

**РОСЖЕЛДОР**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Ростовский государственный университет путей сообщения»**  
**(ФГБОУ ВПО РГУПС)**  
**Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта**  
**(ТТЖТ - филиал РГУПС)**

Ивакин О.Е.

**Методические указания для выполнения лабораторных занятий**  
ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава  
МДК 01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава  
тема 1.3 Энергетические установки  
по специальности  
23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по

Учебной работе

Н.Ю. Шитикова

01 / 09 2015 г.

Методические указания для выполнения лабораторных занятий по ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава МДК 01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава теме 1.3 Энергетические установки по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог составлены в соответствии с рабочей учебной программой профессионального модуля ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава

Организация разработчик: Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ТТЖТ – филиал РГУПС).

Разработчик:

О.Е.Ивакин – преподаватель ТТЖТ – филиал РГУПС

Рекомендовано цикловой комиссией № 9 «Специальность 23.02.06»

Протокол заседания № 1 от 01 сентября 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	4
Практическое занятие № 1-13	6
Пример выполнения практической работы	28
Список литературы	33

## ПОЯНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методическое пособие по проведению практических занятий разработано на основании рабочей программы по теме «*Энергетические установки*» и направлено на формирование общих и профессиональных компетенций. В пособии представлены методические рекомендации к проведению практических занятий, позволяющих усвоить основные понятия, цели и задачи будущего специалиста вагонного хозяйства.

Выполнение обучающимися практических занятий проводится с целью:

-формирования практических умений в соответствии с требованиями к уровню подготовки обучающихся, установленными рабочей программой учебной дисциплины:

-обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний;

-совершенствования умений применять полученные знания на практике, реализации единства интеллектуальной и практической деятельности;

-развития интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных;

-выработки таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива при решении поставленных задач при освоении общих компетенций.

Содержание практических занятий по дисциплине охватывает круг профессиональных умений, на подготовку к которым ориентирована данная тема. Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических умений как профессиональных (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в профессиональной деятельности), так и учебных (умений решать поставленные задачи).

Студенты предварительно должны подготовиться к занятию: изучить содержание работы, порядок ее выполнения, повторить теоретический материал, связанный с данной работой.

Для закрепления знаний теоретического материала в каждом занятии имеются контрольные вопросы, на который студенты должны дать письменный ответ.

По каждой выполненной работе студенты составляют отчет с последующей его защитой и получением зачета.

Все виды работ должны проводиться с соблюдением требований охраны труда, промышленной санитарии и пожарной безопасности студентами, прошедшими специальное обучение и инструктаж.

Конструкция технологического оборудования должна соответствовать общим требованиям безопасности и общим эргономическим требованиям.

Методическое пособие носит рекомендательный характер для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (*Вагоны*) и не исключает инициативы преподавателей по совершенствованию тем, форм и методов проведения практических занятий.

**В ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ НЕОБХОДИМО:**

- воспользоваться опорными конспектами лекций;
- в случае затруднения выполнения практических и лабораторных работ воспользоваться литературой указанной в методической разработке.;
- обратиться за индивидуальной помощью к преподавателю.

# РАСПОЛОЖЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЧАСТЕЙ И АГРЕГАТОВ НА РЕФРИЖЕРАТОРНОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить расположение основных частей и агрегатов на рефрижераторном подвижном составе.

## ОБОРУДОВАНИЕ

Полигон. Рефрижераторная секция типа БМЗ.

## ХОД РАБОТЫ.

1. Описать классификацию изотермического подвижного состава и его назначение.
2. Описать расположение оборудования дизельного вагона 5-вагонной рефрижераторной секции типа БМЗ.
3. Описать назначение основного силового оборудования дизельного вагона 5-вагонной рефрижераторной секции типа БМЗ.
4. Описать расположение оборудования грузового вагона 5-вагонной рефрижераторной секции типа БМЗ.
5. Описать назначение основного силового оборудования грузового вагона 5-вагонной рефрижераторной секции типа БМЗ.

					<b>ЛР.23.02.06. . .01</b>			
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб.					РАСПОЛОЖЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЧАСТЕЙ И АГРЕГАТОВ НА РЕФРИЖЕРАТОРНОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ	Литер	Лист	Листов
Пров.	Ивакин О.Е.					У	1	
Консул						ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС ГР. В-2-1		
Н. контр								
Утв.								

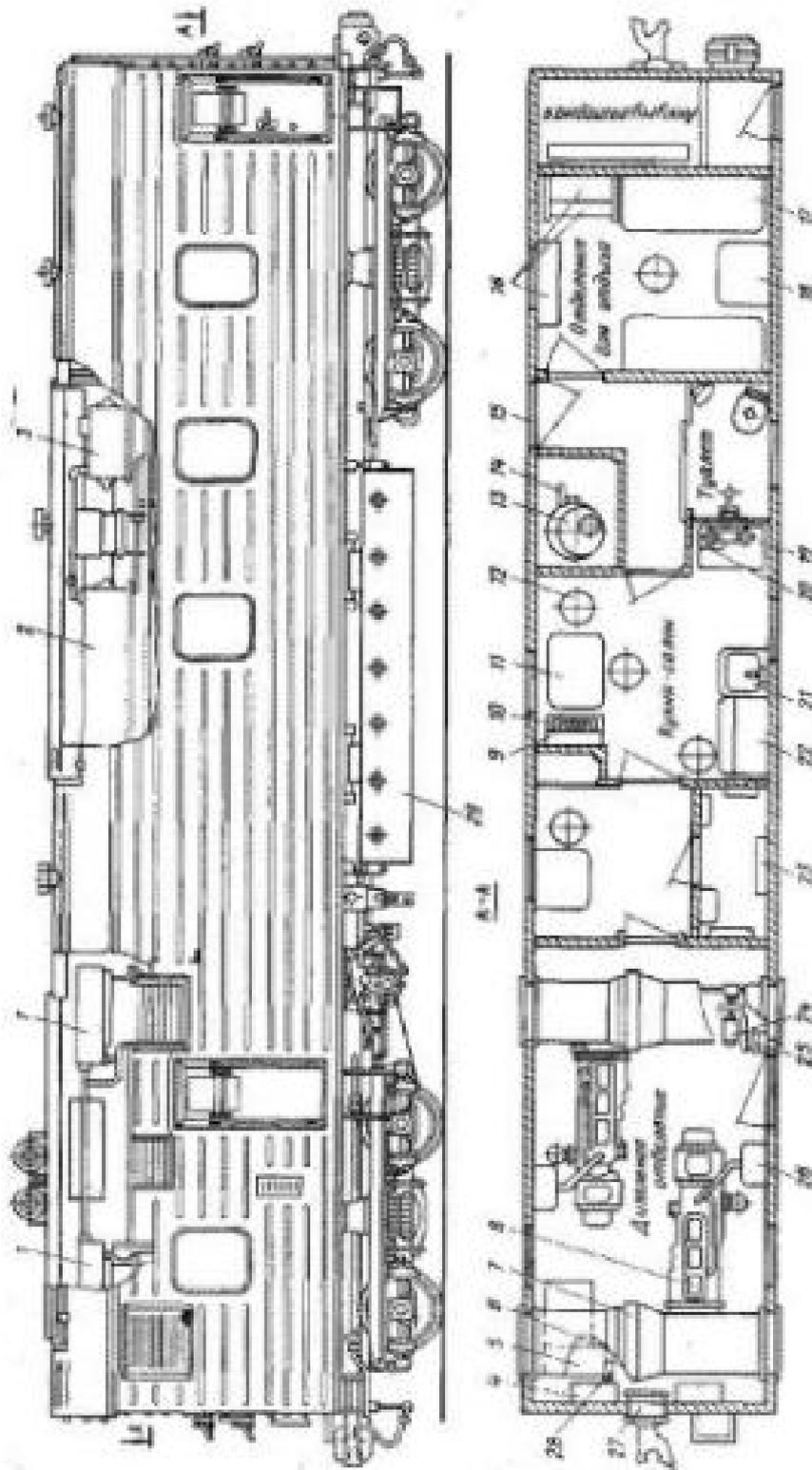


Рисунок 1 Дизельный вагон 5-вагонной рефрижераторной секции типа БМЗ..

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛР.23.02.06. . .01

Лист

2

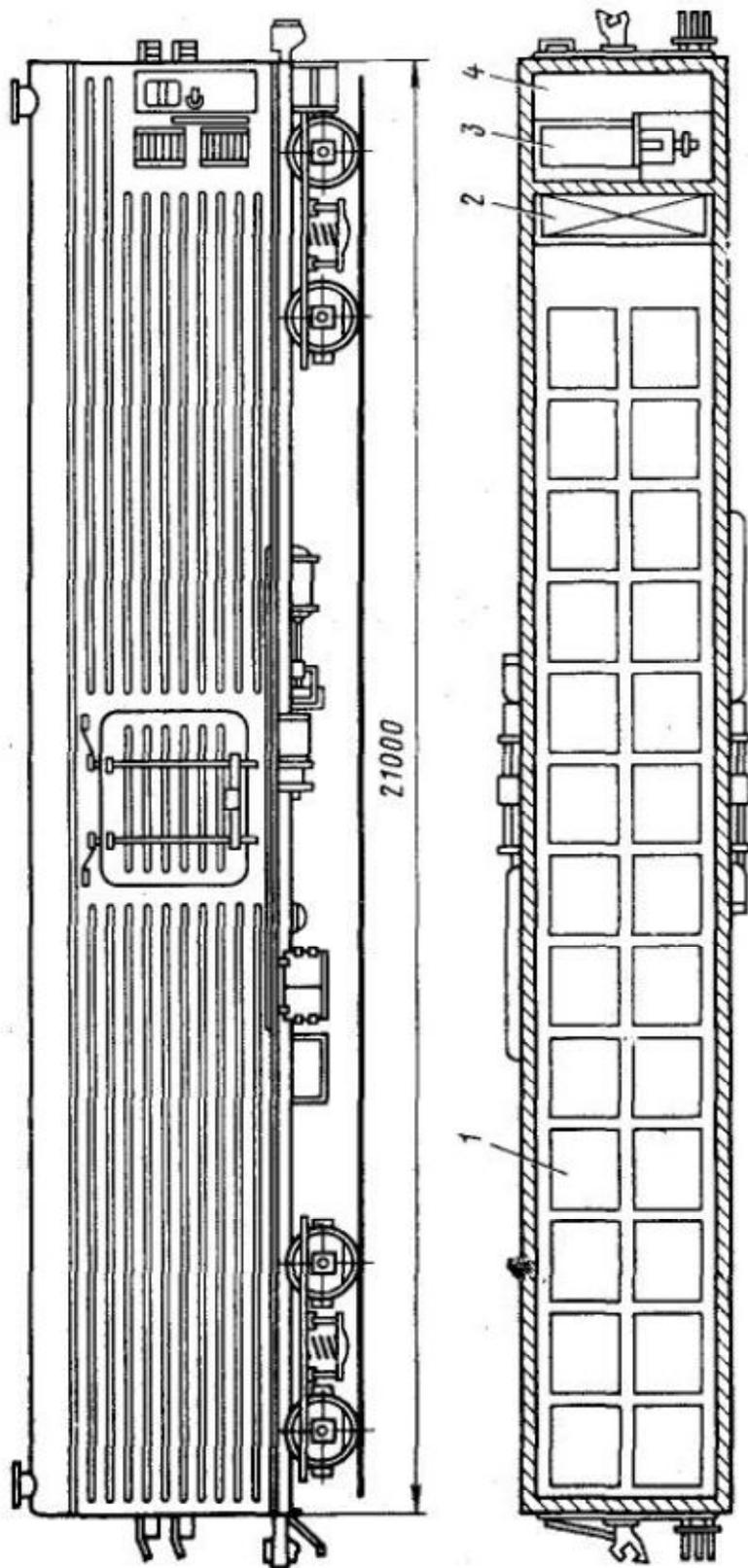


Рисунок 1 Грузовой вагон 5-вагонной рефрижераторной секции. типа БМЗ.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛР.23.02.06. . .01

Лист
3

# ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДИЗЕЛЕЙ К-461М2 И 4VD21\15-2SRW.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкцию и расположение основных частей и агрегатов дизелей К-461М2 и 4VD21\15-2SRW

## ОБОРУДОВАНИЕ

Полигон. Рефрижераторная секция типа БМЗ  
Дизель К-461М2.

## ХОД РАБОТЫ.

1. Описать назначение дизеля на рефрижераторного подвижного состава и расшифровать наименование дизелей К-461М2 и 4VD21\15-2SRW.
2. Описать расположение основных частей и агрегатов дизелей К-461М2 и 4VD21\15-2SRW (рисунок 1 и 2).
3. Описать технические данные дизелей К-461М2 и 4VD21\15-2SRW  
( номинальную мощность, частота вращения коленчатого вала номинальная и холостого хода, диаметр цилиндров, ход поршня, средняя скорость поршня, степень сжатия, максимальное давления цикла, среднее эффективное давление, удельный расход топлива, удельный расход масла, сухая масса и порядок работы цилиндров).

					<b>ЛР.23.02.06. . .02</b>			
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб.					ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДИЗЕЛЯ К-461М2 И 4VD-21\15- 2SRW	Литер	Лист	Листов
Пров.	Ивакин О.Е.					У	1	
Консул						ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС ГР. В-2-1		
Н. контр								
Утв.								

