотемпературных жидкостей системы охлаждения комплектуются расширительным контуром?

9. Рассмотрите (таблицы 2 и 3) технические параметры систем охлаждения дизелей тракторов «Беларус».

10. Каким техническим параметрам оценивается система охлаждения, укажите рабочие и предельно допустимые значения этого параметра для охлаждающей жидкости и смазочного масла.

11. Укажите характерные признаки и причины возможных неисправностей системы охлаждения изучаемых двигателей.

## Задания для самостоятельной работы

1. Составьте схему пробки радиатора, поясните назначение парового и воздушного клапанов.

2. Приведите последовательность проведения регулировки натяжения ремня вентилятора.

3. Составьте схему шестеренного масляного насоса, опишите назначение и принцип работы.

4. Приведите значения регулируемых параметров клапанов центрифуги дизеля Д-243.

5. Составьте схемы проблемных ситуаций, перечислите возможные неисправности систем охлаждения дизелей Д-243 и Д-260.1.

### Лабораторная работа 3 «Система смазки двигателей»

#### Цель работы:

- 1) согласно операционной карте провести частичную разборку системы смазки двигателя, узлов, агрегатов. (По выбору преподавателя);
- 2) изучить назначение, конструкцию, принцип работы агрегатов и узлов системы смазки двигателя, выявить возможные неисправности, определить способы их устранения, устранить;
- 3) согласно операционной карте провести сборку системы смазки, агрегатов, узлов.

#### Материальное обеспечение и приборы:

- 1) двигатели Д-260, Д-245.5, ЗМЗ-53, ЗИЛ-130;
- 2) агрегаты систем смазки двигателей;
- 3) комплект плакатов, схем, методические указания;
- 4) набор инструментов.

#### Последовательность выполнения работы

##### 1. Самостоятельная работа.

- самостоятельно подготовиться к лабораторной работе [1, 102–114 с.];
- подготовить отчет;
- изучить инструкции по технике безопасности при выполнении работы.

##### 2. Работа в лаборатории.

- пройти контроль или входное тестирование на подготовленность к выполнению работы;
- предварительно разделив подгруппу на звенья по 3–5 человек, на рабочих местах проверить наличие материального обеспечения и пособий в соответствии с перечнем;
- рассмотреть на двигателе расположение агрегатов системы смазки;
- согласно операционной карте провести частичную разборку системы смазки, агрегатов, узлов;
- изучить конструкцию смазочной системы, агрегатов, узлов, принцип работы;
- согласно операционной карте провести сборку системы смазки, агрегатов, узлов;
- выявить возможные неисправности, устранить;

- оформить отчет по работе и ответить на контрольные вопросы;
- привести в порядок рабочее место и сдать учебному мастеру.

#### Методические указания к выполнению лабораторной работы

1. В ходе самостоятельной подготовки к выполнению данной лабораторной работы повторите назначение системы смазки, агрегатов, узлов их конструкцию и принцип работы, особенности конструкций системы смазки различных двигателей, способы и приемы выполнения разборочно-сборочных работ. Проанализируйте влияние технического состояния системы смазки, агрегатов и узлов на экономичность и экологическую безопасность двигателя.

2. Рассмотрите на двигателе трактора расположение агрегатов системы смазки. Используя плакаты, изучите общее устройство, принцип работы системы смазки, узлов, агрегатов. Согласно операционной карте произведите частичную разборку агрегатов системы смазки. Выявив возможные неисправности, устраните их. Далее произведите сборку системы смазки двигателя, агрегатов, узлов.

Смазочная система двигателя – это совокупность взаимодействующих устройств, обеспечивающих непрерывную подачу к поверхностям трения очищенного смазочного материала (масла) в необходимом количестве при определенной температуре, под определенным давлением и возврат его в поддон картера.

В зависимости от способа подачи масла к трущимся поверхностям различают смазочные системы трех типов: разбрызгиванием, под давлением, комбинированную.

Смазочная система большинства автотракторных двигателей комбинированная. В ней сочетаются способы подачи масла разбрызгиванием и под давлением. При комбинированной смазочной системе к наиболее нагруженным поверхностям трения сборочных единиц масло подается под давлением, а остальные поверхности смазываются маслом, разбрызгиваемым во внутренних полостях двигателя при его работе.

Давление создается масляным насосом, а разбрызгивают масла коленчатый вал и другие быстро вращающиеся детали двигателя.

Комбинированная смазочная система включает в себя устройство для очистки и охлаждения масла. Это уменьшает расход масла и изнашивание деталей двигателя. Некоторые сборочные единицы многих двигателей имеют самостоятельные устройства для смазывания трущихся поверхностей деталей. Смазывание всех трущихся деталей сборочных единиц двигателя только под давлением осуще-

ствовать конструктивно сложно. Поэтому такой способ применяют лишь в сочетании с другими способами подачи масла.

**Комбинированная смазочная система дизеля.** Моторное масло заливают в поддон 17 (рисунок 1) картера через горловину. Уровень его в поддоне контролируют по меткам на масломерной линейке 16. Сливают масло через отверстие в поддоне, закрываемое пробкой 18 с резьбой.

Из поддона 17 масло через сетку маслозаборника 19 засасывается нижней секцией масляного насоса 14 и подается по нагнетательному трубопроводу к центрифуге 12, где проходит очистку и сливается обратно в поддон 17, также масло засасывается основной секцией масляного насоса 15 и подается по нагнетательному трубопроводу к главной масляной магистрали 10. Из главной масляной магистрали 10 масло поступает к коренным подшипникам коленчатого вала 11 и подшипникам распределительного вала 7. Из коренных подшипников часть масла поступает к наклонным каналам коленчатого вала и заполняет специальные полости шатунных шеек, где подвергается дополнительной очистке и по сверлениям в шатунных шейках поступает к шатунным подшипникам.

Также масло из главной масляной магистрали 10 поступает в ось коромысел 8, где смазываются пары трения ось коромысел-коромысла. От распределительного вала 7 масло поступает для смазки валика привода прерывателя распределителя 9. Из главной масляной магистрали масло поступает в масляный радиатор 1, где происходит охлаждение, после чего сливается в поддон.

Масло, вытекающее через зазоры коренных и шатунных подшипников, подшипников распределительного вала и через сверления в шатунах для охлаждения поршней, разбрызгивается вращающимися деталями и смазывает гильзы цилиндров, поршни, поршневые пальцы, кулачки распределительного вала.

В сопряжение поршневой палец-втулка верхней головки шатуна масло попадает через конусное отверстие в верхней головке шатуна, а в сопряжение поршневой палец – бобышки поршня – через сверления с нижней стороны бобышек.

В головки цилиндров для смазывания деталей механизма газораспределения масло поступает пульсирующим потоком от опорного распределительного вала, для чего в шейках выполнены поперечные сверления. Благодаря этому масло подается не непрерывным потоком, а короткими импульсами. Этим ограничивается подача масла к клапанному механизму.

Из каналов 7 по сверлениям в головке цилиндров масло через одну из стоек коромысел попадает во внутреннюю полость оси коромысел, закрытую заглушками с обеих сторон. По поперечным сверлениям в оси коромысел масло выходит для смазывания втулок коромысел, а по сверлениям в коромыслах и регулировочных винтах – на смазывание сферического сопряжения

регулировочного винта со штангой. Стекающее по штангам масло попадает на сферическое сопряжение штанги с толкателем и направляющую толкателя с кулачком распределительного вала.

Для этого в толкателе имеются два сверления: одно в доньшке, другое на боковой поверхности. Поверхности бойка коромысла и торца клапана смазываются разбрызгиванием масла, вытекающего из оси.

Скапливающееся в клапанной коробке масло сливается в поддон через сверления в головке и литые колодцы в блок-картере.

Значение давления в смазочной системе контролируют по указателю давления, установленному в кабине. Кроме того, в системе имеется аварийная сигнализация, предупреждающая о низком давлении масла. В этом случае на щитке приборов загорается контрольная лампочка.

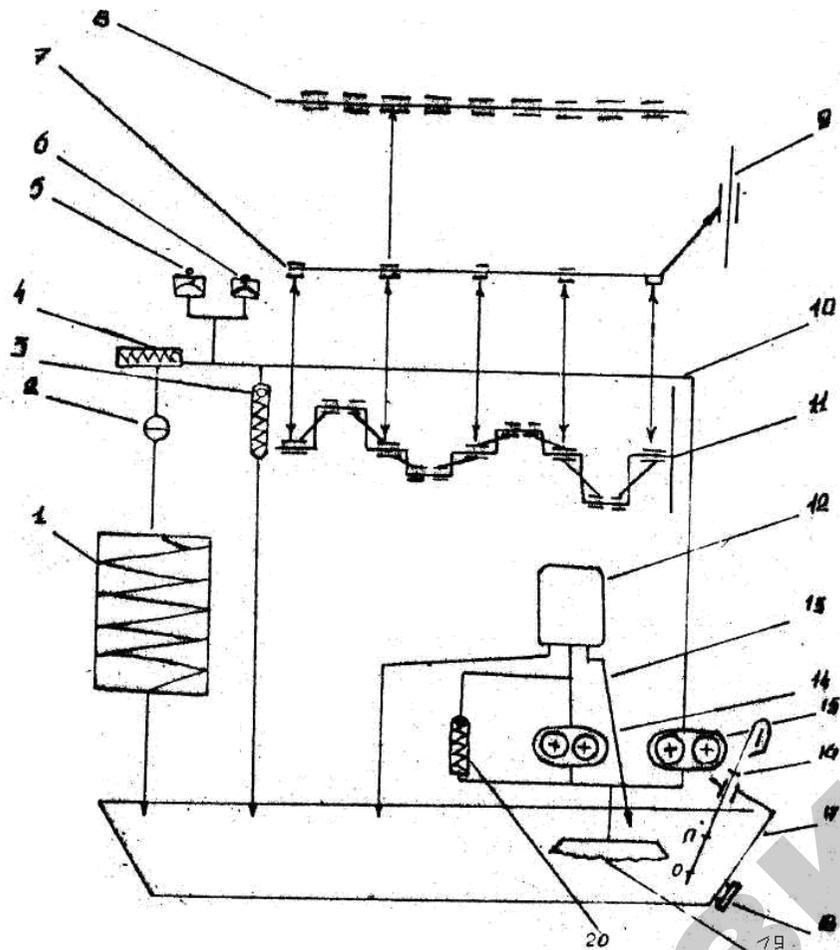


Рисунок 1 – Схема смазочной системы V-образного двигателя:

1 – масляный радиатор; 2 – кран включения радиатора; 3 – редукционный клапан ГММ; 4 – предохранительный клапан; 5 – датчик давления масла; 6 – датчик аварийного давления; 7 – распределительный вал; 8 – ось коромысел левого ряда; 9 – валик привода прерывателя-распределителя; 10 – главная масляная магистраль (ГММ) 11 – коленчатый вал; 12 – центрифуга (ЦМФ); 13 – редукционный клапан нижней секции; 14 – нижняя секция; 15 – основная секция; 16 – указатель уровня масла; 17 – масляный картер 18 – сливная пробка 19 – маслоприемник; 20 – перепускной клапан

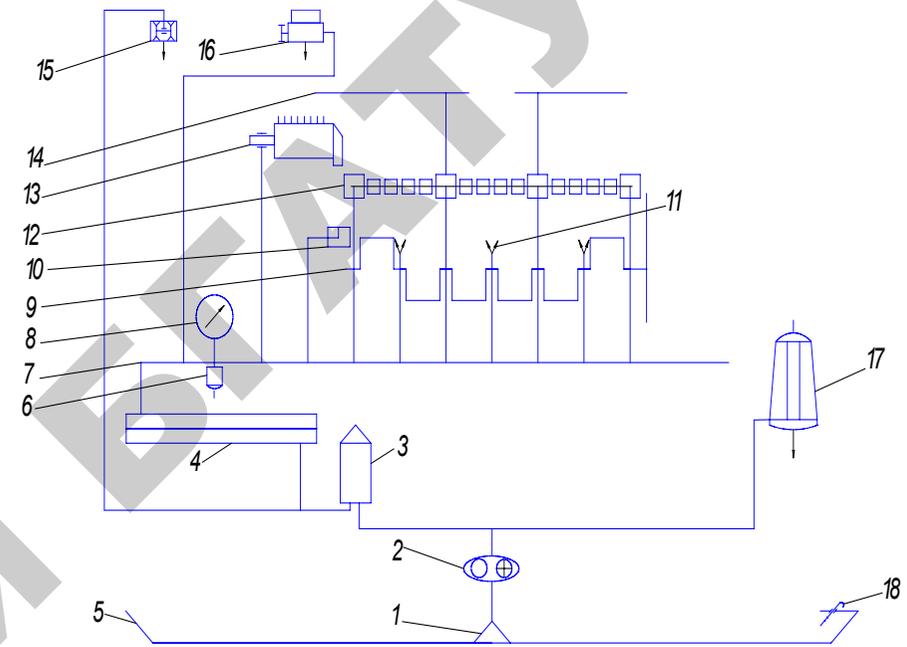


Рисунок 2 – Схема системы смазки двигателя Д-260:

1 – маслоприемник, 2 – маслосос с перепускным клапаном (0,7...0,75 МПа), 3 – фильтр масляный бумажный, 4 – теплообменник, 5 – картер масляный, 6 – датчик аварийного давления масла, 7 – главная масляная магистраль, 8 – манометр, 9 – коленвал, 10 – втулка промежуточной шестерни, 11 – форсунки охлаждения поршня, 12 – распредвал, 13 – втулка шестерни топливного насоса, 14 – масляный канал оси коромысел, 15 – турбокомпрессор, 16 – пневмокомпрессор, 17 – центрифуга, 18 – измерительный стержень уровня масла

Рассмотренная комбинированная смазочная система с масляным насосом, полнопоточной центрифугой и радиатором характерна для многих двигателей: Д-240, ЗМЗ-53-11, ЗИЛ-130 и др. В смазочной системе дизелей Д-245, ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740 дополнительно предусмотрено смазывание деталей компрессора и ТНВД. От масляной системы двигателей ЯМЗ-240БМ и КамАЗ-740 приводится в действие гидромуфта привода вентилятора.

