

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГАОУ ВО «МГТУ»)  
«ММРК имени И.И. Месяцева» ФГАОУ ВО «МГТУ»



УТВЕРЖДАЮ  
Начальник ММРК имени И.И. Месяцева  
ФГАОУ ВО «МГТУ»

И.В. Артеменко

«29» мая 2021 года



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНЫМ РАБОТАМ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ**

учебный модуль ПМ.01 Эксплуатация главной судовой двигательной установки  
программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ)  
специальности 26.02.05 Эксплуатация судовых энергетических установок  
по программе базовой подготовки  
форма обучения: очная, заочная

Мурманск  
2021 г.

**Рассмотрено и одобрено на заседании**

Методическая комиссия преподавателей дисциплин профессионального цикла специальностей отделения судовой энергетики.

Председатель МКо (МО/ ЦК)  
Е.В. Колянов

**Разработано**

на основе ФГОС СПО по специальности 26.02.05 Эксплуатация судовых энергетических установок, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 26 ноября 2020 г. № 674 и Международной конвенции о подготовке и дипломированию моряков и несению вахты 1978 года и Кодекса по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты (Кодекс ПДНВ-78) в редакции от 25 июня 2010 года (с учетом Манильских поправок) с поправками в части выполнения требований раздела А-III/1

Протокол от «29» мая 2021 г.

Автор (составитель): Лебедев О.В., преподаватель «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГБОУ ВО «МГТУ»

Ф.И.О., ученая степень, звание, должность, квалиф. категория

Эксперт (рецензент) Юрченко М.А., преподаватель «ММРК имени И.И. Месяцева» ФГБОУ ВО «МГТУ»

Ф.И.О., ученая степень, звание, должность, квалиф. категория

## **Пояснительная записка**

**1.1 Методические указания по практической работе обучающихся по профессионального модуля ПМ. 01 Эксплуатация главной судовой двигательной установки** составлена в соответствии с ФГОС СПО по специальности 26 02.05 Эксплуатация судовых энергетических установок базовой подготовки, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07 мая 2014г. № 443 и Международной конвенции о подготовке и дипломированию моряков и несению вахты 1978 года и Кодекса по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты (Кодекс ПДНВ-78) в редакции от 25 июня 2010 года (с учетом Манильских поправок) с поправками в части выполнения требований раздела А-III/1; учебного плана очной и заочной форм обучения, утвержденного 31.05.2019г.

### **1.2 Цели и задачи методических указаний по профессиональному модулю.**

Требования к результатам методических указаний по профессиональному модулю - обеспечить более высокий уровень технической подготовки обучающихся.

Требования к результатам освоения:

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен иметь **практический опыт:**

ПО1 - эксплуатации и обслуживания судовой энергетики и ее управляющих систем;

ПО2 - эксплуатации и обслуживания судовых насосов и вспомогательного оборудования;

ПО3 - организации и технологии судоремонта;

ПО4 - автоматического контроля и нормирования эксплуатационных показателей;

ПО5 - эксплуатации судовой автоматики;

ПО6 - обеспечения работоспособности электрооборудования;

**уметь:**

У1– обеспечивать безопасность судна при несении машинной вахты в различных условиях обстановки;

У2 – обслуживать судовые механические системы и их системы управления;

У3 – эксплуатировать главные и вспомогательные механизмы судна и их системы управления;

У4 – эксплуатировать электрические преобразователи, генераторы и их системы управления;

У5 – эксплуатировать насосы и их системы управления;

У6 – осуществлять контроль выполнения условий и проводить установленные функциональные мероприятия по поддержанию судна в мореходном состоянии;

У7 – эксплуатировать судовые главные энергетические установки, вспомогательные механизмы и системы и их системы управления;

У8 - вводить в эксплуатацию судовую силовую установку, оборудование и системы после ремонта и проведения рабочих испытаний;

У9 - использовать ручные инструменты, измерительное оборудование, токарные, сверлильные и фрезерные станки, сварочное оборудование для изготовления деталей и ремонта, выполняемого на судне;

У10 - использовать ручные инструменты и измерительное оборудование для разборки, технического обслуживания, ремонта и сборки судовой энергетической установки и другого судового оборудования;

У11 - использовать ручные инструменты, электрическое и электронное измерительное и испытательное оборудование для обнаружения неисправностей и технического обслуживания ремонтных операций;

У13 - производить разборку, осмотр, ремонт и сборку судовой силовой установки и другого судового оборудования;

У14 - квалифицированно осуществлять подбор инструмента и запасных частей для проведения ремонта судовой силовой установки, судового оборудования и систем;

У15 - соблюдать меры безопасности при проведении ремонтных работ на судне;

У16 - вести квалифицированное наблюдение за механическим оборудованием и системами, сочетая рекомендации изготовителя и принятые принципы и процедуры несения машинной вахты.

**знать:**

31 – основы теории двигателей внутреннего сгорания, электрических машин, паровых котлов, систем автоматического регулирования, управления и диагностики;

32 – устройство элементов судовой энергетической установки, механизмов, систем, электрооборудования;

33 - обязанности по эксплуатации и обслуживанию судовой энергетики и электрооборудования;

34 - устройство и принцип действия судовых дизелей;

35 – назначение, конструкцию судовых вспомогательных механизмов, систем и устройств;

36 - устройство и принцип действия электрических машин, трансформаторов, усилителей, выключателей, электроприводов, распределительных систем, сетей, щитов, электростанций, аппаратов контроля нагрузки и сигнализации;

37 - системы автоматического регулирования работы судовых энергетических установок;

38 - эксплуатационные характеристики судовой силовой установки, оборудования и систем;

39 - порядок ввода в эксплуатацию судовой силовой установки, оборудования и систем после ремонта и проведения рабочих испытаний;

310 - основные принципы несения безопасной машинной вахты;

311 - меры безопасности при проведении ремонта судового оборудования;

312 - типичные неисправности судовых энергетических установок;

313 - меры безопасности при эксплуатации и обслуживании судовой энергетики;

314 - проектные характеристики материалов, используемых при изготовлении судовой силовой установки и другого судового оборудования.

### **1.3 Результат освоения профессионального модуля.**

Результатом освоения профессионального модуля является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности (ВПД): Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт судового энергетического оборудования, в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

Таблица 1.1. Компетенции, формируемые ПМ. 01 Эксплуатация главной судовой двигательной установки в соответствии с ФГОС СПО

<b>Код компетенции</b>	<b>Содержание компетенции</b>	<b>Требования к знаниям, умениям, практическому опыту</b>
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес	У 1, 31, 3 2, 3 3
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество	У 1, У 2, У 3, 3 1, 3 2, 3 3
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и	У 1, У 2, У 3, У 6, 3 1, 3 2, 3 3

	нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.	
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития	У 6, У 7, У 14, У 15, З 1, З 2, З 7, З 12
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности	У 1, У 2, У 3, З 1, З 2, З 3
ОК 6.	Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.	У 1, У 2, У 3, З 1, З 2, З 3
ОК 7.	Брать ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.	У 1, У 2, У 3, З 1, З 2, З 3
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.	У 1, У 2, У 3, З 1, З 2, З 3
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.	У 1, У 14, З 13
ОК 10.	Владеть письменной и устной коммуникацией на государственном и (или) иностранном (английском) языке.	У 1, У 2, У 3, З 1, З 2, З 3
ПК 1.1.	Обеспечивать техническую эксплуатацию главных энергетических установок, вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления.	У 1, У 2, У 3, У 5, У 7, У 15, У 16, З 1, З 2, З 3, З 4, З 5, З 6, З 7, З 8, З 10, З 13
ПК 1.2.	Выполнять техническое обслуживание и ремонт главных энергетических установок, вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления.	У 8, У 9, У 10, У 11, У 12, У 13, У 14, З 2, З 4, З 5, З 6, З 8, З 9, З 11, З 12, З 13, З 14
ПК 1.3.	Выполнять техническое обслуживание и ремонт судового оборудования.	У 8, У 9, У 10, У 11, У 12, У 13, У 14, З 2, З 4, З 5, З 6, З 8, З 9, З 11, З 12, З 13, З 14
ПК 1.4.	Осуществлять выбор оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации судов.	У 3, У 4, У 5, У 7, У 8, З 1, З 2, З 4, З 5, З 6, З 7, З 8, З 9, З 12, З 14
ПК 1.5.	Осуществлять эксплуатацию технических средств в соответствии с установленными правилами и процедурами, обеспечивающими	У 1, У 2, У 3, У 4, У 5, У 6, У 7, У 8, У 16, З 1, З 2, З 3, З 4, З 5, З 6, З 7, З 8, З 9, З 10, З 12, З 13

	безопасность операций и отсутствие загрязнения окружающей среды.	
--	--	--

Таблица 1.2. Компетентности, формируемые ПМ. 01. Эксплуатация главной судовой двигательной установки в соответствии с Конвенцией ПДНВ (в соответствии с таблицами А – II/1, А- III/1, А-III/6, А-IV/2 Кодекса ПДНВ)

Код компетентности	Компоненты компетентности, степень их реализации	Результаты обучения
Функция: Судовые механические установки на уровне эксплуатации МК 1.1 Несение безопасной машинной вахты.	Компетентность Несение безопасной машинной вахты реализована полностью	Глубокое знание основных принципов несения машинной вахты, в частности: .1 Обязанности, связанные с приемом вахты; .2 Обычные обязанности, которые выполняются во время несения вахты; .3 Ведение машинного журнала и значения показателей, полученных с приборов; .4 Обязанности, связанные с передачей вахты. Процедуры безопасности и порядок действий при авариях, переход от дистанционного / автоматического к местному управлению всеми системами. Меры безопасности, которые необходимо соблюдать во время несения вахты и немедленные действия, которые необходимо принимать в случае пожара или аварии, особенно тех, которые касаются топливных и масляных систем.
Функция: Судовые механические установки на уровне эксплуатации МК 1.2 Использование английского языка в письменной и устной речи.	Компетентность Использование английского языка в письменной и устной речи реализована полностью	"Управление ресурсами машинного отделения" Знание принципов управления ресурсами машинного отделения, в частности: .1 Выделение, распределение и определение очередности использования ресурсов; .2 Эффективную связь; .3 Уверенность и руководство; .4 Достижения и поддержания информированности о ситуации; .5 Учета опыта работы в команде.
Функция: Судовые механические установки на уровне эксплуатации МК 1.3 Использование систем внутренней судовой связи.	Компетентность Использование систем внутренней судовой связи реализована полностью	Достаточное знание английского языка, позволяющее лицу командного состава использовать технические руководства и исполнять обязанности механика.
Функция: Судовые механические установки на уровне эксплуатации	Компетентность Эксплуатация главных установок и	Эксплуатация всех систем внутренней судовой связи.

<p>МК 1.4 Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления</p>	<p>вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления реализована полностью</p>	
<p>Функция: Судовые механические установки на уровне эксплуатации МК 1.5 Эксплуатация систем топливных, смазочных, балластных и других насосных систем и связанных с ними систем управления</p>	<p>Компетентность Эксплуатация систем топливных, смазочных, балластных и других насосных систем и связанных с ними систем управления реализована полностью</p>	<p>Основные принципы конструкции и работы механических систем, включая:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.1 Судовой дизель;</li> <li>.2 Судовая паровая турбина;</li> <li>.3 Судовых газовых турбин;</li> <li>.4 Судовой котел;</li> <li>.5 Установка валопровода, в частности гребного винта;</li> <li>.6 Другие вспомогательные установки, в том числе различные насосы, воздушный компрессор, сепаратор, генератор питьевой воды, теплообменник, холодильная установка, системы кондиционирования воздуха и вентиляции;</li> <li>.7 Рулевое устройство;</li> <li>.8 Системы автоматизированного управления;</li> <li>.9 Расход жидкостей и характеристики систем смазки, жидкого топлива и охлаждения;</li> <li>.10 Палубные механизмы.</li> </ul> <p>Правила техники безопасности и порядок действий в чрезвычайных ситуациях для эксплуатации главной энергетической установки, в частности систем управления.</p> <p>Безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, включая системы управления.</p>
<p>Функция: Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации МК 2.1 Правильное использование ручных инструментов, станков и измерительных инструментов для изготовления деталей и ремонта на судне</p>	<p>Компетентность Правильное использование ручных инструментов, станков и измерительных инструментов для изготовления деталей и ремонта на судне реализована полностью</p>	<p>Базовая конфигурация и принципы работы следующего электрического и контрольного оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.1 Электрическое оборудование: <ul style="list-style-type: none"> <li>. а генераторные и распределительные системы;</li> <li>. б подготовка и пуск генераторов, их параллельное соединение и переход с одного на другой;</li> <li>. с электромоторы, включая методологии их пуска;</li> <li>. д высоковольтные установки;</li> <li>. е последовательные контрольные цепи и связанные с ними системные устройства;</li> </ul> </li> <li>.2 Электронное оборудование: <ul style="list-style-type: none"> <li>. а характеристики базовых элементов электронных цепей;</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>. в схема автоматических и контрольных систем;</li> <li>. с свойства контрольных систем для отдельных механизмов, включая органы управления главной двигательной установкой и автоматические органы управления паровым котлом;</li> <li>.3 Системы управления: <ul style="list-style-type: none"> <li>. а различные методологии и характеристики автоматического управления;</li> <li>. б характеристики пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулирования и связанные с ним системные приборы для управления процессом.</li> </ul> </li> </ul>
<p>Функция: Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации МК 2.2 Техническое обслуживание и ремонт судовых механизмов и оборудования</p>	<p>Компетентность Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации реализована полностью</p>	<p>Требования по безопасности для работы с судовыми электрическими системами, в частности безопасный вывод из эксплуатации электрического оборудования, требуется до того, как персонала разрешено работать на таком оборудовании.</p> <p>Техническое обслуживание и ремонт оборудования электрических систем, распределительных щитов, электромоторов, генераторов и электрических систем и оборудования постоянного тока.</p> <p>Обнаружение неисправностей в электрических цепях, установления мест неисправностей и меры по предотвращению повреждений.</p> <p>Конструкция и работа электрического контрольно-измерительного оборудования.</p> <p>Функционирование и рабочие испытания следующего оборудования и его конфигурация:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.1 Системы наблюдения;</li> <li>.2 Приборы автоматического управления;</li> <li>.3 Защитные устройства.</li> </ul> <p>Интерпретация электрических и простых электронных схем.</p>
<p>Функция: Техническое обслуживание и ремонт на уровне эксплуатации МК 3.1</p>	<p>Компетентность Техническое обслуживание и ремонт на уровне эксплуатации реализована полностью</p>	<p>Характеристики и ограничения материалов, используемых при постройке и ремонте судов и оборудования</p> <p>Характеристики и ограничения процессов, используемых для изготовления и ремонта</p> <p>Свойства и параметры, учитываемые при изготовлении и ремонте систем и их компонентов</p>



		Техника безопасности в условиях мастерских
Функция: Техническое обслуживание и ремонт на уровне эксплуатации МК 3.2	Компетентность Техническое обслуживание и ремонт на уровне эксплуатации реализована полностью	Меры безопасности, которые необходимо принимать для ремонта и технического обслуживания, в частности безопасную изоляцию судовых механизмов и оборудования, требуется до того, как персонала разрешено работать с такими механизмами или оборудованием. Надлежащие начальные знания и навыки работы с механизмами.

Программа профессионального модуля соответствует требованиям приказа Минтранса РФ от 15 марта 2012 г. № 62 «Об утверждении Положения о дипломировании членов экипажей морских судов» для первичного получения квалификационных документов необходимо прохождении подготовки по следующим программам:

- начальная подготовка по безопасности в соответствии с Правилom VI/1 Конвенции ПДНВ;
- подготовка специалиста по спасательным шлюпкам и плотам и дежурным шлюпкам, не являющимися скоростными дежурными шлюпками, в соответствии с Правилom VI/2-1 Конвенции ПДНВ;
- подготовка к борьбе с пожаром по расширенной программе в соответствии с Правилom VI/3 Конвенции ПДНВ;
- подготовка по оказанию первой медицинской помощи в соответствии с Правилom VI/4-1 Конвенции ПДНВ;
- подготовка по охране в соответствии с Правилom VI/6 Конвенции ПДНВ.

Программа профессионального модуля может быть использована в дополнительном профессиональном образовании и профессиональной подготовке специалистов в области Эксплуатация судовых энергетических установок при наличии среднего (полного) общего образования; при освоении профессий рабочих, должностей служащих в соответствии с приложением к ФГОС СПО по специальности 26.02.05 Эксплуатация судовых энергетических установок. Опыт работы не требуется.

**2.3. Таблица практических занятий программы профессионального модуля ПМ. 01 Эксплуатация главной судовой двигательной установки.**

Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем	практические занятия		
<b>1</b>	<b>2</b>		
<b>МДК 01.01 Основы эксплуатации, технического обслуживания и ремонта судового энергетического оборудования.</b>			
<b>Раздел 1. Обеспечение технической эксплуатации главных энергетических установок судна</b>			
Тема 1.1. Конструкции судовых дизелей	<b>Практические занятия</b>		<b>12</b>
	1.	№ 1. Исследование конструкции неподвижных деталей ДВС.	2
	2.	№ 2. Исследование конструкции подвижных деталей ДВС.	2
	3.	№ 3. Исследование особенностей конструкции узлов и деталей топливных систем с составлением технических характеристик, схем систем.	2
	4.	№ 4.. Исследование особенностей конструкции узлов и деталей масляных систем с составлением технических характеристик. Схем систем	2
	5.	№ 5. Исследование особенностей конструкции узлов и деталей систем охлаждения с составлением технических характеристик, схем систем	2
	6.	№ 6. Исследование конструкций и основные элементы систем пуска и реверса дизелей.	2
Тема 1.2 Основы теории и динамики ДВС	<b>Практические занятия</b>		<b>6</b>
	1.	№7. Выбор параметров, расчет и построение расчетной индикаторной диаграммы при заданной эффективной мощности и числа оборотов.	2
	2.	№8. Расчет и построение располагаемого «время-сечения» заданного двигателя.	2
	3.	№9. Расчет и построение диаграммы ПДМ методом Толе.	2
Тема 1.3 Теоретические основы технической эксплуатации, судовых дизелей	<b>Практические занятия</b>		<b>2</b>
	1.	№ 10. Описать экологические требования к судовым дизелям, построенным после 1-го января 2000г. Какая документация должна быть на судне согласно Приложения VI Конвенции МАРПОЛ 73/78 и ИМО.	2
Тема 1.4			

Судовые паровые котлы и водоопреснительные установки	<b>Практические занятия</b>		<b>8</b>
	1.	№11 Изучение конструкций паровых котлов, классификация паровых котлов.	2
	2.	№12 Изучение состава топочных устройств, форсунок котлов и правила их эксплуатации.	2
	3.	№13 Изучение арматура парового котла и правила их эксплуатации.	2
	4.	№14 Изучение конструкции и правил эксплуатации водоопреснительных установок.	2
Тема 1.5. Турбинные установки	<b>Практические занятия</b>		<b>2</b>
	1.	№15. Изучение конструкции газотурбокомпрессоров	2
Тема 1.6. Техническая эксплуатация судовых дизельных энергетических установок	<b>Практические занятия</b>		<b>12</b>
	1.	№ 16. Контроль и регулирование параметров $P_c$ , $P_z$ , $T_{вг}$ , по результатам индицирования. (снятие гребёнок давлений по цилиндрам) К.П.	2
	2.	№ 17. Подготовка к работе после ремонта СДЭУ траулера «Атлантик 333» К.П.	2
	3.	№ 18. Определение неисправностей при пуске двигателя. При пуске двигатель не развивает обороты для пуска. Останавливается не совершая одного оборота. Двигатель раскручивается на воздухе, но при переводе на топливо не развивает мощность.	2
	4.	№ 19 Определить неисправности двигателя при его работе и устранить: Двигатель не останавливается при переводе топливной рукоятки на «СТОП». Дизель внезапно останавливается. Дизель идет «вразнос». Повышенная температура выпускных газов всех цилиндров, одного цилиндра. Выпускные газы имеют темную, голубую или светлую окраску.	2
	5.	№ 20. Неисправности систем смазки и способы их устранения.	2
	6.	№ 21. Неисправности систем воздухообеспечения и способы их устранения.	2
<b>Раздел 2. Обеспечение технической эксплуатации вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления</b>			
Тема 2.1. Основы устройства судовых систем.	<b>Практические занятия</b>		<b>12</b>
	1.	№ 1. Составление схемы судовой системы и изучение ее состава	2
	2.	№ 2. Изучение методики подбора арматуры и путевых соединений для судовых систем.	2
	3.	№ 3. Изучение конструкции компрессоров сжатого воздуха и воздухохранилищ в машинном отделении промышленного судна в форме урока на производстве.	2
	4.	№ 4. Расчет и подбор компрессоров сжатого воздуха и воздухохранилищ в машинном отделении промышленного судна.	2
	5.	№ 5. Изображение схемы и изучение состава судового гидропривода.	2
	6.	№ 6. Изучение устройства отдельных деталей и узлов роторно-плунжерных и роторно-пластинчатых гидродвигателей.	2
Тема 2.2.			