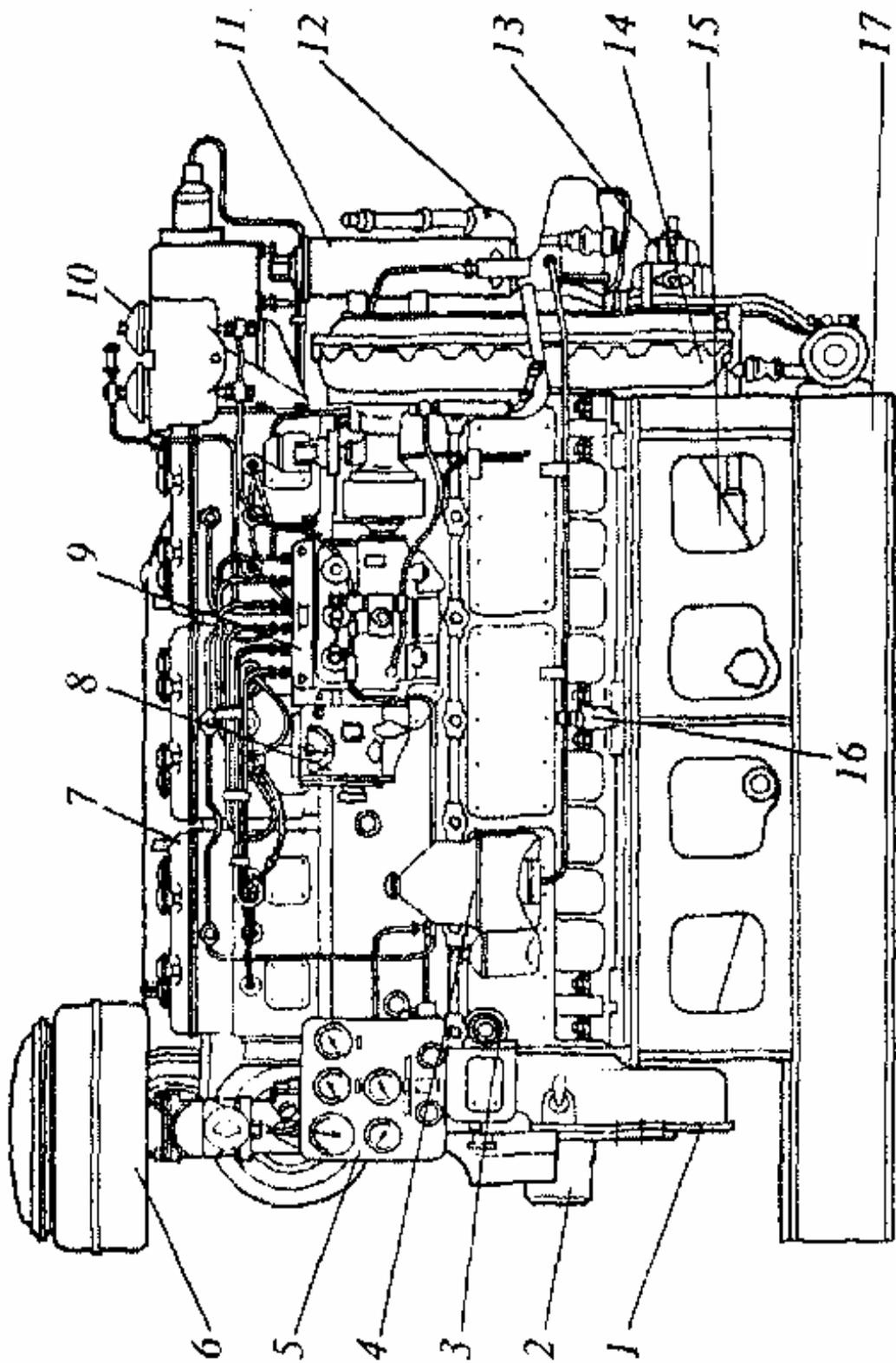


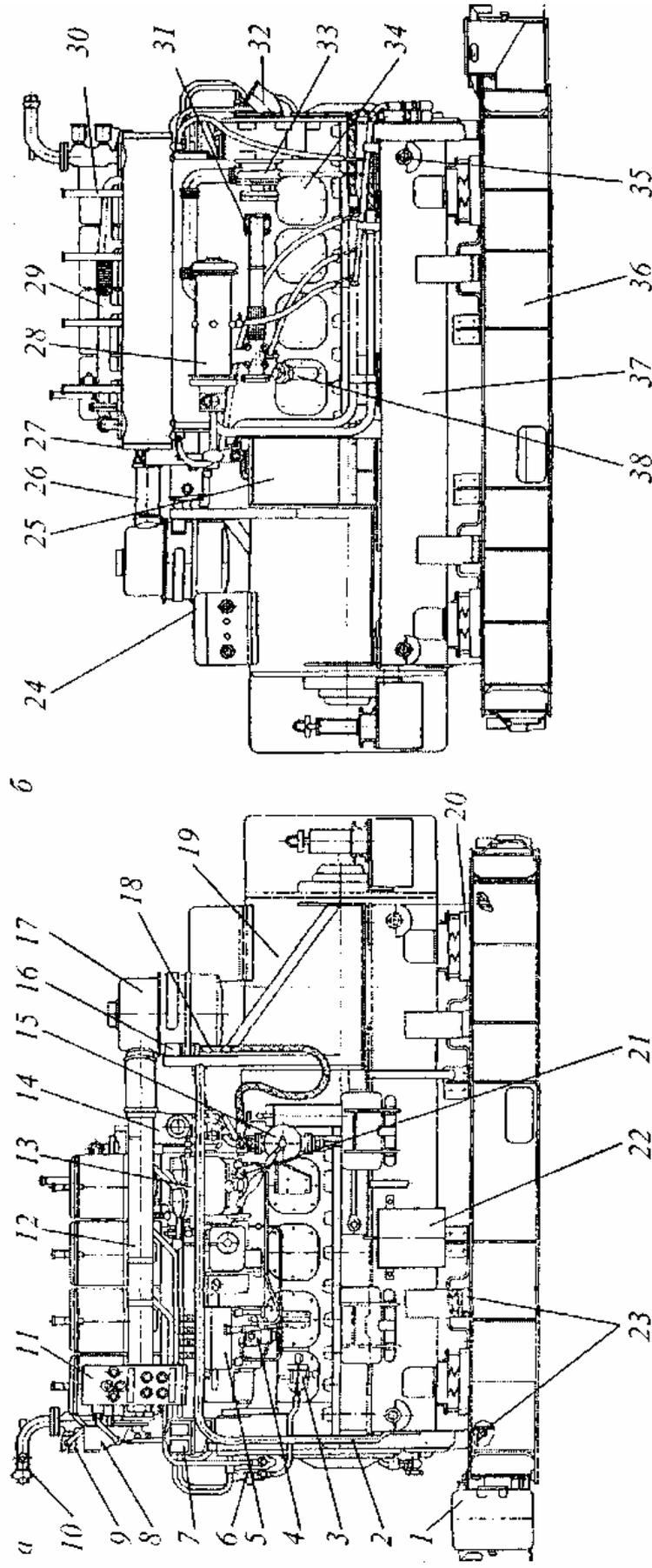
Рисунок 1. Дизель К-61М2:

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛР.23.02.06. . .02

Лист

2



• Рисунок 2. Дизель 4VD21/15-2SRW:

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛР.23.02.06. . .02

# ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА ДИЗЕЛЯ К-461М

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЕ

Изучить основные детали кривошипно-шатунного механизма дизеля К-461М2

Полигон. Рефрижераторная секция типа БМЗ  
Дизель К-461М2 и кривошипно-шатунный механизм.

## ХОД РАБОТЫ.

1. Описать назначение кривошипно-шатунного механизма.
2. Описать составляющие детали кривошипно-шатунного механизма (рисунок 1).
3. Описать конструкцию и назначение поршня.
4. Описать конструкцию и назначение поршневых колец.
5. Описать конструкцию и назначение поршневого пальца.
6. Описать конструкцию и назначение шатуна.
7. Описать конструкцию и назначение коленчатого вала с маховиком и гасителем колебаний.
8. Описать конструкцию коренных подшипников.

					<b>ЛР.23.02.06. . .03</b>		
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.					Литер	Лист	Листов
Пров.	Ивакин О.Е.				у	1	
Консул					ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС гр. В-2-1		
Н. контр							
Утв.							

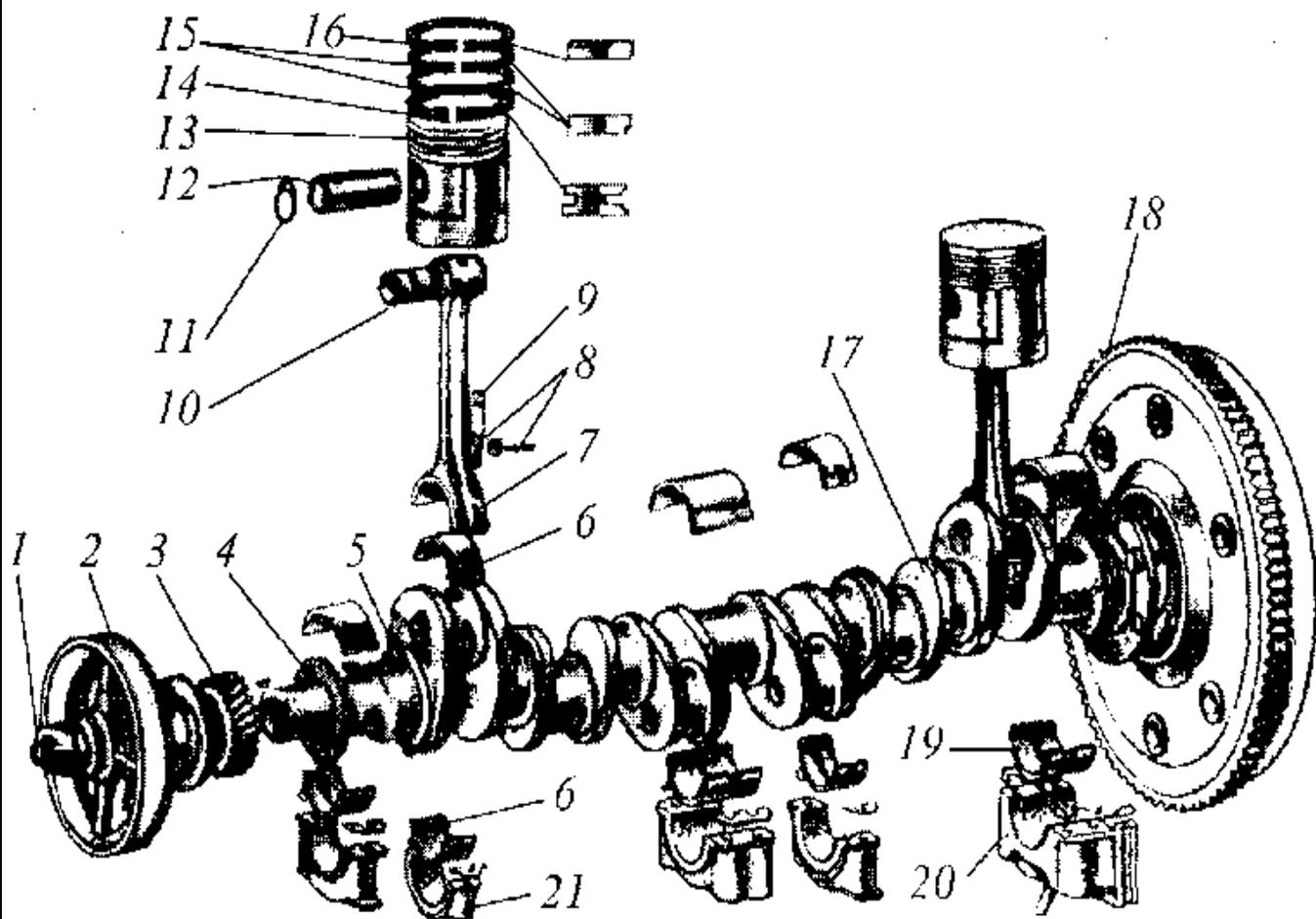


Рисунок 1 Детали кривошипно-шатунного механизма

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛР.23.02.06. . .03

Лист

2

# ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ДИЗЕЛЯ К-461М

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

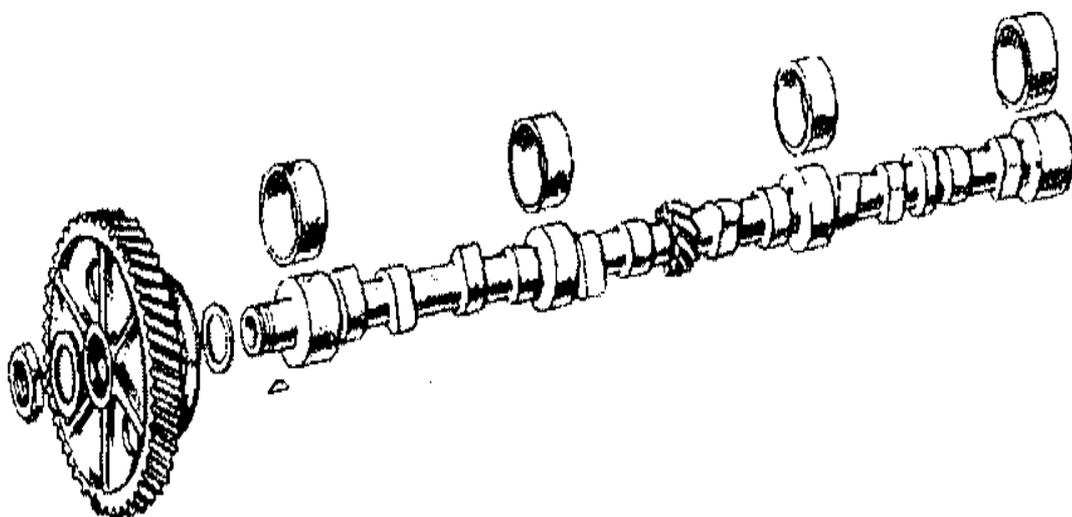
Изучить основные детали газораспределительного механизма дизеля К-461М2

## ОБОРУДОВАНИЕ

Полигон. Рефрижераторная секция типа БМЗ Дизель К-461М2 и газораспределительный механизм.

## ХОД РАБОТЫ.

4. Описать назначение газораспределительного механизма (рисунок 1).
5. Описать механизм привода деталей газораспределительного механизма (рисунок 2).
6. Описать конструкцию и назначение распределительного вала и кулачков.
7. Описать конструкцию и назначение толкателей.
8. Описать конструкцию и назначение клапанов (рисунок 3 и 4).



• Рисунок 1 Распределительный вал

					ЛР.23.02.06. . .04		
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.					Литер	Лист	Листов
Пров.	Ивакин О.Е.				у	1	
Консул					ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС гр. В-2-1		
Н. контр							
Утв.							
					ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ КРИВОШИПНО- ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА ДИЗЕЛЯ К-461М		

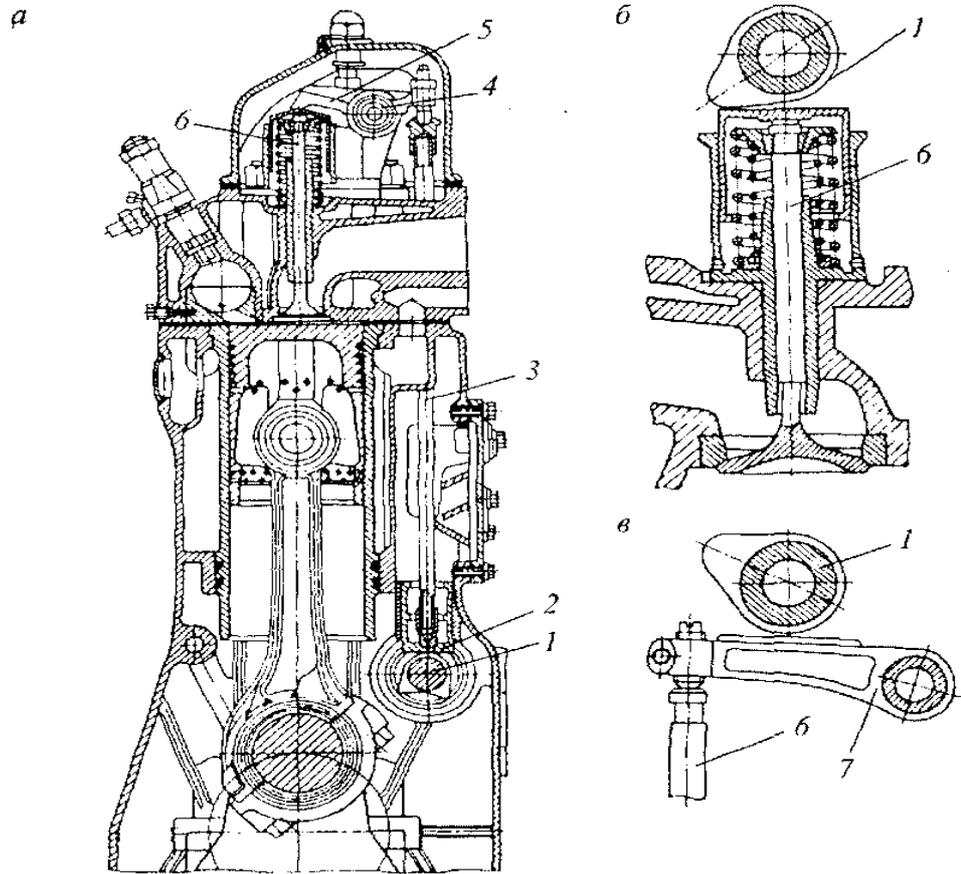
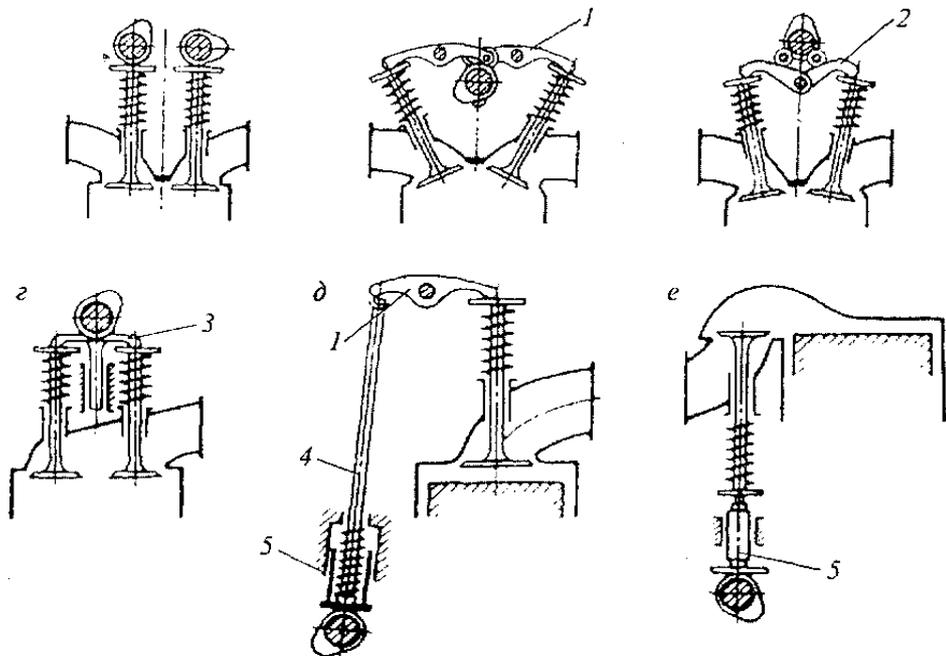