**Масляные насосы.** Для непрерывной циркуляции масла в смазочной системе и поддержания в ней необходимого давления используют масляные насосы (как правило, шестеренного типа). Они приводятся в действие от коленчатого или распределительного вала.

Масляный насос двигателя (рисунок 3) имеет две шестерни наружного зацепления. К корпусу 7 насоса через крышку 5 прикреплен маслоприемный патрубок 2 с фильтрующей сеткой 1 и редукционным клапаном 3. Ведущая шестерня 11 напрессована на ведущем валу 10 насоса. Ведомая шестерня 6 свободно вращается на оси 9, запрессованной в корпусе насоса. При вращении шестерен создается разрежение, масло через фильтрующую сетку и патрубок поступает под крышку 5 насоса и через отверстие в крышке — в полость разрежения корпуса насоса. Масло, заполняющее впадины между зубьями шестерен, переносится в полость нагнетания, а оттуда поступает в приемный канал блока цилиндров двигателя. При повышении давления масла в смазочной системе более допустимого редукционный клапан 3 открывается, перепуская при этом часть масла из полости нагнетания в маслоприемный патрубок 2, и давление в системе не повышается. Давление открытия редукционного клапана не регулируется. Оно обеспечивается его пружиной 4. Ведущему валу 10 насоса вращение передается с помощью шестерни 11 вала привода масляного насоса, который приводится цепной передачей от коленчатого вала двигателя. Масляный насос установлен внутри масляного поддона и прикреплен двумя болтами к блоку цилиндров.

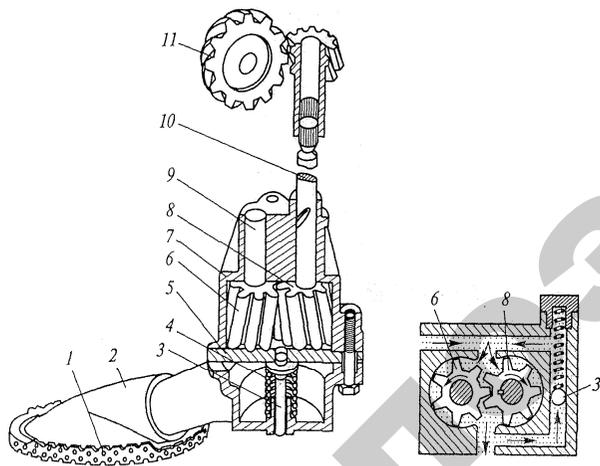


Рисунок 3 – Масляный насос с шестернями наружного зацепления:  
1 – сетка; 2 – патрубок; 3 – клапан; 4 – пружина; 5 – крышка;  
6, 8, 11 – шестерни; 7 – корпус; 9 – ось; 10 – вал

Масляный насос другого типа (рисунок 4) имеет две шестерни внутреннего зацепления. Он состоит из корпуса 1, крышки 7, ведущей 3 и ведомой 2 шестерен, маслоприемника 8 и редукционного клапана 4. Корпус насоса отлит из чугуна. Он имеет две полости (всасывания и нагнетания), которые разделены между собой выступом 9. Ведущая и ведомая шестерни изготовлены из спеченного материала и размещены внутри корпуса. Ведущая шестерня 3 установлена на переднем конце коленчатого вала 10, который уплотняется в крышке насоса манжетой 6. К корпусу прикреплены маслоприемник с фильтрующей сеткой и крышка. Крышка 7 насоса отлита из алюминиевого сплава. В ней размещен редукционный клапан 4, давление срабатывания которого обеспечивается пружиной 5.

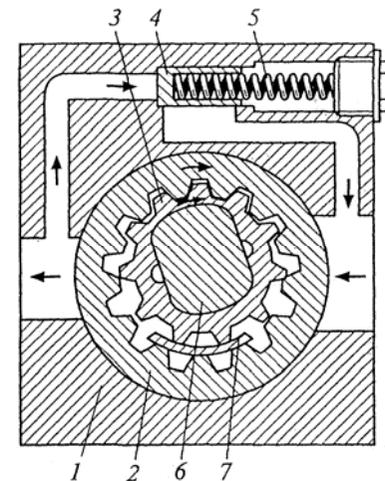


Рисунок 4 – Масляный насос с шестернями внутреннего зацепления:  
1 – корпус; 2, 3 – шестерни; 4 – клапан; 5 – пружина; 6 – вал; 7 – выступ

**Масляный фильтр.** Масляный фильтр очищает масло от твердых частиц (продуктов износа трущихся деталей, нагара и т. п.), так как они вызывают повышенное изнашивание деталей и засоряют масляные магистрали. На двигателях применяется масляный фильтр полнопоточный (пропускает все нагнетаемое масло), неразборный, с перепускным и противодренажным клапанами, с картонным сменным фильтрующим элементом (рисунок 5), центробежной очистки (центрифуга) масла (рисунок 5). В корпусе фильтра

находится бумажный фильтрующий элемент 9 со специальной вставкой из вязкого волокна. Нагнетаемое насосом масло поступает через отверстия в днище в наружную полость фильтра, проходит через поры фильтрующего элемента, очищается в нем и выходит в масляную магистраль блока цилиндров из центральной части фильтра через выходное отверстие. Вставка фильтрующего элемента очищает масло при пуске холодного двигателя, когда оно не может пройти через поры бумажного фильтрующего элемента. При сильном загрязнении фильтра, а также при повышенной вязкости масла (при низких температурах) открывается перепускной клапан масляного фильтра, имеющий пружину, и неочищенное масло из фильтра поступает в масляную магистраль. Противодренажный клапан выполненный в виде манжеты из специальной маслостойкой резины, пропуская масло в фильтр, предотвращает вытекание его из смазочной системы в масляный поддон при неработающем двигателе. Это позволяет ускорить подачу масла к трущимся поверхностям деталей двигателя после его пуска.

Масляный фильтр со сменным фильтрующим элементом состоит из корпуса 3 (рисунок 5), крышки 8, центрального стержня 2 с перепускным клапаном 5 и фильтрующим элементом 9.

В верхней части корпуса фильтра имеются бобышки для ввертывания датчика указателя давления масла и для присоединения трубки подвода масла к фильтру. Ниппели трубки уплотнены медной и фибровой прокладками. В бобышку в нижней части корпуса ввернут датчик 10 аварийного давления масла.

Крышку фильтра крепят глухой гайкой 7, навертываемой на выступающий из крышки резьбовой конец центрального стержня. В проточке крышки размещена резиновая уплотнительная прокладка. Гайку крышки уплотняют медной прокладкой.

В центрифуге (рисунок 6) очистка масла производится за счет центробежных сил, которые отбрасывают механические примеси к стенкам вращающегося ротора.

В корпусе 3 фильтра с крышкой 6 неподвижно закреплена ось 1 с внутренним каналом и выходными отверстиями. На оси на радиально-упорном подшипнике 8 и двух втулках установлен ротор 4 с колпаком 5, фильтрующей сеткой 7 и жиклерами 2, выходные отверстия которых направлены в противоположные стороны.

При работе двигателя масло поступает внутрь оси 7, проходит через выходные отверстия и направляется во внутреннюю полость ротора.

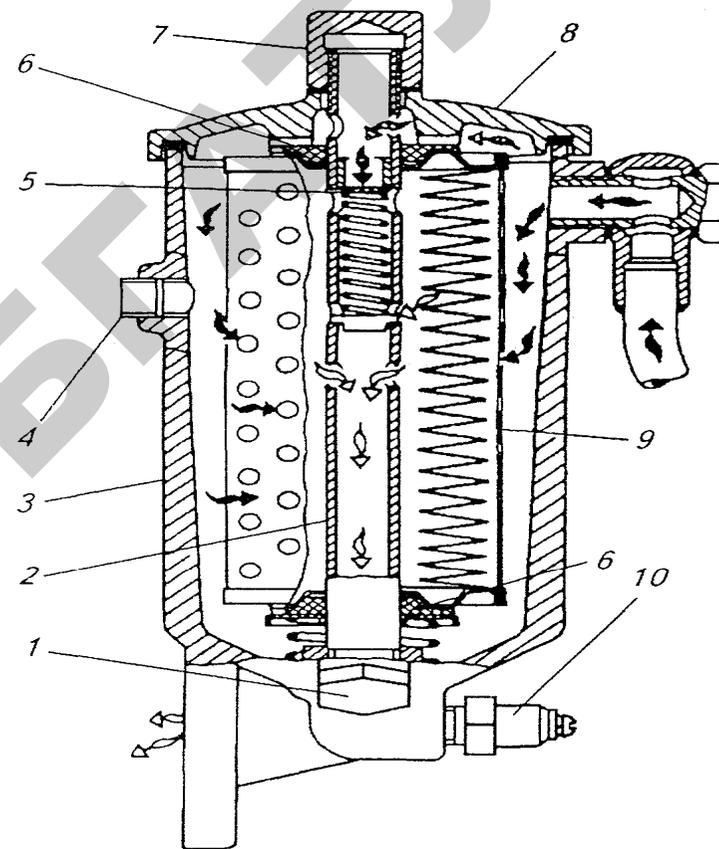


Рисунок 5 – Масляный фильтр со сменным фильтрующим элементом:  
 1 – пробка сливного отверстия; 2 – стержень; 3 – корпус; 4 – пробка; 5 – перепускной клапан; 6 – уплотнительная прокладка; 7 – колпачковая гайка; 8 – крышка; 9 – фильтрующий элемент; 10 – датчик аварийного давления масла

Затем проходит через фильтрующую сетку 7, идет вниз и выпрыскивается под давлением из жиклеров 2 в корпус фильтра. Под воздействием струй масла, направленных в противоположные стороны, создается реактивный момент, который вращает ротор, заполненный маслом. При этом под действием центробежных сил механические примеси, находящиеся в масле, оседают плотным слоем на стенках колпака 5 ротора.

Очищенное масло, выпрыскиваемое жиклерами, стекает в масляный поддон двигателя. Частота вращения ротора фильтра достигает  $5000...7000 \text{ мин}^{-1}$ , что обеспечивает качественную очистку масла.

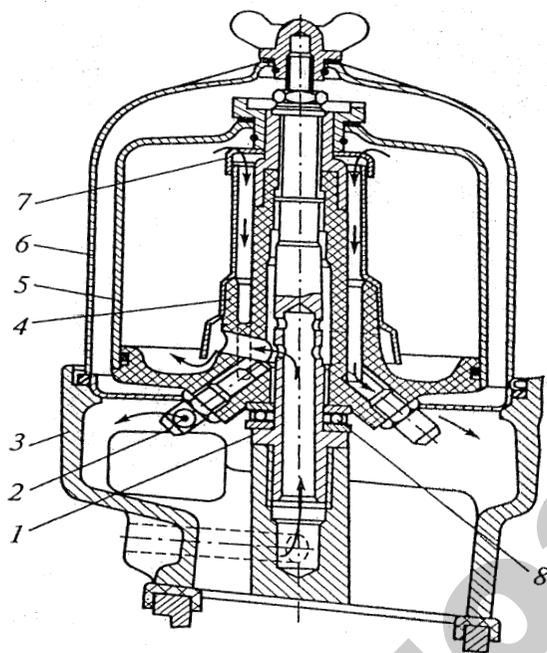


Рисунок 6 – Фильтр центробежной очистки масла:  
1 – ось; 2 – жиклер; 3 – корпус; 4 – ротор; 5 – колпак;  
6 – крышка; 7 – сетка; 8 – подшипник

**Масляные радиаторы.** Масляный охладитель (радиатор) применяют для поддержания температуры масла в необходимых пределах при работе двигателя с большой нагрузкой и при высокой температуре окружающего воздуха. Его обычно располагают впереди радиатора системы охлаждения. Масло в нем охлаждается встречным потоком воздуха. Водитель включает и выключает масляный радиатор краном-переключателем либо радиатор включается автоматически с помощью специального клапана.

В масляных радиаторах масло охлаждается на  $10...25^\circ\text{C}$ .

**Основные возможные неисправности.** Техническое обслуживание смазочной системы двигателя заключается в поддержании необходимого уровня масла в поддоне картера, периодической очистке фильтров, смене фильтрующих элементов и замене масла.

В конце каждой смены работу реактивной центрифуги проверяют на слух. После остановки двигателя в течение не менее  $40...60 \text{ с}$  должен быть слышен легкий шум (гудение) ротора. Отсутствие или малая продолжительность шума указывают на неисправность центрифуги. При замене масла в двигателе следует очистить ротор центрифуги от осадка.