Устройство, эксплуатация и техническое обслуживание вспомога-тельных механизмов и связанных с ними систем управления			
Тема 2.3. ВРШ и промышленное оборудование судов.	Практические занятия		<b>12</b>
	1.	№ 7.Изучение устройства отдельных деталей и узлов механизмов поворота лопастей (МПЛ). ВРШ современных траулеров.	2
	2.	№ 8. Изучение устройства отдельных деталей и узлов механизмов изменения шага ( МИШ). ВРШ современных траулеров.	2
	3.	№ 9.Изучение типовых конструкций траловых лебедок с составлением и изображением схем.	2
	4.	№ 10. Расчет мощности и частоты вращения приводного двигателя траловой лебедки.	2
	5.	№ 11. Изучение устройства отдельных узлов и деталей механизмов кошелькового лова.	2
	6.	№ 12. Изучение устройства отдельных узлов и деталей механизмов ярусного лова.	2
Тема 2.4. Холодильное и технологическое оборудование промысловых судов	Практические занятия		<b>16</b>
1.	№ 13. Построение циклов работы паровой холодильной машины в тепловых диаграммах.	2	
2.	№ 14. Определение параметров узловых точек циклов, расчет циклов. Анализ полученных результатов.	2	
3.	№ 15. Тепловой расчет одноступенчатой холодильной машины по заданным условиям работы.	2	
4.	№ 16. Построение циклов работы двухступенчатой холодильной машины в тепловых диаграммах.	2	
5.	№ 17. Тепловой расчет двухступенчатой холодильной машины.	2	
6.	№ 18. Выполнить тепловой расчет провизионной камеры.	2	
7.	№ 19. Начертить схему холодильной установки, работающей на хладоне с включением оборудования и приборов автоматики.	2	
8.	№ 20. Начертить схему холодильной установки, работающей на аммиаке с включением оборудования и приборов автоматики.	2	
Раздел 3. Выполнение технического обслуживания и ремонта судового оборудования. Осуществление выбора оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации судов			
Тема 3.1 Техническое обслуживание,			
	Практические занятия		<b>40</b>

организация и технология ремонта судового оборудования.	1	№ 1. Составление типовой ремонтной ведомости	2
	2	№ 2. Оформление ведомости дефектации	2
	3	№ 3. Составление карты обмеров поршневого пальца	2
	4	№ 4. Дефектация поршневого пальца.	2
	5	№ 5. Составление карты обмеров поршневых колец	2
	6	№ 6. Контроль состояния поршневых колец.	2
	7	№ 7. Составление карты обмеров поршня	2
	8	№ 8. Проверка геометрии поршня.	2
	9	№ 9. Составление карты обмеров втулки	2
	10	№ 10. Дефектация цилиндровой втулки.	2
	11	№ 11. Составление карты обмеров шатуна	2
	12	№ 12. Проверка геометрии шатуна.	2
	13	№ 13. Проверка шатуна с поршнем в сборе.	2
	14	№ 14. Составление карты обмеров коленчатого вала	2
	15	№ 15. Дефектация коленчатого вала.	2
	16	№ 16. Замер раскёпов коленчатого вала и построение положения его оси.	2
	17	№ 17. Проверка укладки коленчатого вала на параллельность базовой плоскости фундаментной рамы.	2
	18	№ 18. Проверка параллельности спинки вкладыша плоскости разъёма.	2
	19	№ 19. Привалка поршней тронкового двигателя.	2
	20	№ 20. Центровка валов при помощи щупа и линейки, двух пар стрел.	2
<b>Раздел 4. Обеспечение технической эксплуатации судовой автоматики</b>			
<b>Тема 4.1.</b>			
<b>Системы автоматического регулирования работы судовых энергетических установок, судовых механизмов и систем</b>			
	<b>Практические занятия</b>		<b>18</b>
	1.	№ 1. Изучение конструкций и настройка сигнализаторов давления и температуры с нерегулируемым дифференциалом.	2
	2.	№ 2. Изучение конструкций и настройка сигнализаторов давления и температуры с регулируемым дифференциалом.	2
	3.	№ 3. Изучение конструкции всережимного регулятора частоты вращения двигателей 6ЧН 25/34.	2
	4.	№ 4. Изучение особенности настройки всережимного регулятора частоты вращения двигателей 5.6ЧН 25/34.	2
	5.	№ 5. Изучение конструкции регулятора частоты вращения фирмы «Вудвард» типа UG-8.	2

	6.	№ 6. Изучение особенности настройки регулятора частоты вращения фирмы «Вудвард» тип UG-8.	2
	7.	№ 7. Настройка системы автоматического управления компрессором.	2
	8.	№ 8. Настройка регулятора питания судового вспомогательного котла.	2
	9.	№ 9. Изучение автоматической системы регулирования процесса сгорания в СВК.	2

### **3. Общие указания по выполнению лабораторного практикума.**

К практической работе обучающийся должен подготовиться заранее, а именно:

изучить цель предстоящей лабораторной работы;

ознакомиться с её содержанием и порядком проведения;

проработать теоретический материал, относящийся к данной работе по конспекту лекции и учебнику с выделением главных, основных ведущих мыслей прочитанного, с составлением плана прочитанного или изученного с использованием иллюстративного, графического и табличного материала и формулированием выводов и умозаключений на основе анализа прочитанного и изученного.

Перед проведением работы необходимо сделать следующее:

-ознакомиться с устройством оборудования и приборов;

-ознакомиться с правилами обращения с ними;

-собрать узел или механизм и проверить правильность сборки.

При проведении работы необходимо:

– определить показатели, по которым даётся задание;

– провести обработку данных и необходимые расчёты;

– по итогам практической работы составить отчёт.

– По окончании работы:

– произвести уборку рабочего места.

Занятия проводятся в специализированной лаборатории СЭУ

Лаборатория имеет необходимое материальное оснащение: плакаты-схемы общих видов современных моделей судовых двигателей, двигатели с разрезами. Кроме этого в лаборатории имеются стеллажи с деталями судовых двигателей и механизмов. В случае затруднений обучающиеся обращаются к преподавателю. Преподаватель разъясняет все учебные элементы темы, вызвавшие затруднения. В процессе выполнения практической работы и после окончания её студент должен показать преподавателю полученные им опытные результаты и вытекающие из них выводы. После утверждения преподавателем указанных результатов и выводов каждый обучающийся оформляет отчёт по работе, который предоставляется на проверку и подпись преподавателю. Практические работы выполняются в той последовательности, в которой они приведены в задании. Защита последующей практической работы возможна только после защиты предыдущей.. Предлагаемые формы отчёта преподаватель может изменить по своему усмотрению. Преподаватель также может изменить содержание практической части в связи с приобретением учебным заведением нового оборудования. При выполнении практических работ следует строго соблюдать технику безопасности на рабочем месте.

#### **3.1. Требования и критерии оценивания знаний учащихся при выполнении практических работ.**

Каждая практическая работа оценивается в 5 баллов. В процессе выполнения практической работы каждый обучающийся составляет индивидуальный отчёт, который включает расчётную часть и/или графическую часть, а также аналитическую часть и выводы. Все полученные результаты должны быть чётко аргументированы при выборе тех или иных действий при выполнении обязанностей. Графическая часть должна чётко отражать расчётную и аналитическую часть. Выводы должны чётко формулировать основные результаты работы. По подготовленному отчёту проводится собеседование. Оценивание проводится по пятибалльной шкале.

Оценка «отлично» (5 баллов) выставляется, если обучающийся активно работает в течение всего практического занятия, даёт полные ответы на вопросы преподавателя в соответствии с планом практического занятия и показывает при этом глубокое овладение лекционным материалом, знание соответствующих требований ПДНВ-78, технической литературы и инструкций заводов изготовителей, проявляет умение самостоятельно и аргументировано излагать материал, анализировать результаты выполненных работ, делать самостоятельные обобщения и выводы, правильно выполняет учебные задачи, допуская не более 1-2 незначительных неточностей или ошибок(описок).Цель работы полностью усвоена и он может ее выполнить самостоятельно.

Оценка «хорошо» (4 балла) выставляется при условии соблюдения следующих требований: обучающийся активно работает в течение практического занятия, вопросы освещены полностью, изложения материала логическое, обоснованное фактами, со ссылками на соответствующие нормативные документы и литературные источники, знание соответствующих требований ПДНВ-78, освещение вопросов завершено выводами, студент обнаружил умение анализировать результаты работы, а также выполнять учебные задания. Но в ответах допущены неточности, некоторые незначительные ошибки, имеет место недостаточная аргументированность при изложении материала, или допущены 1-2 ошибки при изложении материала которые он смог сам исправить.

Оценка «удовлетворительно» (3 балла) выставляется в том случае, когда обучающийся в целом овладел знаниями по данной теме, обнаруживает знание лекционного материала, инструкций и учебной литературы, пытается анализировать факты и события, делать выводы и решать задачи. Но на занятии ведёт себя пассивно, отвечает только по вызову преподавателя, даёт неполные ответы на вопросы, допускает грубые ошибки при освещении теоретического материала или 3-4 логических ошибок при выполнении обязанностей.

Оценка «неудовлетворительно» (2 и менее баллов) выставляется в случае, когда обучающийся обнаружил несостоятельность осветить вопрос, вопросы освещены неправильно, бессистемно, с грубыми ошибками, отсутствуют понимания основной сути вопросов, обнаружено неумение решать учебные задачи.

Неточность, нечёткость в освещении вопросов, а также одна ошибка снижают максимальную оценку на 0,5 балла, одна логическая ошибка или ошибка по сути или содержанием данного вопроса - на 1 балл. Отсутствие ответа или полностью неправильный ответ оценивается в 0 баллов. Границы оценок: «отлично» - 5 баллов «хорошо» - 4 баллов, «удовлетворительно» – 3 баллов. «неудовлетворительно»- менее 3 баллов.

### **3.2. Примеры Практических занятий.**

#### **Практическая работа №1**

**Тема:** Изучение по чертежам , натуральным образцам, видеоматериалам и макетам конструкции деталей механизма движения.

**Цель занятия:** изучение особенности конструкции деталей КШМ судовых дизелей и условиями их работы, закрепить знания, полученные в ходе изучения конструкции деталей КШМ.

**ОК и ПК на входе:**

**знать:** кинематическую схему КШМ, терминологию, которая употребляется в машинных помещениях, и названия конструктивных элементов КШМ (ПДНВ-78, Таблица А-III/4, колонка 2).



**уметь:** читать рабочие схемы и чертежи машиностроительного черчения, выполнять эскизы, чертежи и схемы узлов механизмов.

**Задание:** изучить конструкцию деталей КШМ двигателей ВОД и СОД, Составить с натуры и при помощи чертежей и плакатов эскизы и схемы основных узлов кривошипно-шатунного механизма: 1. Шатуна и шатунного болта. 2. Поршня в сборе. 3. Поршневых уплотнительных и маслосъемных колец. 4. Коленчатого вала.

### 1. Основные теоретические положения

Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) предназначен для преобразования возвратнопоступательного движения поршня во вращательное коленчатого вала. Различают следующие виды КШМ (рис. 1.1): тронковый (рис. 1.1а), с прицепным шатуном (для V-образных дизелей), показанный на рис. 1.1б, крейцкопфный (рис. 1.1в). В КШМ тронкового дизеля нормальное усилие  $P_n$ , вызывающее горизонтальную перекадку поршня, действует непосредственно на цилиндрическую втулку, вызывая ее износ в плоскости, перпендикулярной оси коленчатого вала. Интенсивность износа возрастает с ухудшением условий смазки и уменьшением длины шатуна. В крейцкопфных КШМ нормальное усилие передаётся ползунами крейцкопфа на параллели, расположенные в картере. Это позволяет уменьшить потери на трение и износ за счёт улучшения смазки.

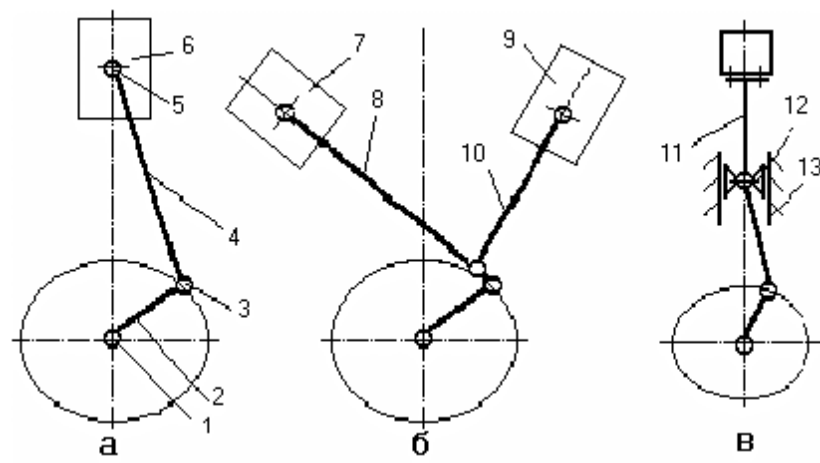


Рис. 1.1. Типы кривошипно-шатунных механизмов:

а — тронковый нормальный; б — тронковый с прицепным шатуном; в — крейцкопфный для МОД; 1 — рамный подшипник; 2 — кривошип; 3 — мотылевый подшипник; 4 — шатун; 5 — головной подшипник; 6 — поршень; 7 — главный поршень; 8 — главный шатун; 9 — боковой подшипник; 10 — прицепной шатун; 11 — шток; 12 — крейцкопф; 13 — параллели

Поршневая группа состоит из поршня, поршневых колец, пальца (в тронковых дизелях), устройств для охлаждения.

Поршень воспринимает силу давления газов и передает ее на шатун. Поршень состоит из головки, имеющей канавки для установки поршневых колец, и направляющей (тронка или юбки). Головка поршня замыкает камеру сгорания и воспринимает давление газов и воспринимает давление газов, тронк передает нормальное усилие на втулку. Диаметр поршня меньше, чем диаметр втулки на величину теплового зазора. Так как в процессе работы температура верхней части поршня выше, чем нижней, то для сохранения постоянной

величины теплового зазора поршень обрабатывается на конус или ступенчато. При работе поршень испытывает высокие тепловые и механические нагрузки, подвергается действию сил инерции, агрессивной среды. Значительный нагрев поршня снижает его надежность, поэтому форсированные дизели имеют охлаждаемые поршни. Охлаждение поршня в тронковых двигателях производится

циркуляционным маслом, подаваемым через каналы в шатуне, в крейцкопфных — маслом или пресной водой, подаваемой через телескопические трубы. Материалами для изготовления поршней служат чугуны СЧ28-38, СЧ32-52, ВЧ45, сплавы АЛ1, АЛ5, АК5. Головки поршней мощных дизелей могут выполняться как цельными, так и составными, крейцкопфных МОД — только составными. Части поршней соединяются между шпильками и фланцами.

Поршень тронкового дизеля показан на рис. 2.1.

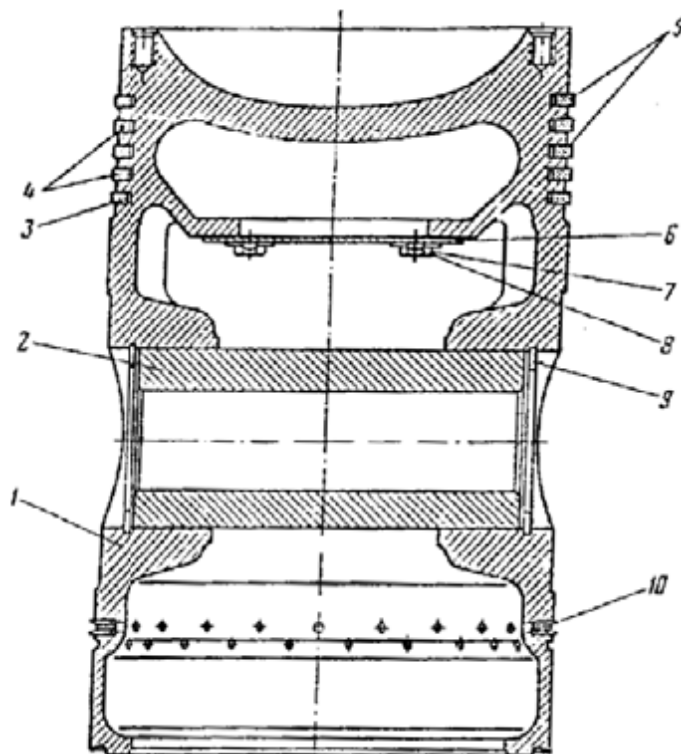


Рис. 2.1. Поршень тронкового дизеля в сборе:

1 — поршень; 2 — поршневой палец; 3 — верхнее маслосъемное кольцо; 4, 5 — компрессионные (уплотнительные) кольца; 6 — крышка камеры охлаждения; 7 — болт; 8 — стопорная шайба; 9 — стопорное пружинное кольцо; 10 — нижнее маслосъемное кольцо

Поршневые кольца бывают нескольких типов: компрессионные (уплотнительные), маслосъемные, противозадирные. Уплотнительные кольца предотвращают протечки заряда из камеры сгорания в картер, отводят тепло от поршня в охлаждаемые стенки втулки. Маслосъемные служат для подачи масла на зеркало трения и удаления его излишков в картер или подпоршневое пространство. В наиболее тяжелых условиях находятся верхние уплотнительные кольца, подвергающиеся непосредственному воздействию газов и высокой температуры. Эти кольца теряют упругость, изнашиваются, залегают в канавках и ломаются в первую очередь. На надежность работы колец влияют как их конструкция и материалы, так

техническое состояние дизеля и качество его регулировки. Кольцо должно длительно сохранять упругость, его материал должен иметь малый коэффициент трения и быть жаропрочным.

Чаще всего кольца изготавливают из чугуна СЧ21-40, СЧ24-454. Компрессионные кольца имеют прямоугольную форму, они бывают трапециидальные и биметаллические. Маслоъемные кольца имеют более сложную форму, они снабжаются режущими кромками, служащими для сброса масла. Замки колец выполняются прямыми, косыми, газонепроницаемыми. В двухтактных дизелях принимают специальные меры, предотвращающие попадание замков колец в окна цилиндровой втулки.

Поршневой палец образует головной подшипник, служит для соединения поршня с шатуном, он подвергается механическим нагрузкам от силы давления газов и термическим из-за нагрева от головки поршня и трения. Палец должен обеспечивать высокую жесткость, износостойкость, сопротивляемость ударным нагрузкам. Он может иметь каналы для подвода масла в полость охлаждения поршня. Все пальцы современных дизелей выполнены плавающего типа, от осевого смещения они фиксируются стопорными кольцами или заглушками. Изготавливаются пальцы из сталей 10, 15, 15ХМА и им подобных.

Шатунная группа преобразует прямолинейное движение поршня во вращательное колчатого вала. Она состоит из шатуна с разборными головками и шатунных болтов.

Шатун подвергается изгибающему усилию от сил давления газов, действию сил инерции. Шатун тронкового дизеля состоит из верхней головки (чаще всего неразборной), стержня и разборной нижней головки. В верхнюю головку запрессован вкладыш головного подшипника в виде втулки, смазка к нему подводится по каналу в стержне шатуна. В нижней головке устанавливается мотылевый подшипник, состоящий из двух полувкладышей, залитых антифрикционным сплавом. В качестве материала для изготовления стержня шатуна используются углеродистые стали 35, 40, 45, легированную сталь 40ХН, 18Х2Н4ВА, втулки головных подшипников — сталь 10, 15, которую заливают бронзой Бр.ОС-8-12. Вкладыши мотылевых подшипников изготавливают из стали 15, 20 и заливают баббитом или бронзой (в СОД), на которую гальваническим методом наносят покрытие.

Шатуны крупных крейцкопфных МОД имеют более сложное устройство. Верхняя головка такого шатуна выполнена разборной и имеет вильчатую или безвильчатую конструкцию. Масло для смазки может подводиться как непосредственно в подшипник от шарнирных или телескопических труб, так и по каналу в стержне шатуна. Верхняя половинка нижней головки шатуна выполняется отъемной, между ней и телом шатуна устанавливается прокладка, толщиной которой можно изменять длину шатуна.

Шатунные болты нагружены значительными инерционными и растягивающими усилиями и являются ответственными деталями. Они предна-значены для скрепления половинок нижней головки шатуна. Для преду-преждения проворачивания болта его головку фиксируют штифтом или выступом на головке. Затягивают болт контролируемым усилием специальным инструментом, корончатую гайку стопорят шплинтами и специальными шайбами. Запрещается использование болтов, не имеющих сертификата, с повреждениями поверхности резьбы, имеющих повышенное удлинение. По истечению определенного срока работы болты должны заменяться. Их замена производится также после того, как дизель «пошел вразнос», то есть после неконтролируемого увеличения частоты его вращения выше номинальной. Материалами для шатунных болтов являются стали 25, 35, 40ХН, 40ХНМА, 40ХНВА.

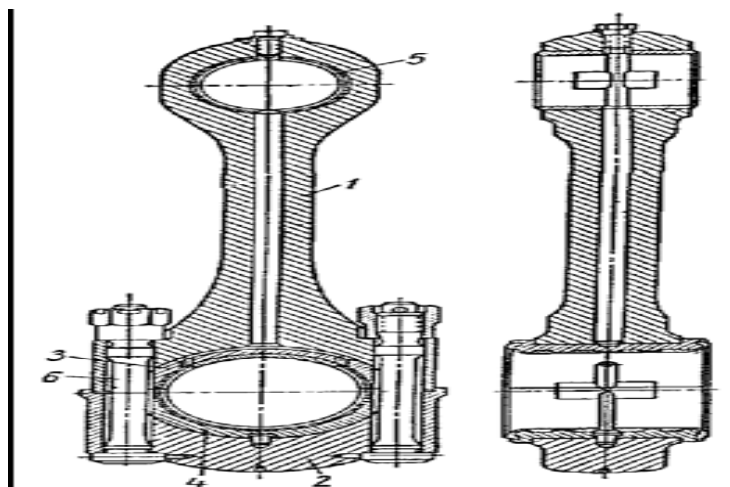


Рис. 3.1. Шатун дизеля типа 4Ч17,5/24:

1 — стержень; 2 — крышка мотылевого подшипника; 3 — верхний вкладыш мотылевого подшипника; 4 — нижний вкладыш; 5 — втулка (головной подшипник); 6 — шатунный болт; 7 — корончатая гайка

Коленчатые валы состоят из рамовых и мотылевых шеек, щек, образующих колена (кривошип) вала и соединительных фланцев. Коленчатый вал является наиболее сложной, ответственной, напряженной и дорогостоящей деталью дизеля. Моторесурс дизеля определяется сроком службы коленчатого вала, стоимость которого достигает 15 % и более стоимости дизеля.