Рисунок 2 . Механизм привода верхних клапанов



• Рисунок 3 Схемы установки клапанов и их привода

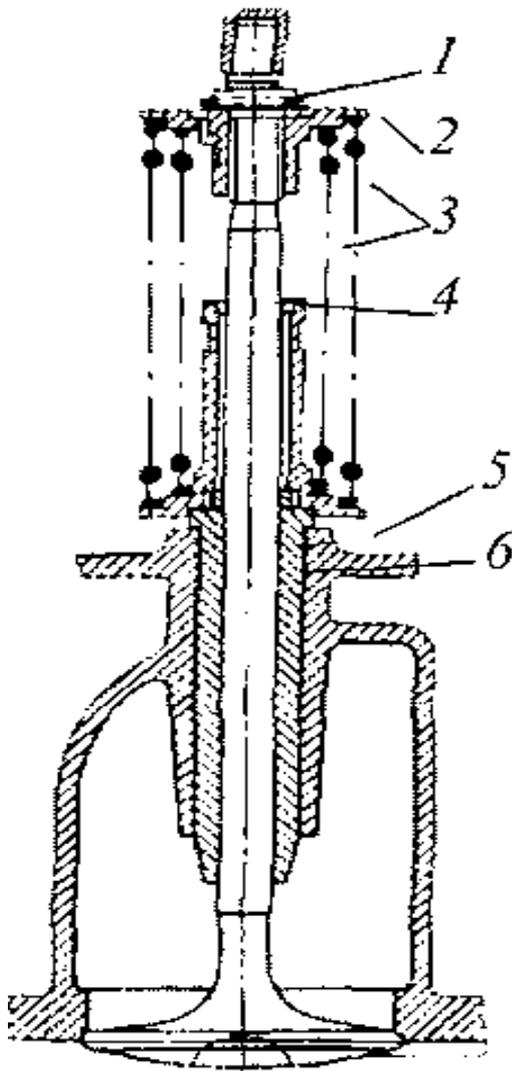
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛР.23.02.06. . .04

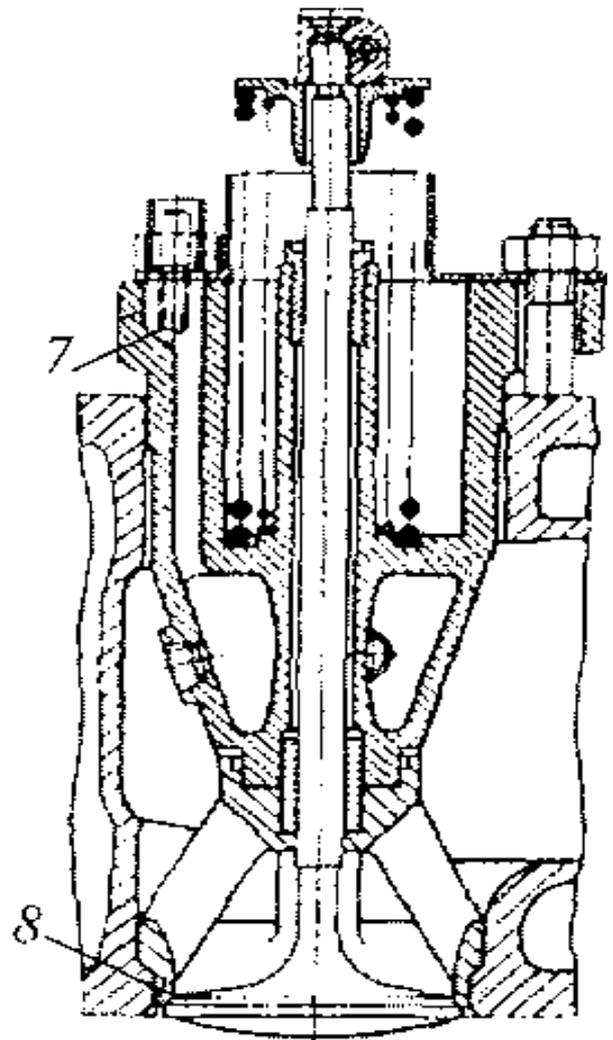
Лист

2

a



б



• Рисунок 4 Клапаны

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛР.23.02.06. . .04

Лист

3

# ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЯ К-461М

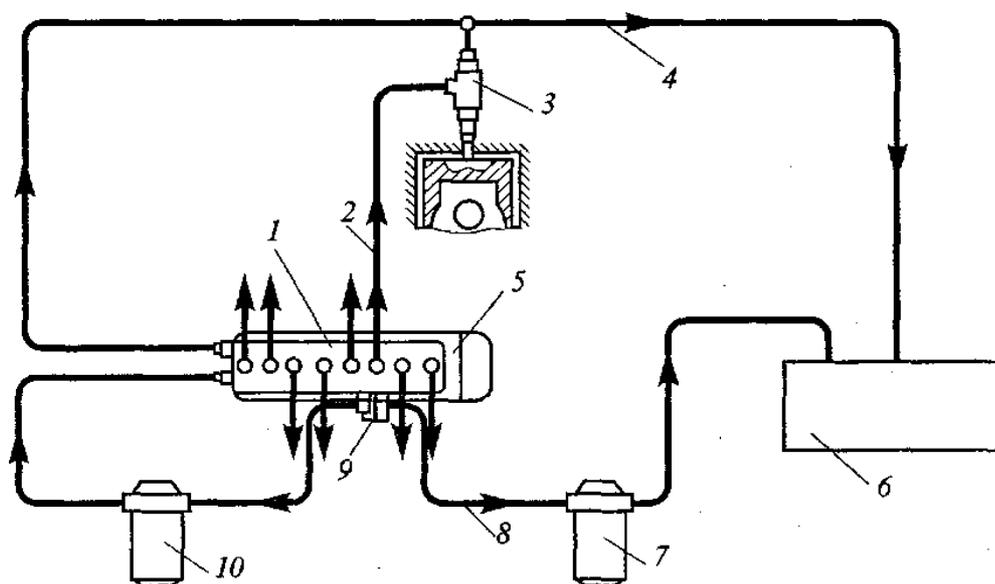
## ЦЕЛЬ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЕ

Изучить основные детали топливной системы дизеля К-461М2

Полигон. Рефрижераторная секция типа БМЗ. Дизель К-461М2 и топливоподающий механизм

## ХОД РАБОТЫ.

9. Описать назначение топливной системы дизеля.
10. Описать что такое процесс распыления и его назначение.
11. Какие функции выполняет топливная система.
12. Описать схему системы топливопитания дизеля ( рисунок 1 )



• Рисунок 1 Схема системы топливопитания дизеля

					ЛР.23.02.06. . .05		
Изм/лист	№ докум.	Подп.	Дата		Литер	Лист	Листов
Разраб.					У	1	
Пров.	Ивакин О.Е.				ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС гр. В-2-1		
Консул							
Н. контр							
Утв.					ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЯ К-461М		

# ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТОПЛИВНОГО НАСОСА ДИЗЕЛЯ К-461М

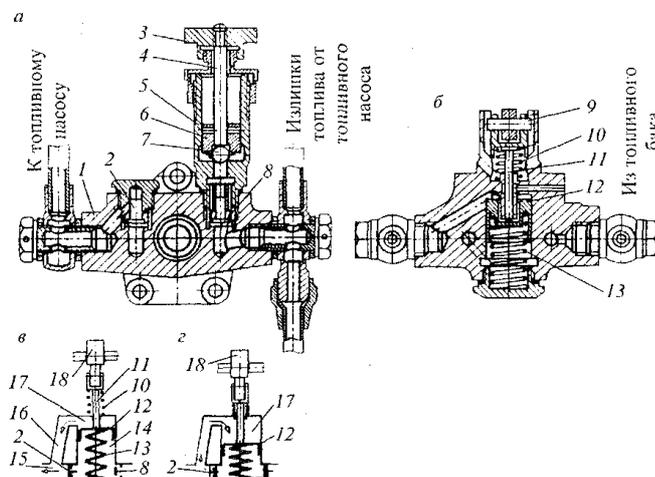
## ЦЕЛЬ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЕ

Изучить основные детали топливного насоса дизеля К-461М2

Полигон. Рефрижераторная секция типа БМЗ. Дизель К-461М2 и топливоподающий механизм

## ХОД РАБОТЫ.

13. Описать назначение топливоподкачивающего насоса дизеля.
14. Описать конструкцию и принцип работы топливоподкачивающего насоса ( рисунок 1)..
15. Описать назначение насоса высокого давления дизеля.
16. Описать конструкцию и принцип работы насоса высокого давления ( рисунок 2)..



• Рисунок 1 Поршневой топливоподкачивающий насос

					ЛР.23.02.06. . .06		
Изм/лист	№ докум.	Подп.	Дата		Литер	Лист	Листов
Разраб.					У	1	
Пров.	Ивакин О.Е.				ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС гр. В-2-1		
Консул							
Н. контр							
Утв.					ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТОПЛИВНОГО НАСОСА ДИЗЕЛЯ К-461М		

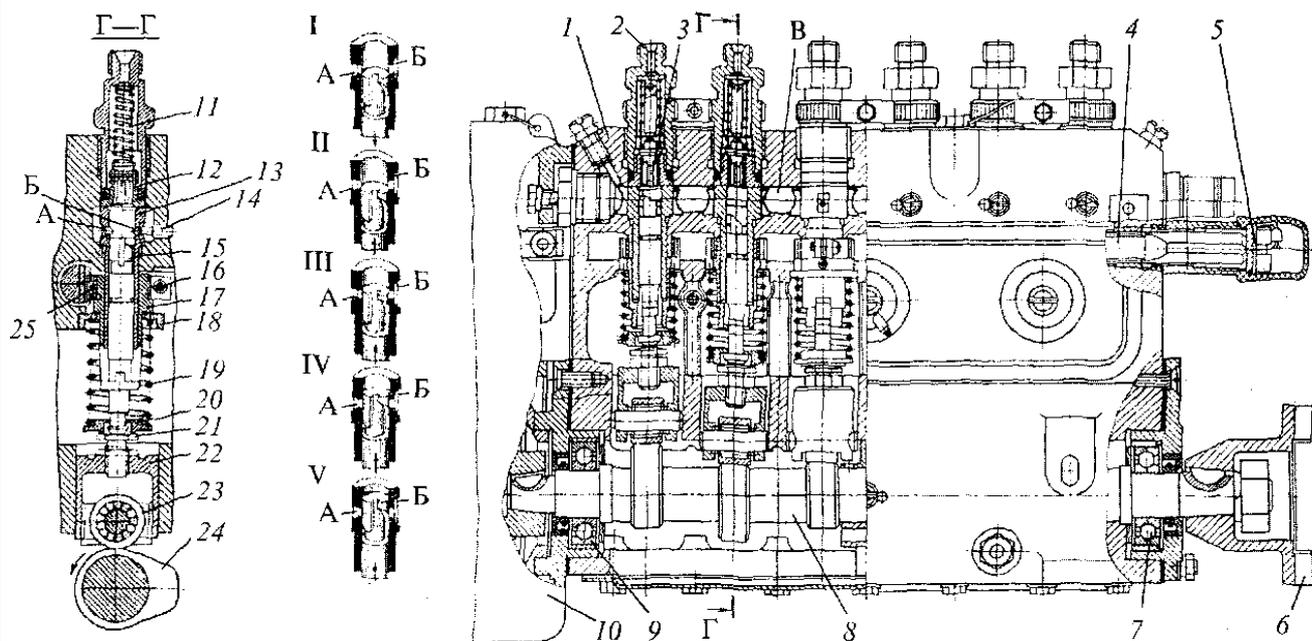


Рисунок 2 . Блочный топливный насос высокого давления:

					ЛР.23.02.06. . .06	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		2

# ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТОПЛИВНОЙ ФОРСУНКИ ДИЗЕЛЯ К-461М

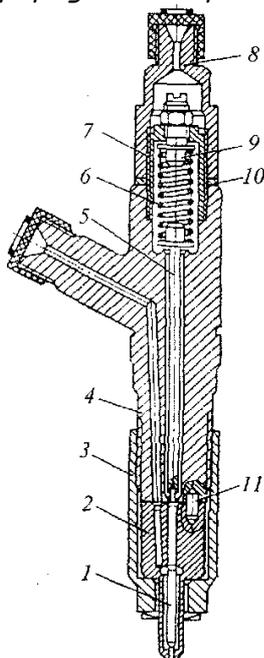
## ЦЕЛЬ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЕ

Изучить основные детали топливной форсунки дизеля К-461М2

Полигон. Рефрижераторная секция типа БМЗ. Дизель К-461М2 и топливоподающий механизм

## ХОД РАБОТЫ.

17. Описать назначение топливной форсунки дизеля.
18. Описать конструктивные отличия форсунок открытого и закрытого типа.
19. Описать конструкцию форсунки закрытого типа дизеля К 461М2 (рисунок 1).
20. Описать принцип работы форсунки закрытого типа дизеля К 461М2.



• Рисунок 1 Поршневой топливоподкачивающий насос

					<b>ЛР.23.02.06. . .07</b>				
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата						
Разраб.				ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТОПЛИВНОЙ ФОРСУНКИ ДИЗЕЛЯ К-461М			Литер	Лист	Листов
Пров.	Ивакин О.Е.						У	1	
Консул							ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС гр. В-2-1		
Н. контр									
Утв.									

# ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ РЕГУЛЯТОРА ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДИЗЕЛЯ К-461М И 4VD21\15-2SRW

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЕ

Изучить основные детали регулятора частоты вращения дизеля К-461М2

Полигон. Рефрижераторная секция типа БМЗ  
Дизель К-461М2 и регулятор частоты вращения

## ХОД РАБОТЫ.

1. Описать назначение регулятора частоты вращения.
2. Описать классификацию регуляторов частоты вращения.
3. Описать конструкцию регулятора частоты вращения (рисунок 1).
4. Описать принцип работы (регулирование частоты вращения) регулятора частоты вращения..

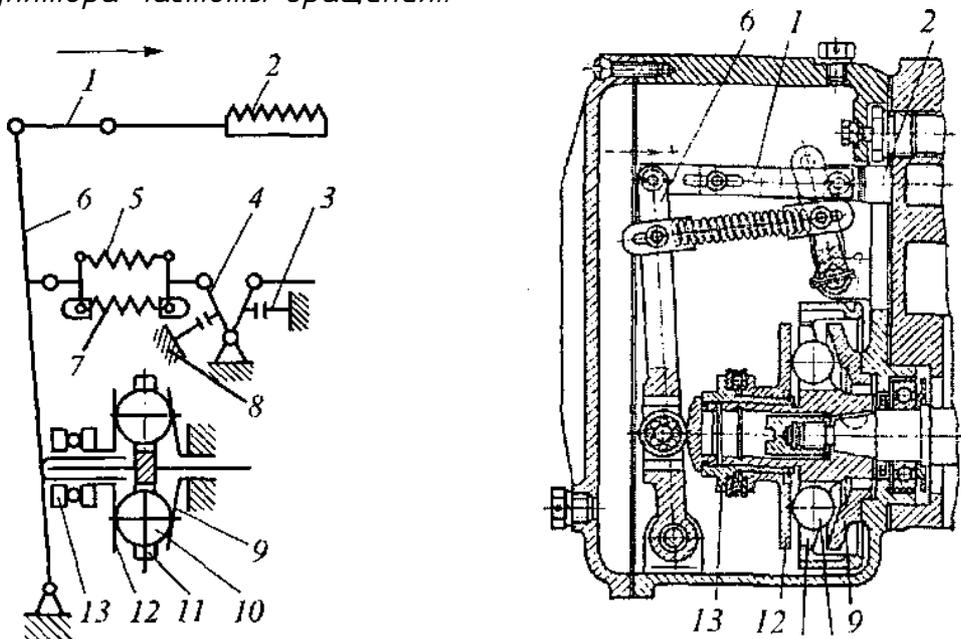


Рисунок 1 Всережимный механический центробежный регулятор прямого действия

				<b>ЛР.23.02.06. . .08</b>		
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ РЕГУЛЯТОРА ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДИЗЕЛЯ К-461М И 4VD21\15-2SRW		
Разраб.						
Пров.	Ивакин О.Е.					
Консул						
Н. контр						
Утв.				Литер    Лист    Листов ч            1 ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС гр. В-2-1		

# ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ МАСЛЯНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЯ К- 461М И 4VD21\15-2SRW

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЕ

Изучить основные детали масляной системы  
дизеля К-461М2

Полигон. Рефрижераторная секция типа БМЗ  
Дизель К-461М2 и система дизеля

## ХОД РАБОТЫ.

1. Описать что такое система смазки дизеля.
2. Описать назначение системы смазки дизеля.
3. Описать классификацию способов подвода масла системы смазки.
4. Перечислить основные элементы комбинированной системы смазки.
5. Описать схему системы смазки дизеля (рисунок 1).