### Содержание отчета

Отчеты по работе выполняют в тетради.

В отчете указывают назначение узла или системы, наименование его деталей, конструктивную схему (по указанию преподавателя могут выполняться эскизы отдельных деталей или их элементов), принцип работы и регулировки.

Схемы, помещаемые в отчет, должны отражать принципы компоновки механизма, узла или системы трактора или автомобиля.

По схемам даются обозначения отдельных элементов, а в текстовой части отчета — их наименование и назначение. Заполнить таблицу 1.

Схемы и эскизы в отчете выполняют карандашом под линейку с соблюдением правил машиностроительного черчения.

Запрещается помещать в отчет материалы, вырезанные из книг, снятые под копирку или с применением технических средств.

Таблица 1 — Проблемные ситуации

№ п/п	Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения неисправности
1	Повышенное давление масла на прогревом двигателе		
2	Пониженное давление		
3	Повышенный расход масла двигателем		
4	Прекращение подачи масла в двигатель (загорание контрольной лампы давления масла)		

#### Контрольные вопросы

1. Укажите назначение системы смазки двигателя.
2. Назовите типы смазочных систем.
3. Укажите, какие детали двигателя смазываются разбрызгиванием масла, а на какие масло подается под давлением.
4. Назовите основные агрегаты системы смазки, укажите их назначение.
5. Укажите марки масел, применяемые в системах смазки изучаемых двигателей.
6. Приведите величину рабочего давления масла в системе смазки двигателей.
7. Назовите характерные признаки и причины основных неисправностей изучаемых систем смазки.

#### Задание для самостоятельной работы

1. Перечислите основные параметры шестеренных насосов смазочной системы двигателей.
2. Полнопоточная центрифуга с бесшоповым гидравлическим приводом, конструкция, принцип работы.
3. Дайте техническую характеристику автоматически работающих клапанов смазочной системы двигателя Д-245.

#### Лабораторная работа 4

#### «Система питания карбюраторных двигателей. Карбюратор»

##### Цель работы:

- 1) согласно операционной карте провести частичную разборку системы питания карбюраторного двигателя, агрегатов, узлов (по выбору преподавателя);
- 2) изучить назначение, конструкцию, принцип работы агрегатов и узлов системы питания карбюраторного двигателя, регулировки, выявить возможные неисправности, определить способы их устранения, устранить;
- 3) согласно операционной карте провести сборку системы питания карбюраторного двигателя, агрегатов, узлов. Произвести регулировки карбюратора.

##### Материальное обеспечение и приборы:

- 1) двигатели ЗИЛ и ЗМЗ;
- 2) агрегаты системы питания карбюраторных двигателей;
- 3) Витрина с препарированными деталями карбюраторов;
- 4) комплект плакатов, схем, инструкции и методические указания;
- 5) набор инструментов.

##### Последовательность выполнения работы

1. Самостоятельная работа.
  - Самостоятельно подготовиться к лабораторной работе [1, 90–97 с.]
  - Подготовить отчет.
  - Изучить инструкции по технике безопасности при выполнении работы.
2. Работа в лаборатории.
  - пройти контроль или входное тестирование на подготовленность к выполнению работы;
  - предварительно разделив подгруппу на звенья по 3–5 человек, на рабочих местах проверить наличие материального обеспечения и пособий в соответствии с перечнем;
  - рассмотреть на двигателе расположение агрегатов системы питания карбюраторного двигателя;
  - согласно операционной карте провести частичную разборку системы питания карбюраторного двигателя, агрегатов, узлов;
  - изучить общее устройство системы питания карбюраторного двигателя, агрегатов, узлов, принцип работы;

- согласно операционной карте провести сборку системы питания карбюраторного двигателя, агрегатов, узлов;
- выявить возможные неисправности, устранить;
- оформить отчет по работе и ответить на контрольные вопросы;
- привести в порядок рабочее место и сдать учебному мастеру.

### Методические указания к выполнению лабораторной работы

1. В ходе самостоятельной подготовки к выполнению данной лабораторной работы повторите назначение системы питания карбюраторного двигателя, агрегатов узлов их конструкцию и принцип работы, особенности конструкций системы питания различных карбюраторных двигателей, способы и приемы выполнения разборочно-сборочных работ. Проанализируйте влияние технического состояния системы питания карбюраторного двигателя, агрегатов и узлов на экономичность и экологическую безопасность двигателя.

2. Рассмотрите на двигателе автомобиля расположение агрегатов системы питания карбюраторного двигателя. Используя плакаты, изучите общее устройство и уясните процесс работы системы питания карбюраторного двигателя, узлов, агрегатов. Согласно операционной карте произведите частичную разборку агрегатов системы смазки (карбюратора, бензонасоса и т. д.). Выявив возможные неисправности, устраните их. Далее произведите сборку агрегатов, узлов системы питания карбюраторного двигателя.

Система питания карбюраторного двигателя предназначено для хранения топлива, очистки и подачи топлива и воздуха и приготовления горючей смеси необходимого состава. Она состоит из топливного бака, фильтра очистки воздуха, фильтров очистки топлива, бензонасоса, карбюратора, топливопроводов, впускного коллектора, выпускного коллектора, глушителя (рисунок 1).

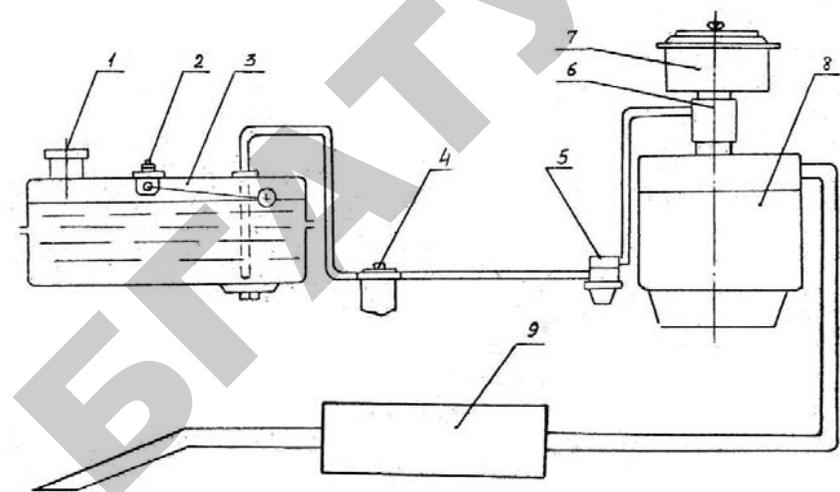


Рисунок 1 – Схема системы питания карбюраторного двигателя:  
 1 – заливная горловина; 2 – датчик уровня бензина; 3 – топливный бак;  
 4 – фильтр-отстойник; 5 – бензонасос; 6 – карбюратор; 7 – воздухоочиститель; 8 – двигатель; 9 – глушитель шума

**Система очистки и подачи воздуха и выпуска отработавших газов.** Схема движения потоков воздуха и отработавших газов системы питания карбюраторного двигателя представлена на рисунке 2.

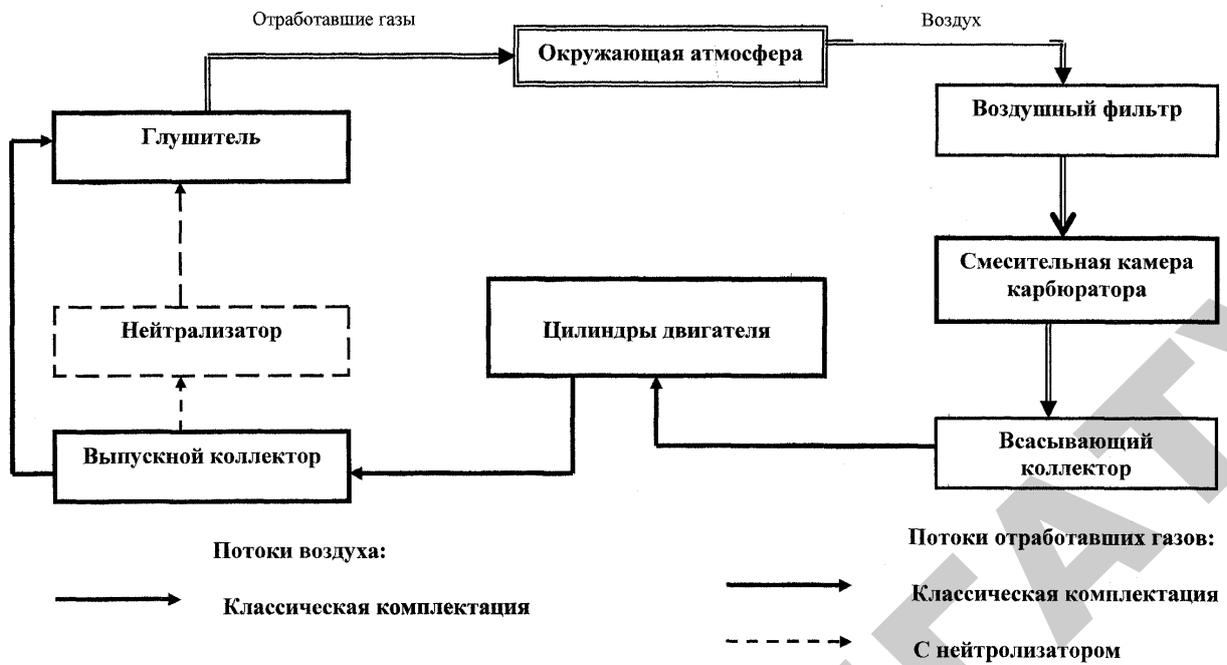


Рисунок 2 – Схема движения потоков воздуха и отработавших газов системы питания карбюраторного типа

Для очистки воздуха на двигателе устанавливается воздухоочиститель инерционно-масляный (рисунок 3) или с сухим фильтрующим элементом.

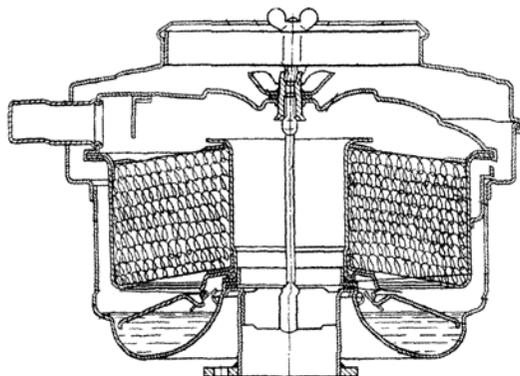


Рисунок 3 – Воздушный фильтр двигателя ЗИЛ

При такте впуска воздух под действием разрежения проходит через воздушный фильтр, несколько раз меняет направление движения в зависимости от конструкции воздухоочистителя. Частицы пыли, находящихся в воздухе, не могут быстро изменить направление движения, они попадают в масло (инерционно-маслянистый фильтр) и оседают в нем или на фильтрующем элементе (сухой фильтр).

Впускной коллектор обеспечивает испарение топлива и подачу горючей смеси в цилиндры двигателя. Отработавшие газы с огромной скоростью вырываются из цилиндра двигателя и движутся по выпускному коллектору в атмосферу, создавая большой шум.

Для поглощения шума на пути отработавших газов устанавливают глушитель, принцип действия которого основан на преобразовании пульсирующей струи газов в сплошной, равномерный с пониженной скоростью движения поток газов.

**Хранение, очистка и подача топлива.** Для хранения определенного количества топлива, используют топливные баки, изготовленные из тонкой листовой стали, внутри которых установлены перегородки для придания жесткости и препятствия перемещению топлива по баку при разгоне, торможении автомобиля и движении по неровной дороге. В пробке заливной горловины установлены два клапана: впускной (воздушный) – открывается при давлении 0,002–0,004 МПа и выпускной (паровой) – открывается при давлении 0,11–0,12 МПа.

Очистка топлива от примесей и воды осуществляется в фильтре грубой очистки топлива и фильтре тонкой очистки.

Фильтр отстойник имеет набор пластин толщиной 0,14 мм с отверстиями и выступами высотой 0,05 мм, собранных на двух стойках и плотно прижаты друг к другу пружиной, надет на центральный стержень. Крупные механические примеси и вода через щели не проходят и опускаются на дно отстойника. Чистое топливо поступает через центральную полость корпуса в магистраль к топливному насосу.

Фильтр тонкой очистки, как правило, устанавливают между топливным насосом и карбюратором.

Для подачи топлива из бака через фильтры в карбюратор под определенным давлением, в системе питания используются топливные насосы диафрагменного типа.

**Карбюратор.** Карбюратор предназначен для приготовления горючей смеси из топлива (бензина) и воздуха. Для сгорания 1 кг бензина необходимо 15 кг воздуха. Такая смесь называется нормальной. Для работы двигателя на различных режимах, необходима различная по составу горючая смесь. Режимы работы двигателя и состав горючей смеси приведен в таблице 1.