Конструктивные формы коленчатых валов весьма разнообразны и определяются типом, мощностью и назначением дизеля. Валы маломощных ВОД изготавливают штамповкой из сталей, для мощных дизелей их получают ковкой или отливкой. Коленчатые валы могут быть цельными, составными или полусоставными. Шейки имеют сверления, уменьшающие их массу и служащие для подвода смазки к узлам трения. Щеки кривошипов могут быть круглыми, овальными, прямоугольными, фигурными. Рабочие поверхности вала тщательно обрабатываются, полируются, упрочняются. Выходы отверстий на поверхность шеек должны быть закруглены, сами сверления — отполированы. К шейкам вала могут присоединяться противовесы для уравнивания сил инерции, их закрепляют болтами, замками или шпонками.

В месте выхода вала из картера устанавливаются маслоудерживающее уплотнение или маслосгонная резьба. Свободный конец вала используют для привода вспомогательных механизмов. К выходному валу крепится из стали или чугуна маховик, выполняющий роль венца валоповоротного устройства и служащий для уменьшения неравномерности вращения.

Коленчатые валы и изготавливают из углеродистой стали 35, 40, 45, 50, 35Г, 45Г, легированной стали 40ХН, 40ХНВА, высокопрочного чугуна ВЧ45-5, ВЧ50-2. Конструкция вала должна удовлетворять следующим требованиям: иметь наибольшую жесткость при минимальной массе, высокую износостойкость шеек, динамическую уравновешенность.

Коленчатый вал дизеля показан на рис. 4.1.

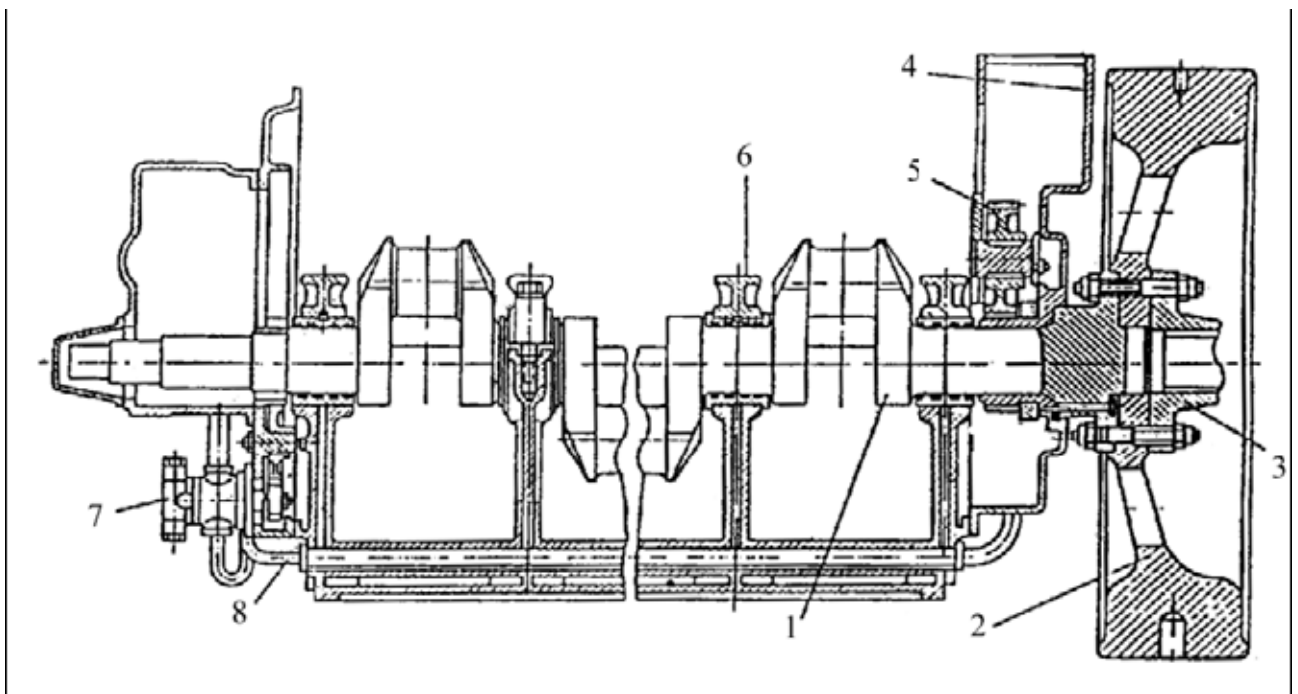


Рис. 4.1. Коленчатый вал дизеля

1 — щека; 2 — маховик; 3 — фланец отбора мощности; 4 — корпус регулятора оборотов; 5 — шестерня привода распределительного вала; 6 — верхняя крышка рамового подшипника; 7 — масляный насос; 8 — приемная масляная труба;

При работе дизеля вал удлиняется из-за нагрева. Для возможности теплового расширения предусмотрен осевой зазор между щеками кривошипа и торцами рамовых подшипников. От осевого смещения вал фиксируется в упорном подшипнике, установленном со стороны отбора мощности.

### Оборудование

Для выполнения практического занятия необходимы:

- поршни двигателей NVD 36, 4ч8.5\11, ч 12\14, 3Д6;
- шатуны двигателей NVD 26, 4ч8.5\11, ч10,5\13;
- коленвалы двигателей 3Д6, 4ч8.5\11, ч10,5\13;
- чертежи конструктивных элементов КШМ, видеоматериалы по конструкции КШМ;
- двигатели 4ч8.5\11, 3Д6, ч10,5\13;
- макет двигателя Д100.

### 2. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

По имеющимся описаниям, чертежам, литературе, реальному дизелю ознакомиться с устройством и взаимодействием деталей движения дизеля. Отчет по работе должен содержать следующие эскизы, чертежи и схемы с пояснительными надписями, отражающими составные части изучаемых узлов:

- одного колена коленчатого вала с рамовыми подшипниками;
- шатуна с подробным изображением нижней и верхней головок;
- шатунного болта с элементами крепления;
- поршня (общий вид с разрезом);
- сечения уплотнительных и поршневых колец, формы замков.

### Контрольные вопросы:

1. Какие виды кривошипно-шатунных механизмов применяются в судовых дизелях? Назовите их состав и особенности работы.

2. Охарактеризуйте условия работы, материалы, способы охлаждения поршней судовых дизелей.

3. Поясните, какие существуют разновидности поршневых колец. Каков механизм действия колец, из каких материалов их изготавливают?

4. Как смазываются детали движения тронковых дизелей?

5. Охарактеризуйте условия работы шатунных болтов, их конструктивные формы и материалы для изготовления. Какие требования предъявляют к шатунным болтам?

6. В чем заключается отличие конструкций шатунов тронковых и крейцкопфных дизелей?

7. Какие конструктивные формы коленчатых валов применяют в судовых дизелях?

8. Для чего на коленчатом вале устанавливают маховик и противовесы?

**ОК и ПК на выходе:**

**знать:**

- особенности конструкции деталей КШМ судовых дизелей и условия их работы, способы охлаждения поршней, применяемые материалы; - терминологию, которая употребляется в машинных помещениях, и названия конструктивных элементов КШМ (ПДНВ-78, Таблица А-Ш/4, колонка 2).

**уметь:** - выполнять эскизы и схемы конструктивных элементов КШМ, - используя рабочие чертежи и инструкцию по эксплуатации самостоятельно разобраться с конструкцией КШМ.

## Практическое занятие №2

**Тема:** Изучение по чертежам, натуральным образцам, видеоматериалам и макетам конструкции форсунок ДВС

**Цель занятия:** изучение особенностей конструкции механических форсунок и форсунок с гидрозатвором дизелей и условиями их работы, параметры форсунок, закрепить знания, полученные в ходе изучения конструкции топливной аппаратуры.

### ОК и ПК на входе:

**знать:** принципиальные конструктивные схемы механических и гидравлических форсунок, их рабочие параметры, терминологию, которая употребляется в машинных помещениях, и названия конструктивных элементов форсунки (ПДНВ-78, Таблица А-III/4, колонка 2).

**уметь:** читать рабочие схемы и чертежи машиностроительного черчения выполнять эскизы, чертежи и схемы узлов механизмов.

**Задание:** изучить конструкцию механических и гидравлических форсунок ВОД и СОД. Составить с натуры и при помощи чертежей и плакатов эскизы и схемы основных компоновок, дать описание принципа действия.

### 1. Основные теоретические положения

Форсунки судовых дизелей применяют только закрытого типа, т. е. имеют иглу, исполняющую роль клапана. После окончания впрыскивания топлива игла форсунки, нагруженная сверху пружиной, опускается на седло, исключая подтекание топлива в цилиндр. В табл. 1 приведены характеристики форсунок дизелей морских судов, а на рис. 1 и рис. 2 их конструкции.

Таблица 1 - Характеристики форсунок.

Марка дизеля	Тип распылителя	Число×диаметр отверстий, мм	Угол впрыска, град	h иглы, мм
6(8)ЧНСП18/22 (форсунка см. рис. 5.7)	Многоструйный неразборный, с конической посадкой иглы	8×0,3	140	0,4
ЗД6	То же	7×0,25	140	0,45
ЗД6Н	То же	8×0,35	140	0,45
6(8)НФД48АУ (форсунка см. рис. 5.8)	То же	6×0,45	140	0,5

Шероховатость сопрягающихся поверхностей корпуса распылителя и иглы:  $R_a = 0,04$  мкм – цилиндрических поверхностей;  $R_a = 0,32$  мкм – рабочей конической поверхности корпуса по уплотнительному пояску;  $R_a = 0,16$  мкм – рабочей конической поверхности иглы по уплотнительному пояску;  $R_a = 0,08$  мкм – уплотнительного торца корпуса.

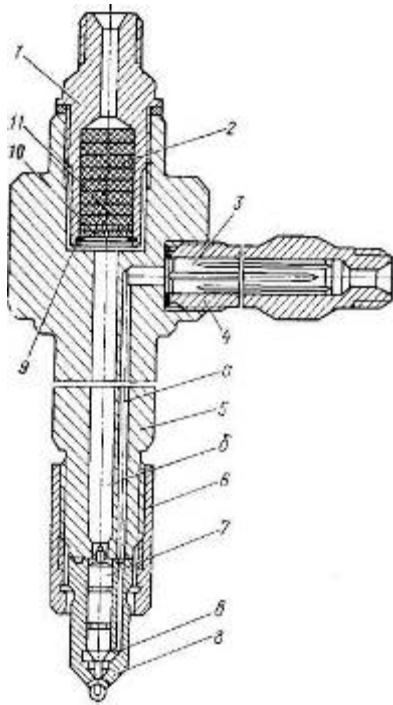


Рисунок 1 - Гидрозапорная форсунка дизеля  
6(8)ЧНСП18/22

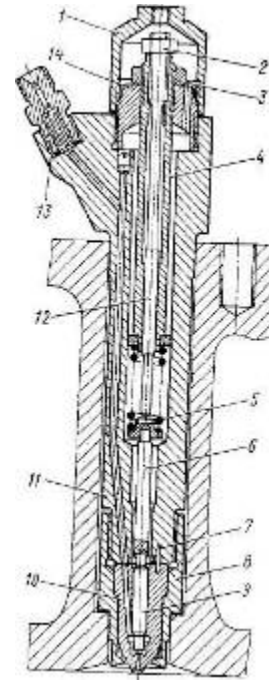


Рисунок 2 - Форсунка дизеля НФД48АУ

Перемещение иглы распылителя должно быть плавным, без заеданий. Плавность перемещения иглы в корпусе распылителя проверяют на деталях, промытых и смоченных профильтрованным топливом. Игла, выдвинутая из корпуса распылителя, на 1/3 длины рабочей цилиндрической поверхности, должна плавно опускаться под действием собственной массы при повороте вокруг своей оси относительно корпуса распылителя, установленного под углом 45° к горизонтали. Диаметральный зазор между корпусом распылителя и иглой – не менее 0,002 мм.

Форсунка должна быть герметичной по запорному конусу распылителя. Допускается увлажнение носика (торца) корпуса распылителя. Давление начала подъема иглы устанавливают с допуском не более 4 %.

Ресурс форсунок не менее назначенного ресурса дизеля до первого капитального ремонта. В течение этого срока допускается замена распылителей и промежуточных деталей между уплотняющими поверхностями распылителя и корпуса форсунки.

Форсунки с гидравлическим погружением иглы.

Для большинства форсунок с дифференциальной иглой нагрузателем является механическая пружина. Такой способ нагружения, отличаясь простотой, обладает и недостатками, состоящими в том, что пружины часто выходят из строя в результате тяжелых условий работы, увеличиваются массы подвижных деталей за счет массы пружины и штанги, появляются боковые прецизионную пару иглы обуславливающие цилиндрической части и другие.

иглу можно нагружать и пружины. Такие дрозпорными. В (рис. 3) из корпуса б и штанга, а образовавша- гидросмесью под дав-

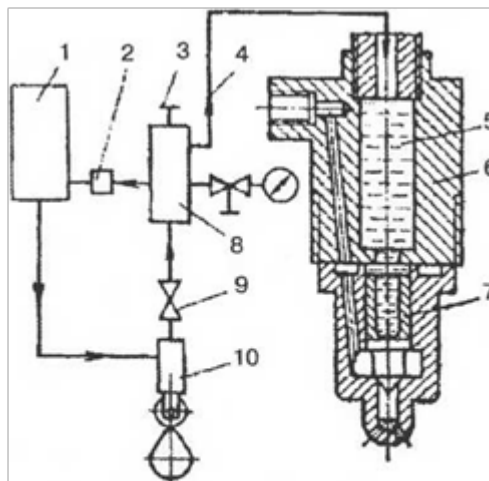


Рис. 3.21 Схема установки форсунки с гидравлическим погружением иглы: 1 – бак; 2 – перепускной клапан; 3 – предохранительный клапан; 4 – трубопровод; 5 – полость; 6 – корпус форсунки; 7 – игла; 8 – аккумуляторная емкость; 9 – обратный клапан; 10 – насос

силы, действующие на при перекосах пружин и нарушение плотности посадочного пояса, и

Дифференциальную при помощи гидравлической форсунки называют ги- гидрозапорной форсунке форсунки удалены пружина яся полость 5 заполнена лением 18-20 МПа.



При подъеме иглы смесь сжимается, выполняя функцию пружины. Пополнение утечек гидросмеси и поддержание постоянного давления в полости 5 осуществляется одноплунжерным насосом 10, который нагнетает смесь в аккумулирующую полость 8 через обратный клапан 9. Давление в этой емкости регулируют перепускным клапаном 2, отводящим смесь в бак 1. На аккумулирующей емкости обычно устанавливают предохранительный клапан 3, а давление в нем контролируют манометром. От аккумулирующей емкости смесь подается по трубопроводу 4 во все форсунки.

При пуске дизеля давление в аккумулирующей емкости повышают при ручной прокачке насоса. В качестве гидрозарпорной жидкости применяют смесь дизельного топлива с картерным маслом, которое выполняет роль антикоррозионного компонента, или смесь обезвоженного дизельного топлива с ингибированными антикоррозионными смазками. К положительным сторонам гидрозарпорных форсунок можно отнести.

1. уменьшение массы подвижных деталей форсунки, в результате чего ослабляется удар иглы о седло и уменьшается износ и разрушение конуса иглы и седла;
2. улучшение условий работы прецизионной пары вследствие антикоррозионных смазывающих добавок к гидросмеси;
3. идентичность давления открытия иглы всех форсунок дизеля, питающихся гидросмесью от одной аккумуляторной емкости;
4. возможность регулирования давления открытия иглы в зависимости от режимов работы дизеля при изменении давления в аккумуляторной емкости;
5. улучшение условий работы прецизионной пары ввиду отсутствия боковых усилий;
6. возможность увеличения диаметрального зазора в прецизионной паре вследствие отсутствия утечек топлива из системы.

Указанные преимущества обуславливают увеличение срока службы гидрозарпорных форсунок и улучшение протекания рабочего процесса дизеля на малых скоростных и нагрузочных режимах.

К недостаткам гидрозарпорных форсунок следует отнести:

1. необходимость установки на дизель дополнительной системы питания форсунок запирающей жидкостью, что усложняет как конструкцию дизеля, так и его обслуживание;
2. в случае нарушения в системе подачи запирающей жидкости все форсунки дизеля начинают плохо работать, что приводит к остановке дизеля;
3. применение в системе питания двух жидкостей.

Упростить обслуживание гидрозарпорных форсунок можно вследствие применения чистого дизельного топлива как запирающей жидкости.

В результате эксплуатации форсунок на гидросмеси установлено, что необходимо тщательно ее очищать, так как в противном случае возможно зависание игл при попадании в кольцевой зазор твердых примесей.

## **Оборудование**

Для выполнения практического занятия необходимы: - механические форсунки двигателей в сборе NVD36, ч10,5\13, 4ч8.5\11, 3Д6; -гидравлическая форсунка;

- штифтовые и струйные распылители форсунок;
- стенд для испытания форсунок;
- рабочие чертежи форсунок и видеоматериали.

## **2. Методика выполнения отчета**

По имеющимся описаниям, чертежам, литературе, реальным форсункам изучить устройство и принцип работы механических и гидравлических форсунок. Ознакомится с работой стенда для испытания форсунок и регулировкой давления впрыска.

Отчет по работе должен содержать следующие эскизы, чертежи и схемы с пояснительными надписями, отражающими составные части изучаемых узлов:

- механической форсунки;
- гидравлической форсунки;
- штифтового и струйного распылителей;
- системы гидрозапора;

## **Контрольные вопросы**

1. В чем отличие форсунок струйного и штифтового распыливания?
2. Как устроена и работает форсунка?
3. Назовите давление впрыска форсунок и давление гидрозапора.

## **ОК и ПК на выходе:**

### **знать:**

-особенности конструкции и принцип работы механической форсунки и гидравлической форсунки, условия их работы, способы охлаждения форсунок, терминологию, которая употребляется в машинных помещениях, и названия конструктивных элементов форсунок (ПДНВ-78, Таблица А-III/4, колонка 2).

### **уметь:**

-используя рабочие чертежи и инструкцию по эксплуатации самостоятельно разобраться с конструкцией форсунки и ее принципом действия, отрегулировать давление впрыска

## **Практическое занятие №3**

**Тема:** Изучение по чертежам, натуральным образцам, видеоматериалам и макетам конструкции системы пуска и реверса.

**Цель занятия:** изучить особенности конструкции системы пуска и реверса судовых дизелей и условия их работы, закрепить знания, полученные в ходе изучения конструкции систем.

## **ОК и ПК на входе:**

**знать:** принципиальную схему РПУ, терминологию, которая употребляется в машинных помещениях, и названия конструктивных элементов РПУ(ПДНВ-78, Таблица А-III/4, колонка 2).

### **уметь:**

-читать рабочие схемы и чертежи машиностроительного черчения.

**Задание:** изучить конструкцию РПУ (электростартерную и воздушную) и их конструктивные элементы, рабочие параметры систем. Составить с натуры и при помощи чертежей и плакатов эскизы и схемы систем:

- 1.Электростартерной.
- 2.Системы пуска сжатым воздухом.
- 3.Реверсивно пускового устройства с пневматически управляемыми или автоматически управляемыми клапанами.

## **1.Основные теоретические положения**

Назначение пускового устройства.

Рабочий цикл это последовательное протекание процессов: всасывания, сжатия, сгорания, расширения и выпуска.

При этом процессы всасывания, сжатия и выпуска совершаются с потреблением энергии, и при этом используется часть избыточной энергии, выделяемой при сгорании топлива.

При пуске, для того чтобы преодолеть силы трения и инерции движущихся частей, и для осуществления энергопотребляющих процессов рабочего цикла, до начала устойчивого сгорания топлива в цилиндрах к двигателю необходимо подвести энергию от посторонних источников.

Для раскрутки вала дизеля применяются пусковые устройства.

При пуске дизельного двигателя его коленчатый вал необходимо раскрутить до пусковых оборотов, то есть до таких

оборотов, при которых в цилиндре двигателя в конце такта сжатия температура сжатого воздуха достигала значений достаточных для самовоспламенения топлива. Такие значения температуры достигаются при частоте вращения коленчатого вала, составляющей 15 – 25% номинальной.

Продолжительность пуска двигателя должна быть минимальной. Для судовых дизелей она должна составлять 3 -5 секунд.

Исходя из этого, мощность пускового устройства должна составлять примерно 10% номинальной мощности дизеля.

Виды пусковых устройств.

На судовых дизелях используются следующие виды пусковых устройств:

ручное устройство, стартерное, пуск сжатым воздухом.

Ручной пуск применяется очень редко и только в качестве резервного пуска, у небольших дизелей.

Стартером называется механизм, который создает внешний момент, раскручивающий вал двигателя до пусковых оборотов.

В судовых вспомогательных и небольших главных двигателях применяется электростартерный пуск.

Электростартеры представляют собой электродвигатель постоянного тока, работающий на напряжении 12 – 32 В и при большой силе тока.

В момент включения электростартера сила тока достигает 2000 А.

Вал стартера соединяется с валом двигателя лишь на время пуска.

Судовые двигатели средней и большой мощности оборудуются пусковым устройством с использованием сжатого воздуха.

#### **Система воздушного пуска**

Система обеспечивает сжатым воздухом необходимого давления пуск и реверс главного двигателя, пуск вспомогательных двигателей, работу пневматических систем автоматики и управления, работу приборов звуковой сигнализации судна (сирены, тифона), продувку кингстонов, системы пожаротушения и другие общесудовые и специальные нужды.