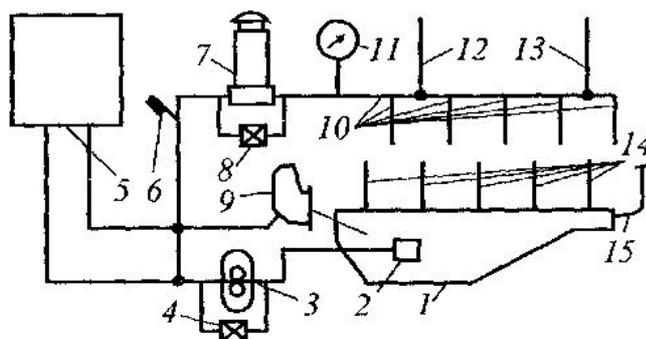


Рисунок 1 Схема системы смазки дизеля

					<b>ЛР.23.02.06. . .09</b>				
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата				Литер	Лист	Листов
Разраб.				ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ МАСЛЯНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЯ К-461М И 4VD21\15-2SRW			У	1	
Пров.	Ивакин О.Е.								
Консул									
Н. контр									
Утв.									
							ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС гр. В-2-1		

# ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВОДЯНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЯ К-461М И 4VD21\15-2SRW

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЕ

Изучить основные детали водяной системы дизеля К-461М2

Полигон. Рефрижераторная секция типа БМЗ дизель К-461М2 и система охлаждения дизеля

## ХОД РАБОТЫ.

1. Описать назначение системы охлаждения дизеля и ее классификацию.
2. Дать классификацию по способу осуществления циркуляции жидкости.
3. Дать классификацию по способу принципу вывода теплоты в окружающую среду.
4. Описать схему системы охлаждения дизеля (рисунок 1).
5. Описать конструкцию водяного центробежного насоса (рисунок 2).
6. Описать конструкцию трубчатого водяного радиатора (рисунок 3).

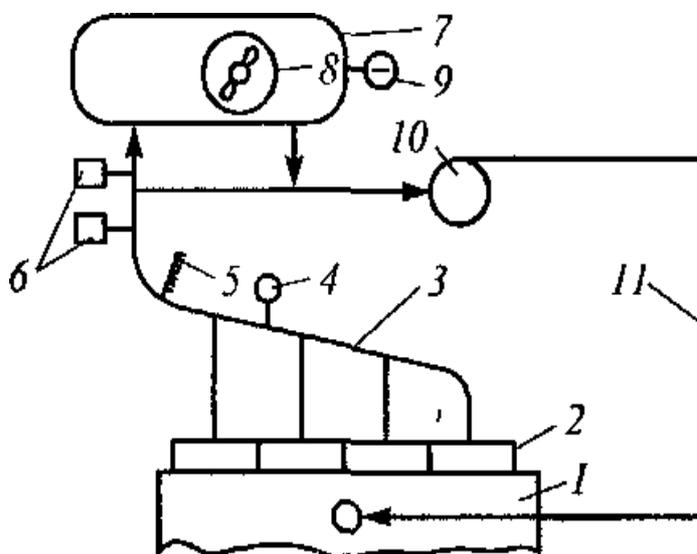


Рисунок 1 Схема системы смазки дизеля

					<b>ЛР.23.02.06. . . 10</b>		
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.					Литер	Лист	Листов
Пров.	Ивакин О.Е.				У	1	
Консул					ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС гр. В-2-1		
Н. контр							
Утв.							
ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВОДЯНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЯ К-461М И 4VD21\15-2SRW							

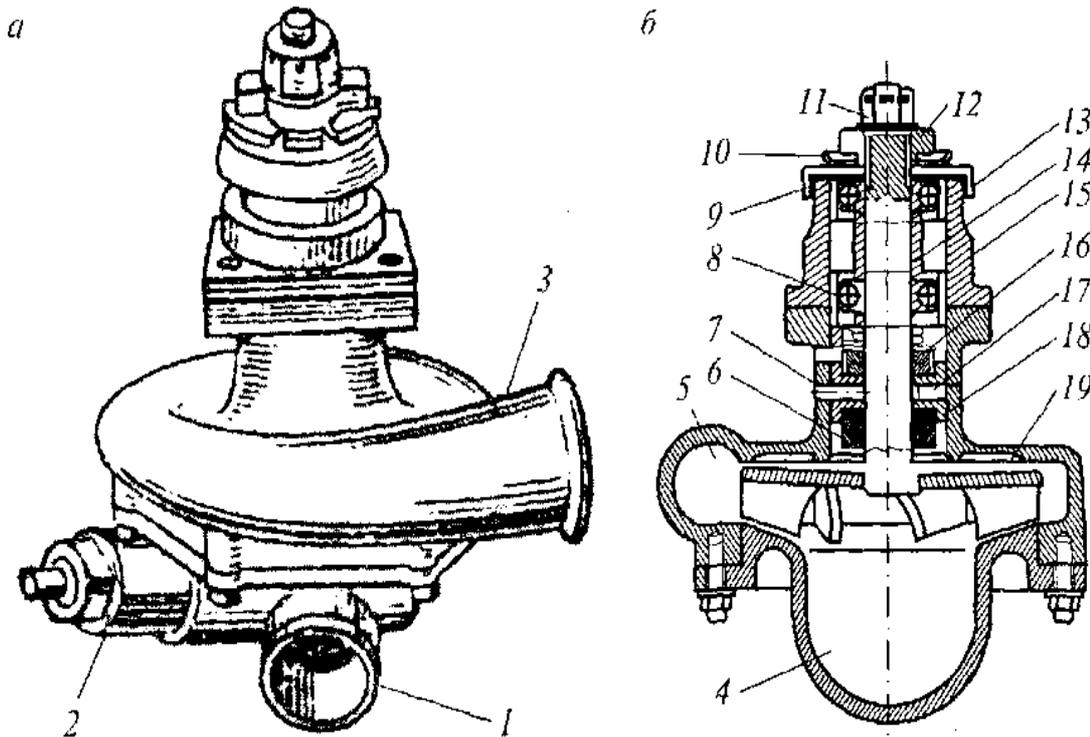


Рисунок 2 Водяной центробежный насос

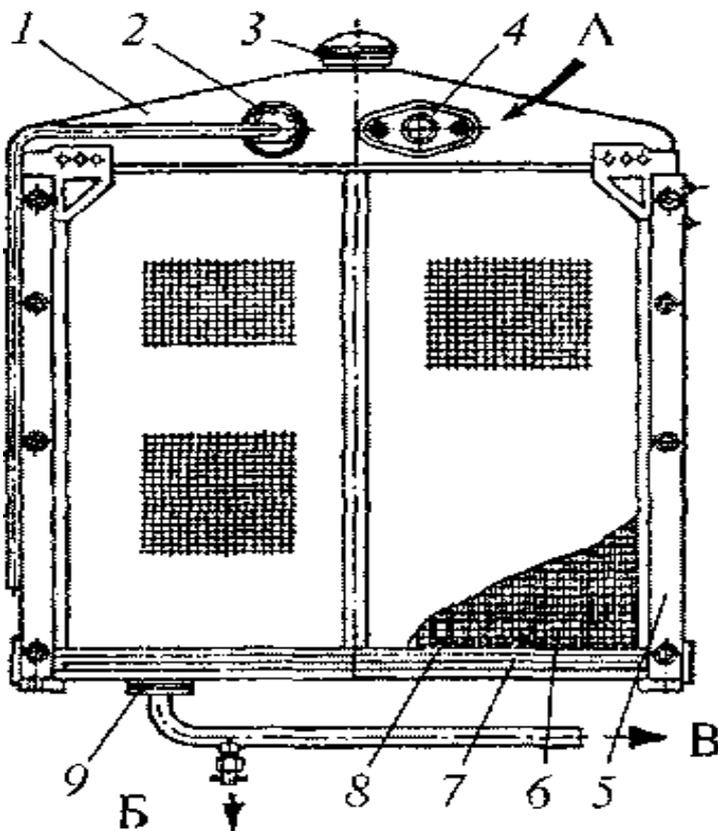


Рисунок 3 Трубчатый водяной радиатор:

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛР.23.02.06. . . 10

Лист

2

# ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ПУСКА ДИЗЕЛЯ К-461М

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЕ

Изучить основные детали системы пуска дизеля К-461М2

Полигон. Рефрижераторная секция типа БМЗ дизель К-461М2 и система охлаждения дизеля

## ХОД РАБОТЫ.

1. Описать назначение системы пуска дизелей и их классификацию.
2. Описать электрическую систему пуска дизеля.
3. Описать назначение стартера.
4. Описать конструкцию электростартера СТ-212 Б1 (рисунок 1).
5. Описать конструкцию привода механизма электростартера.
6. Описать пуск холодного дизеля.

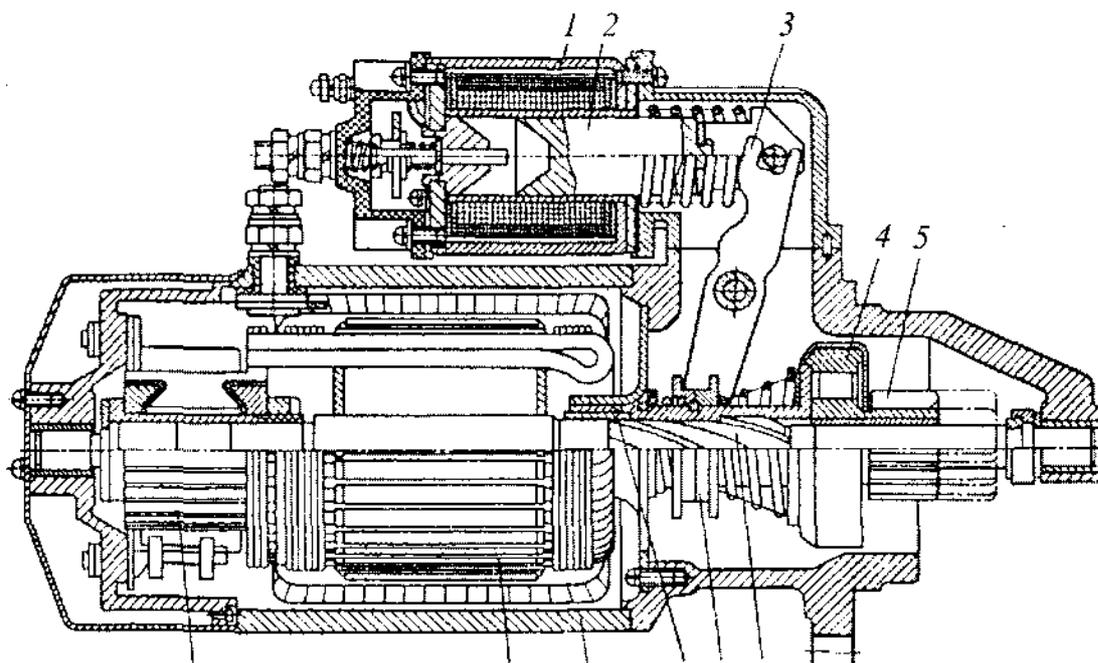


Рисунок 1 Электростартер СТ-212 Б1:

ЛР.23.02.06. . .11

Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ ПУСКА ДИЗЕЛЯ К-461М			Литер	Лист	Листов
Разраб.							У	1	
Пров.	Ивакин О.Е.						ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС гр. В-2-1		
Консул									
Н. контр									
Утв.									

# ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЗДУШНОЙ СИСТЕМЫ ПУСКА ДИЗЕЛЯ 4VD21\15-2SRW

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЕ

Изучить основные детали воздушной системы пуска дизеля 4VD21\15-2SRW.

Полигон. Рефрижераторная секция ZB-5 и воздушная система пуска дизеля

## ХОД РАБОТЫ.

1. Описать назначение воздушной системы пуска дизеля и ее классификацию.
2. Перечислите оборудования воздушной системы пуска дизеля.
3. Описать схему воздушной системы пуска дизеля (рисунок 1).
4. Описать конструкцию пускового балона (рисунок 2).
5. Описать конструкцию пускового автоматического клапана дизеля (рис. 3).

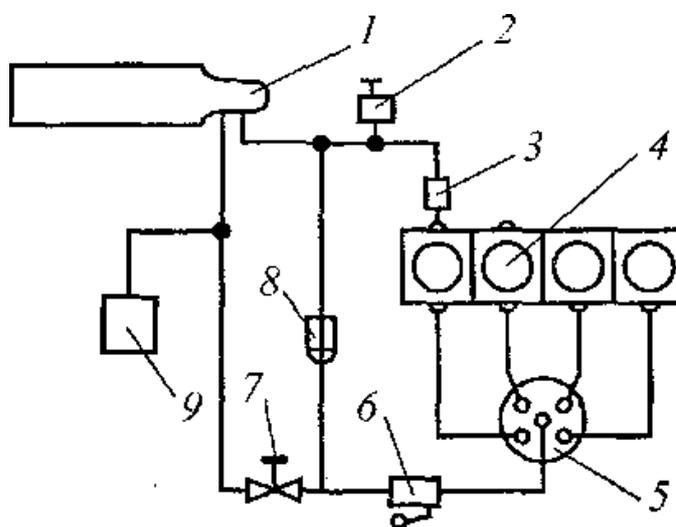


Рисунок 1 Схема пневматической системы пуска дизеля

					<b>ЛР.23.02.06. . .12</b>				
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата						
Разраб.				ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВОЗДУШНОЙ СИСТЕМЫ ПУСКА ДИЗЕЛЯ 4VD21\15-2SRW			Литер	Лист	Листов
Пров.	Ивакин О.Е.						У	1	
Консул							ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС гр. В-2-1		
Н. контр									
Утв.									

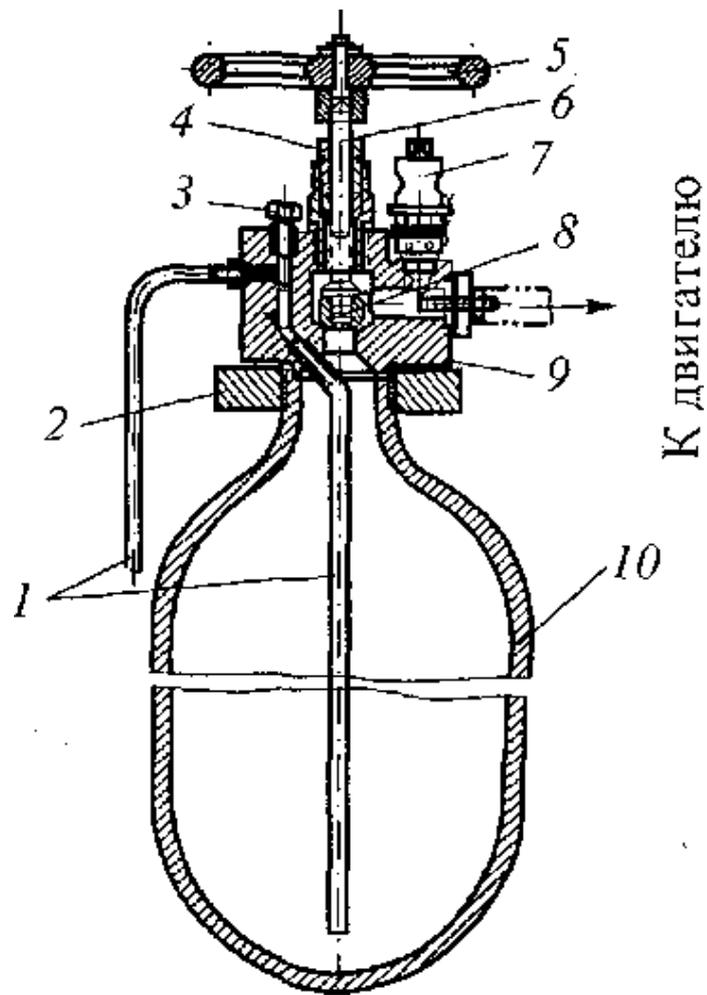


Рисунок 2 . Пусковой баллон

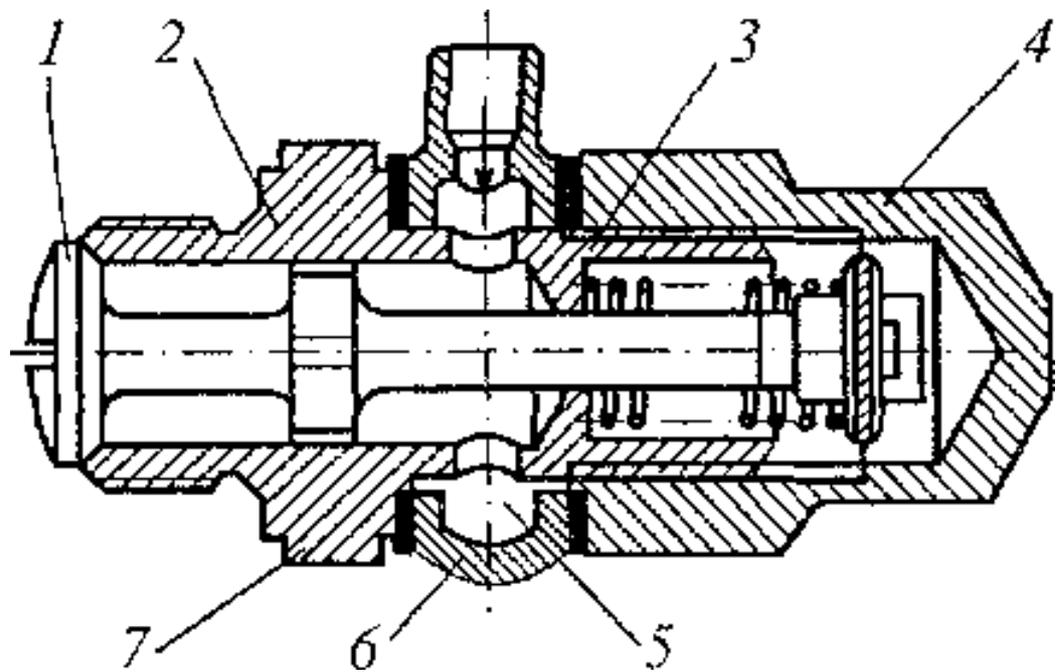


Рисунок 3 Пусковой автоматический клапан дизеля:

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛР.23.02.06. . .12

Лист

2

# **ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

# РАСПОЛОЖЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЧАСТЕЙ И АГРЕГАТОВ НА РЕФРИЖЕРАТОРНОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить расположение основных частей и агрегатов на рефрижераторном подвижном составе.