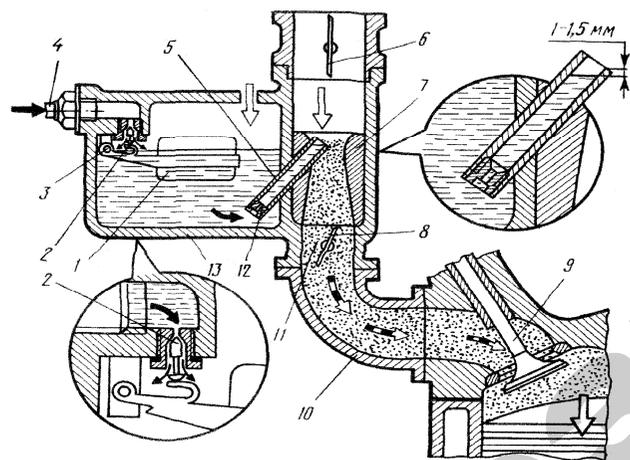
Таблица 1 – Состав смеси, необходимой на разных режимах карбюраторного двигателя

№ п/п	Режим работы двигателя	Коэффициент избытка воздуха	Система карбюратора или устройство, участвующее в приготовлении смеси
1.	Пуск двигателя	0,4–0,6 (переобогащенная)	Пусковая система (воздушная заслонка, ускорительный насос), система холостого хода (ХХ)
2.	Холостой ход (ХХ)	0,6–0,8 (богатая)	Система холостого хода
3.	Средние нагрузки	1,05–1,15 (обедненная)	Главная дозирующая система
4.	Максимальная мощность	0,8–0,9 (обогащенная)	Главная дозирующая система в экономайзер
5.	Резкий разгон	-	Главная дозирующая система, экономайзер и ускорительный насос

Простейший карбюратор (рисунок 4) не может обеспечить оптимального приготовления горючей смеси для различных режимов работы бензинового двигателя.

При пуске и прогреве холодного двигателя из-за неблагоприятных условий для распыливания и испарения топлива (холодный двигатель) должен обеспечиваться значительно обогащенной горючей смесью. Для обогащения горючей смеси в режиме пуска в карбюраторе установлено пусковое устройство, включающее в себя воздушную заслонку (рисунок 5, позиция V).

Наиболее продолжительный режим работы автомобильных двигателей – на средних нагрузках. От двигателя не требуется в это время максимальной мощности, поэтому смесь должна быть обедненная, которая является наиболее экономичной. Для этой цели в конструкции карбюратора имеется главная дозирующая система (рисунок 5 позиция I) включающая эмульсионную трубку и воздушный жиклер.



→ Топливо  
 ⇨ Воздух  
 ⇨ Горючая смесь

Рисунок 4 – Схема простейшего карбюратора:

1 – поплавок; 2 – игольчатый клапан; 3 – ось поплавка; 4 – штуцер подачи топлива; 5 – распылитель; 6 – воздушная заслонка; 7 – диффузор; 8 – дроссельная заслонка; 9 – впускной клапан; 10 – впускной трубопровод; 11 – смесительная камера; 12 – жиклер; 13 – поплавковая камера

Для режима полной нагрузки, когда от двигателя требуется отдача полной мощности, необходима обогащенная смесь. Для этого в карбюраторе установлен экономайзер (рисунок 5, позиция III) включающий в себя дополнительный жиклер, колодец с поршнем и клапан экономайзера.

Режим быстрого перехода с малых и средних нагрузок на максимальные (режим разгона) требует резкого обогащения смеси, необходимого для быстрого увеличения частоты вращения коленчатого вала и мощности двигателя. Это обеспечивает установленный в карбюраторе ускорительный насос (рисунок 5, позиция IV), включающий в себя еще один колодец с поршнем, клапан насоса, дополнительный канал к распылителю и обратный клапан.

Режим холостого хода и малых нагрузок из-за значительного загрязнения цилиндров отработавшими газами и малого расхода воздуха (малое разрежение в диффузоре) требует небольшого обогащения смеси. Это обеспечивается системой холостого хода карбюратора (рисунок 5, позиция II), при работе которой топливо подается ниже дроссельной заслонки через жиклеры системы холостого хода и смесеобразования происходит в дроссельном пространстве.

Для ограничения частоты вращения коленчатого вала карбюраторного двигателя устанавливают пневмоцентробежный ограничитель оборотов. Пневмоцентробежный ограничитель состоит из центробежного датчика, установленного на распределительном валу и пневмокамеры, установленной на карбюраторе и соединенных между собой вакуумными трубками.

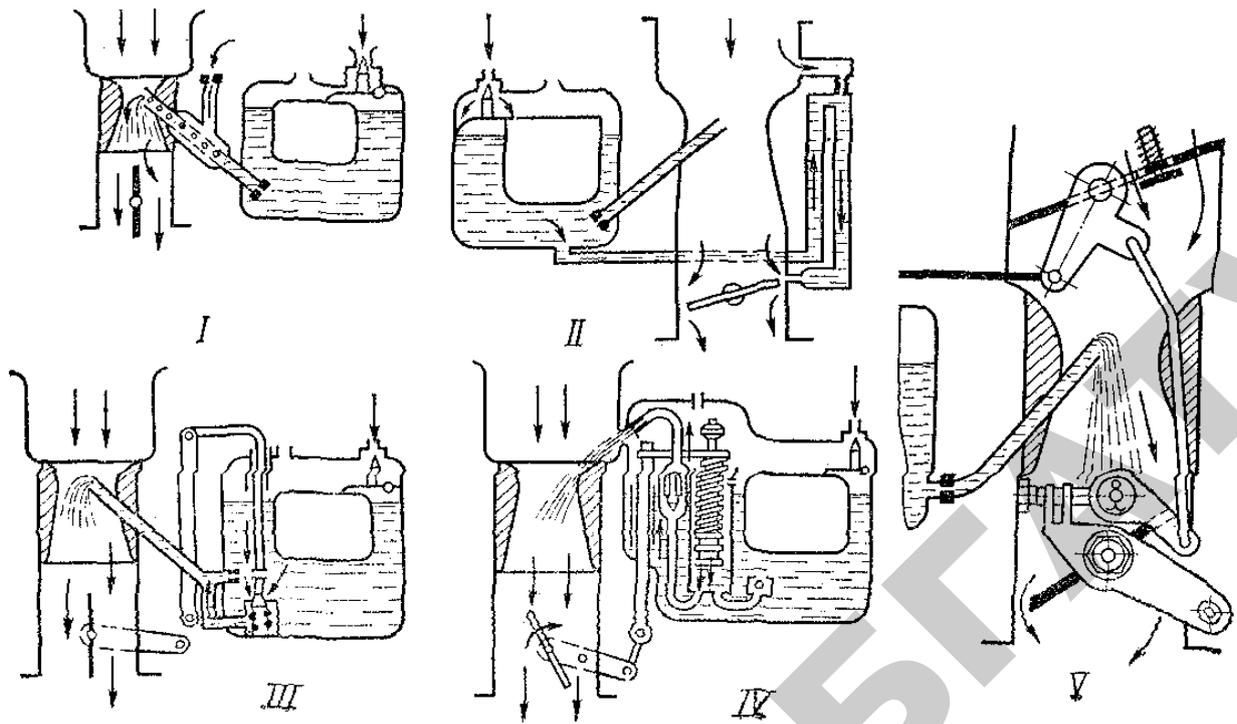


Рисунок 5 – Механизмы и системы карбюратора

**Ограничитель оборотов двигателя.** При увеличении частоты вращения коленчатого вала двигателя, выше допустимой, клапан датчика за счет центробежной силы, преодолевая сопротивление пружины, открывается и соединяет полость пневмокамеры с полостью карбюратора, мембрана пневмокамеры, преодолевая сопротивление пружины, перемещает рычаг и прикрывает дроссельные заслонки независимо от положения педали акселератора.

### **Содержание отчета**

Отчеты по работе выполняют в тетради.

В отчете указывают назначение узла или системы, наименование его деталей, конструктивную схему (по указанию преподавателя могут выполняться эскизы отдельных деталей или их элементов), принцип работы и регулировки.

Схемы, помещаемые в отчет, должны отражать принципы компоновки механизма, узла или системы трактора или автомобиля.

По схемам даются обозначения отдельных элементов, а в текстовой части отчета — их наименование и назначение. Составить и заполнить таблицу проблемных ситуаций. Схемы и эскизы в отчете выполняют карандашом под линейку с соблюдением правил машиностроительного черчения.

Запрещается помещать в отчет материалы, вырезанные из книг, снятые под копирку или с применением технических средств.

### **Контрольные вопросы**

1. Укажите назначение агрегатов системы питания карбюраторных двигателей и поясните их взаимосвязь.
2. Поясните конструкцию агрегатов системы: топливного бака, бензонасоса, фильтров очистки топлива, воздухоочистителя.
3. Поясните работу топливного насоса и особенности его привода.
4. Укажите операции по уходу за агрегатами системы питания карбюраторного двигателя.
5. Укажите основные элементы простейшего карбюратора.
6. Перечислите механизмы и системы, участвующие в приготовлении горючей смеси на различных режимах работы двигателя.
7. Как проверяется и регулируется уровень топлива в поплавковой камере.
8. Пояснить, как отрегулировать минимально-устойчивую частоту вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу.

9. Объяснить работу пневмоцентробежного ограничителя частоты вращения коленчатого вала.

### **Задания для самостоятельной работы**

1. Изучить раздел «Системы питания карбюраторных двигателей», используя список рекомендуемой литературы.
2. При изучении обратить внимание на особенности процесса образования горючей смеси, ее состав на различных режимах работы карбюраторного двигателя, конструкцию и работу механизмов и систем карбюратора.
3. Уяснить операции по регулировке уровня топлива в поплавковой камере карбюратора и порядок регулировки минимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу.
4. Изобразить схемы воздухоочистителя инерционно-масляного типа, бензонасоса.

## Лабораторная работа 5 «Работа карбюраторных двигателей на СПГ»

### Цель работы:

- 1) согласно операционной карте провести частичную разборку системы питания карбюраторного двигателя на СПГ, агрегатов, узлов;
- 2) изучить назначение, конструкцию, принцип работы агрегатов и узлов системы питания карбюраторного двигателя на СПГ, регулировки, выявить возможные неисправности, определить способы их устранения, устранить;
- 3) особенности, преимущества и недостатки автомобилей работающих на сжатом газе, правила эксплуатации;
- 4) согласно операционной карте провести сборку системы питания карбюраторного двигателя, агрегатов, узлов.

### Материальное обеспечение и приборы:

- 1) двигатель ЗИЛ с агрегатами газобаллонной установки;
- 2) отдельные агрегаты газобаллонной установки;
- 3) комплект плакатов, схем, инструкции и методические указания;
- 4) набор инструмента.

### Последовательность выполнения работы

#### 1. Самостоятельная работа.

- самостоятельно подготовиться к лабораторной работе [1, 97–102 с.];
- подготовить отчет;
- изучить инструкцию по технике безопасности при выполнении работы.

#### 2. Работа в лаборатории.

- пройти контроль или входное тестирование на подготовленность к выполнению работы;
- предварительно разделив подгруппу на звенья по 3–5 человек, на рабочих местах проверить наличие материального обеспечения и пособий в соответствии с перечнем;
- согласно операционной карте произвести частичную разборку, системы питания, агрегатов, узлов карбюраторного двигателя на СПГ;
- изучить назначение, конструкцию, принцип работы агрегатов и узлов системы питания карбюраторного двигателя на СПГ, выявить возможные неисправности, определить способы устранения, устранить их;

- согласно операционной карте провести сборку системы питания, агрегатов, узлов карбюраторного двигателя на СПГ;
- привести в порядок рабочее место и сдать учебному мастеру;
- оформить отчет и ответить на контрольные вопросы.

### Методические указания к выполнению работы

1. В ходе самостоятельной подготовки к выполнению данной лабораторной работы повторите назначение системы питания карбюраторного двигателя на СПГ, узла и агрегатов, устройство и принцип работы. Особенности конструкций системы питания карбюраторного двигателя на СПГ, агрегатов и узлов. Способы и приемы выполнения разборочно-сборочных работ. Проанализируйте влияние технического состояния системы питания карбюраторного двигателя на СПГ на экономичность и экологическую безопасность двигателя.

2. Рассмотрите на двигателе автомобиля расположение агрегатов и узлов системы питания карбюраторного двигателя на СПГ. Используя плакаты, изучите общее устройство и принцип работы. Согласно операционной карте выполните частичную разборку системы питания карбюраторного двигателя на СПГ, узлов и агрегатов двигателя (по выбору преподавателя). Выяснив возможные неисправности устранить их. Далее произвести сборку системы питания карбюраторного двигателя на СПГ, агрегатов, узлов. Сделать необходимые регулировки.

Основным видом сырья для получения моторного топлива долгое время считалась нефть. Однако в последние годы кроме нефти все большее применение находят природный газ, уголь, тяжелые нефти и природные битумы, горючие сланцы и другие.

Мировые извлекаемые запасы нефти составляют около 95 млрд тонн (136,5 млрд т. у. т.). Современный коэффициент извлечения нефти в среднем в мире составляет 29...30 %. Мировые извлекаемые запасы природного газа оценивают до 340 трлн м<sup>3</sup>.

Поэтому в настоящее время широкое применение в качестве моторного топлива используется природный газ, горючие сланцы и другие. Идея использования газового топлива не нова. В 1860 г. французским механиком Э. Ленуаром впервые был разработан двигатель, работающий на светильном газе. Двигатель работал по двухтактному циклу без предварительного сжатия заряда. В 1877–1878 гг. немецким изобретателем Н. Отто был создан поршневой двигатель, который вначале работал на газовом топливе.