Система сжатого воздуха состоит из компрессоров, баллонов, водо - и - маслоотделителей, трубопроводов и арматуры.

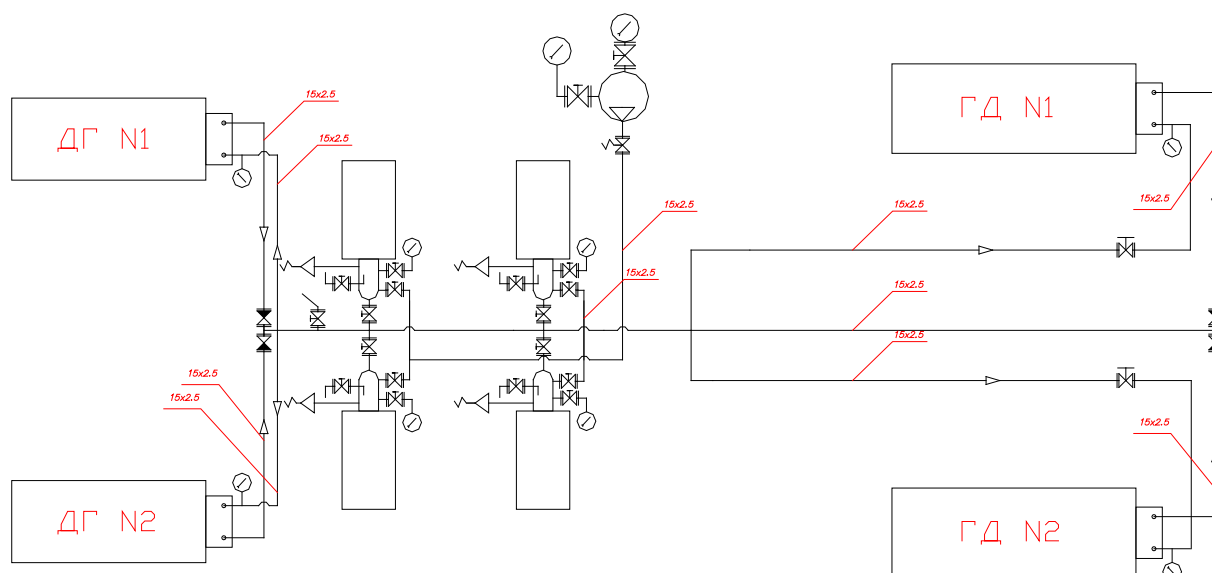


Рис.1. Принципиальная схема системы пуска.

**Компрессоры.** Для получения сжатого воздуха применяем компрессоры поршневого типа многоступенчатые, приводом которых служит электродвигатель. По Правилам Регистра на судне должно быть не менее двух компрессоров, один из которых может быть навешенным на дизель. При мощности энергетической установки свыше 220 кВт для аварийного дизель - генератора устанавливают аварийный компрессор, который может иметь ручной привод.

Производительность каждого компрессора по Правилам Регистра должна обеспечивать заполнение в течение 1 ч. всех пусковых баллонов главных двигателей от  $P_{min}$ , при котором возможен последний пуск и маневр, до рабочего давления  $P_p$ .

$$Q_{\text{компр}} = \frac{P_p - P_{\text{min}}}{P_0 \cdot \tau_3} = \frac{3,0 - 0}{0,1 \cdot 1} = 30 \text{ М}^3 / \text{час}$$

**Баллоны.** Баллоны в зависимости от назначения делятся на пусковые главных двигателей, пусковые вспомогательных дизелей, тифонные и для хозяйственных нужд. По Правилам Регистра число баллонов для пуска главных дизелей должно быть не менее двух равной вместимости. Вспомогательные дизели могут иметь один пусковой баллон, однако при этом должна быть предусмотрена возможность их пуска от одного пускового баллона главных дизелей.

Количество воздуха в баллонах ГД должно обеспечить 12 пусков-реверсов реверсивного двигателя или шесть пусков нереверсивного. Баллоны вспомогательных двигателей должны обеспечивать шесть пусков.

Чтобы скапливающаяся в магистралях влага не попала в двигатель, трубопровод прокладывают с уклоном в сторону баллонов.

На компрессорах, баллонах и на трассе трубопровода устанавливают предохранительные клапаны, срабатывающие при превышении рабочего давления на 10%, и устройства для разгрузки трубопроводов и слива накопившейся в них влаги.

Для понижения давления воздуха, подаваемого из баллонов для общесудовых нужд, на трубопроводах устанавливают редукционные клапаны.

В пусковых баллонах хранится сжатый воздух обычно под давлением 3 МПа.

Контроль за работой системы сжатого воздуха заключается в поддержании требуемого рабочего давления в баллонах и температуры воздуха по ступеням сжатия в компрессоре. В процессе работы компрессоры систематически продувают, чтобы удалить скопившуюся в баллонах и сепараторе влагу. Периодически проверяется работа предохранительных и редукционных клапанов.

#### Состав системы

1. Стационарный компрессор
2. Влаго и – масло отделитель
3. Баллон воздушный на 30 атм
4. Клапан продувки баллона
5. Предохранительный клапан
6. Редукционный клапан
7. Манометр
8. Клапан пуска ДВС

### Системы реверсирования двигателя

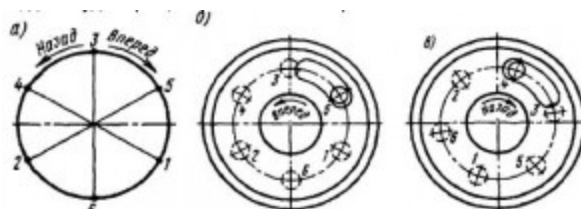


Рис. 13.6. Реверсирование воздухораспределителя

Система реверса служит для изменения направления вращения коленчатого вала мало- и среднеоборотных судовых дизелей. Независимо от принципа работы и способа исполнения устройство для реверсирования дизеля должно обеспечивать правильное чередование и изменение фаз распределения органов пуска, газораспределения, топливоподдачи, а также реверсирование навешенных на дизель вспомогательных механизмов. Необходимость изменения фаз распределения при реверсировании дизеля вытекает из следующего. Предположим, что кривошипы коленчатого вала шестицилиндрового дизеля занимают положение, показанное на рис.13.6,а. В рассматриваемом варианте для пуска дизеля в направлении «Вперед» необходимо подать воздух в пятый цилиндр, который в рассматриваемом случае находится в пусковом положении и диск дискового воздухораспределителя (или пусковая шайба воздухораспределителя со звездообразным расположением золотников) соответственно должен находиться в положении, при котором воздух после открытия главного пускового клапана должен поступить к пусковому клапану пятого цилиндра (рис.13.6 б). При этом, пусковая шайба будет вращаться против часовой стрелки. Для пуска дизеля «Назад» из того же положения пусковой воздух необходимо подать в четвертый цилиндр. Для этого диск (или шайбу) необходимо повернуть в положение, показанное на рис.13. в; диск будет вращаться по часовой стрелке.

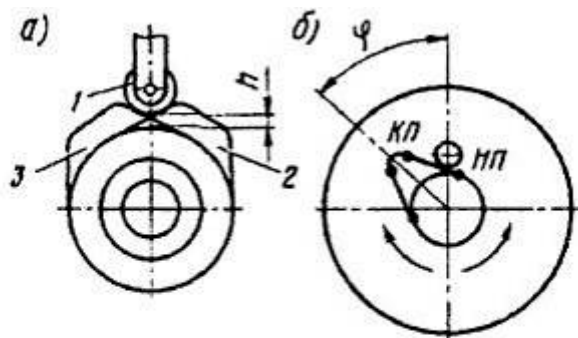


Рис. 13.7 Реверсирование-систем:  
а) газораспределения,  
б) – топливоподдачи.

Очевидно, что воздухораспределитель с рядным расположением золотников должен иметь по две кулачковые шайбы (переднего и заднего хода) для каждого золотника, и его распределительный валик при реверсировании должен смещаться в осевом направлении.

Предположим также, что при работе четырехтактного дизеля «Вперед» в одном из цилиндров закончился процесс расширения и поршень находится в НМТ. Так как выпускной клапан начинает открываться до НМТ, то при рассматриваемом положении поршня выступ кулачковой шайбы 3 уже набегит на ролик 1 толкателя выпускного клапана (рис.13.7,а) и он

будет открыт на величину  $h$ . Если с этого момента вал дизеля должен изменить направление вращения на обратное, то процесс выпуска независимо от направления вращения должен продолжаться, а следовательно, должен открываться и выпускной клапан. Однако при обратном вращении распределительного вала кулачковая шайба 3 уже не может открыть клапан и требуется установка второй шайбы 2, зеркально расположенной по отношению к первой. Таким образом, для возможности работы дизеля «Вперед» и «Назад» необходимо иметь по две кулачковые шайбы для каждого клапана.

Подача топлива в цилиндр обычно начинается до ВМТ и заканчивается после нее по прошествии  $20-25^\circ$  пкв. Следовательно, при положении поршня в ВМТ плунжер ТНВД еще продолжает свой нагнетательный ход, и кулачковая шайба топливного насоса должна быть заклинена по отношению к кривошипу с отставанием на угол  $\leq \rho$  (рис.13.7, б). Точки НП и КП на профиле шайбы соответствуют началу и концу подачи топлива; их расположение зависит от способа регулирования ТНВД и цикловой подачи топлива. При реверсировании дизеля рабочий участок шайбы НП-КП находится на другой стороне ее профиля. Поэтому распределительный вал необходимо развернуть на угол  $2\rho$  (если шайбы имеют симметричный профиль) или сместить его в осевом направлении и подвести под ролики толкателей ТНВД другой комплект кулачковых шайб.

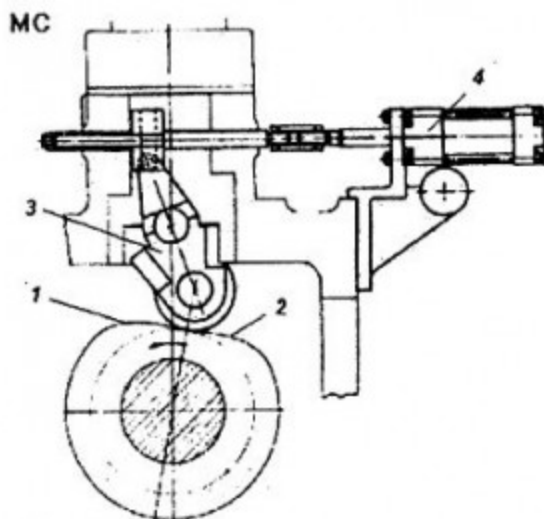


Рис. 13.8 Реверсирование топливного кулака

В двигателях МАН-МС топливный кулак имеет симметричный профиль и реверсирование фаз топливоподачи не требует разворота распределительного вала, а осуществляется перекидыванием ролика 3 с помощью сервомотора 4 с профиля кулака 1 на 2 или наоборот.

Процесс реверсирования главных судовых дизелей является весьма напряженным, так как при реверсировании во время хода судна приходится быстро тормозить не только вращающийся вал двигателя, но и гасить инерцию движения судна. После подачи сигнала «Стоп» (выключения подачи топлива) крутящий момент двигателя падает до нуля, но его вал продолжает вращаться под действием инерции движущихся масс двигателя, а также в силу того, что гребной винт за счет продолжающегося движения судна переходит в режим гидротурбины. Процесс торможения составляет 2-10 минут в зависимости от скорости хода судна, его водоизмещения и характеристик гребного винта. Реверсирование двигателя может быть осуществлено лишь после остановки двигателя. Если же на ходу судна поступает команда «Полный назад», то обстоятельства заставляют прибегнуть к быстрой остановке двигателя за счет подачи контр-воздуха в цилиндры, в которых в этот период происходит такт сжатия.

Реверсирование двигателя на ходу судна включает следующие операции:

- выключение подачи топлива,
- реверсирование газораспределительных органов и топливо-подачи из положения «вперед» в положение «назад» еще при вращающемся вале,
- торможение двигателя контр-воздухом

- пуск двигателя в требуемом направлении и перевод на работу на топливе.

Торможение контр-воздухом осуществляется после реверсирования воздухораспределителя, тогда пусковой воздух к пусковым клапанам начнет поступать за 65-110° п.к.в. до прихода поршней в ВМТ и тем самым тормозить их движение.

### Система реверса дизелей NVD48

#### Сущность реверса дизельного двигателя

При более кратком изложении это звучит так. Для того чтобы **сверсировать дизельный двигатель**, то есть изменить направление вращения коленчатого вала, необходимо **изменить фазы газораспределения** этого двигателя. Надо изменить углы открытия впускных, выпускных, пусковых клапанов, а так же угол опережения подачи топлива.

Для этого все реверсивные двигатели имеют на своих распределительных валах по два комплекта кулачковых шайб для каждого цилиндра, один комплект для переднего хода, другой - для заднего. Для того чтобы подвести кулачковые шайбы, задающие нужное направление вращения коленчатого вала двигателя, под толкатели штанг клапанов, индивидуальных золотников пуска и ТНВД, необходимо передвинуть распределительный вал двигателя вдоль его продольной оси в ту или иную сторону.

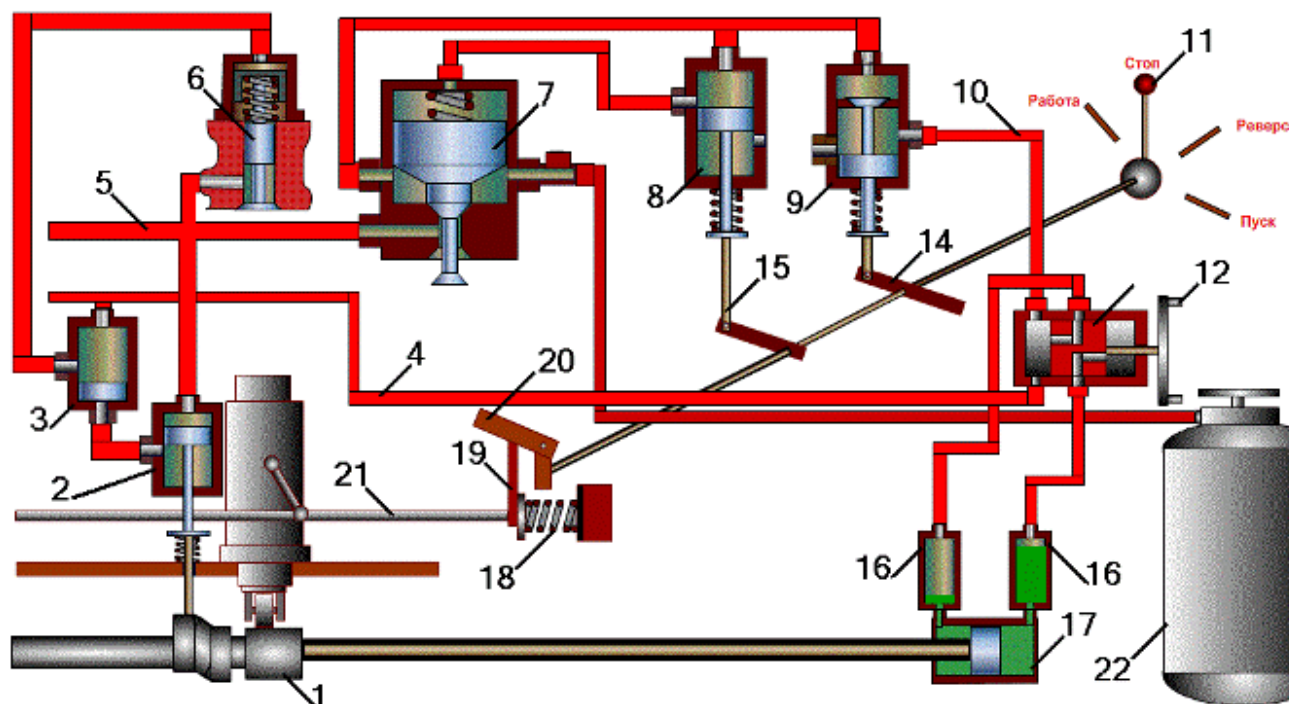


Схема системы реверса

1-распределительный вал; 2-золотник индивидуального воздухораспределителя; 3-перекидной клапан; 4,5,10-трубопроводы; 6-пусковой клапан; 7-главный пусковой клапан; 8-золотник пуска; 9-клапан реверса; 11-рукоятка поста управления; 12- маховик управления реверсом; 13-золотник реверса; 14,15,19-рычаг; 16 - пневмоцилиндр; 17-гидроцилиндр; 18-пружина; 20-фасонная шайба; 21-рейка ТНВД; 22-баллон сжатого воздуха.

Схема имеет следующие блокировки:

- маховик управления реверсом 12 может изменять свое положение, только если рукоятка поста управления 11 находится в положении "СТОП";
- рукоятка поста управления 12 может изменять свое положение, только если маховик управления реверсом находится в одном из своих крайних положений "ВПЕРЕД" или "НАЗАД".

### **Оборудование**

Для выполнения практического занятия необходимы:

- двигатель 4ч8.5\11 с электростартерной системой пуска;
- пусковой баллон, головка пускового баллона;
- воздушный компрессор двойного действия;
- воздушный компрессор дифференциального типа в разобранном виде;
- стенд "РПУ 4-х тактного двигателя";
- схемы и чертежи РПУ.

### **2. Методика выполнения и содержания отчета**

По имеющимся описаниям, чертежам, литературе, натуральным образцам изучить устройство и принцип работы системы пуска и реверса и конструктивных элементов.

Отчет по работе должен содержать следующие эскизы, чертежи и схемы с пояснительными надписями, отражающими составные части изучаемых узлов:

- системы пуска;
- системы пуска с автоматически и гидравлически управляемыми клапанами;
- схемы системы реверса;

#### **Контрольные вопросы:**

1. Каково назначение воздушных компрессоров?
2. Назначение БПВ?
3. Назовите параметры системы пуска.

#### **ОК и ПК на выходе:**

##### **знать:**

-особенности конструкции и принцип работы системы пуска и реверса судовых дизелей и их конструктивные элементы, условия их работы, параметры систем, терминологию, которая употребляется в машинных помещениях, и названия конструктивных элементов (ПДНВ-78, Таблица А-Ш/4, колонка 2).

**уметь:** - используя рабочие чертежи и инструкцию по эксплуатации самостоятельно разобраться с конструкцией системы пуска и реверса и ее принципом действия.

### **Практическая работа № 4**

**Тема:** Определение верхней мертвой точки и высоты камеры сжатия.

**Цель занятия:** Научиться определять мертвые точки поршня и разбивать маховик, не имеющий градуировки, на градусы.

#### **ОК и ПК на входе:**

**знать:** учащийся должен знать конструкцию КШМ, назначение мертвых точек, их расположение, терминологию, которая употребляется в машинных помещениях, и названия механизмов и оборудования (ПДНВ-78, Таблица А-Ш/4, колонка 2).

**уметь:** пользоваться измерительным инструментом.

#### **Задание:**

1. Определить мертвые точки поршня;
2. Разбить маховик на градусы.

### **Оборудование**

Для выполнения практического занятия необходимы:

- дизель 4Ч8,5/11;
- штангенглубиномер;
- индикатор часового типа;
- рулетка.

#### **Подготовка к проведению работы:**

1. Подготовить валоповоротный рычаг;
2. Подготовить стальной стержень, штангенглубиномер, индикатор часового типа и рулетку;



3. Снять люк картерного пространства первого цилиндра (со стороны валоповоротного рычага);
4. Установить на блок-картер, против маховика, неподвижную стрелку или метку;
5. Снять форсунку( для двигателей с вертикальным расположением форсунок.
- 6.Снять коромысло клапана (для двигателей с неvertикальным расположением форсунки).

#### **Ход работы:**

1. Установить поршень первого цилиндра таким образом, что бы он  $30 - 40^\circ$  не доходил до ВМТ(смотреть по положению кривошипа);
2. Используя стальной стержень или штангенглубиномер найти ВМТ;
3. Используя рулетку найти НМТ;
4. Определить расстояние на маховике, соответствующее одному градусу поворота коленчатого вала.