## ОБОРУДОВАНИЕ

Полигон. Рефрижераторная секция типа БМЗ.

## ХОД РАБОТЫ.

9. Описать классификацию изотермического подвижного состава и его назначение.
10. Описать расположение оборудования дизельного вагона 5-вагонной рефрижераторной секции типа БМЗ.
11. Описать назначение основного силового оборудования дизельного вагона 5-вагонной рефрижераторной секции типа БМЗ.
12. Описать расположение оборудования грузового вагона 5-вагонной рефрижераторной секции типа БМЗ.
13. Описать назначение основного силового оборудования грузового вагона 5-вагонной рефрижераторной секции типа БМЗ.

Пятивагонные секции с машинным охлаждением и электрическим отоплением типа ZB-5 постройки завода г. Дессау (ГДР) и модели 16-380 Брянского машиностроительного завода (БМЗ) состоят из четырех грузовых изотермических вагонов и одного вагона дизель-электростанции.

Грузовой вагон 5-вагонной секции типа РС - 4 БМЗ и ZB-5 предназначен для перевозки скоропортящихся грузов в условиях поддержания температуры в грузовом помещении от +14 до — 20 °С при температуре наружного воздуха от —50 до +38 °С, а также для охлаждения предварительно не охлажденных фруктов и овощей.

					<b>ЛР.23.02.06. . .01</b>			
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб.					РАСПОЛОЖЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЧАСТЕЙ И АГРЕГАТОВ НА РЕФРИЖЕРАТОРНОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ	Литер	Лист	Листов
Пров.	Ивакин О.Е.					У	1	
Консул						ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС ГР. В-2-1		
Н. контр								
Утв.								

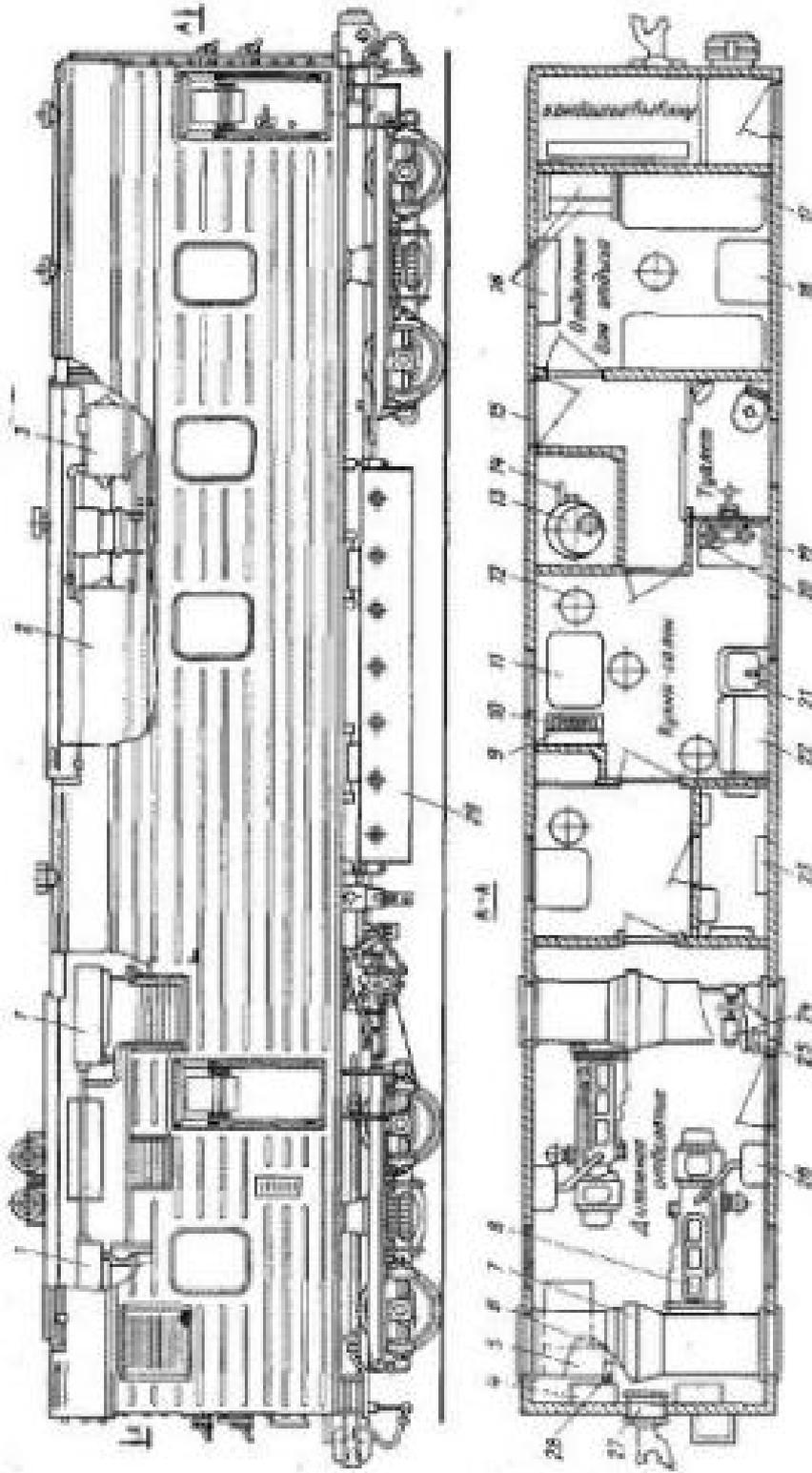


Рисунок 1 Дизельный вагон 5-вагонной рефрижераторной секции типа БМЗ..

1-топливный бак, 2-бак для питьевой воды, 3-бак для технической воды, 4-ящик для аккумуляторных батарей, 5-масляный бак, 6-верстак, 7-короб охлаждения радиаторов, 8-дизель-генератор, 9-полка для технической документации, 10-радиоприемник, 11-стояк, 12-стул, 13-котел водяного отопления, 14-насос отопления, 15-входная дверь, 16-шкаф, 17-диван-кровать, 18-гумбочка, 19-плита, 20-подогреватель воды, 21-раковина мойка, 22-бытовой холодильник, 23-распределительный щит, 24-топливный насос, 25-ручной топливный насос, 26-короб фильтров, 27-вентилятор, 28-ручной масляный насос.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛР.23.02.06. . .01

Лист

2

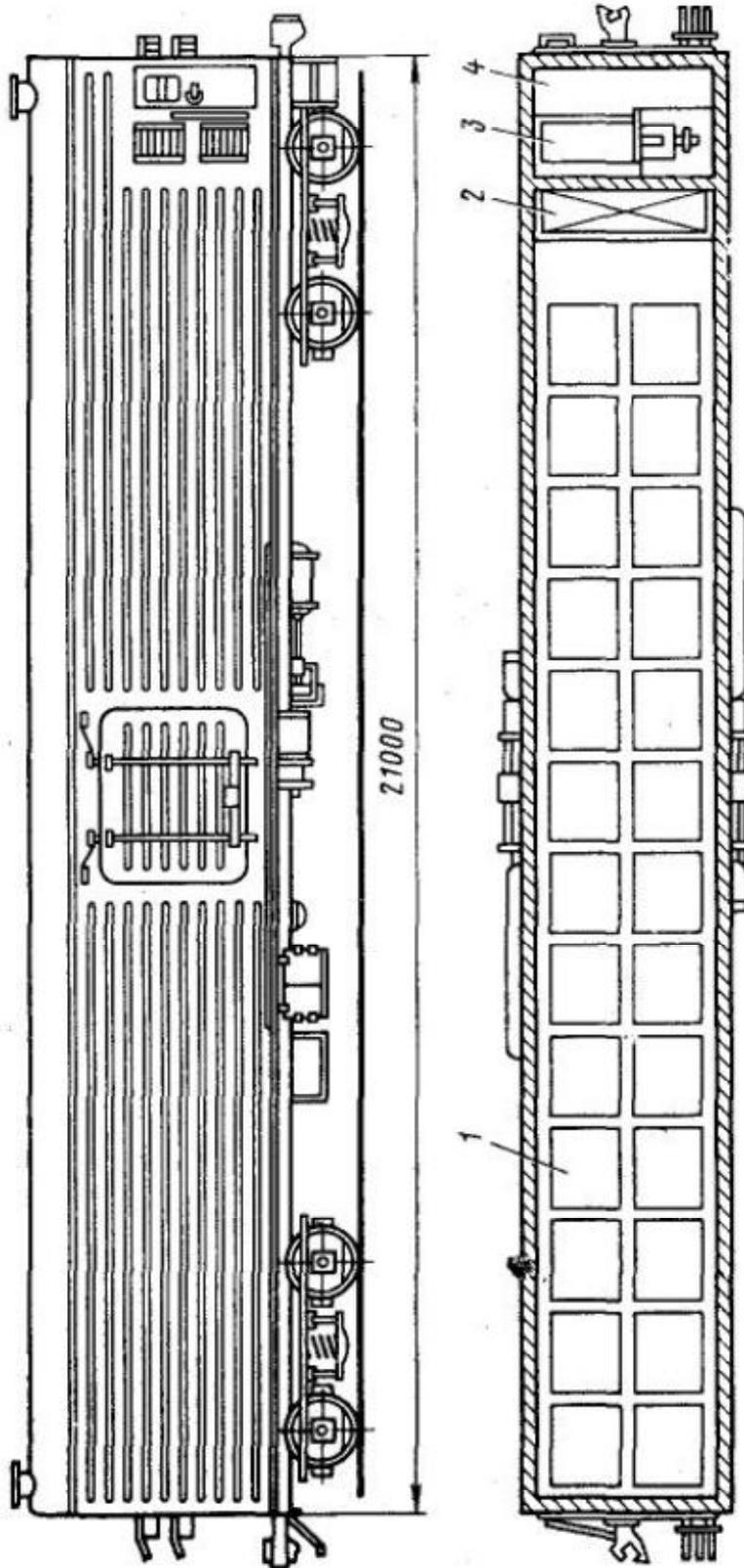


Рисунок 1 Грузовой вагон 5-вагонной рефрижераторной секции. типа БМЗ.

1-грузовое отделение, 2- испаритель, 3-холодильно-нагревательные установки, 4-машинное отделение.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛР.23.02.06. . .01

Лист

3

Конструкционная скорость вагона 140 км/ч. Вагон имеет индивидуальную систему охлаждения и обогрева, основанную на подаче холодного или теплого воздуха вентиляторами от хладоустановки или электропечей, смонтированных непосредственно в этом вагоне.

Для этого он оборудован компрессорными холодильными установками, электрическим отоплением, принудительной вентиляцией, системой циркуляции воздуха, устройством для удаления конденсата и промывочных стоков вод, приборами для контроля за температурой воздуха и груза.

Вагон-дизель-электростанция в 5-вагонных секциях предназначен для выработки электроэнергии для питания силовых установок, приборов и системы освещения помещений грузовых вагонов. Кузов вагона-дизеля-электростанции БМЗ состоит из дизельного, аппаратного, котельного отделений и отделения для отдыха обслуживающего персонала, а также кухни-салона, аккумуляторной и туалета.

В дизельном отделении установлены два дизель-генератора типа ДГМА-75 мощностью 75 кВт каждый, трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 400 В, а также различное вспомогательное оборудование (системы охлаждения дизелей, насосы, преобразователи, баки и др.).

Дизели оборудованы автоматической защитой от аварийного увеличения частоты вращения, от перегрева воды и масла и падения давления в системе смазки.

Для питания стартеров, свечей накала зажигания дизелей, систем освещения, автоматики и контроля имеются аккумуляторные батареи.

Батареи подзаряжают от дизель-генераторной установки, а при неработающих дизель-генераторах — от подвагонного генератора с приводом от колесной пары.

В служебном помещении находятся силовые щиты с распределительными устройствами и приборами автоматики и контроля температуры. Передача электроэнергии к силовым установкам и всем приборам грузовых вагонов секции производится по подвагонным магистралям и междувагонными соединениями со штепсельными разъемами.

В салоне-кухне находится плита, холодильник, раковина-мойка, радиоприемник, стол, стулья. В котельной установлен котел водяного отопления, работающий на жидком топливе.

Помещение для отдыха оборудовано четырьмя мягкими спальными местами и тремя шкафами для одежды, столом, стульями. Вагон спроектирован по габариту 1-Т.

Масса тары вагона 64,5 т. Кузов вагона цельнометаллический, длина его по раме 17 м, толщина изоляции: пола—133, стен — ПО, крыши — 1 10 мм.

В кузове вагона находятся два отделения:

- грузовое 1
- машинное 4.

Грузовое помещение имеет мощную теплоизоляцию, внутреннюю обшивку и напольные решетки, а машинное отделение — только внутреннюю обшивку без изоляции и оборудование, обеспечивающее заданный температурный режим в грузовом помещении.

В машинном отделении расположены две компрессорные холодильные установки 3, типа ВР-1М, работающие на хладоне-12, и электрощит.

Каждая установка имеет восьмицилиндровый компрессор, конденсатор с воздушным охлаждением и испаритель с тепло-передающей поверхностью 87,5 м<sup>2</sup>.

Мощность электродвигателя компрессора 10 кВт. Компрессор и конденсатор смонтированы в один агрегат на общем каркасе.

					<i>ЛР.23.02.06. . .01</i>	<i>Лист</i>
						4
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

## Конструкция дизеля К-461М2

- На рефрижераторном подвижном составе отечественного производства используют дизель-генераторы с дизелями типоразмерного ряда 6ЧН12/14. Эти модели применяют в качестве главных дизелей на 5-вагонных рефрижераторных секциях постройки производственного объединения «Брянский машиностроительный завод». Цифра перед буквенным индексом в условных обозначениях дизелей отечественного производства обозначает число цилиндров; первая буква — тактность двигателя (Ч — четырехтактный; вторая буква — наличие наддува, цифра после буквенного индекса — диаметр цилиндров (числитель) и ход поршня (знаменатель) в сантиметрах.

- Дизель марки К-461 и его модификации К-461М и К-461М2 устанавливают на рефрижераторных секциях серийного производства, а марки К-771 — на секциях перспективных моделей. Основные технические данные дизелей этих марок приведены в табл. 1

- Общий вид дизеля К-461М2 показан на рис. 1. Дизели 6ЧН12/14 выполнены на единой конструктивной основе, отвечающей принципам создания современных быстроходных четырехтактных дизелей с вертикальным рядным расположением цилиндров и турбо-наддувом. Увеличение мощности дизеля К-771 достигнуто путем установки турбонагнетателя более высокого типа размерного ряда. Дизель К-461 вихрекамерный, а его модификации и дизель К-771 выполнены с камерой в поршне, обеспечивающей эффективный объемно-пленочный способ смесеобразования.