В настоящее время самое широкое применение в качестве газового топлива получили распространение сжатый природный газ (СПГ) и сжиженный нефтяной газ (СНГ). Сжатыми природными газами называют газы, которые при температуре 15...20 °С и давлении до 20 МПа сохраняют газообразное состояние. Сжиженными называют газы, которые переходят при давлении 1,6 МПа и температуре до 50 °С из газообразного состояния в жидкое. Газ хранится в специальной емкости.

В настоящих методических указаниях изложена конструкция, работа, особенности эксплуатации и правила техники безопасности при эксплуатации газобаллонной установки автомобиля, работающего на сжатом природном газе.

**Питание двигателей углеродным газовым топливом.** Сжиженный нефтяной газ представляет собой легкие углеводороды, которые при сравнительно невысоком давлении (1...2 МПа) и нормальной температуре находятся в жидком состоянии. Основные компоненты сжиженного нефтяного газа – пропан и бутан. В небольших количествах содержится этан и пропилен.

Сжиженные газы, применяемые в качестве автомобильного топлива, должны удовлетворять следующим требованиям: иметь стабильный компонентный состав; обеспечивать избыточное давление насыщенных паров от 1,6 до 0,07 МПа; не иметь жидкого неиспаряющегося остатка.

К загрязняющим веществам в сжиженных газах относятся сера и ее соединения, вода, тяжелые углеводороды.

Сжатый природный газ (СПГ) получают путем сжатия собственно природных газов, а также газов попутных (нефтяных) и газоконденсатных месторождений.

Собственно природный газ получают из буровых скважин газовых месторождений. Он практически не требует переработки и очистки. Содержит 82...98 % метана (СН<sub>4</sub>) с небольшими примесями этана (С<sub>2</sub>Н<sub>6</sub>), пропана (С<sub>3</sub>Н<sub>8</sub>), бутана (С<sub>4</sub>Н<sub>10</sub>). Попутные газы получают при добыче нефти. На одну тонну добытой нефти приходится 50... 100 м<sup>3</sup> газа. Содержание метана в них колеблется в пределах 40...82 %, бутана и пропана – 4...20 %.

В соответствии с техническими требованиями сжатый газ может быть марок А и Б. Они отличаются плотностью из-за различного объемного состава метана и азота. Содержание метана в СПГ марки А составляет 95±5%, а в марке Б – 90±5%. По энергетическим параметрам 1 м<sup>3</sup> природного газа эквивалентен 1 л бензина.

Сравнимость природного газа с бензином по энергетическим свойствам приведена в таблице 1.

**Устройство газобаллонной установки.** По принципу действия, приборы и аппараты, применяемые для различных видов газа, не имеют существенных различий. Баллоны для хранения газов имеют существенные различия, так сжатый природный газ хранится под давлением до 20 МПа, что требует толстостенных сосудов; жидкий метан со держится при температуре кипения – 161 °С в изотермических сосудах, а сжиженный пропан – бутановый газ имеет максимальное рабочее давление 1,6 МПа, поэтому его транспортируют в баллонах с толщиной стенок 3...6 мм.

Таблица 1 – Технические показатели топлива

Показатели	Бензин	Сжатый природный газ		Примечание
		А	Б	
Теплота сгорания	4344 кДж/1 кг	3218 кДж/м <sup>3</sup>	3218 кДж/м <sup>3</sup>	= 1
Относительная плотность	0,73...0,78	0,586	0,610	Плотность по воздуху = 1,0
Октановое число по моторному методу испытания топлива	75...86	108	102	
Температура воспламенения, °С	230	625	608	
Норма расхода автомобилем ЗИЛ-4317 на 100 км	32,5 кг	31,5 м <sup>3</sup>	31,5 м <sup>3</sup>	

Газобаллонная установка автомобиля, работающего на сжиженном газе (рисунок 1), состоит из баллона 20, в котором содержится сжиженный нефтяной газ (СНГ). На баллоне установлены два расходных вентиля 21 и 22. Вентиль 21 служит для питания двигателя паровой фазой, например при пуске. После прогрева двигателя его питание переводится на жидкую фазу через вентиль 22. Это позво-

ляет исключить падение давления в газовом баллоне, кипение сжиженного газа и сохранить стабильность показателей газа.

Из баллона газ подводится к магистральному вентилю 18, а затем – в испаритель 8, через который по шлангам 7 и 9 циркулирует горячая жидкость системы охлаждения двигателя. В испарителе газ полностью переходит в парообразное состояние и очищается в фильтре 14 с войлочным и фильтре 15 с сетчатым элементами.

Очищенный газ подается к двухступенчатому редуктору 13, во второй ступени которого давление снижается до близкого к атмосферному. Из редуктора через дозирующе-экономайзерное устройство 12 и шланг 11 основной подачи газ направляется в смеситель 5. Кроме того, по трубке 10 газ, минуя дозирующе-экономайзерное устройство, из редуктора подается в систему холостого хода смесителя.

Газобаллонная установка снабжена двумя контрольными приборами: дистанционным электрическим манометром 16, показывающим давление в первой ступени редуктора, и указателем 17 уровня сжиженного газа в баллоне.

Резервная система питания двигателя бензином состоит из топливного бака 19, фильтра-отстойника 2, топливного насоса 3 и однокамерного карбюратора 4, установленного на проставке 1, расположенной под газовым смесителем.

При переходе с газообразного топлива на бензин (или наоборот) не следует допускать, чтобы двигатель работал на смеси двух топлив, так как это приводит к обратным всплескам, опасным в пожарном отношении. Перевод обязательно осуществляют при остановленном двигателе. При этом перекрывают подачу и вырабатывают из системы один вид топлива, затем открывают подачу другого вида топлива и пускают двигатель обычным способом.

Газобаллонная установка автомобиля, работающего на сжатом природном газе (рисунок 2), состоит из баллона 1, в котором содержится в сжатом до 20 мПа газ. Запас СПГ в одном баллоне при давлении 20 мПа составляет 10 м<sup>3</sup>, что эквивалентно примерно 10 л бензина, которые соединены между собой последовательно. Для повышения безопасности баллоны разделены на секции по 3 или 4 баллона. Каждая секция снабжена расходным вентилем 6. Баллоны заправляют одновременно через наполнительный вентиль.

От магистрального вентиля газ подается в подогреватель 3, в котором теплоносителем являются отработавшие газы, затем – в одноступенчатый газовый редуктор 4 высокого давления, где давление газа снижается до 1...1,6 мПа. Далее газ подается к фильтру 9 с

войлочным элементом и электромагнитным клапаном, а из него – в двухступенчатый газовый редуктор 8, где давление снижается практически до атмосферного. После редуктора газ поступает в газосмесительное устройство 7, которое конструктивно выполнено в одном узле с карбюратором.

**Газовые редукторы.** Газовые редукторы высокого давления устанавливаются в системах автомобилей работающих на СПГ.

Таблица 2 – Технические параметры газового редуктора

Параметры	Величина
Наибольшая пропускная способность, м <sup>3</sup> /ч	55,0
Давление на входе, мПа	20,0
Рабочее давление на выходе, мПа	0,8...1,2
Материал клапана	Дифлом марки А
Давление срабатывания предохранительного клапана, мПа	1,7

Газовый редуктор высокого давления, схема которого представлена на рисунке 3 предназначен для понижения высокого давления газа, находящегося в баллонах ( $P_{\max} = 20$  мПа), до значения его после редуктора 0,8...1,2 мПа.

Принцип работы редуктора состоит в понижении давления газа в результате его расширения при прохождении его через зазор между седлом и клапаном в камере.

Вращением винта можно регулировать величину давления после редуктора. При превышении этого давления выше 1,7 мПа срабатывает предохранительный клапан.

#### **Работа газобаллонной установки.**

1. При длительной стоянке на неработающем двигателе или хранении автомобиля должны быть перекрыты расходный и магистральный вентили. Газ должен быть выработан при закрытом вентиле.

2. При кратковременной остановке (при неработающем двигателе) вентиль можно не перекрывать. В результате отсутствия разряжения во впускном коллекторе поступление газа в двигатель перекрывает клапан первой ступени 18 и клапан 6 второй ступени. Клапан первой ступени закрыт за счет перемещения вверх диафрагмы и рычага прижимающего клапан. Клапан второй ступени плотно закрыт усилием пружины.

3. При работе двигателя в режиме холостого хода за счет сильного разрежения за дроссельной заслонкой, которое передается в полость над диафрагмой, поднимает ее и закрывает клапан. Одновременно разрежение передается и в полость разгрузочного устройства. При этом мембрана разгрузочного устройства сжимает пружину и открывает клапан. Обратный клапан главной дозирующей системы карбюратора-смесителя закрыт. Газ подается в двигатель только через систему холостого хода.

4. При работе двигателя на режимах частичных нагрузок по мере увеличения открытия дроссельной заслонки 27 увеличивается разрежение в диффузоре-смесителе. Это разрежение передается в камеру обратного клапана, который открывается и газ поступает в главную дозирующую систему. При этом за счет разрежения в полости *Б* редуктора диафрагма 5 прогибается вверх, преодолевая усилие пружины 24, открывая на большую величину клапан 6, расход газа увеличивается, растет и разрежение в полости *А* первой ступени редуктора, клапан 18 открывается на большую величину, что приводит к расходу газа. Но за счет оптимального отверстия шайбы 9 смесь обедняется.

5. При работе двигателя в режиме нагрузки дроссельные заслонки и клапаны полностью открыты. При этом вступает в работу дозирующе-экономайзерное устройство, ввиду уменьшения разрежения во впускном трубопроводе и, соответственно, сверху диафрагмы. Под действием же усилия цилиндрической пружины диафрагма прогибается вниз, открывая клапан 13. За счет дополнительного поступления газа горючая смесь обогащается, что и требуется для получения от двигателя полной мощности.

**Преимущества и недостатки автомобилей, работающих на газе.** *Преимущества.* Ввиду более высокого октанового числа газа (90...110 ед.) значительно улучшаются антидетонационные показатели работы двигателя. В связи с этим есть возможность увеличить степень сжатия серийного двигателя. Значительно снижается токсичность отработанных газов. Происходит значительное снижение шума двигателя (10...15 %). Газовое топливо в отличие от бензина не смывает масляную пленку с зеркала цилиндров, уменьшается отложение нагара на днище поршня и стенках камеры сгорания, в результате в 1,5 раза повышается межремонтный пробег автомобиля, во столько же дольше служит масло в картере двигателя. Несколькими ниже стоимость газового топлива.

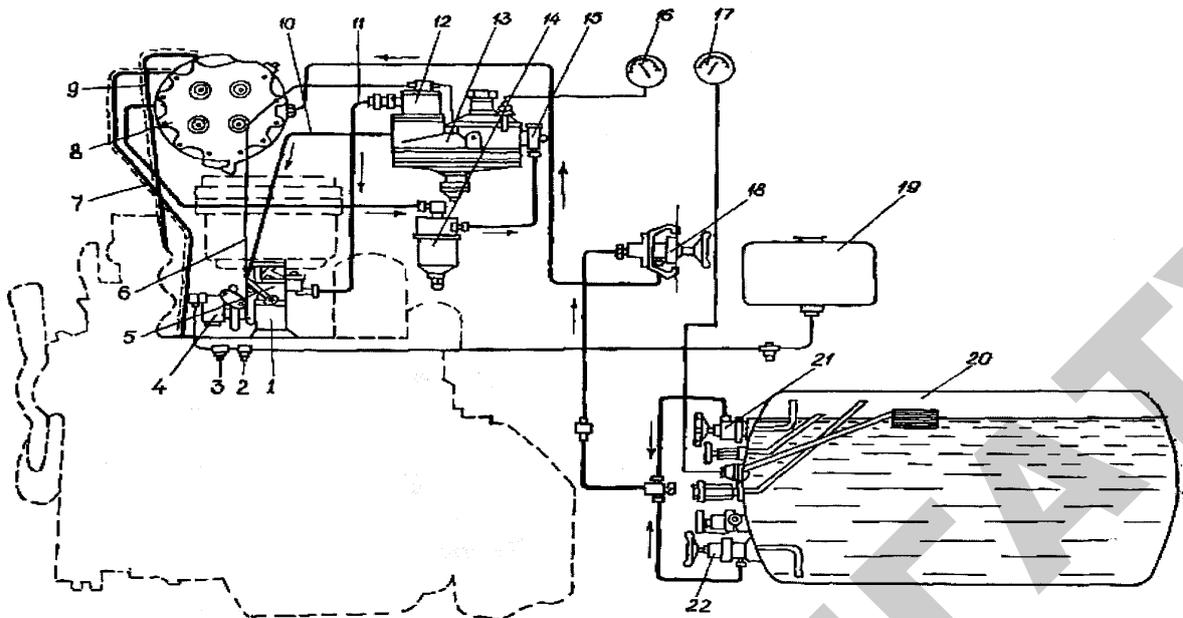


Рисунок 1 – Схема системы питания грузового автомобиля, работающего на сжиженном газе:

1 – проставка; 2 – фильтр-отстойник; 3 – топливный насос; 4 – карбюратор; 5 – смеситель; 6 – трубка, соединяющая редуктор с всасывающим трубопроводом; 7, 9 – шланги для подвода и отвода жидкости системы охлаждения в испаритель; 8 – испаритель; 10 – трубка для отвода гама в систему холостого хода; 11 – шланг основной подачи газа; 12 – дозирующе-экономайзерное устройство; 13 – редуктор; 14, 15 – газовый и сетчатый фильтры; 16 – манометр; 17 – указатель уровня сжиженного газа в баллоне; 18 – магистральный вентиль; 19 – топливный бак; 20 – газовый баллон; 21, 22 – расходные вентили паровой и жидкой фазы газа