#### **Теоретическое описание методики проведения работы:**

Для проверки и установки моментов открытия и закрытия клапанов и углов опережения подачи топлива необходимо знать положение коленчатого вала и маховика при нахождении поршней в мертвых точках. На ободу маховика обычно уже есть метки, указывающие мертвые точки, причем как минимум наносят метку ВМТ первого цилиндра. У некоторых дизелей на маховике отмечены мертвые точки для всех цилиндров. Иногда окружность маховика разбивается на  $360^\circ$  с началом отсчета в ВМТ первого цилиндра. В таких случаях для установки поршня в ВМТ совмещают метки на маховике со стрелкой-указателем, закрепленной неподвижно на блоке или станине дизеля. Если меток на маховике нет или имеются сомнения в правильности установки стрелки-указателя, нужно проверить положение мертвых точек. Основная трудность при этом заключается в фиксации момента, когда поршень займет крайнее верхнее положение, так как перемещения его вблизи ВМТ очень малы. Достаточную точность фиксации дает следующий способ(рисунок 1):

- а) устанавливают на блоке дизеля неподвижную стрелку-указатель или метку;
- б) проверяют выключение пускового устройства дизеля и закрытие вентилей, на пусковых баллонах или отключают электростартер;
- в) открывают индикаторные краны;
- г) открывают крышку люка картера первого цилиндра для наблюдения за положением кривошипа;
- д) снимают форсунку первого цилиндра;
- е) проворачивают коленчатый вал, устанавливая кривошип в положение  $30 - 40^\circ$  до ВМТ на такте сжатия;
- ж) делают отметки мелом или мягким карандашом на маховике против неподвижно закрепленной стрелки (точка А);
- з) вводят в цилиндр через отверстие для форсунки металлический стержень или штангенглубиномер до упора его нижним концом в днище поршня; этот конец стержня во избежание проскальзывания заостряют, стержень должен стоять по оси цилиндра; для большей точности полезно применять направляющую вставку;

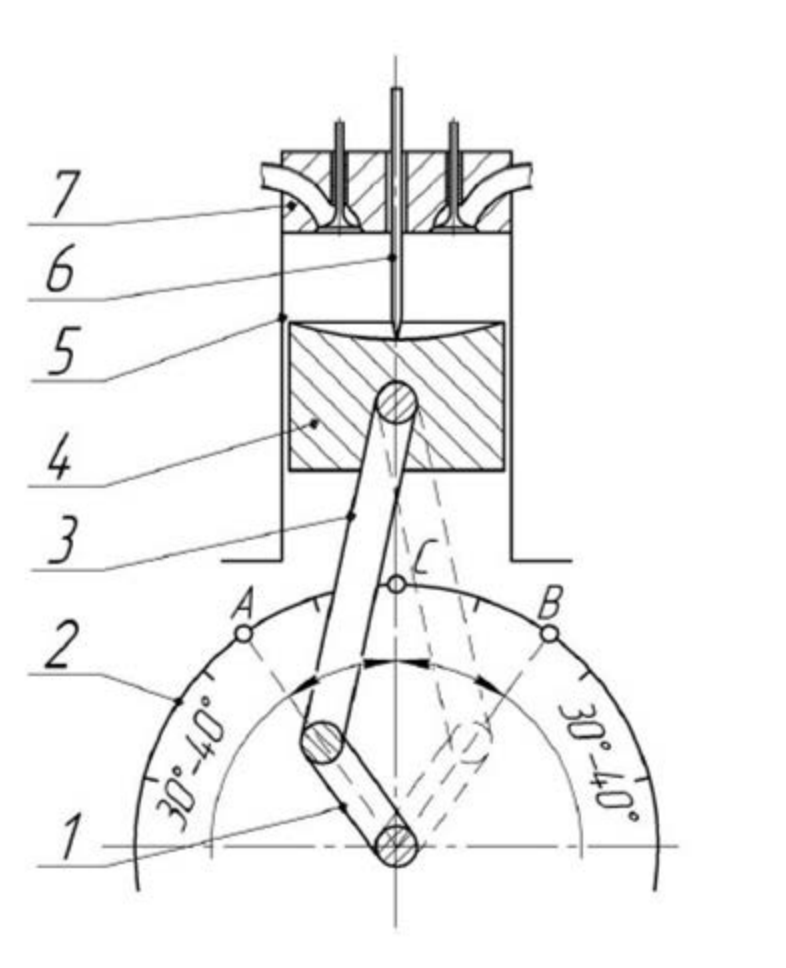


Рисунок 1 – Определение мертвых точек  
 1 – Коленчатый вал; 2 – Маховик;  
 3 – Шатун; 4 – Поршень; 5 – Цилиндр;  
 6 – Металлический стержень; 7 – Крышка  
 цилиндра .

и) делают на стержне мягким карандашом отметку точно на уровне верхней плоскости крышки цилиндра;

к) проворачивая вал, переводят поршень через ВМТ и опускают настолько, чтобы отметка на стержне оказалась ниже контрольной поверхности крышки;

л) вращают вал в противоположном направлении до совмещения отметки на стержне с контрольной поверхностью крышки; обратное движение поршня необходимо для исключения ошибки в определении положения ВМТ в связи с влиянием слабины в кривошипно-шатунном механизме;

м) делают отметку на маховике против неподвижно закрепленной стрелки-указателя(точка В);

н) измеряют рулеткой расстояние по окружности маховика между точками А и В, делят его пополам и делают отметку(точка С);

о) совмещают вращением вала точку С со стрелкой-указателем. При этом поршень проверяемого цилиндра устанавливается в ВМТ.

Для того, чтобы определить НМТ, необходимо из точки С, т.е ВМТ, замерить окружность маховика и поделить это расстояние пополам. Затем полученное расстояние отложить от точки С (ВМТ) по окружности маховика, тем самым отметив НМТ.

Если существует необходимость разбивки маховика на градусы, то необходимо замерить окружность маховика и разделить полученное расстояние на  $360^\circ$ . Полученный отрезок, отложенный по окружности маховика, будет соответствовать одному градусу поворота коленчатого вала.

Положение ВМТ других цилиндров обычно не проверяют, а определяют

рулеткой длину окружности маховика, рассчитывают длину дуги, соответствующую углу заклинивания кривошипов, и, откладывая ее на маховике, отмечают положения ВМТ всех цилиндров.

Определение ВМТ с помощью индикатора часового типа или регляжа.

Регляж состоит из корпуса 6, штока 7 и пружины 5(Рис. 3). Корпус устройства крепится в отверстий для форсунки. Шток под действием пружины смещается вниз и стрела 4 устанавливается на ноль шкалы 3.

Вал проворачивают на передний ход до тех пор, покадвигающийся вверх поршень не поднимает шток и стрелка 4 не отойдет вниз от нулевого положения на два - три деления. Это положение будет соответствовать положению кривошипа, когда он будет до ВМТ на 30 - 40°. При этом на шкале ставят метку (в) против стрелки, а на ободе маховика 1 риску (б) против неподвижной стрелки 2(метки на блоке). Затем продолжают проворачивание коленчатого вала. Стрелка сначала будет опускаться до самого низкого положения, а затем будет подниматься вверх. Когда она установится напротив риски (в), проворачивание прекращают и напротив стрелки 2 на ободе маховика ставят риску (а). Расстояние между рисками (б) и (а) делят пополам, где ставят метку ВМТ. При установки маховика меткой ВМТ напротив стрелки 2 поршень первого цилиндра будет ВМТ. Диаметрально противоположная метка НМТ будет соответствовать положению поршня НМТ.

Также можно определить ВМТ при помощи индикатора часового типа, установить шток в форсуночное отверстие или в отверстие направляющей втулки клапана. Клапан можно не демонтировать. Демонстрировать пружину. Шток индикатора устанавливать на торец клапана. Но сначала поршень подводят к ВМТ так, чтобы клапан не проваливался. Определение ВМТ производится также как и при использовании регляжа.

### Штангенциркуль

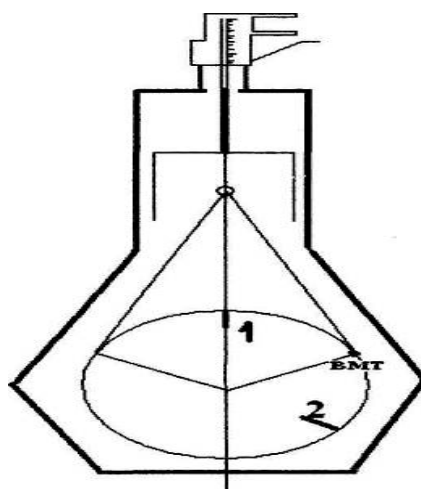


рис. 2

**Определение положения ВМТ при помощи штангенциркуля**

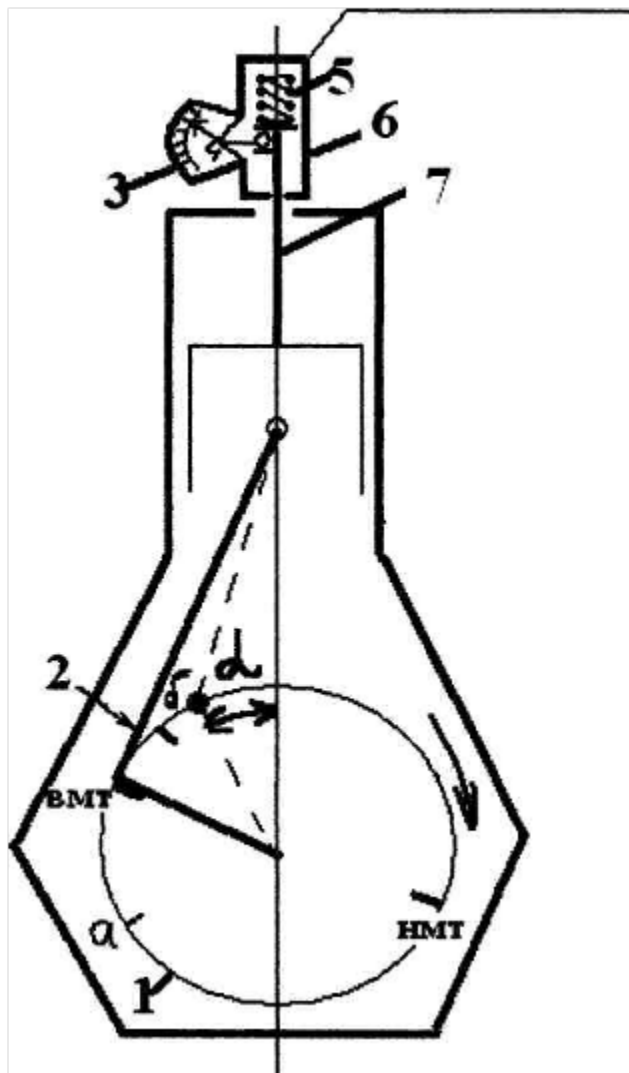


рис. 3

### Определение положения ВМТ при помощи регляжа.

#### Итог выполнения.

#### Запись в отчете:

1. Дать обоснование необходимости выполнения этой работы;
2. Показать схему для определения ВМТ и НМТ;
3. Описать порядок выполнения работы.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего необходимо наносить на маховике дизеля положения мертвых точек поршней?
2. Для чего применяется металлический стержень при определении ВМТ?
3. Как определить ВМТ после определение двух точек А и В?
4. Как найти НМТ после определения ВМТ?
5. Как определяется отрезок по окружности маховика, длина которого соответствует одному градусу поворота коленчатого вала?

#### ОК и ПК на выходе:

##### знать:

-какими способами можно определить ВМТ;

**уметь:**- определять мертвые точки поршня и разбивать маховик, не имеющий градуировки, на градусы при помощи мерного стержня, штангенглубиномера, регляжа и индикатора часового типа.

### Практическое занятие №5

**Тема:** Изучение по чертежам, натуральным образцам, видеоматериалам и макетам конструкции арматуры и форсунок судовых паровых котлов.

**Цель занятия:** изучить особенности конструкции арматуры и форсунок судовых паровых котлов, их расположение на котле, закрепить знания, полученные в ходе изучения топочных устройств.

**ОК и ПК на входе:**

**знать:** принципиальные конструктивные схемы форсунок котлов и арматуры, терминологию, которая употребляется в машинных помещениях, и названия конструктивных элементов топочных устройств (ПДНВ-78, Таблица А-Ш/4, колонка 2).

**уметь:** читать рабочие схемы и чертежи машиностроительного черчения, выполнять эскизы, чертежи и схемы узлов механизмов.

**Задание:** изучить конструкцию форсунок котлов и арматуры. Составить с натуры и при помощи чертежей и плакатов эскизы и схемы основных компоновок, дать описание принципа действия.

**1. Основные теоретические положения**

По назначению арматуру можно разделить на четыре группы: 1) для управления работой котла – стопорные, питательные, топливные клапаны, клапаны отбора насыщенного и охлажденного пара; 2) для защиты котла – предохранительные клапаны, быстрозапорное устройство; 3) для физико-химического контроля – клапаны отбора, проб, ввода присадок, продувания и др.; 4) для выпуска воздуха, дренажа, присоединения к контрольно-измерительным и регулирующим приборам – дополнительная арматура.

На рис. 1. показана примерная схема размещения арматуры на водотрубном котле. На пароводяном коллекторе котла (Рис. 1, а, в) установлена следующая арматура: два питательных клапана 5 и 17 для регулирования подачи питательной воды в котел вручную; питательные невозвратные клапаны 4 и 18 для пропуска питательной воды только в одном направлении – в котел; сдвоенные предохранительные клапаны – главный 19 и импульсный 20; клапаны 10 и 11 пареоохладителя, расположенного в водяном пространстве коллектора; водоуказательные приборы 6 и 12; клапан верхнего продувания 23 и клапан 3 продувания пареоохладителя; спускные клапаны 16; воздушные клапаны 7 и 24 для выпуска воздуха из перепускной трубы 25, соединительной трубы конденсационного сосуда и пареоохладителя; клапан 1 для отбора проб котловой воды на химический анализ; клапаны 22 манометров, импульсные клапаны 2 и 21 для подачи сигналов к регулятору питания; клапан 9 отбора насыщенного пара.

На коллекторе пароперегревателя (Рис. 1, б) размещены главный стопорный клапан 13, клапан дренажа (осушения) 15 и главный предохранительный клапан 14 пароперегревателя (импульсные клапаны 8, 9 установлены на пароводяном коллекторе). Клапаны нижнего продувания, предназначенные для удаления воды и шлама, имеются на всех водяных коллекторах котла. Их размещают аналогично клапану 15.

*Главный стопорный клапан* (ГСК) служит для сообщения котла с главной паровой магистралью, по которой пар поступает к основным потребителям. На рис. 7.23 показана конструкция ГСК с сервомотором системы аварийного отключения котла. Тарелка 10 клапана перемещается с помощью маховика 1 и зубчатой передачи 2.

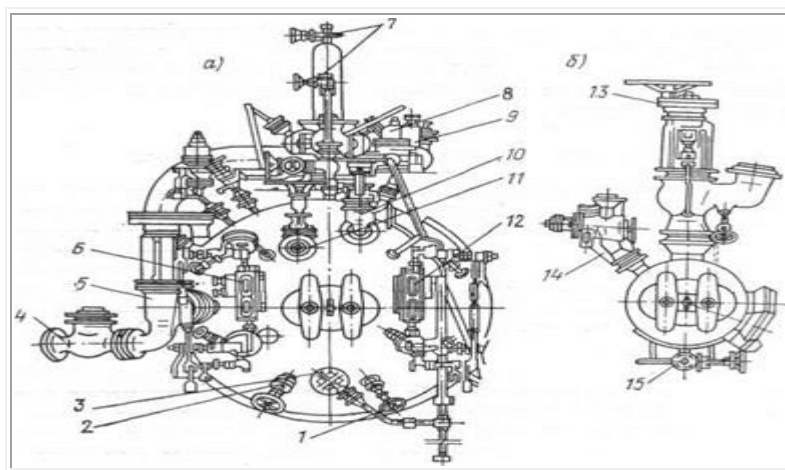




Рис. 1. Размещение арматуры парового котла

Последняя вращает ходовую гайку 16, благодаря чему движется вверх и вниз втулка 14, имеющая винтовое соединение с гайкой 16 и шпоночное – со стопором-указателем 13, который передвигается по направляющим стоек 15 клапана и не позволяет втулке 14 вращаться. При подаче втулки 14 вверх тарелка 10 отходит от седла 9 клапана и клапан открывается. В этом случае пар свободно проходит через ГСК. Однако при давлении в котле ниже давления в паропроводе (например, при разрыве паробразующей трубы) пар не пойдет из паропровода в котел, так как тарелка клапана вместе со штоком опустится и перекроет проход. Таким образом, ГСК является невозвратно-запорным клапаном.

Клапан закрывается при ходе вниз втулки 14, которая перемещает шток); последний прижимает тарелку 10 к седлу 9. Шток 11 соединен с втулкой 14 прессовой посадкой.

Рис. 7.23. Главный стопорный клапан

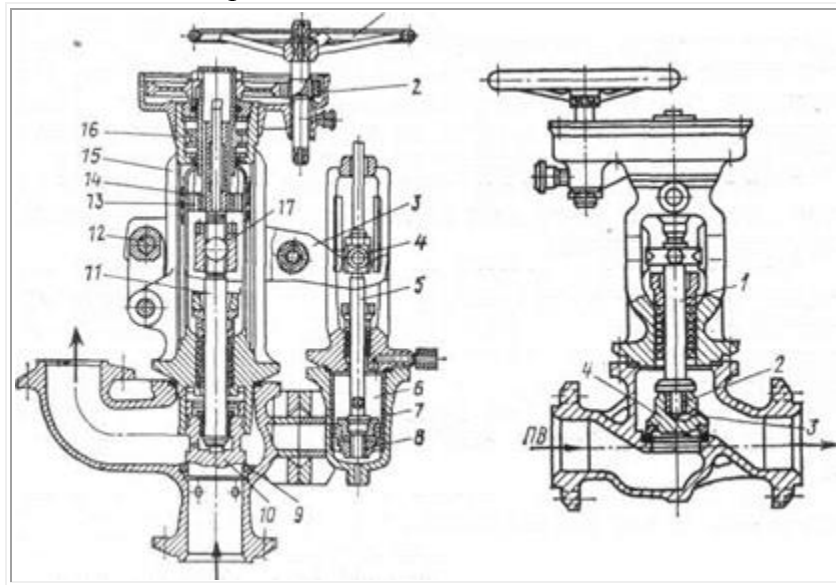


Рис. 2. Главный питательный клапан

При неисправности зубчатой передачи 2 для перемещения тарелки 10 можно использовать квадрат в верхней части штока. Квадраты на валике маховика 1 служат для присоединения приводов дистанционного управления.

Для ускоренного закрытия клапана в случае аварии турбоагрегата или главного паропровода применяют сервомотор 7. Шток 5 сервомотора через приставку 4 и рычаг 3 соединен с поперечиной 17. Рычаг 3 имеет опору 12 на крышке клапана и может поворачиваться вокруг этой опоры. При открытом клапане в верхнюю и нижнюю полости сервомотора поступает пар. Поршень 8 находится в верхней полости сервомотора поскольку площадь поршня сверху меньше на величину площади поперечного сечения штока и сила давления на поршень снизу больше, чем сверху. Для быстрого закрытия клапана достаточно соединить нижнюю часть сервомотора с паровой магистралью низкого давления или с конденсатором. При этом поршень сервомотора пойдет вниз, крестовина 4 надавит на рычаг 3, который повернется относительно опоры 12, и

поперечина 17 переместит шток 11 вниз. При этом шток опустит вниз тарелку клапана и прижмет ее к седлу 9.

Питательный клапан служит для управления подачей питательной воды в котел. Этот клапан тоже невозвратно-запорный, что исключает утечку воды из котла в случае аварии питательной системы (Рис. 7.24). Тарелка клапана 4 с запрессованной латунной втулкой 2 может свободно перемещаться по концу штока 1 вверх и вниз. Отверстие 3 предотвращает разрежение в полости между концом штока и тарелкой клапана, что препятствует присасыванию тела клапана к штоку. При открывании клапана с помощью маховика и пары шестерен шток поднимается вверх, при закрывании – опускается вниз. После подъема штока тарелка клапана поднимается под действием давления воды в питательном трубопроводе.

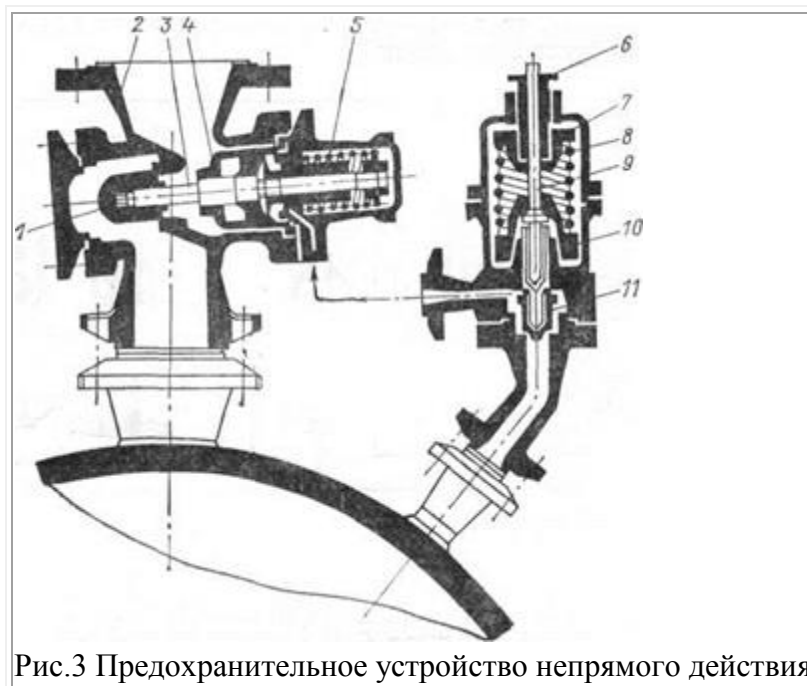
Топливный клапан предназначен для управления подачей топлива к форсункам котла. Конструктивно он подобен питательному клапану.

Предохранительные клапаны (ПХК) обеспечивают защиту котла от чрезмерного повышения давления пара. Согласно действующим нормативам, ПХК должен открываться при повышении давления пара на 5% от номинального значения. При давлении в котле  $P_k < 4$  МПа используют ПХК прямого действия, при  $P_k > 4$  МПа – предохранительные устройства непрямого действия, состоящие из импульсных и главных ПХК.

Предохранительный клапан прямого действия представляет собой пробку в стенке пароводяного коллектора котла. На одну сторону этой пробки давит пар, на другую – пружина или груз. При давлении свыше нормативного сила давления пара на пробку превысит силу сжатия пружины или веса груза, пробка поднимется и выпустит часть пара в атмосферу.

Схема предохранительного устройства непрямого действия показана на рис. 7.25. Тарелка 1 клапана в корпусе 2 главного ПХК сидит на штоке 3 и давлением пара прижимается к седлу. Шток проходит в цилиндре 4 и несет на себе пригнанный к этому цилиндру поршень. На правом конце штока навинчена втулка, отжимаемая вправо небольшой пружиной 5. Эта пружина обеспечивает начальное прижатие клапана к седлу, которое усиливается давлением пара. Тарелка 11 импульсного клапана прижимается к седлу пружиной 8 через нижнюю втулку 10 и шток 9. При давлении выше номинального значения пар приподнимает клапан 11 и по импульсной трубе устремляется в правую полость цилиндра главного предохранительного клапана. Площадь поршня в нем больше площади тарелки 1 клапана, и поэтому шток перемещается влево, открывая выход пара из коллектора в атмосферу. Силу сжатия пружины 8 регулируют с помощью нарезной втулки 6, при вращении которой перемещается верхняя втулка 7, изменяющая высоту пружины, а следовательно, и ее силу сжатия.