- Дизели К-461 М приспособлены к автоматизации по первой степени (ГОСТ 10032—69), для чего на них предусмотрены места для установки датчиков и реле частоты вращения, уровня и температуры воды, давления масла, электромагнитной фиксации воздушной заслонки на всасывающем коллекторе.

- Система автоматической защиты обеспечивает остановку дизеля и включает световую и звуковую сигнализацию при следующих параметрах дизеля: повышении температуры охлаждающей жидкости до 105 °С (при повышении температуры охлаждающей жидкости до 98 °С подается предупредительный сигнал); понижении уровня охлаждающей жидкости ниже допустимого; повышении частоты вращения до 1700 об/мин; понижении давления масла в системе ниже 0,15 МПа.

- Конструктивная компоновка дизелей обеспечивает свободный доступ к основным агрегатам, а смотровые люки блока позволяют осматривать и при необходимости заменять детали шатунно-поршневой группы.

- Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) служит для преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала. Он состоит из движущихся деталей, воспринимающих давление газов и преобразующих поступательное движение во вращательное. Кроме того, эти детали передают рабочие усилия коленчатому валу.

- КШМ является основным рабочим механизмом поршневого двигателя внутреннего сгорания. На рис. 1 показаны схемы кривошипно-шатунных механизмов, применяемых в двигателях.

- На схеме I изображен тронковый КШМ, наиболее часто применяемый в двигателях простого действия. Поступательное движение поршня преобразуется во вращательное движение коленчатого вала при помощи шатуна, сочлененного шарнирно верхней головкой с поршневым пальцем и нижней головкой с шейкой колена вала. Рабочая полость располагается над поршнем в цилиндре, закрытом крышкой.

- На схеме II показан крейцкопфный КШМ. Поршень в данном механизме соединяется с шатуном при помощи жестко связанных с поршнем штока и

крейцкопфа, совершающих поступательное движение. При таком сочленении поршень разгружается от нормальной силы  $N$ , так как ее действие переносится на крейцкопф; вследствие этого становится возможным создание второй рабочей полости в цилиндре под поршнем. При этом шток должен проходить через нижнюю крышку со специальным сальником, обеспечивающим герметичность полости под поршнем. Крейцкопфная система КШМ применяется в тихоходных двигателях простого действия большой мощности, а также в двигателях двойного действия.

- На схеме III приведен тронковый КШМ с V-образным расположением цилиндров. Особенностью этого механизма является то, что с одним коленом вала сочленяются два рабочих поршня. Помимо V-образной конструкции существуют W-, X- и звездообразные схемы двигателей, в которых на одно колено вала передаются силы от трех, четырех и большего числа рабочих поршней.

- На схемах IV—VI показаны кривошипно-шатунные механизмы двигателей с противоположно движущимися поршнями. КШМ в этих случаях представляет собой обычную тронковую систему с двумя коленчатыми валами, связанными между собой зубчатой передачей (схема IV) или тронковую систему, усложненную промежуточными звеньями, но с одним коленчатым валом (схемы V и VI). Рассмотренные схемы не исчерпывают возможные компоновки КШМ в двигателях внутреннего сгорания.

- На рис. 2. показаны детали кривошипно-шатунного механизма тронкового типа шести цилиндрового карбюраторного двигателя.

- Основными частями кривошипно-шатунного механизма являются поршневая группа, шатуны, коленчатый вал с маховиком и гасителем колебаний, коренные подшипники и др.

- Поршневая группа. Она состоит из поршня, поршневых колец, поршневого пальца, деталей для удержания пальца от осевого перемещения и крепежных деталей.

- *Поршень* выполняет следующие функции: обеспечивает требуемую форму камеры сгорания и герметичность рабочей полости цилиндра; передает силу давления газов на шатун; передает на стенку цилиндра силу, действующую на боковую поверхность поршня; управляет открытием и закрытием окон в двухтактных дизелях с щелевым распределением; отводит (через кольца или дополнительные охлаждающие устройства) часть тепла, образующегося при сгорании топлива.

- На поршень действуют механические нагрузки от давления газов и сил инерции, а также высокие тепловые нагрузки в период непосредственного соприкосновения его с горячими газами при сгорании топлива и расширении продуктов сгорания. Дополнительно поршень нагревается от трения о стенки цилиндра.

- На наружной поверхности в верхней цилиндрической части поршня имеются канавки для поршневых колец, служащих для уплотнения цилиндра от прорыва газов и попадания смазки из картера в камеру сгорания. Нижняя часть поверхности поршня служит направляющей. Верхнюю часть поршня обычно называют головкой, а направляющую (тронковую) часть - юбкой.

- На юбке поршня имеются бобышки с отверстиями для установки поршневого пальца. Юбка поршня нагружается нормальной силой.

- Для изготовления поршней используют чугун, алюминиевые и магниевые сплавы, а также сталь. Большей частью поршни делают из чугуна и алюминиевых сплавов.

- Чугунные поршни отличаются высокой прочностью и износостойкостью и малым коэффициентом линейного расширения, но имеют большую массу.

- Поршни из алюминиевых сплавов обладают меньшей прочностью и износостойкостью, но значительно легче чугунных и применяются в двигателях с высокой частотой вращения. Поршень, изготовленный из алюминиевого сплава, несмотря на большую (для обеспечения необходимой прочности) толщину стенок, на 25—30 % легче чугунного. Теплопроводность алюминиевых сплавов в 3—4 раза выше, чем у чугуна, поэтому температура днища поршней из алюминиевых сплавов ниже, чем температура днища чугунных поршней.

- В результате этого снижается температура заряда, улучшается наполнение цилиндра и имеется возможность осуществить большую степень сжатия в двигателях с внешним смесеобразованием. Следует отметить также, что из-за меньшего коэффициента трения алюминиевых сплавов понижается мощность, затрачиваемая на преодоление трения поршней в цилиндре.

- Существенным недостатком алюминиевых сплавов является относительно высокий коэффициент линейного расширения (в 2—2,5 раза больше, чем у чугуна), поэтому поршни из этих сплавов устанавливают в цилиндре с большим зазором. Значительные зазоры затрудняют пуск двигателя и вызывают стуки при работе неотрегулированного двигателя, а также при работе его на малых нагрузках.

- *Поршневые кольца* по своему назначению делятся на компрессионные (уплотнительные) и маслосъемные (маслосбрасывающие). Компрессионные кольца ставят для предупреждения прорыва газов в картер во время сжатия и расширения. Кроме того, они служат для отвода теплоты от поршня. Компрессионные кольца работают в весьма тяжелых условиях, совершая возвратно-поступательное движение при высокой нагрузке, скорости скольжения и температуре. Кольца нагреваются от соприкосновения с горячими газами и нагретыми стенками поршня, а также вследствие трения о стенки цилиндра. Работа на преодоление трения поршневых колец составляет приблизительно 40—50 % механических потерь в двигателе.

- Кольца изготовляют из серого чугуна с присадками фосфора, хрома и никеля. Для повышения износостойкости колец применяют покрытия из олова или пористое хромирование. Кольца обычно имеют прямоугольное сечение. Разрез кольца, так называемый замок, может быть прямым, косым или ступенчатым (рис. 2.7, я). У колец, надетых на поршень, замки должны быть смещены один относительно другого на 90—120°.

- Уплотнительное кольцо должно плотно прилегать к внутренней поверхности цилиндра. Для этого его изготовляют разрезным, и его диаметр в свободном состоянии несколько больше диаметра цилиндра, причем радиус кривизны поршневого кольца в свободном состоянии должен быть переменным. Когда кольцо сжато и вставлено в цилиндр, оно принимает цилиндрическую форму и оказывает давление на стенки, равное 0,05—0,30 МПа и более. Во время работы двигателя давление кольца на стенки увеличивается, так как проникающие через зазоры между кольцом и поршнем газы прижимают кольцо к стенкам цилиндра. Уплотнительное действие компрессионных колец показано на рис. 3, б.

- Поршни дизелей имеют от трех до шести компрессионных колец, С увеличением числа колец улучшаются запуск холодного двигателя и отвод тепла от поршня у работающего.'

- Насосное действие компрессионных колец показано на рис. 3. в. Во время движения поршня вниз кольца прижимаются к верхним торцам поршневых канавок, и масло со стенок цилиндра поступает в нижние торцевые зазоры. При обратном движении поршня кольца перемещаются в канавках и выдавливают масло через радиальный зазор в верхний торцевой зазор и далее в пространство над кольцами.

- В двухтактных двигателях с щелевой схемой газообмена во избежание поломки колец их положение на поршне обычно фиксируют стопорными штифтами.

- Маслосъемные кольца служат для удаления избытка масла с рабочей поверхности гильзы и предупреждения возможности попадания его в камеру сгорания, особенно в двигателях с тронковым КШМ, вследствие разбрызгивания масла. Часть попавшего на стенку цилиндра масла в результате вышеописанного насосного действия компрессионных колец выжимается в камеру сгорания и вызывает не только излишний расход смазочного материала, но и повышенное нагарообразование, а также закоксовывание, особенно верхних колец.

- На поршне устанавливают несколько маслосъемных колец. Их располагают на конце направляющей части (юбки) поршня и на его головке ниже компрессионных колец.

- Для снятия масла с зеркала гильзы наружную поверхность кольца делают конической или с фаской, обращенной в сторону камеры сгорания. При движении вверх кольца «всплывают» на масляном слое, при движении вниз острая кромка срезает масло. Для удаления масла, собирающегося под кромкой, в стенке поршня просверливают радиальные отверстия. Часто в маслосъемных кольцах делают также канавки с отверстиями.

- *Поршневой палец* служит для шарнирного соединения поршня с шатуном в тронковом кривошипно-шатунном механизме. Сечение пальцев может быть или сплошным, или кольцевой формы с прямыми цилиндрическими либо коническими внутренними поверхностями, что приближает продольное сечение пальца к форме бруса. Концами палец устанавливается в бобышках поршня, среднюю часть его охватывает подшипник верхней головки шатуна. В современных двигателях широкое применение находят так называемые поршневые пальцы плавающего типа (рис. 4), которые могут свободно поворачиваться как в верхней головке шатуна, так и в бобышках поршня.

- Корпус (остов) двигателя является основанием, или базой, на котором крепятся подвижные и неподвижные детали, узлы и механизмы.

- Конструктивно остов состоит из фундаментной рамы; картера или станины: цилиндров (в некоторых конструкциях блок цилиндров выполняют вместе с картером, образуя блок-картер).

- Элементы корпуса (остова) при работе двигателя нагружены силами давления газов и силами инерции движущихся частей. Вследствие этого элементы корпуса должны быть связаны между собой в общую жесткую систему во избежание недопустимых деформаций отдельных звеньев.

- Конструктивное выполнение корпуса зависит от общей компоновки двигателя и его назначения. Размеры внутренних полостей определяются в основном размерами и траекторией движения деталей кривошипно-шатунного механизма. Внешние очертания и число неподвижных элементов корпуса зависят от числа цилиндров и их расположения, от схемы механизма газораспределения, положения распределительного вала, условий монтажа, обслуживания и т. п.

- Конструкция корпуса помимо обеспечения необходимой продольной и поперечной жесткости при рациональной силовой схеме и внешней архитектурной форме должна быть достаточно простой, удобной в изготовлении и иметь малую массу (масса металла, расходуемого на изготовление остова, составляет до 70 % общей массы тихоходного двигателя и до 30 % быстроходного). Корпуса современных двигателей строят по различным силовым схемам. Под силовой схемой понимается схема передачи основных сил отдельными элементами двигателя, а также двигателем и его опорами во время работы.

- **Фундаментная рама.** При работе двигателя рама через коленчатый вал и силовые шпильки воспринимает силы давления газов и силы инерции, поэтому она должна иметь достаточную жесткость, чтобы обеспечить нормальную работу коренных (рамовых) подшипников коленчатого вала.
- Применяются литые и сварные (сварно-литые) конструкции рам. Масса сварных рам на 30—40 % меньше массы литых. Боковые стенки рамы образуют две продольные балки, с которыми связаны поперечные балки коробчатого, или двутаврового, сечения.
- **Картер или станина.** В двигателях с тронковым кривошипно-шатунным механизмом (тихоходных или средней быстроходности) картер обычно представляет собой коробчатую литую или сварнолитую конструкцию (рис. 1). В двигателях больших размеров эта деталь корпуса делается составной из нескольких частей, соединенных между собой болтами.
- Наличие большого числа горизонтальных плоскостей разъема упрощает изготовление крупных элементов корпуса, облегчает монтаж и обслуживание, но снижает его общую жесткость. Поэтому в двигателях средней быстроходности разъем между цилиндрами и картером обычно не делают (рис. 2.). Цилиндры и картер в этом случае изготавливают в виде общей отливки, называемой блок-картером. Двигатель при такой компоновке имеет две плоскости разъема: между крышкой и блок-картером, а также между блок-картером и фундаментной рамой.
- Блок цилиндров представляет собой сложную, механически обработанную, пустотелую отливку из серого чугуна. Внутри для увеличения прочности и жесткости конструкции предусмотрены ребра и перегородки, разделяющие блок на отдельные отсеки. В перегородках выполнены приливы для подшипниковых опор коленчатого вала. На лицевой стороне предусмотрены площадки для крепления агрегатов различных В отливке имеются каналы для крышка коренного подшипника; маслопроводов системы смазки. Снаружи блока в нижней его части расположены окна для осмотра подшипников коленчатого вала, шатунов и деталей механизма газораспределения; эти окна закрывают крышками с уплотнительными прокладками. К верхней плоскости крепят головки цилиндров; нижней плоскостью блок устанавливают на картере. Плоскости разъема этих деталей уплотняют железо- или медно-асбестовыми, а также паронитовыми прокладками. Блок цилиндров соединяют с головками и картером при помощи стяжных шпилек и установочных штифтов. В расточки блока запрессовывают сменные втулки (гильзы) цилиндров.
- В дизелях рефрижераторного подвижного состава (РПС), выполненных с жидкостной системой охлаждения, наружная поверхность втулки омывается охлаждающей жидкостью. «Охлаждающая рубашка» цилиндра представляет собой полость, образованную внутренней поверхностью отливки блока и наружной поверхностью втулки. Ее нижнюю часть уплотняют в расточке блока резиновыми кольцами, уложенными в канавки, что позволяет втулке расширяться при нагреве. Втулки выполняют из чугуна повышенной твердости, легированного хромом и никелем; их внутреннюю поверхность (зеркало) шлифуют и полируют до зеркальной чистоты. Наружную поверхность втулки, омываемую охлаждающей жидкостью, обычно покрывают хромом.
- В дизелях с воздушным охлаждением индивидуальные цилиндры имеют ребра, которые увеличивают поверхность теплоотдачи.
- **Цилиндры.** К числу наиболее ответственных элементов корпуса относятся цилиндры. Внутренняя часть цилиндра, ограниченная с одной стороны головкой (крышкой) цилиндра, а с другой — днищем поршня, образует камеру сгорания. Стенки

цилиндра служат направляющими для поршня при его возвратно-поступательном движении, поэтому внутренняя поверхность цилиндра, так называемое зеркало цилиндра, тщательно обрабатывается.

- Во время работы двигателя стенки цилиндра находятся под воздействием давления газов, а также боковых сил трения, возникающих при движении поршня. Вследствие этого цилиндры должны быть достаточно прочными и жесткими, чтобы противостоять действующим силам, а внутренняя поверхность должна обладать хорошей износостойкостью.

- Цилиндры нагреваются горячими газами, а также в результате трения поршня и поршневых колец о стенки. Высокая температура стенок недопустима, так как при этом ухудшается наполнение цилиндра, из-за чего снижается мощность двигателя и ухудшаются условия смазки, что может быть причиной «прихватывания» поршня в цилиндре.

- Чтобы температура стенок цилиндра и температурное напряжение в них были в допустимых пределах, применяется охлаждение цилиндров, которое может быть воздушным или жидкостным. Особенно интенсивное охлаждение требуется для наиболее нагреваемой части цилиндра — камеры сгорания.

- Компоновка цилиндра многоцилиндрового двигателя должна обеспечивать возможно большую жесткость и меньшие габаритные размеры корпуса. Конструкция цилиндра в основном определяется способом охлаждения, а также назначением двигателя, числом тактов и системой газораспределения. Цилиндры с воздушным охлаждением изготавливаются индивидуальными, т.е. отдельно один от другого и отъемными от картера. Для увеличения поверхности охлаждения стенки цилиндра снабжаются ребрами. Цилиндры могут быть изготовлены: цельностальными с механически обработанными ребрами; чугунами с отлитыми ребрами; составными — из стальной

- Топливная система в дизелях служит для подачи определенного количества топлива в определенный момент времени с целью образования горючей смеси, хранения запаса топлива, очистки его от посторонних примесей и воды.