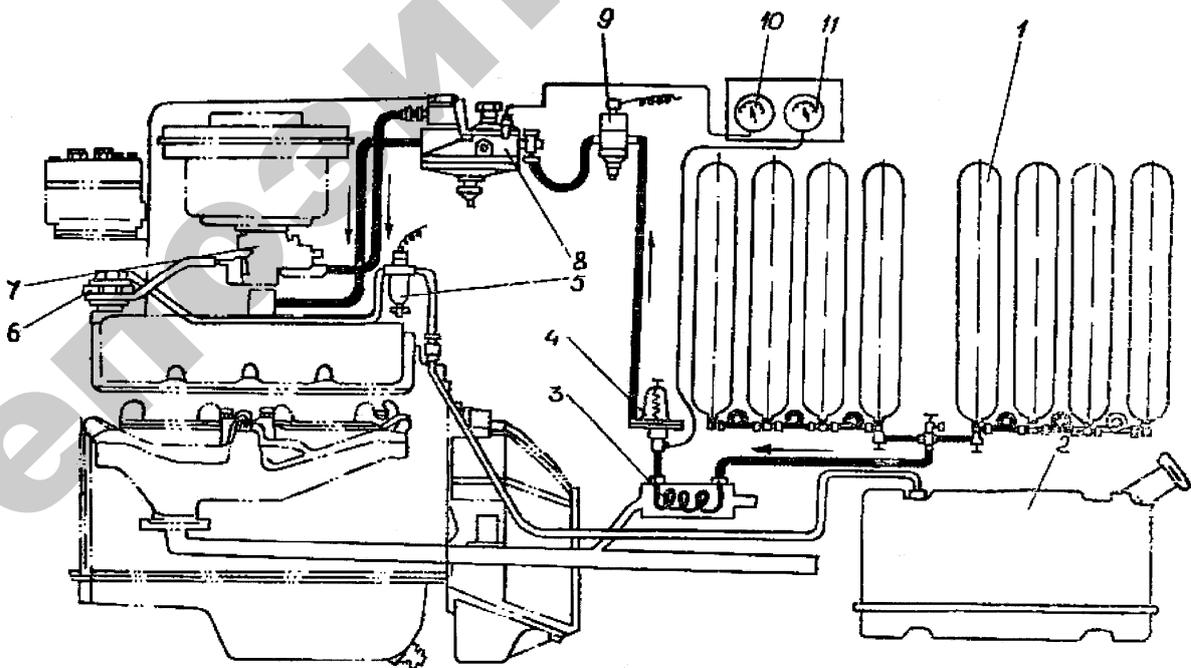


Рисунок 2 – Схема системы питания грузового автомобиля, работающего на сжатом газе:

1 – газовый баллон; 2 – бензиновый бак; 3 – подогреватель газа; 4, 8 – редукторы высокого и низкого давления; 5, 9 – бензиновый и газовый фильтры с электромагнитными клапанами; 6 – бензиновый насос; 7 – карбюратор-смеситель; 10, 11 – манометры редуктора и баллонов

**Недостатки.** Высокая стоимость аппаратуры (около 25 % от общей стоимости автомобиля), необходимость в более высокой квалификации обслуживания. Увеличены затраты на техническое обслуживание и ремонт. В результате повышения металлоемкости автомобиля снижается грузоподъемность. Несколько сокращается межзаправочный пробег автомобиля. Ввиду того, что воспламеняемость СПГ в 2,5...3 раза выше температуры воспламенения бензина, пуск двигателя особенно в холодное время проводят на бензине.

**Особенности эксплуатации автомобилей, работающих на сжатом газе.** Для безотказной работы газобаллонных автомобилей нужно регулярно проводить технические осмотры и ремонт газобаллонной установки. Обслуживающий персонал (водители, механики, слесари) должен обязательно пройти предварительный инструктаж по конструкции и принципу действия газовой аппаратуры, правилам заправки газовых баллонов.

**Пуск и остановка двигателя.** Перед пуском двигателя необходимо:

- 1) установить переключатель на панели в положение «ГАЗ»;
- 2) осмотреть газовую аппаратуру и убедиться в ее исправности и герметичности;
- 3) проверить давления газа в баллонах по манометру;
- 4) медленно открыть расходный вентиль;
- 5) включить зажигание и стартером пустить двигатель. Держать стартер включенным более 10 с запрещается. Интервал между повторным включением должен составлять не менее 10...15 с;
- 6) после запуска двигателя дать ему проработать на холостом ходу 1...2 мин и только после этого следует плавно увеличивать частоту вращения коленчатого вала;
- 7) не рекомендуется при пуске двигателя прикрывать воздушную заслонку, так как это может привести к переобогащению газозвушной смеси и, следовательно, к затрудненному пуску двигателя.

Остановка двигателя производится выключением зажигания. При непродолжительной стоянке переключатель «БЕНЗИН-ГАЗ» не обязательно ставить в положение «НЕЙТРАЛЬ», однако, при продолжительной стоянке переключатель ставится в «НЕЙТРАЛЬ» и вырабатывается газ из системы между электромагнитным клапаном и карбюратором-смесителем.

При длительной стоянке автомобиля нужно закрыть расходный вентиль на баллоне и выработать газ до остановки двигателя. Затем отключить электромагнитный клапан. Выключить зажигание.

Пуск двигателя при низких температурах окружающего воздуха, особенно при безгаражном хранении автомобиля, рекомендуется производить на бензине. Для чего необходима при помощи рычага ручной подкачки бензинового насоса заполнить поплавковую камеру карбюратора бензином. Переключатель «БЕНЗИН-ГАЗ» поставить в положение «БЕНЗИН». Запуск двигателя и его прогрев проводится обычным способом.

Для перевода двигателя на газ необходимо полностью выработать бензин из карбюратора, предварительно поставив переключатель в положение «НЕЙТРАЛЬ» до полной остановки двигателя. Открыть вентиль баллона, поставить переключатель в положение «ГАЗ» и запустить двигатель.

Запрещается одновременная работа двигателя на бензине и газе.

**Правила техники безопасности:**

- 1) гаражное помещение должно тщательно проветриваться;
- 2) необходимо в отработанных газовых баллонах оставлять остаток газа с давлением не менее 0,5 мПа во избежание попадания туда воздуха;
- 3) после гидравлического испытания баллонов при давлении 30 мПа они должны быть тщательно просушены и затем продуты газом;
- 4) к вождению газобаллонных автомобилей допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие спецподготовку, сдавшие экзамен и имеющие удостоверение установленного образца.

**Категорически воспрещается:**

- 1) проверять герметичность системы открытым огнем, прогревать зимой двигатель, газовые баллоны, газопроводы открытым пламенем;
- 2) ставить в гараж автомобиль при незначительной утечке газа;
- 3) производить ремонт, регулировки, подтяжку соединений при работающем двигателе;
- 4) останавливать автомобиль в местах с открытым огнем.

В случае возникновения пожара на газобаллонном автомобиле необходимо немедленно закрыть расходный вентиль на баллоне. Если пожар возник при работающем двигателе, не следует его глушить, а наоборот, нужно закрыть электромагнитный клапан газа и увеличить частоту вращения коленчатого вала, чтобы быстрее вы-

работать газ из системы газопровода от клапана до карбюратора-смесителя. Тушение пожара на автомобиле следует производить огнетушителем, песком, одеждой.

### **Содержание отчета**

Отчеты по работе выполняют в тетради.

В отчете указывают назначение узла или системы, наименование его деталей, конструктивную схему (по указанию преподавателя могут выполняться эскизы отдельных деталей или их элементов), принцип работы и регулировки.

Схемы, помещаемые в отчет, должны отражать принципы компоновки механизма, узла или системы трактора или автомобиля.

По схемам даются обозначения отдельных элементов, а в текстовой части отчета — их наименование и назначение. Составить таблицу проблемных ситуаций, заполнить.

Схемы и эскизы в отчете выполняют карандашом под линейку с соблюдением правил машиностроительного черчения.

Запрещается помещать в отчет материалы, вырезанные из книг, снятые под копирку или с применением технических средств.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите агрегаты, составляющие газобаллонную установку, работающую на сжатом природном газе.
2. Объясните, в чем заключается различие между СНГ и СПГ.
3. Перечислите основные преимущества и недостатки газобаллонных автомобилей, работающих на СНГ и СПГ.
4. Объясните конструкцию и работу редуктора высокого давления.
5. Укажите назначение и конструкцию электромагнитных клапанов с фильтрами системы питания двигателя на бензине и газе.
6. Расскажите по схеме об особенностях работы газобаллонной установки на СПГ и СНГ.
7. Объясните назначение и конструкцию газового двухступенчатого редуктора низкого давления. Величины давления газа, коммуникации.
8. Объясните работу двигателя на режимах:
  - а) холостого хода;
  - б) средних нагрузок;
  - в) полной мощности.
9. Перечислите последовательность выполнения операций при переводе двигателя с одного вида топлива на другой.

10. Перечислите преимущества и недостатки газового топлива по сравнению с работой двигателя на бензине.

11. Перечислите основные правила техники безопасности при эксплуатации газобаллонного автомобиля.

### **Задание для самостоятельной работы**

1. Изучите раздел «Система питания газовых двигателей», используя рекомендуемую литературу.
2. Укажите возможные неисправности и методы их устранения.

## **Лабораторная работа 6** **«Система питания дизельных двигателей»**

### **Цель работы:**

- 1) согласно операционной карте провести частичную разборку система питания дизельных двигателей (по выбору преподавателя);
- 2) изучить назначение, конструкцию, принцип работы агрегатов и узлов система питания дизельных двигателей, выявить возможные неисправности, определить способы их устранения, устранить. ( Топливного насоса, плунжерной пары, и всережимного регулятора и т. д.);
- 3) проверить техническое состояние форсунки, определить давления начала впрыска и качества распыливания топлива;
- 4) согласно операционной карте провести сборку система питания дизельных двигателей, агрегатов, узлов .Выполнить необходимые регулировки.

### **Материальное обеспечение и пособия:**

- 1) двигатели Д-240 и Д-260;
- 2) прибор КИ-562, форсунки ФД-22,6Т2;
- 3) топливный насос 4УТРМ, НД-21/4,НД-22/6Б4;
- 4) агрегаты системы питания дизельных двигателей;
- 5) комплект плакатов, схем, инструкции и методические указания;
- 6) набор инструментов.

### **Последовательность выполнения работы**

#### **1. Самостоятельная работа.**

- самостоятельно подготовиться к лабораторной работе [1, 84–90 с.];
- подготовить отчет;
- изучить инструкцию по технике безопасности при выполнении работы.

#### **2. Работа в лаборатории.**

- пройти контроль или входное тестирование на подготовленность к выполнению работы;
- предварительно разделив подгруппу на звенья по 3–5 человек, на рабочих местах проверить наличие материального обеспечения и пособий в соответствии с перечнем;
- согласно операционной карте произвести частичную разборку системы питания дизельных двигателей, агрегатов, узлов;

- изучить назначение, конструкцию, принцип работы агрегатов и узлов системы питания дизельных двигателей, выявить возможные неисправности, определить способы их устранения и устранить их;
- согласно операционной карте провести сборку системы питания дизельных двигателей, агрегатов, узлов;
- привести в порядок рабочее место и сдать учебному мастеру;
- оформить отчет и ответить на контрольные вопросы.

### **Методические указания к выполнению работы**

1. В ходе самостоятельной подготовки к выполнению данной лабораторной работы повторите назначение системы питания дизельных двигателей, узлов и агрегатов, конструкцию и принцип работы. Особенности конструкции агрегатов, узлов системы питания других двигателей. Способы и приемы выполнения разборочно-сборочных работ. Проанализируйте влияние технического состояния системы питания дизельных двигателей, агрегатов, узлов на экономичность и экологическую безопасность двигателя.

2. Рассмотрите на двигателе трактора расположение сборочных единиц системы питания дизельных двигателей, агрегатов и узлов. Используя плакаты, изучите общую конструкцию и уясните принцип работы. Согласно операционной карте выполните частичную разборку системы питания дизельных двигателей, узлов, агрегатов. Выяснив возможные неисправности, устранить их. Согласно операционной карте произвести сборку системы питания дизельных двигателей, узлов, агрегатов, выполнить регулировки.