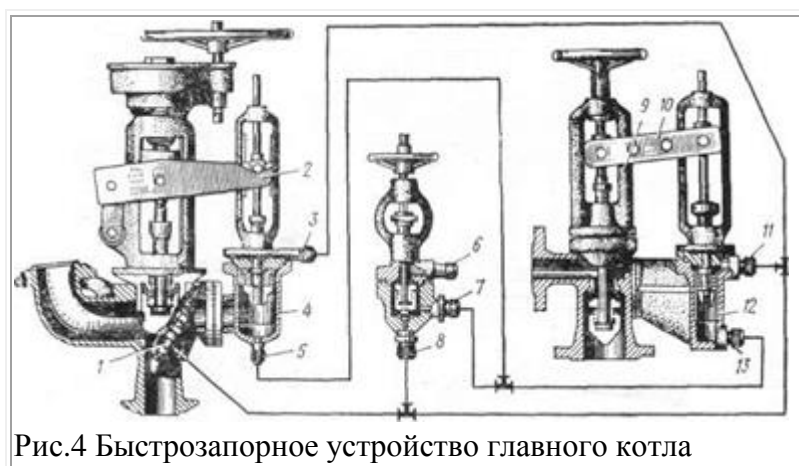
При резком повышении давления (внезапном прекращении отбора пара из котла) срабатывание главных ПХК обезопасит котел от разрушения. Однако пароперегреватель котла, не получающий пара, но еще обогреваемый газами, может быть поврежден. В связи с этим главный ПХК ставят также на собирающем коллекторе ПП, а импульсный – на пароводяном коллекторе.



В этом случае избыточный пар перед выпуском в атмосферу омывает трубы пароперегревателя, защищая их от перегрева дымовыми газами.

Для обеспечения надежности как импульсный, так и главный ПХК выполняют сдвоенными. Как правило, в общем корпусе устанавливают два однотипных ПХК. Один из импульсных клапанов является контрольным. Его регулируют на определенное давление и затем пломбируют. Другой импульсный клапан рабочий. Он не пломбируется; при необходимости силу нажатия его пружины можно ослабить и тем самым гарантировать работу котла на сниженном давлении.

К арматуре защиты котла относят систему быстрозапорного устройства (Рис. 7.26). Ее используют в тех случаях, когда требуется быстро (за 1–2 с) вывести котел из действия. В состав быстрозапорного устройства входят ГСК (слева) с сервомотором 4, главный топливный клапан 9 (справа) с сервомотором 12 и переключающий клапан (в центре). Пар из пароперегревателя через клапан 1 по трубам проходит к верхним штуцерам 3 и 11 сервомоторов. Нижние штуцеры 5 и 13 сервомоторов получают такой же пар через штуцеры 8 и 7 переключающего клапана. Если тарелка этого клапана находится в верхнем положении, то давление в верхних и нижних полостях сервомоторов будет одинаковым.



В аварийной ситуации маховик переключающего клапана поворачивают на пол оборота. При этом штуцер 7 сообщается с атмосферой через штуцер 6. В результате давление в нижних полостях сервомотора падает, оба поршня идут вниз, опуская концы



рычагов 2 и 10, которые, поворачиваясь вокруг оси, перемещают штоки клапанов и отсекают котел от парового и топливного трубопроводов.

Котлы рассчитаны на безвахтенное обслуживание, поэтому снабжены надежными средствами защиты и сигнализации. Автоматическая система защиты котла срабатывает при чрезмерном давлении пара, при уровне воды ниже критической отметки, недопустимом снижении давления воздуха перед топкой, самопроизвольном затухании факела. Системы защиты различны по конструкции, независимо от этого их основной функцией является прекращение подачи топлива к форсункам. Для этой цели служит электромагнитный запорный клапан (Рис. 5). При нормальной работе котла по обмотке катушки 1 проходит электрический ток и магнитное поле катушки втягивает сердечник с запорной иглой 5, которая, поднимаясь, открывает доступ топлива к форсунке через седло 4, запрессованное в корпусе клапана 3.

В случае появления одной из вышеперечисленных неисправностей катушка обесточивается, пружина 2 прижимает запорную иглу к седлу клапана, закрывая доступ топлива к форсункам.

Арматура физико-химического контроля служит для управления водным режимом котла. В состав систем отбора проб, ввода присадок, продувания входят клапаны и краны, конструкция кото рых не отличается от стандартной, исключением является *клапан нижнего продувания*.

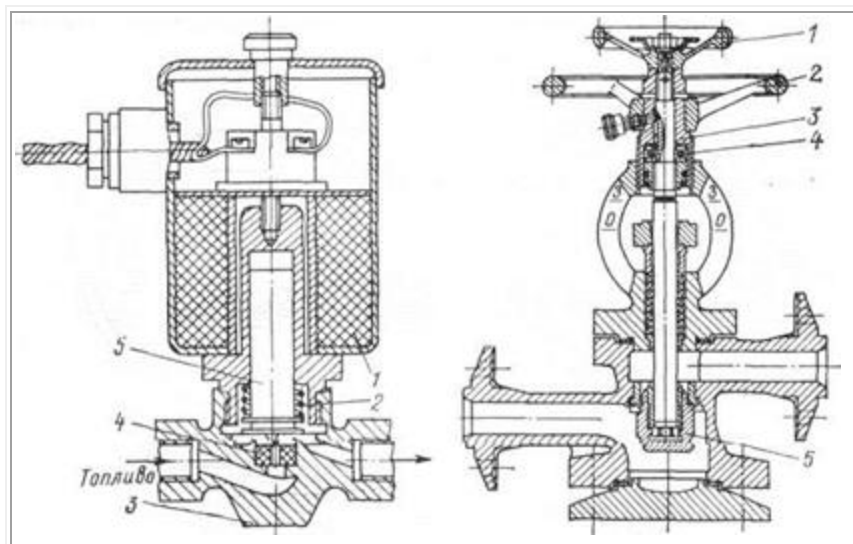


Рис. 5 Электромагнитный быстрозапорный топливный клапан

Рис. 6. Клапан нижнего продувания

Нижним продуванием из водяных коллекторов удаляется скапливающийся там шлам, который может засорить клапан. Поэтому клапан нижнего продувания оснащен двумя маховиками (Рис. 6). Большой маховик 2 служит для перемещения штока и связанного с ним тела клапана 5 вдоль оси с помощью винтовой втулки 3. Малый маховик 1 позволяет только проворачивать тело клапана 5 вокруг оси с целью очистки его посадочных поверхностей. Для облегчения вращения штока во втулке смонтирован подшипник 4. Конструкция клапанов дополнительной арматуры также является стандартной.

Надежная и безопасная работа котлов с естественной циркуляцией возможна только при определенном уровне воды в пароводяном коллекторе, не выходящем за пределы ВУВ и НУВ. Поэтому во время эксплуатации котла уровень воды в коллекторе необходимо поддерживать неизменным. Для наблюдения за уровнем воды служат водоуказательные приборы (ВУП).

В основе работы ВУП лежит принцип сообщающихся сосудов. Схема установки ВУП приведена на рис. 7.30. Прозрачный элемент 1 ВУП соединен сверху и снизу соответственно с паровым и водяным пространствами коллектора 4. В качестве прозрачного элемента для

котлов при давлении менее 3,2 МПа используют стекло, при более высоких давлениях – набор слюдяных пластин. Поверхность стекла, обращенную к воде, делают рифленой.



Рис. 7 Схема водоуказательного прибора парового котла

Благодаря этому световые лучи преломляются таким образом, что нижняя часть стекла, контактирующая с водой, кажется темной, а верхняя – светлой.

В непосредственной близости к прозрачному элементу сверху и снизу установлены два быстрозапорных клапана 2. Они соединены между собой штангой 5, которая оканчивается рукояткой 6 у площадки обслуживания. В случае разрыва прозрачного элемента вахтенному достаточно толкнуть штангу вверх, чтобы перекрыть оба быстрозапорных клапана. Затем закрывают клапан 3 обычной конструкции.

Водоуказательные приборы монтируют на фланцах с помощью специальных удлиненных штуцеров под углом  $15^\circ$  к вертикали. При таком наклоне лучше виден уровень воды с площадки обслуживания. На каждый котел устанавливают не менее двух независимых ВУП одинаковой конструкции. При выходе из строя одного из приборов котел следует вывести из действия. Работа котла с одним ВУП запрещается. Вспомогательные и утилизационные котлы могут иметь один ВУП. При его повреждении котел должен быть выведен из действия. Если котел полностью автоматизирован, то допускается замена ВУП без вывода котла из эксплуатации.

### Топочные устройства

Судовые котлы оборудуют топочными устройствами, обеспечивающими факельный процесс сжигания жидкого топлива. Форсунки, являющиеся частью топочного устройства, предназначены для подачи распыленного топлива в топку, а с помощью ВНУ перемешиваются частицы топлива с воздухом. Форсунки с ВНУ (иногда называемые горелками) могут иметь фронтное и потолочное расположение. Преимущественное распространение получило фронтное расположение, при котором форсунки и ВНУ размещают на передней стенке топки котла, называемой передним фронтом.

Отдельные современные высокоэкономичные главные котлы оборудуют форсунками и ВНУ с потолочным расположением в верхней части топки. При этом создаются условия для более высокой интенсификации факельного процесса, газовоздушный поток получает более естественное движение сверху вниз, факел распределяется почти по всему объему топки. У главных и некоторых вспомогательных котлов устанавливают несколько форсунок с ВНУ, их число зависит от паропроизводительности котла.

К форсункам предъявляются следующие основные требования: простота устройства, надежность действия, хорошее распыливание топлива, большая глубина и легкость регулирования подачи, малый расход энергии, удобство замены и очистки, невысокая стоимость, возможность автоматического регулирования при безвахтенном обслуживании.

В судовых котлах в зависимости от способов распыливания топлива могут применяться форсунки следующих типов: с воздушным и паровым распыливанием топлива, механические неврещающиеся (центробежные) и вращающиеся (ротационные), паромеханические.

Форсунки с паровым или воздушным распыливанием топлива конструктивно идентичные и могут распыливать топливо с помощью пара и воздуха благодаря

кинетической энергии их струи, то есть работать по принципу пульверизатора. Эти форсунки просты по устройству, легко регулируются, но для их действия требуется безвозвратный расход пара или сжатого воздуха. Поэтому такие форсунки в настоящее время можно встретить лишь у единичных котлов вспомогательного флота старой постройки.

Широкое распространение в топочных устройствах котлов морских судов получили механические центробежные форсунки, в которых распыливание топлива осуществляется благодаря достаточно высокому давлению топлива, которое создается специально установленным топливно-форсуночным насосом.

Механические центробежные форсунки подразделяются на нерегулируемые и с регулируемым сливом. Следует отметить, что это деление весьма условное: можно изменять подачу у обеих форсунок. К нерегулируемым относят форсунки с малой глубиной регулирования и такие, у которых изменение подачи связано с их выключением, выемкой из топочного устройства и заменой распыливающего элемента.

Механические центробежные форсунки, различающиеся компоновкой распыливающих элементов, дополнительно иногда подразделяют на форсунки со сменными и постоянно работающими на всех режимах распылителями, что обусловлено в основном условиями эксплуатации котла. Механическая регулируемая центробежная форсунка отечественных вспомогательных котлов (рис. 1) состоит из корпуса 6 с ручкой 7, ствола 5, представляющего собой толстостенную трубу со штуцером на конце, стопорной втулки 4, распределителя (сопла) 3, распыливающей шайбы 2 и головки 1. Топливо от топливно-форсуночного насоса по отверстиям в корпусе и каналу ствола через сверления в стопорной втулке и распределителе поступает к распыливающей шайбе. Распыливающая шайба у данной конструкции имеет четыре канала 8, расположенных тангенциально к окружности вихревой камеры. По ним топливо устремляется к центру и в вихревую камеру 9, где интенсивно раскручивается. Из нее топливо входит в топку через центральное отверстие 10 в виде вращающегося конуса мелко распыленных частиц.

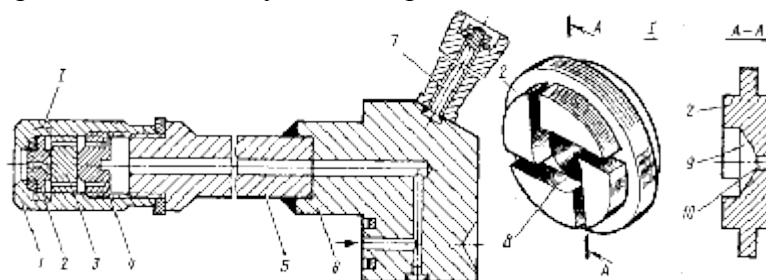


Рис. 1. Механическая нерегулируемая центробежная форсунка.

Поверхности соприкосновения распыливающей шайбы 2 и распределителя 3 тщательно обрабатывают, полируют и при сборке головки прижимают одну к другой стопорной втулкой 4.

Распыливающие шайбы изготавливают из высоколегированных хромоникелевых или хромовольфрамовых сталей. В зависимости от подачи форсунки число тангенциальных каналов может быть от двух до семи.

Форма факела форсунки зависит от отношения  $f_k/f_o$ , в котором  $f_k$  - суммарная площадь всех тангенциальных каналов,  $f_o$  — площадь сечения центрального отверстия. Чем меньше это отношение, тем угол конуса распыливания будет больше, а длина факела меньше.

Шайбы изготавливаются обычно под номерами. Каждый номер соответствует определенной подаче, которая указывается в технической документации. Иногда на шайбах указываются числа, соответствующие значениям диаметра центрального отверстия и отношения  $f_k/f_o$ , при этом иностранные фирмы наносят условные обозначения в виде индексов (рис. 2). Например: буква *X* обозначает, что передняя торцевая стенка шайбы изготовлена плоской, буква *W* — сферической формы; цифра слева — условный номер сверла для изготовления центрального отверстия, цифра справа — отношение  $f_k/f_o$ , увеличенное в 10 раз.

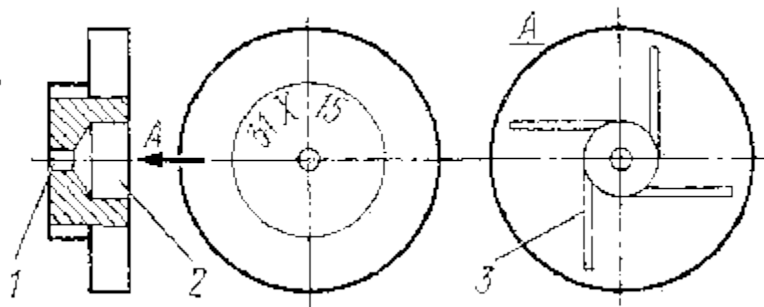


Рис. 2. Распыливающая шайба.

Нерегулируемые механические центробежные форсунки других типов мало отличаются от рассмотренной. Их отличие проявляется в основном в конструкциях распределителей и способах закрепления распыливающих шайб; отдельные конструкции имеют подвод пара для продувки распылителя.

Регулирование действия таких форсунок осуществляют посредством изменения давления подаваемого топлива или смены распылителей. Механические центробежные форсунки обеспечивают при температуре подогрева мазута  $90 - 110^{\circ} \text{C}$  хорошее распыливание, если давление топлива перед ними составляет  $1,6 - 2,0 \text{ МПа}$ . В отдельных установках в зависимости от нагрузок давление топлива достигает  $4 \text{ МПа}$ . При давлении ниже  $0,8 \text{ МПа}$  качество распыливания резко ухудшается, а это значит, что снижение подачи посредством уменьшения давления топлива ограничено.

Изменение подачи заменой распылителей создает существенные неудобства в процессе эксплуатации. В больших котлах при использовании механических нерегулируемых центробежных форсунок диапазон регулирования расширяют, устанавливая несколько форсунок. В этом случае можно применять различные режимы работы, отключая одну или несколько форсунок.

Существенно расширяют диапазон регулирования форсунки с регулируемым сливом, у которых расход топлива может изменяться от  $100$  до  $20\%$  при неизменном начальном давлении топлива в магистрали. Слив может осуществляться из вихревой камеры распыливающей шайбы, а иногда и из соплового распределителя.

В форсунке со сливом излишков топлива из вихревой камеры распылителя (рис. 3) топливо от топливно-форсуночного насоса по кольцевому каналу вокруг трубы 1 поступает в распределитель (сопло) 2, а из него по тангенциальным каналам в распыливающей шайбе 3 в вихревую камеру. Часть топлива из вихревой камеры через центральное отверстие в распределителе попадает через трубу 1 в сливной канал. Подача форсунки регулируется изменением открытия клапана, расположенного за сливным штуцером. При полностью закрытом клапане фор-сунка работает как нерегулируемая с максимальной подачей.

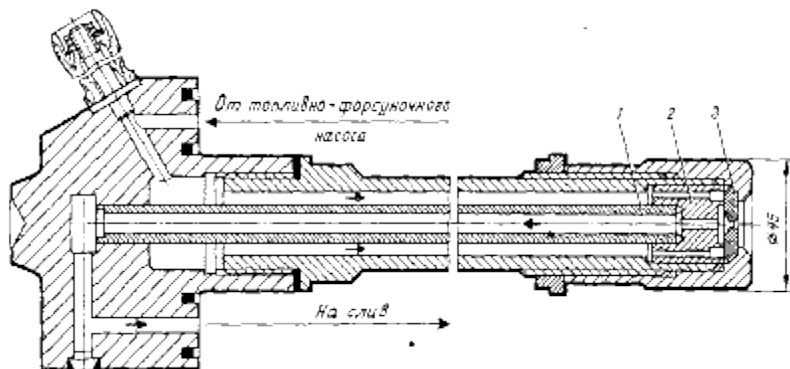


Рис. 3. Механическая форсунка с регулируемым сливом.

Однако такие форсунки более сложны по конструкции, менее удобны в эксплуатации, а из-за большого количества отводимого от них в специальную емкость горячего топлива повышается пожароопасность системы. С целью снижения температуры сливаемого топлива часто применяют установки для его охлаждения, что, естественно, усложняет и удорожает

системы. Кроме того, при перекачке излишков топлива увеличивается расход энергии на привод топливно-форсуночного насоса.

В настоящее время на котлах стали широко применять более совершенные комбинированные паромеханические форсунки, основными преимуществами которых являются значительно большая глубина регулирования подачи при сравнительно невысоких давлениях, создаваемых топливно-форсуночными насосами (0,6 — 3 МПа), при хорошем качестве распыливания топлива.

На нагрузках, близких к полным, паромеханическая форсунка работает как чисто механическая центробежная. На сниженных нагрузках, при которых для обеспечения хорошего распыливания автоматически включается подача пара давлением примерно 0,15 — 0,2 МПа, форсунка работает как паромеханическая. Расход распыливающего пара у паромеханической форсунки составляет примерно 0,05 — 0,15 кг/кг топлива, что для котлов существенного значения не имеет, учитывая кратковременную работу паромеханической форсунки на сниженных нагрузках. Кроме того, при периодических продувках распылителей паром уменьшаются их засорение и коксуемость.

У вспомогательных котлов, которые могут длительное время работать на сниженных нагрузках, безвозвратную потерю пара, затрачиваемого на распыливание топлива, можно отнести к недостатку паромеханической форсунки.

В паромеханической форсунке с комбинированной распыливающей головкой (рис. 4) топливо от топливно-форсуночного насоса по кольцевому каналу ствола 7 поступает в головку форсунки 6 и затем по сверлениям 5 в распределитель 4. Из распределителя, как и в обычной центробежной форсунке, топливо по тангенциальным каналам в распыливающей шайбе 2 поступает в вихревую камеру 3 и, раскрутившись в ней, направляется в топку.

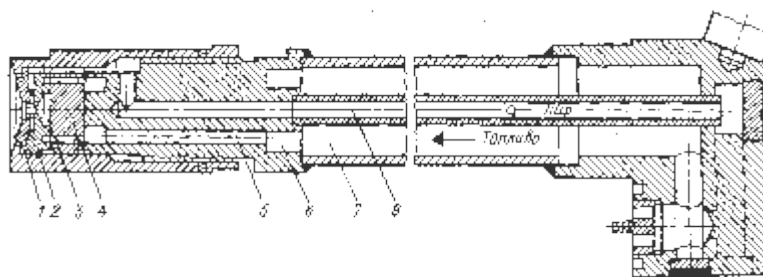


Рис. 4. Паромеханическая форсунка.

Рассмотрим конструкцию еще одной разновидности паромеханической форсунки. При снижении расхода топлива, когда вследствие уменьшения давления распыливание ухудшается, по центральной трубе 8 подается пар, который попадает в тангенциальные канавки дополнительной шайбы 1. Выходящее из шайбы 2 механически распыленное топливо дополнительно подхватывается закрученным быстро движущимся потоком пара в шайбе 1 и вместе с ним по кольцевому среднему каналу между шайбами 1 и 2 поступает в топку. Помимо рассмотренного варианта, существует ряд других конструктивных исполнений распыливающих головок паромеханических форсунок при сохранении общего принципа их работы. Встречаются паромеханические форсунки без распыливающих шайб. Например, у форсунки «Бабкок» (рис. 5) вместо распыливающей шайбы имеется сопло 2 с семью цилиндрическими отверстиями. Сопло прижимается с помощью гайки 5, навертываемой на ствол 6. Топливо через каналы 4 поступает в сопловые отверстия 1, куда по каналам 3 также подается пар. Распыливание топлива осуществляется при использовании энергии совместного удара струи топлива и пара, движущихся с большой скоростью.