- Совокупность устройств, предназначенных для питания дизеля топливом, представляет собой топливную систему. Дизели относят к двигателям с внутренним смесеобразованием. Впрыскивание топлива в цилиндр двигателя производится в конце процесса сжатия через форсунку, при этом скорость струи топлива составляет 150—400 м/с. Трение струи о воздух вызывает ее распад на капельки диаметром 2—3 мкм. Процесс сгорания считается нормальным, если впрыскиваемое топливо равномерно распределено в заряде воздуха при тонком и однородном распылении. Распыливание топлива, а также движение воздуха и рабочей смеси в цилиндре зависят от применяемой топливоподающей аппаратуры и типа камеры сгорания.

- Распыливанием называют процесс дробления струи топлива на мельчайшие капли при впрыске. Если топливо подается форсункой непосредственно в камеру сгорания, а распыливание происходит за счет потенциальной энергии, то такой способ распыливания называют непосредственным или струйным.

- Качество распыливания топлива определяется тонкостью, однородностью, дальностью и углом конуса струи.

- Чем выше давление впрыска, тем меньше диаметр сопловых отверстий и больше противодействие сжатого воздуха в цилиндре, меньше размеры капель и лучше равномерность распыливания и процесс сгорания топлива. Тонкость распыливания оценивается средним диаметром капель. Длина топливного факела возрастает с повышением давления впрыска и уменьшением противодействия в цилиндре, а также с увеличением размеров сопловых отверстий (если давление

впрыска остается неизменным). Распределение топлива в объеме камеры сгорания обеспечивается взаимным согласованием формы и размеров факела топлива, камеры сгорания и, кроме того, организацией принудительного движения воздушного заряда внутри цилиндра (в том числе путем наддува).

- Топливная система — это одна из основных частей дизеля, от качества работы которой зависят показатели его рабочего процесса и эксплуатационные характеристики. Система, состоящая из топливного бака и насоса высокого давления, регулятора частоты вращения, форсунок, топливных фильтров грубой и тонкой очистки, топливоподкачивающего насоса и топливопроводов высокого и низкого давления, должна обеспечивать:

- впрыскивание топлива в камеру сгорания в требуемой последовательности и в количестве, соответствующем нагрузке дизеля (при возрастании нагрузки дизеля без изменения частоты вращения количество топлива должно увеличиваться, а при снижении нагрузки — уменьшаться);

- впрыскивание топлива в строго определенный момент (за установленное число градусов до ВМТ) и необходимую продолжительность впрыскивания для достижения наилучших эксплуатационных показателей;

- высококачественное распыливание и равномерное распределение топлива в объеме камеры сгорания для более полного использования воздуха, имеющегося в ней;

- подачу одинаковых порций топлива в каждый цилиндр для равномерного распределения нагрузки по цилиндрам. Неравномерность подачи топлива приводит к ухудшению процесса сгорания, образованию дымного выхлопа, перегреву и повышенному износу деталей цилиндропоршневой группы.

- Топливные системы дизелей можно разделить на *системы с насосным впрыском* и *аккумуляторные*. В первых системах впрыск топлива в цилиндры через форсунки производится под давлением, создаваемым насосами высокого давления в определенные моменты рабочего цикла. Во вторых системах насосы высокого давления подают топливо в аккумуляторы, в которых поддерживается постоянное высокое давление, а впрыск топлива в цилиндры двигателя через форсунки осуществляется периодически.

- Схема системы подвода топлива показана на рис. 1. Топливо из бака 6 засасывается топливоподкачивающим насосом 9 через фильтр грубой очистки 7 и трубопровод 8 и подается через фильтр тонкой очистки 10 к насосу 1 высокого давления. Затем топливо под высоким давлением нагнетается по топливопроводу 2 к форсунке 3 и через нее впрыскивается в камеру сгорания одного из цилиндров. Количество топлива в соответствии с режимом работы дизеля дозируется насосом 1, а цикловая подача топлива устанавливается регулятором 5 в зависимости от натяжения его пружины и внешней нагрузки двигателя.

- может отделиться. Кроме того, в некоторых местах топливной системы устанавливают пробки или игольчатые клапаны для выпуска воздуха перед пуском двигателя или при первичном заполнении системы топливом.

- *Топливные баки* изготавливают из листовой стали, оборудуют заливной горловиной с сетчатым фильтром, указателем уровня топлива, мерным стеклом, воздухоспускной трубкой.

- Топливоподкачивающие насосы. Топливоподкачивающий насос низкого давления служит для подкачивания топлива в топливный насос высокого давления дизеля с целью более полного наполнения надплунжерного пространства.

- Производительность топливоподкачивающего насоса должна не менее чем в 3 — 3,5 раза превосходить суммарную максимальную производительность

топливного насоса высокого давления. Обычно она превышает потребную производительность в 10—25 раз, что позволяет сохранять необходимую подачу топлива даже тогда, когда сопротивление фильтров тонкой очистки значительно возрастает в результате их загрязнения. Давление подкачки насосов колеблется в широких пределах — от 0,05 до 0,6 МПа.

- Топливоподкачивающие насосы разделяют на поршневые, коловратные (ротационные) и шестеренчатые.

- *Поршневые топливоподкачивающие насосы* монтируют непосредственно на двигателе или на корпусе насоса высокого давления. Привод насоса осуществляется от кулачка одной из насосных секций или от специального эксцентрика.

- На рис. 2. показан поршневой топливоподкачивающий насос дизеля. При движении поршня 12 под действием пружины 13 вверх топливо через впускной клапан 8 поступает в полость 14 под поршнем. Одновременно топливо из полости 17 вытесняется через канал 16 в трубопровод 15. При этом нагнетательный клапан 2 закрыт. При перемещении поршня 12 под действием кулачка 18 вниз топливо вытесняется из полости 14 через нагнетательный клапан 2 в нагнетательный трубопровод и полость 17 над поршнем насоса.

- Топливные насосы высокого давления (ТНВД) служат для подачи в цилиндры дизеля под определенным давлением и в определенный момент точно дозированных порций топлива, соответствующих данной нагрузке.

- По способу впрыскивания различают топливные насосы непосредственного действия и с аккумуляторным впрыскиванием.

- В топливном насосе *непосредственного действия* осуществляется механический привод плунжера, а процессы нагнетания и впрыскивания протекают одновременно. В каждый цилиндр секция топливного насоса подает необходимую порцию топлива. Требуемое давление распыливания создается движением плунжера насоса.

- У топливного насоса с *аккумуляторным впрыскиванием* привод рабочего плунжера осуществляется за счет давления сжатых газов в цилиндре двигателя или с помощью специальных пружин. На мощных тихоходных дизелях применяют топливные насосы с гидравлическими аккумуляторами.

- В системах с гидравлическими аккумуляторами процессы нагнетания и впрыскивания протекают раздельно. Предварительно топливо под высоким давлением нагнетается насосом в аккумулятор, из которого поступает к форсункам. Эта система обеспечивает качественное распыливание и смесеобразование в широком диапа-

- зоне нагрузок дизеля, но из-за сложности конструкции применение такого насоса ограничено. Наиболее распространены насосы с механическим кулачковым приводом плунжера и золотниковым или клапанным дозированием цикловой подачи топлива. Каждый цилиндр дизеля может иметь отдельный (односекционный) топливный насос. Иногда насос конструктивно объединяют с обслуживаемой форсункой (насос-фор-сункой). При небольшом числе цилиндров и мощности двигателя насосы всех цилиндров объединяются в одном корпусе (блочный насос). Он должен обеспечивать равномерную подачу топлива во все цилиндры, одинаковую длительность впрыска и одинаковый для всех цилиндров угол опережения подачи топлива. Неравномерность распределения топлива по цилиндрам не должна превышать 3-6 % на номинальном режиме и 30—40 % на режиме холостого хода. Различают насосы с переменным и постоянным ходами плунжера. В первых количество подаваемого топлива регулируют, изменяя ход плунжера. Напротив, при постоянном ходе плунжера количество подаваемого топлива регулируют с помощью поворота плунжера, отсечного клапана или дросселирующей иглы.

- На рис. 2.29 показаны блочный ТНВД дизеля и сечение по оси насосной секции. В одном корпусе насоса соединены секции по числу цилиндров двигателя. Каждая секция состоит из толкателя 22, плунжерной пары (плунжера 15 и втулки /J), нагнетательного клапана 3 и механизма поворота плунжера 4 (рейки). Топливный насос вместе с регулятором устанавливаются на блоке дизеля и крепятся к нему болтами, входящими в отверстие на приливах корпуса насоса.

- Основными частями топливного насоса являются корпус 1, кулачковый вал  $\delta$  и секции.

- Корпус насоса отлит из алюминиевого сплава и предназначен для установки в нем всех его деталей. К одному из торцов корпуса насоса прикреплен корпус регулятора. В корпусе насоса имеются две полости; в нижней помещается кулачковый вал  $\delta$ , в верхней — детали привода и секции. В боковой части корпуса расположен люк с крышкой, предназначенный для регулировки и осмотра механизмов насоса. В верхней части корпуса находится отверстие с пробкой, в нижней — спускное отверстие с пробкой.

- В днище корпуса сделаны отверстия, в которые ввернуты пробки, являющиеся в то же время держателями войлочных подушек. Подушки, пропитываясь маслом, обеспечивают смазку кулачков при наклонном положении двигателя. В корпусе расточено шесть вертикальных гнезд, в которых размещены втулки плунжеров и корпуса нагнетательных клапанов. В верхней части гнезда имеют резьбу для крепления топливоподающих штуцеров 2.

- В верхней части корпуса просверлен продольный топливный канал В, в который с одной стороны ввернут штуцер для подвода топлива, с другой стороны поставлена заглушка. Два резьбовых отверстия с пробками служат для выпуска воздуха из топливоподводящего канала. В средней части корпуса насоса в горизонтальной перегородке между верхней и нижней полостями имеются направляющие толкателей плунжера. В торце корпуса топливного насоса расточены буксы под шарикоподшипник, на котором устанавливается кулачковый вал.

- Форсунки. Они предназначены для распыливания и распределения топлива по объему камеры сгорания. Общее требование к качеству распыливания таково: распыленное топливо должно быть туманообразным, без заметных на глаз отдельных капель, сплошных струек и легко различимых местных сгущений. В каждой единице объема сжатого воздуха должно содержаться по возможности одинаковое количество как можно более мелких частиц впрыскиваемого топлива.

- Форсунки дизелей подразделяются на открытые и закрытые. Простую конструкцию имеют *открытые форсунки*, у которых нет запорной иглы или клапана, поэтому внутренняя полость форсунки постоянно сообщается с камерой сгорания. Выходное сечение такой форсунки выполняется дросселирующим, т.е. в виде распылителя с одним или несколькими калиброванными сопловыми отверстиями,

- Давление впрыскивания топлива создается только за счет гидравлического сопротивления распыливающих отверстий и скорости движения плунжера топливного насоса. При этом давление в начале впрыскивания топлива возрастает постепенно и также постепенно уменьшается в конце впрыскивания, размеры капель топлива в начале и конце впрыскивания очень крупные, топливо плохо перемешивается с воздухом и не полностью сгорает. Показатели работы дизеля понижаются.

- Кроме того, с прекращением подачи топлива, вытекающее из форсунки, не распыляется, а образует каплю на конце сопла. Происходит так называемое «подтекание» топлива, вызывающее значительное нагарообразование и

закоксовывающие распыливающих отверстий. В связи с указанными недостатками открытые форсунки используются редко.

- Регуляторы частоты вращения. Для поддержания заданной частоты вращения коленчатого вала необходимо изменять подачу топлива соответственно изменению нагрузки. При возрастании нагрузки частота вращения уменьшается и подачу топлива для поддержания заданной частоты вращения следует увеличить, иначе двигатель может остановиться. При понижении нагрузки частота вращения увеличивается и подачу топлива надо уменьшить, иначе значительно повысится частота вращения и двигатель пойдет «вразнос». Для автоматического изменения подачи топлива в соответствии с изменением нагрузки на двигателях устанавливают регуляторы частоты вращения.

- Автоматическое регулирование подачи топлива в цилиндры двигателя производится центробежным регулятором, который воздействует на рейки топливных насосов. Воздействие может быть непосредственным (регуляторы прямого действия) и с помощью вспомогательного механизма (регуляторы непрямого действия). Вспомогательным исполнительным механизмом, усиливающим действие регулятора, является сервомотор, обычно гидравлического типа. Регуляторы прямого действия применяют во всех дизелях малой мощности и частично средней мощности. Они просты в изготовлении и обеспечивают регулирование подачи топлива в цилиндры двигателя.

- В настоящее время для дизелей большой мощности используют исключительно регуляторы непрямого действия, которые также широко применяют на дизелях средней мощности. Они обладают лучшими характеристиками, универсальны и более удобны для комплектования дополнительными автоматическими устройствами, необходимыми для организации системы автоматизированного управления.

- По назначению и предъявляемым техническим требованиям регуляторы частоты вращения подразделяют на однорегулируемые, двухрежимные и всережимные. *Однорегулируемые регуляторы* служат для поддержания заданной частоты вращения коленчатого вала двигателя при любом изменении нагрузки и применяются в основном на двигателях, работающих при постоянной частоте вращения коленчатого вала. *Двухрежимные регуляторы* предназначены для поддержания постоянной максимальной и минимальной частот вращения коленчатого вала; на промежуточных скоростных режимах управление частотой вращения осуществляется вручную через топливный насос. *Всережимные регуляторы* служат для поддержания заданной частоты вращения коленчатого вала двигателя при любом изменении нагрузки и применяются на двигателях, работающих в широком диапазоне частот.

- По принципу действия чувствительного элемента различают механические, гидравлические, пневматические и электрические регуляторы. В дизельных двигателях чаще всего применяют механические регуляторы с чувствительным элементом центробежного типа.

- Регулирование частоты вращения дизелей. В эксплуатации мощность двигателя изменяется от мощности холостого хода до номинальной. Для получения мощности меньше номинальной снижают частоту вращения (не изменяя подачу топлива) или уменьшают количество сжигаемого топлива, не изменяя частоты вращения. Возможно также одновременное снижение частоты вращения и подачи топлива. При этом меняются все показатели работы двигателя. При равенстве мощности двигателя и потребителя параметры работы двигателя остаются постоянными, и такой режим работы называется установившимся. При изменении мощности потребителя и мощности двигателя параметры работы меняются. Переход-

ным режимом называют переход двигателя на другое значение мощности, по окончании которого наступает новый установившийся режим работы дизеля. Регулировать мощность двигателя на заданном скоростном режиме можно вручную или регулятором частоты вращения. При отклонении частоты вращения коленчатого вала от заданной регулятор передвигает регулирующий орган топливного насоса и соответственно увеличивает или уменьшает подачу топлива. Изменение частоты вращения воспринимается чувствительным элементом или измерителем скорости. По принципу действия чувствительного элемента различают механические, гидравлические, пневматические и электрические регуляторы. Закономерности, определяющие изменение мощности и вращающего момента дизеля в зависимости от частоты вращения вала или от положения рейки топливного насоса, являющейся регулирующим органом, называют *характеристиками двигателя*. Характеристикой дизеля обычно называют также графическую зависимость основных параметров дизеля от одного из параметров, принятого за независимый.

- Система охлаждения служит для отвода тепла от деталей, нагреваемых от контакта с горячими газами или вследствие трения, и поддержания в деталях допустимой температуры. В систему охлаждения в зависимости от быстроходности и мощности двигателя отводится 15—30 % тепла, образующегося при сгорании топлива. Температурный режим системы охлаждения оказывает значительное влияние на работу, экономичность и износ деталей двигателя.

- Для поршневых ДВС применяют системы жидкостного и воздушного охлаждения.

- Системы жидкостного охлаждения. Эти системы получили наибольшее распространение и применяются практически во всех типах: двигателей внутреннего сгорания. Это объясняется большей интенсивностью охлаждения жидкостью, чем воздухом, и гибкостью управления работой такой системы.

- По способу осуществления циркуляции жидкости около охлаждаемых поверхностей системы охлаждения могут быть *принудительными*, в которых циркуляция обеспечивается специальным насосом, расположенным на двигателе (или в силовой установке), или давлением, под которым жидкость подводится в силовую установку из внешнего водопровода; *термосифонными*, в которых циркуляция жидкости происходит за счет разницы гравитационных сил, возникающих в результате различной плотности жидкости, нагретой около поверхностей деталей двигателя и охлаждаемой в охладителе; *комбинированными*.