Система питания дизеля предназначена для очистки воздуха и топлива и подачи их в цилиндры. Она состоит из воздухоочистителя, воздухоподводящего трубопровода, впускного и выпускного коллекторов, турбокомпрессора, глушителя, топливного бака, топливных фильтров грубой и тонкой очистки, топливного насоса, форсунок и топливопроводов высокого и низкого давления (рисунок 1)

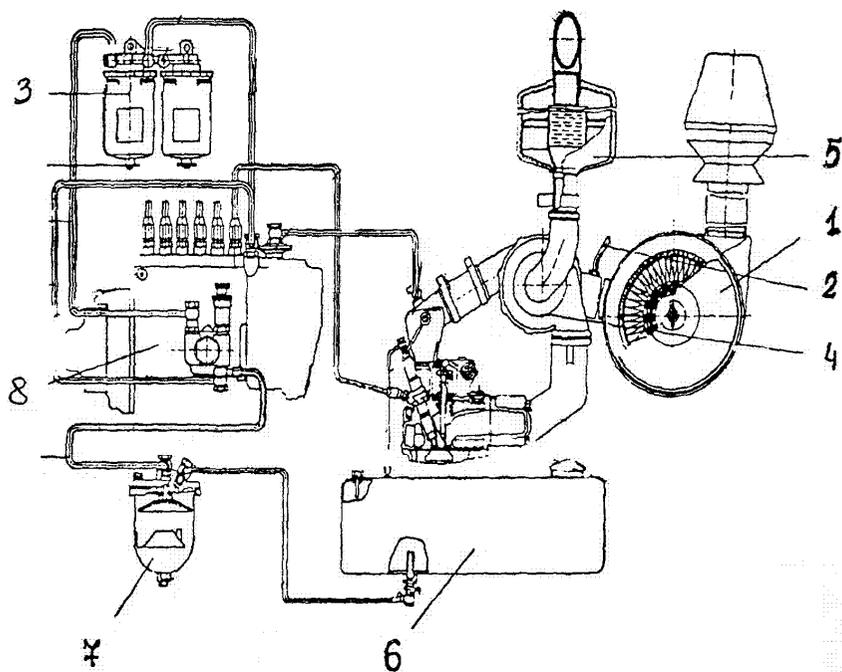


Рисунок 1 – Схема системы питания дизеля Д-260:

1 – воздухоочиститель; 2 – трубопровод с индикатором засоренности воздухоочистителя; 3 – фильтр топливный тонкой очистки; 4 – турбокомпрессор; 5 – глушитель; 6 – топливный бак; 7 – фильтр топливный грубой очистки топлива; 8 – топливный насос

### **Воздухоочиститель**

Для очистки всасываемого в цилиндры воздуха используется воздухоочиститель сухого типа с применением в качестве фильтрующего элемента бумажных фильтров-патронов, изготовленных из специального высокопористого картона.

Воздухоочиститель имеет три степени очистки. Первой ступенью очистки является моноциклон, второй и третьей – основной и контрольный бумажные фильтры-патроны.

Для контроля степени засоренности воздухоочистителя предусмотрена индикация засоренности с помощью контрольной лампы, расположенной в блоке контрольных ламп в щитке приборов. Электрический датчик сигнализации засоренности воздухоочи-

теля срабатывает при разряжении в коллекторе  $450 \pm 50$  мм вод. ст., предельное – 700 мм вод. ст.

### **Турбокомпрессор**

Турбокомпрессор предназначен для наддува воздуха в цилиндры. Это позволяет увеличить весовое количество воздуха, поступающего в цилиндры дизеля, способствует более эффективному сгоранию увеличенной дозы топлива и тем самым обеспечивает повышение мощности дизеля.

Турбокомпрессор ТКР-7Н-6 (рисунок 2), устанавливаемый на дизеле Д-260, состоит из центробежного одноступенчатого компрессора и радиальной центростремительной турбины.

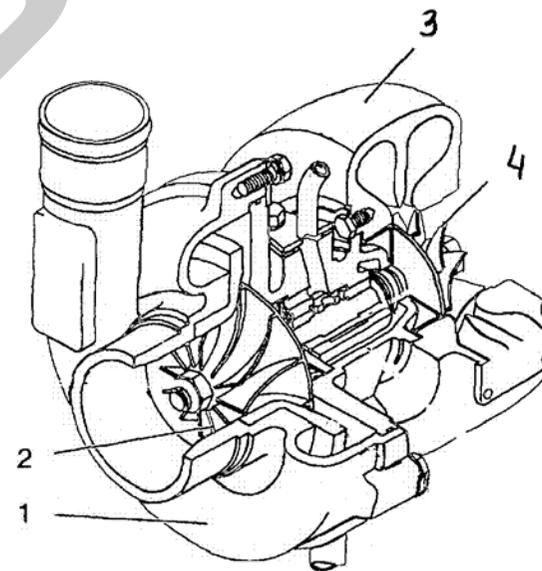


Рисунок 2 – Турбокомпрессор:

1 – корпус компрессора; 2 – колесо компрессора; 3 – корпус турбины; 4 – колесо турбины

Принцип работы турбокомпрессора заключается в том, что выхлопные газы из цилиндров под давлением поступают через выхлопной коллектор в камеру газовой турбины. Расширяясь, газы вращают колесо турбины с валом, на другом конце которого нахо-

дится колесо компрессора. Центробежный компрессор через воздухоочиститель засасывает воздух, сжимает его и подает под давлением в цилиндры дизеля.

Избыточное давление воздуха за компрессором на номинальном режиме работы дизеля должно быть 0,5...0,8 кгс/см<sup>2</sup>.

### **Хранение, очистка и подача топлива**

Для хранения топлива по обе стороны корпуса заднего моста под кабиной трактора «Беларус-1523» расположены топливные баки, соединенные между собой в верхней части с помощью рукава. Заливная горловина имеет фильтр и дренажную трубку для достижения полной заправки баков.

Очистка топлива от механических примесей и воды осуществляется фильтром грубой очистки. Он состоит из корпуса, стакана, отражателя, рассеивателя, уплотнительных колец. Топливо, подводящееся к фильтру через штуцер в корпусе, проходит через рассеиватель и кольцевой зазор между отражателем и стаканом. Механические частицы и вода откладываются внизу, в зоне отстоя. Слив отстоя из фильтра производится через сливную пробку в нижней части колпака.

Для окончательной очистки топлива применяют фильтр тонкой очистки (рисунок 3), имеющий два смежных фильтрующих элемента, каждый из которых устанавливается в индивидуальный разборный фильтр-патрон.

Топливо очищается от механических примесей, проходя сквозь шторы бумажного фильтрующего элемента. Удаление воздуха из системы питания производится через пробку на корпусе фильтра.

Для подачи топлива из баков к топливному насосу высокого давления, преодолевая гидромеханическое сопротивление фильтров тонкой очистки, предназначен подкачивающий насос.

В корпусе насоса установлен поршень, который совершает возвратно-поступательное движение под действием штока и пружины постоянно прижимающей толкатель к эксцентрику кулачкового вала топливного насоса.

При неработающем двигателе, для заполнения системы питания топливом, а также для удаления воздуха из системы питания предусмотрен насос ручной подкачки.

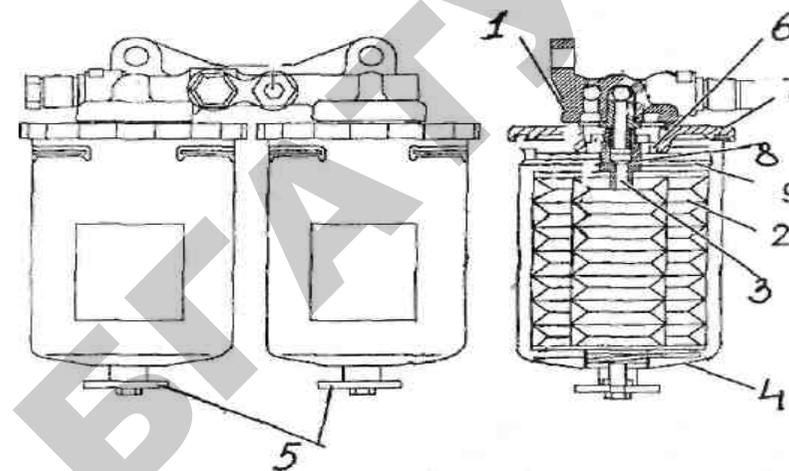


Рисунок 3 – Фильтр тонкой очистки топлива:

1 – корпус фильтра; 2 – фильтрующий элемент; 3 – канал выхода топлива; 4 – колпак; 5 – пробка сливная; 6 – входные отверстия; 7 – дно; 8 – штуцер; 9 – прижим

Впрыск топлива в цилиндры производится форсунками (рисунок 4) ФДМ-22 закрытого типа с пятидырочным распылителем. В корпусе 6 форсунки гайкой 3 закреплен распылитель. Игла 2 распылителя прижата к его коническому седлу пружиной 7 через штангу 5. Верхний торец пружины упирается в тарелку регулирующего винта 11 законтренной гайкой.

Через штуцер по каналу в корпусе форсунки и по трем каналам в корпусе распылителя топливо подается в выточку его нижней части. При достижении топливом давления 18,5 МПа игла, преодолевая усилие пружины, приподнимается и открывается доступ топлива к отверстиям распылителя.

### **Топливный насос высокого давления**

Для подачи в цилиндры в строго определенные моменты дозированных порций топлива на дизеле Д-260 устанавливается топливный насос 363.1111.005-40 «ЯЗДА» (рисунок 5).

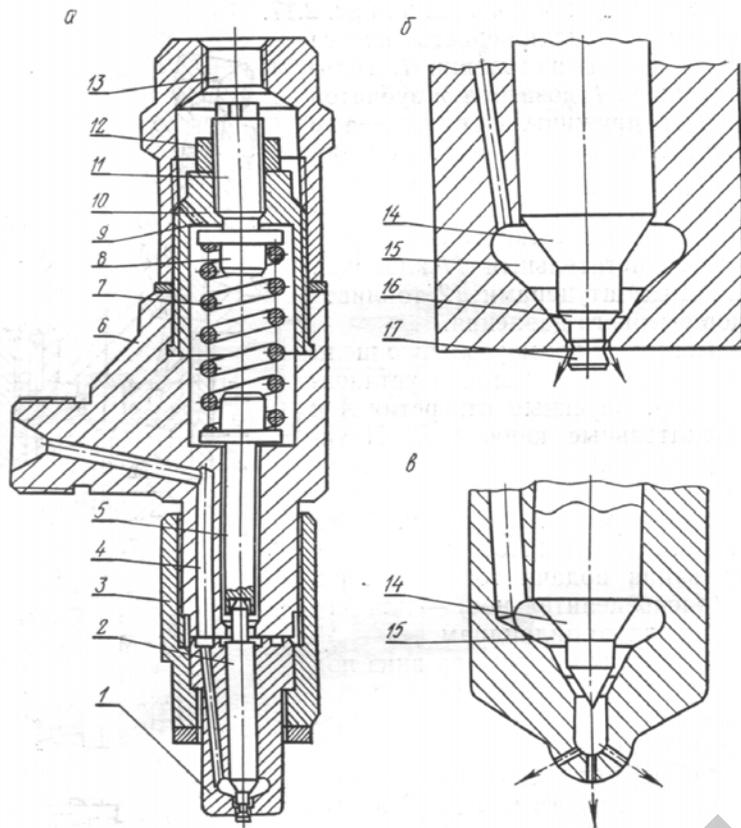


Рисунок 4 – Форсунка:  
 а) конструкция штифтовой форсунки; б) распылитель штифтовой форсунки; в)  
 распылитель бесштифтовой форсунки

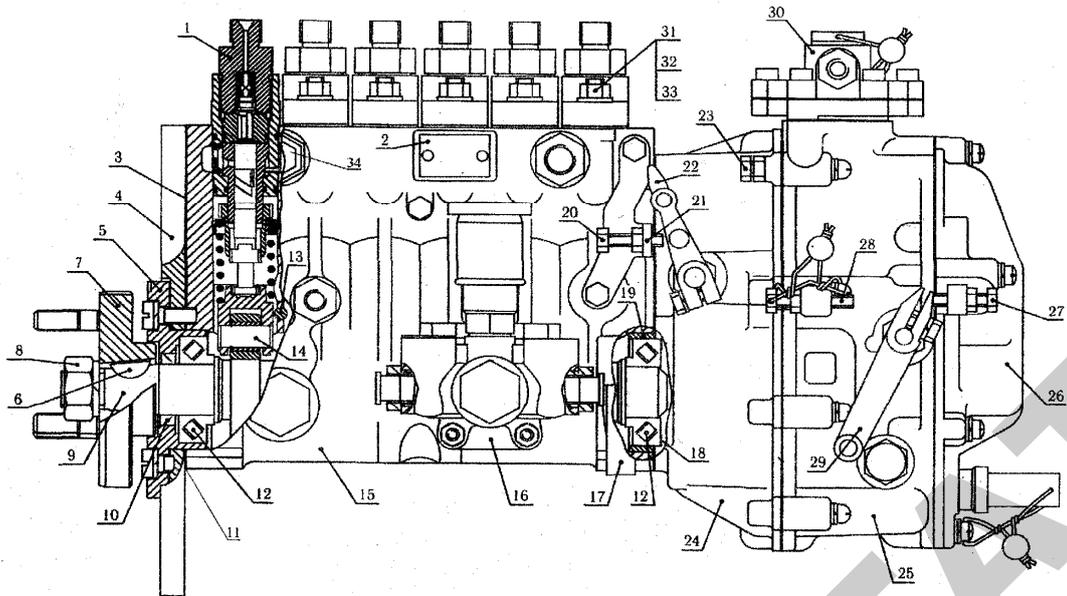


Рисунок 5 – Топливный насос высокого давления:

1 – секция топливного насоса; 2 – табличка; 3 – прокладка фланца; 4 – фланец; 5 – крышка подшипника; 6 – шпонка; 7 – полумуфта привода; 8 – гайка крепления полумуфты; 9 – кулачковый вал; 10 – манжета крышки подшипника; 11 – прокладка крышки подшипника; 12 – подшипник; 13 – направляющий штифт толкателя; 14 – толкатель; 15 – корпус топливного насоса; 16 – топливоподкачивающий насос; 17 – шпилька кронштейна поддержки ТНВД; 18 – регулировочные прокладки; 19 – кольцо подшипника; 20 – болт; 21 – кронштейн; 22 – рычаг останова; 23 – болт; 24 – корпус регулятора; 25 – крышка регулятора; 26 – крышка смотрового люка; 27 – болт регулировки минимальной частоты вращения; 28 – болт регулировки максимальной частоты вращения; 29 – рычаг управления; 30 – корректор по наддуву; 31 – шпилька; 32 – гайка; 33 – шайба; 34 – перепускной клапан

### Секция высокого давления

Секции высокого давления (рисунок 6) осуществляют подачу топлива под давлением в цилиндры дизеля в требуемом количестве, в определенное время и в заданной последовательности. Секции устанавливаются в вертикальных проточках корпуса.