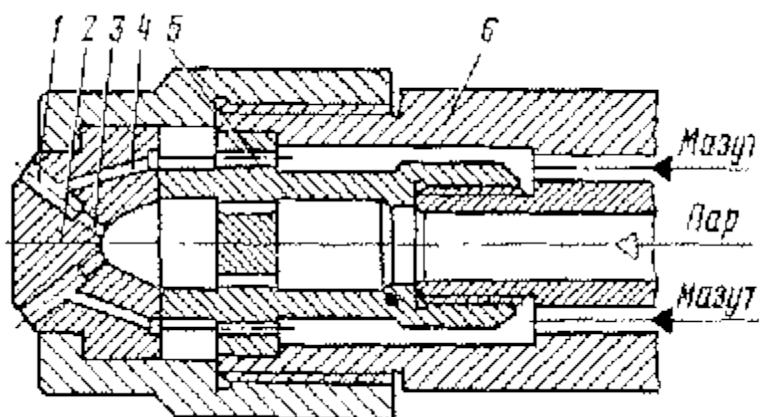


Рис. 5. Головка паромеханической форсунки без распыливающих шайб.

Некоторое распространение получили (преимущественно на судах, построенных в ГДР) механические вращающиеся (ротационные) форсунки, составляющие конструктивно одно целое с топочным устройством.

Форсунки такого типа надежны в эксплуатации, имеют большую глубину регулирования, в них отсутствуют засоряющиеся каналы и отверстия. Ротационные форсунки обеспечивают надежное регулирование подачи в диапазоне нагрузок от 5 до 100% при хорошем качестве распыливания топлива, поступающего с низким давлением (0,05 — 0,15 МПа).

Недостатками ротационной форсунки являются сложность конструкции, повышенный шум в работе, а также необходимость поддержания с помощью дымососов разрежения в топке на всех нагрузках котла, если на котле установлено несколько ротационных форсунок. Последнее обусловлено тем, что при осмотре, очистке или ремонте одной из форсунок без выключения остающихся работающих и ее извлечении образуется достаточно большая амбразура, которую закрывают съемным стальным щитом. При работе дымососа им создается разрежение в топке, поэтому щит, защищающий амбразуру от факела форсунки, будет прижат. При этом исключается выброс пламени из топки от работающих форсунок.

Механическое распыливание топлива в ротационных форсунках осуществляется под действием центробежной силы, создаваемой распылителем, вращающимся с большой частотой вращения (примерно 5000 об/мин), а регулирование — путем изменения открытия клапана, подводящего топливо к форсунке.

Существует несколько типов ротационных форсунок, принципиально отличающихся лишь видом привода (паровой, воздушный, электрический) и способом подвода воздуха.

Ротационная форсунка с приводом от электродвигателя показана на рис. 6. Стакан 10 вместе с полым валом 8 приводится во вращение от электродвигателя 4 через ременную передачу 5. Топливо через штуцер 6 подается в неподвижную трубу 7, расположенную внутри полого вала 8, и из нее попадает на внутреннюю поверхность вращающегося стакана. Под действием центробежных сил топливо прижимается к внутренним стенкам стакана; благодаря их небольшой конусности пленка топлива движется к выходной кромке. Вместе с полым валом вращается насаженное на него колесо вентилятора 3, который через патрубок 9 забирает воздух и нагнетает в кольцевую щель 11 под давлением примерно 5 кПа.

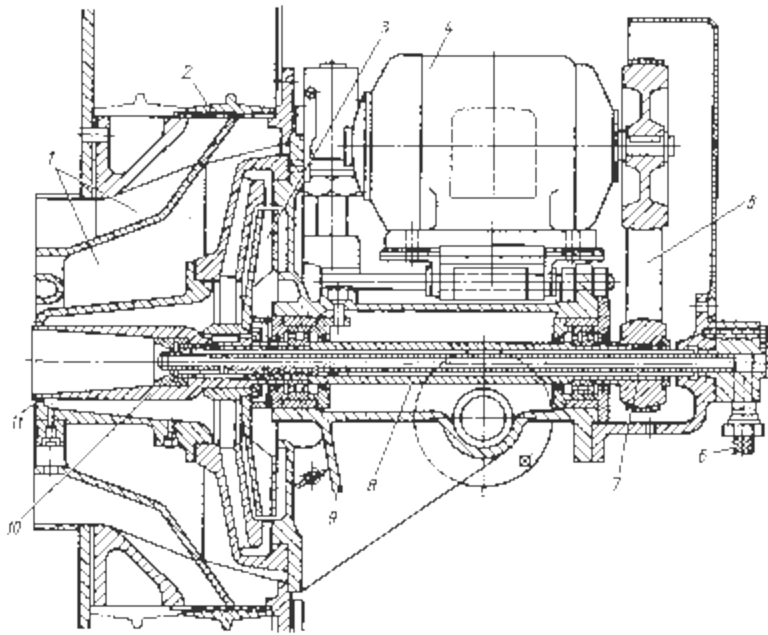


Рис. 6. Вращающаяся (ротационная) форсунка.

Основной поток воздуха (приблизительно 90%) для горения топлива поступает в топку из межобшивочных каналов каркаса от котельного вентилятора. Каналы 1 оборудованы регулирующими шиберами 2.

Имеются конструкции ротационных форсунок, в которых весь воздух поступает только от котельного вентилятора. Внешний вид вспомогательного котла, оборудованного топочным устройством с ротационной форсункой, показан на рис. 7.

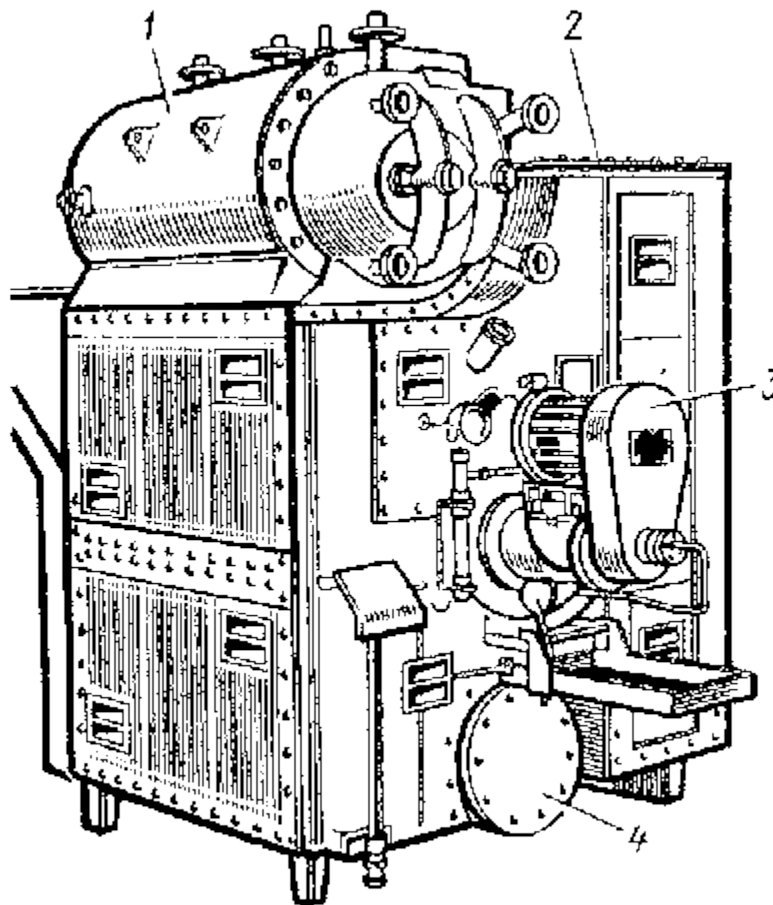


Рис. 7. Вспомогательный котел, оборудованный топочным устройством с ротационной форсункой.

Воздухонаправляющие устройства служат для подачи необходимого количества воздуха в топку котла. От работы ВНУ зависят качество распыливания топлива, его смесеобразование, процесс горения и в конечном счете общая экономичность котла. ВНУ бывают с отдельным подводом первичного и вторичного воздуха (в основном у ротационных форсунок) и с совместным подводом воздуха, а также с неподвижными и с профильными поворотными лопатками. Последние встречаются лишь у отдельных конструкций главных котлов. Наибольшее распространение получили ВНУ с неподвижными лопатками и с совместным подводом воздуха.

Топочное устройство отечественных вспомогательных котлов типов КВВА-2,5/5 и КВС-30 показано на рис. 8. ВНУ смонтировано в воздушном коробе котла, в который подается воздух от котельного вентилятора. ВНУ состоит из двух неподвижных конусообразных колец 5 и 7, между которыми установлены лопатки 18, расположенные под определенным углом, для закручивания выходящего воздушного потока. Для регулирования подачи воздуха установлен кольцевой шибер 6, перемещение которого осуществляется в горизонтальном направлении при помощи тяг 12, подключенных к исполнительному механизму системы автоматики. В местах выхода тяг наружу установлены манжетные уплотнения 10. Основная часть воздуха из короба поступает в топку через каналы между лопатками 18, а некоторая часть — через четыре трубы 1 турболизатора, что способствует лучшему смесеобразованию.

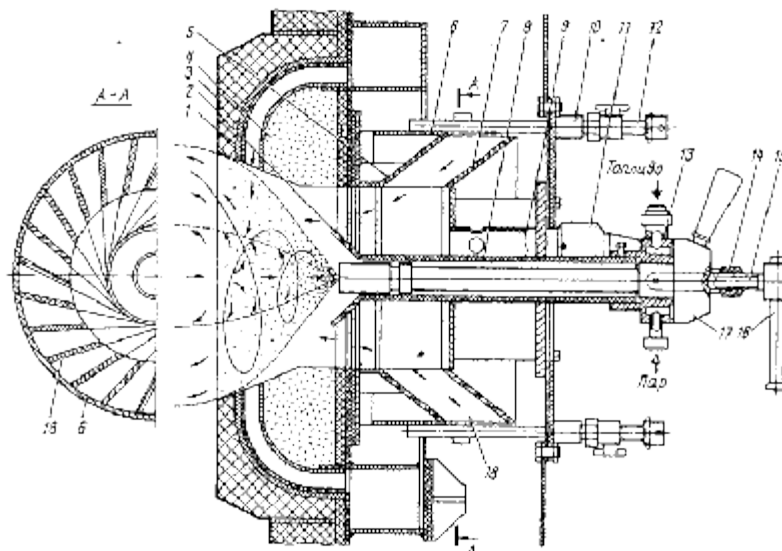


Рис. 8. Топочное устройство котлов КВВА-2,5/5 и КВС-30.

Трубы 1 смонтированы в пазах фурмы 3, выложенной из фигурного кирпича. Паза и зазоры между фигурными кирпичами заполнены шамотной обмазкой 4. Для установки форсунки строго по оси ВНУ предусмотрена форсуночная труба 8 с диффузором 2. На наружный конец форсуночной трубы навинчен башмак 13 с штуцером для подвода топлива и пара, зафиксированный стопорным винтом. Паромеханическая форсунка 17 вставляется в трубу 8 и прижимается своим корпусом к каналам в башмаке при помощи стопора струбцинного типа, который состоит из откидной скобы 14 и стопорного винта 15 с ручкой 16.

Топочное устройство снабжено смотровыми устройствами, в одном из которых установлен фотоэлемент 11, служащий для контроля за горением форсунки. В случае срыва факела фотоэлемент дает сигнал на срабатывание электромагнитного клапана, установленного на топливной магистрали, перекрывающего подачу топлива к форсунке. В смотровой трубе 9 имеются отверстия для прохода воздуха из короба котла, охлаждающего стекла фотоэлемента.

Часто в форсуночных трубах делают захлопки 2 (рис. 9). При выемке форсунки 3 (например, для чистки распыливающей шайбы) торец форсуночной трубы закрывается захлопкой, благодаря чему предотвращается выброс горячего воздуха из короба. Следует помнить, что при выемке форсунки, прежде чем отвернуть струбцинный стопор, необходимо перекрыть подвод топлива и пара.



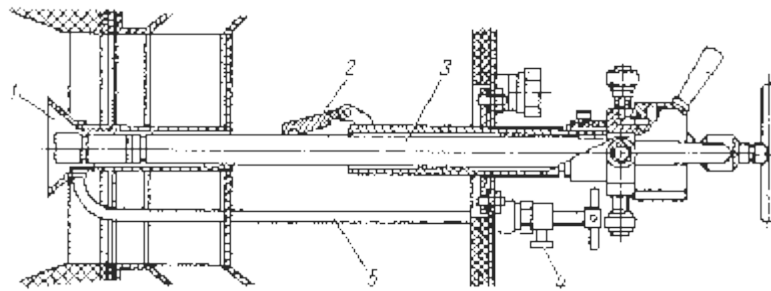


Рис. 9. Топочное устройство с захлопкой и подвижным диффузором.

Диффузор 1, предназначенный для защиты корня факела от задувания и поддержания необходимой температуры при воспламенении топлива, может быть подвижным. Его перемещение осуществляется тягой 5, которая закрепляется стопором 4.

Широкое применение у вспомогательных котлов транспортных судов получили автоматизированные топливно-форсуночные агрегаты, объединяющие в своем составе основные элементы топочного устройства, вентилятор, топливный насос и оборудование, обеспечивающее безвахтенное обслуживание котла. Работают они в позиционном режиме «Включено-выключено».

В качестве примера рассмотрим агрегат типа «Монарх», которым часто оборудуются вспомогательные котлы отечественных дизельных судов, построенных за рубежом (рис. 10).

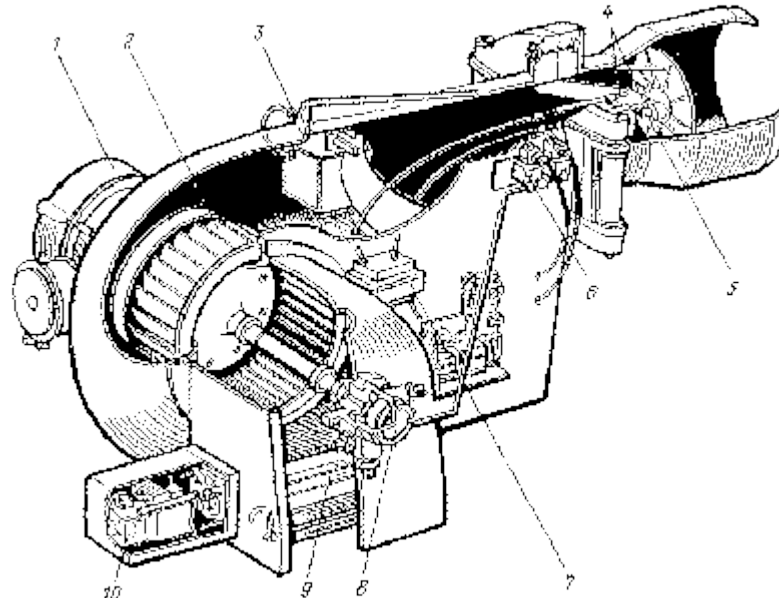


Рис. 10. Устройство автоматизированного топливно-форсуночного агрегата типа "Монарх".

На рис. 11 показана схема агрегата «Монарх», предназначенного для работы на высоковязком топливе. Управление агрегатом осуществляется от электросистемы программного механизма, обеспечивающего последовательное выполнение операций в зависимости от сигналов реле давлений, установленных на котле. Например, если давление в котле понизится до заранее установленного значения, включится электродвигатель 3 и вместе с ним начнут работать закрепленные на его валу вентилятор 4 и топливный насос 15. Одновременно включится также электрический топливоподогреватель 13. Первые 20 — 30 с (в зависимости от настройки системы) проводится вентиляция топки, а топливный насос в это время через имеющийся у него золотник будет забирать топливо из расходной цистерны по трубопроводу 18 через фильтр 17 и прокачивать его частично на слив и частично через трубу 7, полость сопла 9, открытый электромагнитный клапан 12 и трубу 16 во всасывающую магистраль.

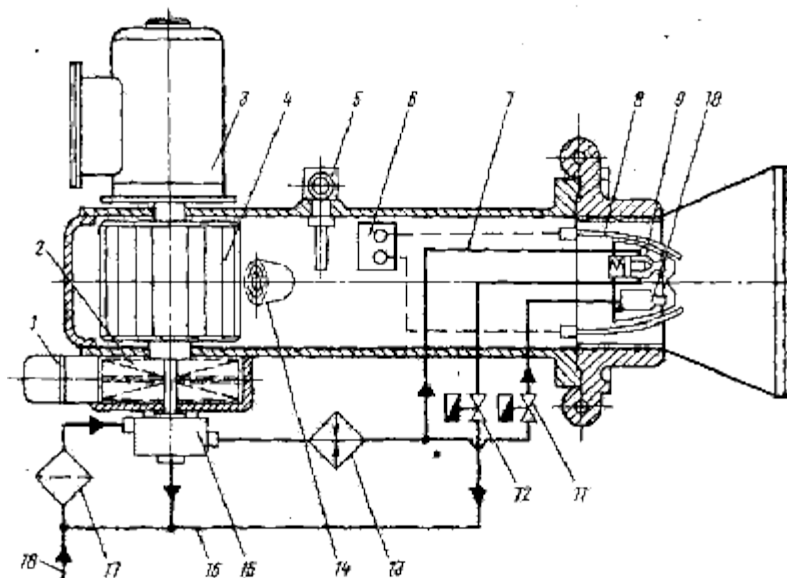


Рис. 11. Схема агрегата типа "Монарх".

По достижении температуры топлива около  $95^{\circ}\text{C}$  и окончании вентиляции топki включится трансформатор зажигания 6 и закроется клапан 12. Поскольку слив топлива от сопла 9 прекратится, топливо под воздействием своего давления отождмет поршеньек запорного клапана сопла 9, направится к распылителю и воспламенится от дуги электродов 8. Фотоэлемент 5, восприняв свет от факела, отключит трансформатор. Если зажигания не произойдет, например из-за попадания воды в топливо или по другим причинам, то по сигналу от фотоэлемента прекратится подача топлива, а программный механизм повторит цикл включения с предварительным вентилированием топki. При повторном срыве зажигания система остановится и включит сигнализацию. Если расход пара из котла большой и давление ниже настроечного значения, заданного программным механизмом, дополнительно включается сопло 10, для чего открывается электромагнитный клапан 11, а исполнительный механизм (ИМ) 1 повернет заслонку 2 для увеличения подачи воздуха. Воспламенение топлива из сопла 10 происходит от факела работающего сопла 9. При давлении в котле на 0,01 МПа ниже рабочего сопло 10 отключается, заслонка возвращается в исходное положение, а при достижении рабочего давления агрегат выключается. Для визуального контроля за пламенем на корпусе имеется смотровой глазок 14.

Кроме агрегата типа «Монарх», широко используются схожие с ним по компоновке и принципу действия агрегаты «Ойлон», «Унигерм», «Викинг», «Саак» и др.

### **Оборудование**

Для выполнения практического занятия необходимы:

- ротационная форсунка с воздухонаправляющим аппаратом;
- стенд «Котел КВ-25»;
- чертежи механических и паромеханических форсунок;
- натуральные образцы арматуры судовых паровых котлов.

### **2. Методика выполнения и содержания отчета**

По имеющимся описаниям, чертежам, литературе, материалам практической работы реальным образцам арматуры изучить устройство арматуры котла и ее расположение. Изучить конструкцию топочных устройств котла. Отчет по работе должен содержать следующие эскизы, чертежи и схемы с пояснительными надписями, отражающими составные части изучаемых узлов:

- схему расположения арматуры на котле (указать ее назначение);
- схему питательного, предохранительного и стопорного клапана с описанием их принципа действия и назначения;
- схему топочного устройства с описанием принципа действия и изображением направления движения топлива, воздуха, пара и распыленной смеси;

### **Контрольные вопросы:**

1. Назначение стопорного клапана.
2. Назначение паровых и водяных кранов.
3. Как определить уровень воды в котле?
4. На каком топливе производится пуск и остановка котла?
5. Для каких целей перед пуском котла включается вентиляция топки?

#### **ОК и ПК на выходе:**

##### **знать:**

-особенности конструкции арматуры судовых паровых котлов, их расположение на котле;  
-конструкцию топочных устройств;  
- терминологию, которая употребляется в машинных помещениях, и названия конструктивных элементов арматуры и топочных устройств (ПДНВ-78, Таблица А-III/4, колонка 2).

##### **уметь:**

- используя рабочие чертежи и инструкцию по эксплуатации самостоятельно разобраться с конструкцией клапанов паровых котлов и топочных устройств и их принципом действия.

### **Практическое занятие №6**

**Тема:** Подготовка котла к пуску, обслуживание. Поддержание уровня воды в котле.

**Цель занятия:** изучить подготовку котла к пуску, обслуживание его во время работы. Контроль и поддержание уровня воды в котле. Действия при упуске воды в котле.

#### **ОК и ПК на входе:**

**знать:** конструкцию и принцип действия судового парового котла, основы эксплуатации котла, терминологию, которая употребляется в машинных помещениях, и названия конструктивных элементов парового котла (ПДНВ-78, Таблица А-III/4, колонка 2).

**уметь:** выполнять основные операции при управлении компьютером.

**Задание:** изучить подготовку котла к пуску, обслуживание его во время работы и методику поддержания уровня воды в котле. Действия при упуске воды в котле. Подготовить котел к пуску, запустить и вывести на режим работы. Проанализировать допущенные ошибки.

### **1. Основные теоретические положения**

#### **Эксплуатация вспомогательного парового котла**

1.1. Подготовка к пуску котла после непродолжительного вывода из действия. Произвести осмотр и убедиться, что в котельном отделении не находятся посторонние предметы, мешающие свободному проходу при обслуживании котла.

Произвести наружный осмотр котла и убедиться в отсутствии видимых дефектов.