- По принципу вывода теплоты в окружающую среду различают *замкнутые* системы охлаждения, в которых циркулирует постоянное количество рабочего тела, в свою очередь, охлаждаемого в специальных охладителях, рассеивающих теплоту, и *незамкнутые*, в которых вместе с водой в систему охлаждения вносятся взвешенные или растворенные примеси, загрязняющие охлаждаемые поверхности.

- Схема замкнутой циркуляционной жидкостной системы охлаждения дизеля приведена на рис. Охлаждающая жидкость из рубашек блока цилиндров 1 и их головок 2 по отводящему трубопроводу 3 поступает либо на вход циркуляционного насоса 10 («малый контур» циркуляции), либо сначала в охладитель 7, а после него на вход насоса («большой контур» циркуляции).

- Вентилятор 8 создает поток охлаждающего воздуха в охладителе. Циркуляционный насос нагнетает охлаждающую жидкость по подводящему трубопроводу 11 к рубашкам блока и головок цилиндров. В контур циркуляции жидкостной системы охлаждения иногда включают охладитель системы смазки, располагая его за насосом. Ускорение прогрева двигателей после пуска, а также опти-

мальный уровень температуры (75—85 °С) охлаждающей жидкости в циркуляционной системе дизелей обеспечивают термостаты 6, пропускающие охлаждающую жидкость либо в охладитель (на режиме, требующем интенсивного отвода тепла), либо в обход его по «малому контуру» циркуляции (обычно при прогреве двигателя). В системе предусмотрена установка воздухо-спускного клапана 4 и датчика температуры охлаждающей жидкости 5. Охладитель оснащен паровоздушным клапаном 9 для отвода в атмосферу пара при закипании охлаждающей жидкости в системе. Кроме того, клапан предотвращает образование вакуума, соединяя систему с атмосферой при появлении разрежения.

- В жидкостных системах охлаждения используются циркуляционные насосы центробежного типа с литой крыльчаткой, привод которых осуществляется от коленчатого вала двигателя.

- Водяные насосы сообщают необходимую скорость движения охлаждающей жидкости в жидкостных системах охлаждения с принудительной циркуляцией и разделяются на центробежные, водо-кольцевые, поршневые и др. Наиболее распространены насосы первых двух типов.

- *Водяные центробежные насосы* (рис. 2 а, б) применяются в замкнутых системах охлаждения. Вода поступает по входному патрубку 1 к центру крыльчатки 19, прикрепленной к валу 13, который установлен в двух шарикоподшипниках 8. При вращении лопастного колеса под действием центробежной силы вода отбрасывается от центра к краям лопастного колеса, приобретая при этом большую кинетическую энергию. Уходя с лопастного колеса, она попадает в улиткообразный отводящий патрубок i, в котором за счет увеличения проходного сечения скорость воды уменьшается, а давление увеличивается, т.е. кинетическая энергия преобразуется в потенциальную энергию напора. В это время в центре лопастного колеса непрерывно создается разрежение, вследствие чего вода из радиатора (расширительного бачка) поступает во всасывающий патрубок насоса. Напор воды в центробежных насосах составляет 0,04-0,1 МПа. Эти насосы обеспечивают необходимую производительность при сравнительно больших зазорах между крыльчаткой 19 и стенками корпуса 5 насоса, что исключает трение между этими деталями и возможный износ, а также не препятствует заполнению системы охлаждения жидкостью.

- *Радиатор* является теплообменником системы жидкостного охлаждения и служит для охлаждения нагретой воды посредством отдачи теплоты через стенки его сердцевины окружающему воздуху. В зависимости от устройства сердцевины различают трубчатые, пластинчатые и сотовые радиаторы. Сердцевину радиатора называют также охлаждающей решеткой.

- Наиболее распространены *трубчатые водяные радиаторы* (рис. 2.50), выполненные из прямых вертикальных круглых, овальных или плоских трубок. Они состоят из верхней / и нижней 7 камер, между которыми находится охлаждающая решетка —сердцевина, собранная из нескольких рядов тонкостенных трубок 8, расположенных в шахматном порядке. Концы трубок впаяны в верхнюю и нижнюю камеры. Для увеличения поверхности охлаждения и жесткости на трубки надеты топкие горизонтальные пластины 6. Верхняя камера имеет отверстие с горловиной и крышкой, служащей для заливки воды в радиатор. Все элементы радиатора размещены в раме 5.

- *Пластинчатые радиаторы* изготавливают из гофрированных пластин. Вода в них проходит сверху вниз через узкие каналы, образованные каждой парой пластин, а воздух — по более короткому и прямому пути, чем в трубчатых радиаторах.

- *Сотовые радиаторы* состоят из набора спаянных между собой горизонтальных трубок, длина которых равна глубине радиатора. Охлаждающий воздух проходит через трубки, омываемые жидкостью.

- Сердцевины радиаторов изготавливают из латуни, обладающей высокой теплопроводностью и устойчивостью к коррозии. В последнее время применяют также сердцевины из стальных трубок, оребренных тонкой стальной лентой. Верхние и нижние камеры большинства радиаторов тоже сделаны из латуни. Для придания радиатору необходимой прочности сердцевину вместе с камерами устанавливают в специальную раму радиатора. Чтобы регулировать интенсивность обдува вентилятором водяного радиатора, перед ним устанавливают шторку или жалюзи. В зависимости от степени открытия шторки или створок жалюзи через радиатор проходит большее или меньшее количество воздуха.

- *Расширительные, или компенсационные, баки* устанавливаются в самой верхней точке систем охлаждения. При нагревании жидкость из системы заполняет расширительный бак, при охлаждении, наоборот, поступает в систему. Кроме того, эти баки служат для сбора выделяющегося воздуха вместе с образующимся паром и отвода их в атмосферу через вентиляционную (сливную) трубку, а также для заполнения системы охлаждения водой, количество которой уменьшается вследствие парообразования.

- *Бачок уровня воды* предназначен для установки в нем реле, которое подает в схему защиты дизеля аварийный сигнал при уровне воды ниже оси рычага. Корпус бачка изготовлен из алюминиевого сплава и имеет два прилива с четырьмя отверстиями для болтов, которыми его прикрепляют к блоку дизеля. Вода к бачку подводится из водяного радиатора по соединительной трубе, а отводится к водяному радиатору через отверстие в приливе. Сбоку бачка в горловине с отверстием установлено реле уровня воды.

- *Паровые и паровоздушные клапаны* устанавливаются в закрытых системах охлаждения двигателей.

- Паровой клапан при интенсивном парообразовании в полостях охлаждения открывается и выпускает пар и выделяющийся из воды воздух, тем самым предупреждая чрезмерное повышение давления в системе охлаждения и выход ее из строя.

- Паровоздушный клапан расположен в литом корпусе 4 (рис. 2.52) и состоит из парового 6 и воздушного 2 клапанов. Паровой клапан 6 служит для отвода паров воды из радиатора при ее закипании. Воздушный клапан 2 предназначен для сообщения верхней камеры с атмосферой в случае образования в ней разрежения. Клапаны регулируются по перепад давлений 0,005–0,010 МПа (паровой) и 0,005–0,010 МПа (воздушный).

- Паровоздушный клапан уменьшает расход воды в системе охлаждения, так как паровой клапан открывается, когда давление в верхней камере выше атмосферного. Кроме того, снижается вероятность закипания воды в радиаторе.

- *Термостаты* служат для предотвращения ускоренного прогрева двигателя после пуска. При температуре воды на выходе из головок цилиндров ниже 70–75 °С (нормальная температура 85–97 °С) термостат по перепускной трубе направляет воду в насос мимо охладителя или радиатора; при более высокой температуре клапан термостата постепенно перекрывает доступ воды к насосу, и она начинает поступать в охладитель.

- Рабочий элемент термостата выполняется в виде сильфона, заполненного легкокипящей жидкостью, а также в виде биметаллических пружин или патронов с твердым или порошкообразным наполнителем.

- *Сливные краны* позволяют сливать из системы охлаждения или ее элементов охлаждающую жидкость или промывочные растворы.

- Система впуска и выпуска служит для подвода свежего заряда (воздуха или горючей смеси) к цилиндрам двигателя и отвода из них отработанных газов. Отвод отработанных газов осуществляется выпускной системой, в которую входят выпускной трубопровод, газовая турбина и глушители. Общим требованием к этим системам является по возможности малое сопротивление для прохода воздуха (газов), что необходимо для снижения насосных потерь и увеличения наполнения цилиндров, а также для более полного использования энергии выпускных газов в турбине воздухонагнетателя. Для этого все каналы делаются плавными, а впускные трубопроводы - симметричными.

- Воздушные фильтры. Они (воздухоочистители) предназначены для очистки поступающего в двигатель воздуха от пыли, которая увеличивает износ его трущихся поверхностей. Установлено, что 30—40 г пыли, попавшей в двигатель, выводят из строя поршневую группу.

- Воздухоочистители двигателей внутреннего сгорания подразделяют на три группы: инерционные, фильтрующие и комбинированные. *Инерционные* и *фильтрующие* воздухоочистители называют *сухими*, если их поверхности не смазываются маслом, и *мокрыми*, если они смазываются. *Комбинированные* воздухоочистители могут быть сухими, мокрыми и смешанными.

- В инерционных мокрых воздухоочистителях воздух, входящий в воздушный фильтр, резко изменяет направление движения. При э'юм частицы пыли, находящиеся в воздухе, продолжают двигаться по инерции в прежнем направлении и попадают в масляную ванну. Воздух затем проходит через смачиваемую набивку. В сухих инерционных воздухоочистителях пыль собирается в специальную емкость.

- Нагнетатели для продувки и наддува. Мощность дизеля можно повысить не только изменением конструктивных параметров и форсированием по частоте вращения, но и увеличением заряда воздуха, поступающего в цилиндр, путем наддува.

- При наддуве рабочий цилиндр наполняется воздухом повышенного давления, поступающим из специального наддувочного агрегата. В зависимости от давления нагнетания различают наддув умеренный (0,07—0,12 МПа), повышенный (0,13—0,2 МПа) и высокий (более 0,2 МПа). Основными способами наддува являются механический, инерционный, газотурбинный и комбинированный. При *механическом наддуве* наддувочный агрегат приводится в действие от двигателя через шестеренчатую или цепную передачу. При этом давление воздуха не превышает обычно 0,16 МПа. Механический наддув применяют главным образом как составную часть комбинированного.

При *инерционном наддуве* заряд воздуха увеличивают, не используя воздух высокого давления. Например, в четырехтактных двигателях наддув происходит вследствие всасывающего действия отработанных газов, что осуществляется одновременным открытием впускных и выпускных клапанов.

- В дизелях с *комбинированным наддувом* одновременно осуществляются газотурбинный и механический наддув.

- Во многих дизелях компрессоры приводятся в движение от газовых турбин, которые используют энергию отработанных газов. Такие дизели называют дизелями с *газотурбинным наддувом*, Турбокомпрессор четырехтактного дизеля, состоящий из радиальной турбины и центробежного компрессора, которые установлены на газовыпускном коллекторе, показан на рис. 2.57. Колесо 11 турбины из жаропрочной стали изготовлено заодно с валом, на другом конце которого насажена крыльчатка 2 компрессора. Вал установлен в двух шарикоподшипниках 6 и 12. Колесо

компрессора вместе с внутренними обоймами шарикоподшипников, маслоотражателями и катушкой 13 фиксируются на валу болтом 15 с замочной шайбой. Колесо турбины размещено в корпусе 8, к которому прикреплены венец 9 сопл, изготовленный из жаропрочной стали, и направляющий патрубок 10 для отвода отработанных газов.

- Корпус 4 компрессора выполнен разъемным. Он отлит из алюминиевого сплава и представляет собой диффузор с улиткообразным каналом, который заканчивается цилиндрическим патрубком, Последний соединен с холодильником воздуха дюритовой муфтой. Корпус 7 шарикоподшипника с фланцами образует масляную ванну и имеет также водяную рубашку для охлаждения масла. Колеса турбины вместе с колесом компрессора, маслоотражателями, катушкой и шарикоподшипниками образуют ротор.

- Для разгрузки шарикоподшипников от неуравновешенных сил инерции, возникающих при вращении, ротор турбокомпрессора динамически отбалансирован, поэтому замена деталей без балансировки ротора не допускается. Для полного устранения вредного влияния неуравновешенных сил инерции ротор установлен на упругих подвесках, которые представляют собой обойму шарикоподшипника, состоящую из разрезных пружинных колец.

- Смазка шарикоподшипников турбокомпрессора производится разбрызгиванием масла катушкой 13. Уровень масла в корпусе шарикоподшипников контролируется по меткам на стекле масло-указателя, а уплотнение масляной полости осуществляется лабиринтом, создаваемым маслоотражателями, крышками уплотнений и воздушным затвором в корпусе. Воздух для уплотнения подводится в корпус по трубе 5. Охлаждение корпуса производится водой, поступающей в его водяную рубашку, и воздухом, подводимым для уплотнения. Для снижения шума на компрессоре установлен шумоглушитель /, состоящий из набора войлочных колец с различными диаметрами внутренних отверстий.

- В турбокомпрессорах применяют исключительно центробежные компрессоры благодаря их высокому КПД и простой конструкции. Для турбокомпрессоров используют осевые и радиально-осевые турбины. Осевые турбины применяют в основном для дизелей больших и средних мощностей, а радиально-осевые — для дизелей автотракторного назначения.

- Для снижения температуры воздуха, подаваемого турбокомпрессором в цилиндры двигателя, применяют *охладители наддувочного воздуха*, которые охлаждают воздух перед поступлением его в цилиндры. Производится так называемое промежуточное охлаждение воздуха. Охладители наддувочного воздуха бывают двух типов: водовоздушные и воздуховоздушные.

- Стационарные дизели и газовые двигатели снабжают водовоздушными охладителями, охлаждающие элементы которых состоят из труб, оребренных накаткой, проволочной спиралью, пластинами или лентой, а также из профильных листов. В этих охладителях наддувочный воздух охлаждается водой из системы охлаждения двигателя. Они компактны и удобно располагаются на двигателе между турбокомпрессором и впускным трубопроводом. Однако в водовоздушных охладителях не удастся значительно снизить температуру наддувочного воздуха, так как вода в системе охлаждения имеет высокую температуру. В большей степени снизить температуру наддувочного воздуха удастся в воздуховоздушном охладителе.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

## *1 Основная*

- 1.1 Пигарев В.Е. Энергетические установки подвижного состава: Учебник для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта. – М.: Маршрут, 2015
- 1.2 Основы электропривода технологических установок с асинхронным двигателем: учеб. пособие для студ. вузов ж.-д. трансп. А. М. Худоногов, И. А. Худоногов, Е. М. Лыткина ; под ред. А. М. Худоногова. - М. : ФГБОУ "УМЦ ЖДТ", 2014. - 336 с. : ил.

## *2 Дополнительная*

- 2.1 Алтухов В.Я., Трофимщенко А.Ф., Зенкин А.С. Механизация и автоматизация технического обслуживания и ремонта подвижного состава. — М.: Транспорт, 1989. — 200 с.
- 2.2 Пастухов И.Ф. Конструкция вагонов учебник для колледжей и техникумов ж.-д. транспорта. – 2-е изд. – М.: Маршрут, 2004. – 504с.
- 2.3 Групповой рефрижераторный подвижной состав железных дорог СССР. Инструкция по эксплуатации ЦВ/4070. — М.: Транспорт, 1983. — 88 с.
- 2.4 Дизели типа 64 32/14 и дизель-генераторы. Описание конструкции по обслуживанию № U452-01-69Р. — М.: Машиностроение, 1981. - 465 с.
- 2.5 Кузнецов А.В. Устройство и эксплуатация двигателей внутреннего сгорания. — М.; Высшая школа, 1984. — 216 с.
- 2.6 Левенталь Л.Я. Энергетика и технология хладотранспорта. — М.: Транспорт, 1993. - - 289 с.
- 2.7 Пастернак С.Ф., Романов. Дизели рефрижераторного подвижного состава. — М.: Транспорт, 1989. — 288с.
- 2.8 Кржмовский В.Е, Васильев В.Н., Скришсин В.В., Сороки и Е.Е. Рефрижераторные вагоны отечественной постройки. ~ М.: Транспорт, 1983.- 185 с.
- 2.9 Соколов М.М. Диагностирование вагонов. — М: Транспорт, 1990. --197 с.
- 2.10 Эксплуатационная документация на дизель-генераторный агрегат 06-8031 Diesel Motorenwerk Leipzig GmbH. 486