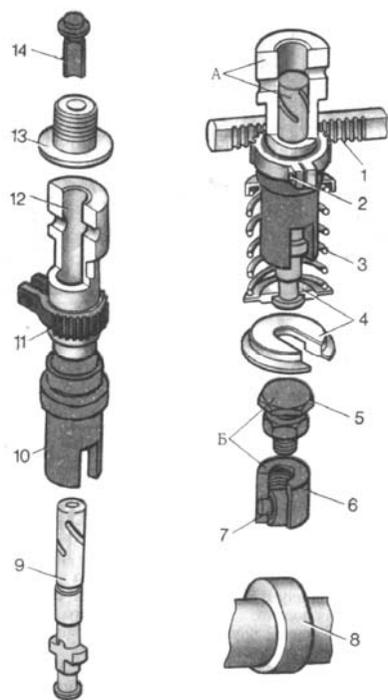


Рисунок 6 – Секция насоса высокого давления:

1 – рейка; 2 – винт стяжной; 3 – пружина; 4 – шайба; 5 – винт регулировочный; 6 – толкатель; 7 – ролик толкателя; 8 – кулачок; 9 – плунжер; 10 – втулка поворотная; 11 – венец зубчатый; 12 – втулка; 13 – седло клапана; 14 – клапан

Работа секции представлена на рисунке 7. При движении плунжера 3 вниз нагнетательный клапан 5 пружиной 6 прижат к седлу. В надплунжерном пространстве «Д» образуется разрежение, топливо заполняет полость втулки плунжера. При движении плунжера 3 вверх топливо через впускное отверстие «В» вытесняется в канал подачи топлива. Как только впускное отверстие «В» будет перекрыто плунжером, находящееся во втулке 4 плунжера топливо будет сжиматься.

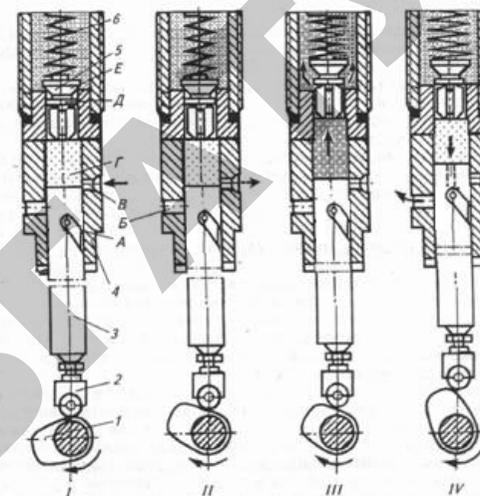


Рисунок 7 – Схема работы секции топливного насоса высокого давления рядного типа

При дальнейшем ходе плунжера 3 вверх давлением топлива преодолевает усилие пружины 6 открывает нагнетательный клапан 5, в результате чего топливо по трубопроводу высокого давления поступит в форсунку.

Окончание нагнетания (отсечка топлива) происходит в момент, когда спиральная кромка плунжера откроет отсечное отверстие «Б». Давление топлива в надплунжерном пространстве резко падает и нагнетательный клапан 5 под действием пружины 6 закрывается. Топливо из надплунжерного пространства будет вытесняться через сверление в плунжере в каналах «Б».

### Регулятор всережимный

Для обеспечения работы двигателя на всех его режимах в корпусе топливного насоса высокого давления установлен всережимный регулятор, схема работы которого представлена на рисунке 8.

При пуске двигателя рычаг управления регулятором устанавливают в положение максимальной подачи топлива. При этом натягиваются одновременно пружины регулятора и обогатителя, а положения рычагов регулятора устанавливают рейку на максимальную подачу топлива в момент пуска.

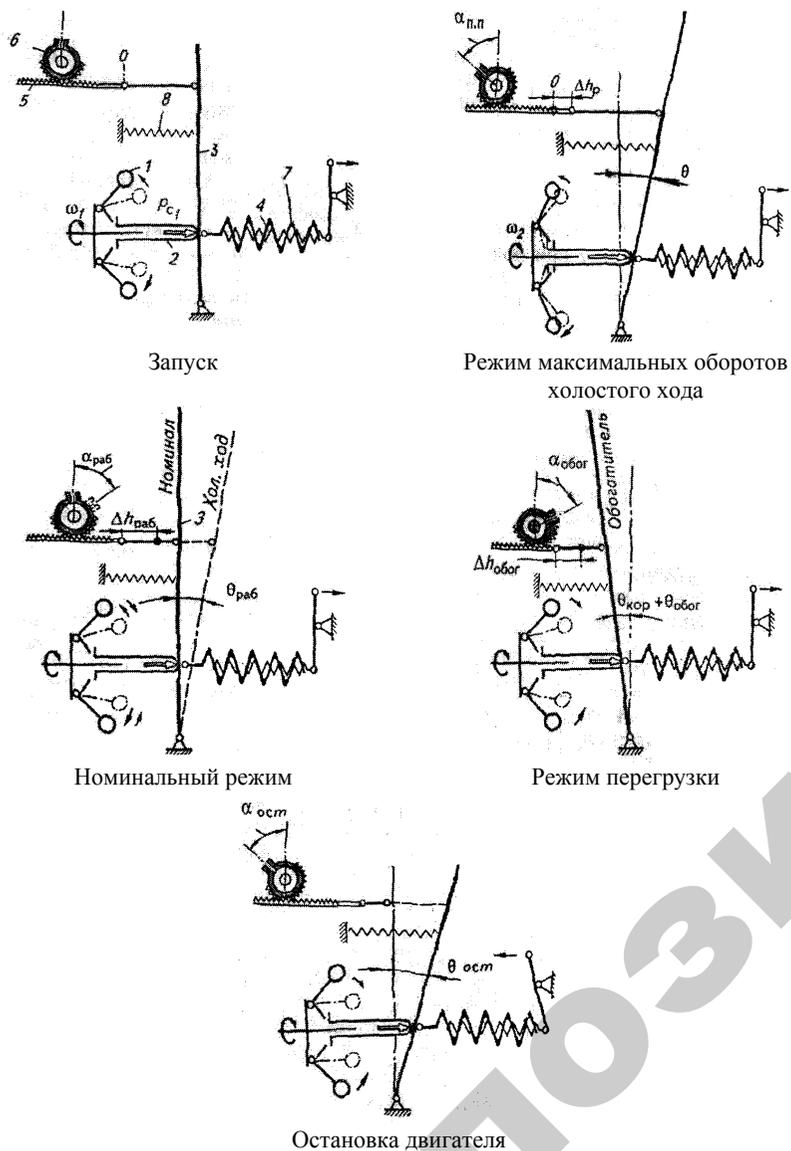


Рисунок 8 – Принципиальная схема работы всережимного центробежного регулятора нагрузочных режимов дизеля:

1 – грузы центробежные; 2 – муфта положения грузов; 3 – рычаг главный; 4 – пружина регулятора; 5 – рейка топливного насоса; 6 – плунжерная пара; 7 – тяга корректора; 8 – пружина обогатителя

При незагруженном двигателе (холостой ход) центробежная сила грузов уравнивается усилием пружин, регулятора и обогатителя. Рейка насоса устанавливается в положении, обеспечивающем подачу топлива заданному скоростному режиму работы двигателя.

При полной нагрузке двигателя, центробежная сила вращающихся грузов уравнивается усилиями пружин при этом рейка устанавливается на подачу топлива, обеспечивающую номинальный скоростной режим работы двигателя при полной нагрузке.

При кратковременной перегрузке двигателя частота вращения коленчатого вала двигателя снижается. Под действием пружины корректора рейка перемещается на увеличение подачи топлива, а следовательно, и крутящего момента на коленчатом валу для преодоления кратковременной перегрузки.

При сбросе нагрузки и остановке двигателя рычаг управления регулятором переводится в крайнее положение. Центробежная сила вращающихся грузов, перемещает рейки в крайнее положение, отключая подачу топлива.

### Содержание отчета

Отчеты по работе выполняют в тетради.

В отчете указывают назначение узла или системы, наименование его деталей, конструктивную схему (по указанию преподавателя могут выполняться эскизы отдельных деталей или их элементов), принцип работы и регулировки.

Схемы, помещаемые в отчет, должны отражать принципы компоновки механизма, узла или системы трактора или автомобиля.

По схемам даются обозначения отдельных элементов, а в текстовой части отчета — их наименование и назначение. Составить таблицу проблемных ситуаций, заполнить.

Схемы и эскизы в отчете выполняют карандашом под линейку с соблюдением правил машиностроительного черчения.

Запрещается помещать в отчет материалы, вырезанные из книг, снятые под копирку или с применением технических средств.

### Контрольные вопросы

1. Поясните назначение системы питания дизеля и укажите все ее агрегаты.
2. Укажите особенности процесса смесеобразования у дизеля.
3. Поясните назначение агрегатов системы питания.

4. Объясните конструкцию и работу фильтра очистки воздуха дизеля Д-260.

5. Укажите назначение, поясните конструкцию и работу подкачивающего насоса и насоса ручной прокачки топлива.

6. Укажите процевизионные детали форсунки, величину давления начала впрыска и способ регулирования впрыска.

7. Поясните конструкцию топливного насоса высокого давления и работу секции.

8. Поясните работу всережимного регулятора на различных режимах работы дизеля.

#### **Задания для самостоятельной работы**

1. Изучите раздел «Система питания дизельных двигателей», используя рекомендуемую литературу.

2. При изучении обратите внимание на особенности процесса смесеобразования у дизеля, назначение и работу подкачивающего насоса, работу секции топливного насоса высокого давления, назначение и работу всережимного регулятора на основных режимах работы двигателя.

3. Уясните операции по уходу и регулировкам топливного насоса высокого давления и технического ухода за системой питания дизеля.

#### **Литература**

##### *Основная*

1. Болотов, А.К. Конструкция тракторов и автомобилей / А.К. Болотов. – М. : Колос, 2004.

2. Богатырев, А.В. Тракторы и автомобили / А.В. Богатырев. – М. : Колос, 2005.

3. Тракторы и автомобили / под общ. Ред. В.А. Скотникова. – М. : Колос, 1995.

4. Усс, И.Н. Системный выбор энергетических и силовых параметров колесных тракторов. Параметры тракторов «Беларус»: монография / И.Н. Усс [и др.]. – М. : БГАТУ, 2007. – 164 с.

##### *Дополнительная*

5. Беларус-1221. Руководство по эксплуатации. ПО Минский тракторный завод, 1997.

6. Беларус-1522/1522В. Руководство по эксплуатации, ПО Минский тракторный завод, 2001.

7. Михайловский, Е.В. Устройство автомобиля / Е.В. Михайловский [и др.]. – М. : Машиностроение, 1979. – 320 с.

8. Тракторы «Беларусь». Техническое описание и инструкция по эксплуатации / сост. Э.А. Бемберов [и др.]. – Мн. : Ураджай, 1987. – 352 с.

9. Хитрюк, В.А. Системы питания газобаллонных автомобилей / В.А. Хитрюк. – Горки, 1991.

10. Кленников, Е.В. Газобаллонные автомобили / Е.В. Кленников [и др.]. – М. : Транспорт, 1988.

11. Инструкция по эксплуатации газового оборудования грузовых автомобилей ГАЗ, работающих на сжатых газах. – Горки, 1984.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра тракторов и автомобилей

*Учебное издание*

**Бобровник** Александр Иванович  
**Варфоломеева** Татьяна Алексеевна  
**Лопух** Дмитрий Геннадьевич и др.

КОНСТРУКЦИЯ И УСТРОЙСТВО ТРАКТОРОВ  
И АВТОМОБИЛЕЙ

В двух частях

Часть 1

Автотракторные двигатели

Лабораторный практикум

Ответственный за выпуск *А.И. Бобровник*  
Технический редактор *М.А. Макрецкая*  
Корректор *М.А. Макрецкая*  
Компьютерная верстка *М.А. Макрецкая*

Подписано в печать 23.09.2009 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 3,29. Уч.-изд. л. 2,73. Тираж 105 экз. Заказ 826.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет».  
ЛИ № 02330/0131734 от 10.02.2006.  
ЛП № 02330/0131656 от 02.02.2006.  
Пр. Независимости, 99-2, 220023, Минск

КОНСТРУКЦИЯ И УСТРОЙСТВО ТРАКТОРОВ  
И АВТОМОБИЛЕЙ

В двух частях

Часть 1

Автотракторные двигатели

Минск  
БГАТУ  
2009