Произвести наружный осмотр ВУП и убедиться в отсутствии их повреждений; проверить свободный ход клапанов и их приводов. Убедиться в отсутствии повреждений манометров, термометров и остальных КИП, а также наличие на них пломб и отметок о сроках проверки.

Проверить лёгкость перемещения регистров воздухонаправляющих устройств и воздушных заслонок .

Опробовать исправность действия сажеобдувочных устройств (без подвода рабочей среды).

Проверить освещение котельного отделения, КИП и особенно ВУП. Открыть топку и проверить отсутствие подтеканий топлива в топку.

Проверить наличие и готовность к действию противопожарных средств.

Включить тумблер «Питание» на щите управления.

Включить тумблер «Управление ручное» на щите управления.

#### **1.2. Подготовка питательной системы к заполнению котловой водой**

При подготовке питательной системы необходимо осмотреть питательные трубопроводы, проверить работу клапанов и установить их в рабочее положение:

Открыть клапаны к манометрам. Проверить количество и качество питательной воды в теплом ящике.

Подготовить к заполнению котла водой арматуру, установленную на котле, для чего: Проверить работу питательного электронасоса.

### **1.3. Заполнение котла водой**

Заполнение котла водой производить с разрешения старшего механика. Котел должен заполняться водой, характеристики которой отвечают водному режиму котла. Разность температур воды и стенок котла не должна превышать 20...30 °С.

Включить питательный электронасос и открыть клапан 9. Уровень воды в котле должен быть установлен на отметке «низший уровень воды».

Отключить питательный электронасос. После заполнения котла водой необходимо: Проверить исправность всех ВУП, открывая и закрывая клапаны на ВУП. Проверить соответствие показаний всех ВУП, установленных на котле, и дистанционного указателя (ДУУ) на щите индикации. Подключить и опробовать систему защиты и сигнализации по уровню воды в котле. Проверить удерживается ли уровень воды в котле, при его снижении необходимо выяснить и устранить причину утечки воды.

При обнаружении пропусков воды в горловинах и арматуре допускается устранять пропуски обжатием крышек, фланцев и сальников.

### **1.4. Подготовка топливной системы к работе**

Произвести осмотр топливных цистерн тяжелого и легкого топлива, проверить арматуру, спустить отстой и проверить уровень топлива.

Осмотреть топливопроводы, клапаны, фильтры, топливоподогреватель, форсунки и установить стояночные распылительные шайбы; ввести форсунку № 1 в топку и подключить к топливопроводу.

Пуск котла производим на легком топливе для чего готовим к пуску систему дизельного топлива.

### **1.5. Подготовка к работе средств индикации, сигнализации и защиты.**

При подготовке к работе котла необходимо убедиться, что при нажатии кнопки «Питание» включилось табло автоматической предупредительной сигнализации и защит, в том числе защит по давлению воды перед котлом, по уровню воды в котле, по давлению пара, по давлению топлива, по обрыву факела, по падению давления воздуха и по отключению электроэнергии.

Осмотреть предохранительные клапаны, проверить наличие пломб на них и опробовать клапана, подорвав вручную клапан .

### **1.6. Розжиг форсунок**

Перед розжигом котла необходимо убедиться в том, что:

1. все системы, обслуживающие котёл, подготовлены к вводу в действие;
2. системы управления и защиты находятся в рабочем состоянии;
3. уровень воды соответствует требуемому, а все ВУП функционируют нормально;
4. в течение 10 минут топка провентилирована при полностью открытых регистрах форсунок и открытых заслонках;
5. после вентиляции регистры форсунки №2 – закрыты, а регистры форсунки №1 – приоткрыты.

Включить шестерёнчатый топливный насос легкого топлива, и убедиться, что быстрозапорный клапан открыт и что давление топлива перед форсункой не менее 1,3 МПа (13 кг/см<sup>2</sup>).

6. Включить электровоспламенитель и подать топливо на форсунку №1; убедившись в появлении устойчивого факела, отключить электровоспламенитель.

7. Отрегулировать процесс горения по цвету факела и его форме.

### **1.7. Подъем давления пара**

Продолжительность подъёма пара с момента зажигания огня в топке до рабочего давления 2,5 МПа (25 кг/см<sup>2</sup>) должна быть не менее 30 минут. После зажигания огня необходимо продуть ВУП и в дальнейшем продувать их через каждые 5 минут до подъёма рабочего давления.

При появлении сплошной струи пара из воздушного крана закрыть его и полностью закрыть все паровые клапана на котле. Пар должен появиться через 15 минут после розжига форсунки.

Продуть трубки манометров и в течении всего времени подъёма давления пара следить за уровнем воды в котле.

Осмотреть все соединения и обжать сальники и фланцы. Обжатие крышек лазов и горловин разрешается производить в присутствии котельного механика при давлении пара не более 0,3 МПа (3 кг/см<sup>2</sup>) без ударов или применения дополнительных рычагов. Обжатие фланцев – при давлении пара не более 0,5 МПа (5 кг/см<sup>2</sup>). Приоткрыть воздушные регистры форсунки №2 и подать топливо на форсунку №2, зажечь её от факела форсунки №1.

При достижении давления пара 1,2 МПа (12 кг/см<sup>2</sup>) произвести проверку действия предохранительных клапанов ручным подрывом импульсного предохранительного клапана 55.

В процессе подъёма давления пара (при давлении 0,5...0,8 МПа) проверить в соответствии с инструкцией действие сигнализации и защиты по исчезновению факела, продуть трубки всех манометров и включить в работу питательный насос.

После достижения рабочего давления пара в котле необходимо произвести верхнее продувание, для чего надо открыть клапан и подпитать котёл до уровня на 20...30 мм выше рабочего уровня, а затем открыть продувочный клапан и понизить уровень воды до рабочего.

Необходимо повторно произвести проверку исправности действия предохранительных клапанов, водоуказательных приборов, клапанов нижнего продувания и средств питания. Продувание ВУП надлежит производить как указано в инструкции.

Время продувания – не более 10 секунд.

### **1.8. Подключение котла под нагрузку**

Включение котла в работу на внешние потребители должно производиться с разрешения старшего механика.

При сообщении котла с холодной магистралью необходимо прогреть её не менее 15 минут, открыв клапан продувания паропровода и приоткрыть стопорный клапан. Затем осмотреть трубопровод, убедиться в отсутствии пропусков пара и свободном расширении трубопровода.

Перед подключением котла к нагрузке необходимо в форсунках сменить стояночные распылители на основные.

### **1.9. Обслуживание котла в действии**

За действующим котлом и обслуживающими его механизмами необходимо вести наблюдения по показаниям КИП, сигналам аварийно-предупредительной сигнализации, а также путём осмотров установки.

Необходимо контролировать следующие параметры:

- уровень воды в котле
- давление насыщенного пара
- давление и температуру питательной воды;
- давление и температуру топлива
- давление воздуха перед топкой;
- температуру и химический состав уходящих газов

Во время работы котла периодически необходимо:

- обслуживать систему питания котла и топливную систему;
- контролировать качество горения топлива
- контролировать исправность действия систем сигнализации, защит и КИП;
- контролировать химический состав питательной и котловой воды и поддерживать требуемый фосфатно-нитратный водный режим;
- производить сажеобдувку котла
- осматривать котёл проверять его арматуру и фланцевые соединения для выявления пропусков пара, воды и топлива;
- проверять исправность ручных приводов клапанов и заслонок;

- следить за состоянием видимых частей топки и поверхностей нагрева через смотровые отверстия;
- осматривать кожух котла и газоход с целью выявления неплотностей и повышенной температуры обшивки, устранение пропусков газа и воздуха производить при первой возможности;
- контролировать уровень воды в тёплом ящике и топлива в топливной цистерне.

#### **1.10. Контроль уровня воды в котле**

Уровень воды в водоуказательном стекле необходимо поддерживать между отметками «Рабочий уровень» и «Верхний уровень».

Питание действующего котла должно производиться непрерывно.

Для контроля правильности показаний водоуказательных стёкол необходимо их продувать не реже одного раза в течение 30 минут.

При отсутствии уверенности в правильности показаний ВУП надо немедленно прекратить горение.

При приёме вахты вахтенный механик должен производить проверку соответствия показаний ДУУ водоуказательным приборам.

Допускаемая погрешность не более 20 мм.

При повышении уровня воды в котле выше верхнего указателя необходимо:

- продуть ВУП и убедиться в правильности их показаний;
- уменьшить питание, прикрыв клапаны.

Если, несмотря на принятые меры, уровень воды продолжает повышаться, необходимо:

- прекратить питание;
- осторожно приоткрыть нижнее продувание, следя за уровнем воды в котле

Если уровень воды в котле ушёл за верхнюю кромку водоуказательного стекла следует немедленно полностью прекратить питание и усилить продувание.

При появлении уровня в ВУП прекратить продувание котла, выяснить и устранить причины перепитки котла.

При быстром снижении уровня воды в ВУП ниже нижнего указателя необходимо немедленно:

- усилить питание;
- уменьшить подачу топлива;
- проверить исправность действия системы управления питанием котла;
- снизить расход пара на потребители;
- приготовиться к выводу котла из действия

Если, несмотря на принятые меры, уровень воды ушёл за нижнюю кромку водоуказательного стекла, необходимо экстренно вывести котёл из действия. Подпитка котла в этих условиях категорически запрещается.

При вспенивании, вскипании и бросках котловой воды, признаками которых являются резкие колебания уровня воды в ВУП и гидравлические удары в паропроводах, необходимо снизить нагрузку котла, открыть продувание паропровода, усилить верхнее продувание, снизить уровень воды в котле до нижнего, отобрать пробу и произвести анализ котловой воды.

Все ВУП должны продуваться не реже одного раза за вахту.

Пропуски пара или воды в ВУП не допускаются.

При выходе из строя одного из ВУП необходимо усилить наблюдение за уровнем воды в котле по другим приборам и принять меры к ремонту неисправного. Работа котла с одним ВУП более 1 часа запрещается. При выходе из строя второго ВУП котёл должен быть немедленно выведен из действия.

Включение нового ВУП должно сопровождаться медленным и равномерным прогревом стекла во избежание появления в нём трещин.

#### **1.11. Обслуживание системы питания**

Качество питательной воды должно соответствовать нормам, установленным инструкцией по водному режиму котла. Особое внимание должно уделяться предупреждению попадания смазочных масел и топлива в питательную воду.

Если принятыми мерами предохранить котёл от попадания в него топлива или масла не удастся, котёл должен быть немедленно выведен из действия.

Резервные питательные средства необходимо поддерживать в постоянной готовности к пуску.

При обслуживании тёплого ящика необходимо:

- контролировать уровень воды;
- проверять чистоту фильтров и своевременно их заменять;
- контролировать температуру воды

### **1.12. Управление горением**

Для создания условий высококачественного сжигания топлива необходимо:

- поддерживать давление топлива 1,3...2,5 МПа (в зависимости от нагрузки котла), температура мазута должна быть 85...95 °С;
- поддерживать давление воздуха перед ВНУ 900...1000 Па (90...100 мм вод.ст);
- периодически проверять форму факела и качество горения;
- использовать исправные распылители;
- обеспечить соблюдение всех установочных размеров топочного устройства (положение форсунки относительно оси фурмы, положение диффузоров).

Для предупреждения внезапного изменения давления мазута необходимо периодически проверять наличие воздуха в воздушных колпаках.

Контроль качества горения должен производиться по цвету пламени в топке и цвету дымовых газов на срезе дымовой трубы.

Контроль качества горения осуществляется периодически через смотровые лючки (гляделки). Пламя в топке должно быть прозрачным, а его цвет – соломенно-жёлтым или ярко оранжевым. Через пламя должны чётко просматриваться швы кладки, трубы испарительных пучков. Касания и удары факела в футеровку и испарительные трубы не должно допускаться. Цвет газов на выходе из дымовой трубы должен быть слабозаметным светло-серым или светло-коричневым. Котёл должен работать с минимально возможным для каждого режима работы коэффициентом избытка воздуха.

Открытие и закрытие форсуночных клапанов необходимо про-изводить быстро и полностью (во избежание подтекания топлива в топку и коксования головок форсунок).

При загрязнении или закоксовании распылителя форсунки, обнаруженном по неполному факелу или его потуханию, необходимо немедленно заменить форсунку запасной, не допуская разлива топлива.

В случае внезапного потухания факела немедленно закрыть запорные клапаны, снизить давление воздуха и приступить к зажиганию факела только после вентиляции топки.

Неработающие форсунки необходимо выводить из топки, а отверстия для них закрывать при помощи заслонки.

### **1.13. Обслуживание топливной системы**

Температуру подогрева мазута перед форсунками необходимо регулировать изменяя подачу пара в топливоподогреватель. При выходе из строя топливоподогревателя, котёл должен быть переведён на работу на лёгком топливе.

При увеличении перепада давления топлива до и после фильтра до установленного предельного 0,1 МПа (1 кг/см<sup>2</sup>) необходимо произвести чистку фильтра. При резком уменьшении перепада давления произвести замену фильтрующего элемента.

Необходимо следить за плотностью всех соединений топливопровода, не допуская пропусков топлива и скопления его под котлами и на топочном фронте. Все протечки топлива должны немедленно устраняться, а вытекшее топливо убираться.

### **1.14. Обслуживание систем защиты и сигнализации**

Длительная эксплуатация котла с отключённой системой защит не допускается.

Проверку устройств защиты и сигнализации на действующем котле необходимо производить не реже, чем через каждые 250 часов работы.

Проверка производится при нагрузке котла не более 25...30 %.

### 1.15. Водный режим котла

Для предупреждения в процессе эксплуатации котлов накипеобразования, коррозии металла со стороны пароводяного пространства и уноса из котлов влаги и солей необходимо строго соблюдать фосфатно-нитратный водный режим котла.

Нормы качества питательной и котловой воды приведены ниже.

Химический анализ котловой воды необходимо осуществлять ежедневно, а при нарушении или корректировке водного режима – ежевахтенно.

В случае выхода из строя солемера анализы воды на содержание хлоридов должны проводиться ежевахтенно. Результаты анализов котловой и питательной воды должны быть отражены в журнале водоконтроля.

Во всех случаях отклонения от установленных норм состав котловой воды должен немедленно корректироваться. При значительном превышении общего солесодержания или высокой остаточной жёсткости в результате грубых нарушений норм водообработки или обнаружении в воде нефтепродуктов должна быть произведена частичная или полная смена воды в котле.

Способами регулирования водного режима паровых котлов являются: докотловая обработка питательной и добавочной воды; внутрикотловая обработка воды; верхнее и нижнее продувание котла.

Внутрикотловая обработка воды заключается в поддержании фосфатно-нитратного режима котловой воды, путём ввода в котёл тринатрийфосфата  $O\ H\ 12\ PO\ Na_2\ 4\ 3\ \square\ \square$  и натриевой селитры  $3NaNO$ .

Нормы качества питательной воды:

Хлориды,  $\square Cl$  не более 10 мг/л

Общая жесткость не более 0,02 мг/л

Содержание кислорода не более 0,02 мг/л

Нормы качества котловой воды:

Хлориды,  $\square Cl$  500 мг/л

Общее солесодержание не более 2000 мг·экв/л

Щелочное число, NaOH 100...150 мг/л

Фосфатное число 20...40 мг/л

Нитратное число 50...75 мг/л

Жёсткость остаточная не более 0,05 мг·экв/л

Солесодержание котловой воды следует регулировать величиной объёма продуваемой воды.

Количество продуваемой воды определяется по снижению уровня воды в водоуказательном приборе.

Количество продуваемой воды не должно превышать:

- при верхней продувке 1/3 её нормального уровня по водоуказательному прибору;

- при нижней продувке 1/2 её нормального уровня по водоуказательному прибору.

Периодические верхние и нижние продувания котлов должны производиться котельным механиком, а в его отсутствие – вахтенным механиком с разрешения старшего механика по установленному графику.

Перед продуванием необходимо:

подпитать котёл до верхнего уровня

проверить готовность к действию резервного питательного насоса

Нижнее продувание должно производиться при каждом вводе и выводе котла из действия, перед вводом присадок, а также во время работы котла один раз в сутки. Перед проведением нижнего продувания необходимо снизить нагрузку. Водяные коллекторы должны продуваться попеременно. В процессе продувания необходимо контролировать уровень воды в котле.

Верхнее продувание должно производиться при каждом вводе и выводе котла из действия и по результатам анализа проб котловой воды для снижения солесодержания или щелочного числа в период работы котла, а также при появлении признаков масла в котловой воде.



В случае появления гидравлических ударов в трубопроводах продувания, прикрыть клапан продувания до прекращения толчков, после чего снова осторожно открыть клапан.

Если после окончания продувания не удаётся закрыть клапан, следует немедленно прекратить горение и питание котла.

#### **1.16. Вывод котла из действия**

Перед выводом котла из действия необходимо:

- произвести обдувку поверхностей нагрева;
- произвести поочерёдно верхнее и нижнее продувание и подпитать котёл
- отключить систему сигнализации и защиты;
- перейти на работу на лёгком топливе

Для вывода котла из действия необходимо:

- прекратить подачу топлива на форсунку № 2;
- прикрыть регистр форсунки № 2;
- закрыть подачу топлива на форсунку № 1;
- остановить насос лёгкого топлива
- остановить вентилятор закрыть регистры и воздушные заслонки
- остановить питательный насос и закрыть клапана на питательном

трубопроводе;

- закрыть стопорный клапан
- укупорить котёл

Охлаждение котла рекомендуется производить по возможности медленно. Запрещается искусственное охлаждение котла путём подачи в котёл холодного воздуха; питания холодной водой, спуска воды с температурой выше 50°C.

Запрещается открывать лаз в топку до полного остывания котла. Удаление воды из котла разрешается производить только после того, как её температура снизится до 50°C.

При каждом спуске воды следует проверять срабатывание защиты и сигнализации по нижнему уровню воды в котле.

#### **1.17. Экстренный вывод котла из действия**

Котёл должен быть немедленно выведен из действия в следующих случаях:

- если давление пара в котле повысилось до отметки предельно- допустимого и продолжает расти, несмотря на ручной подрыв предохранительных клапанов;
- при упуске воды ниже нижней видимой кромки ВУЦ;
- если уровень воды поднялся выше верхней видимой кромки водоуказательного стекла и продувкой не удаётся быстро снизить его;
- при прекращении действия всех питательных средств;
- при выходе из строя всех ВУЦ, установленных на котле
- при отказе топливных насосов
- при выходе из строя вентиляторов котла
- при обнаружении в основных элементах котла трещин, выпучин и других дефектов, угрожающих безопасности котла;
- при разрыве водогрейной трубы;
- при взрыве газов в топке или газоходе
- при обесточивании установки
- при возникновении пожара в газоходах котла

Для экстренного вывода котла из действия необходимо:

- закрыть быстрозапорный топливный клапан;
- остановить топливный насос
- закрыть стопорный клапан
- прекратить питание котла
- остановить вентилятор закрыть воздушные заслонки

Котёл должен быть выведен из действия:

- при обрушивании хотя бы части обмуровки топки;

- при выходе из строя более 50 % предохранительных клапанов;
- при угрозе затопления котельного помещения;
- при вырыве прокладки во фланцевом соединении, появлении свища в трубопроводе;
- при появлении течи в вальцованных или сварных соединениях;
- в случае сильного местного разогрева каркаса или обшивки котла;
- при появлении свища в котельной трубе;
- при невозможности плотно закрыть арматуру трубопровода продувания котла.

Последующий ввод котла в действие допускается только после выяснения и устранения причины, вызвавшей экстренный вывод котла из действия.

### **Оборудование**

Для выполнения практического занятия необходимы:

-программа UNITEST.

### **2. Методика выполнения и содержания отчета**

- 1.Ознакомится с панелью управления котла(Рис.1.)
- 2.Делаем перевод обозначений на панели с английского языка на русский язык.
- 3.Пуск будем производить в ручном режиме управления.
- 4.Включаем в работу 1 форсунку(Burner) с положения 0 в положение 1.(Рис.2.)
- 5.Boiler control mode ставим из положения 0 в положение 1. (Рис.2.)
- 6.Включаем питательный насос. Feed pump selection в положение 1. (Рис.2.)
- 7.Main switch из положения 0 в в положение 1. Срабатывает оповещение (сирена) и загорается Low alarm level . Т.е. отсутствует уровень воды в котле.(Рис.3.)
- 8.Выключаем сирену.(Нажать Alarm confirmation ).
- 9.Включаем Lamps control (проверяем наличие питания на приборах и датчиках).
- 10.Включаем Diagram и переходим к схеме котла. (Рис. 4.)
- 11.Проверяем наличие воды в танках. (Рис. 4.)
12. Подготавливаем систему питания для насоса №1(открываем клапана).Открытые клапана обозначены желтым цветом.(Рис.5.)
- 13.Открываем краны водоуказательных стекол. (Рис.6.)
14. Открываем воздушный кран.(Рис.7.)
- 15.Открываем клапана на датчике уровня.(Рис.8.)
- 16.Открываем клапан подачи топлива.(Рис.9.)
- 17.Возвращаемся на Control panel и включаем Feed pump для наполнения котла водой.(Рис.10 и 10а.)
- 18.Как только загорается Service water level остановить Feed pump и проверить уровень воды.(Рис.11.)
- 19.Нажимаем Spark-manual - котел запустился(Рис.11а.)
- 20.Контролируем уровень воды. При нагреве он повышается.
- 21.При появлении пара из воздушного крана, закрываем его.(Рис.12.)И подаем пар на прогрев паропровода. Уровень воды может превысить норму при нагреве. Лишнюю удалить продуванием.
- 22.Подостижению паром спецификационного давления закрываем кран удаления конденсата из паропровода и подаем пар на потребитель.(Рис.13).
- 23.Далее контролируем режим работы и уровень.

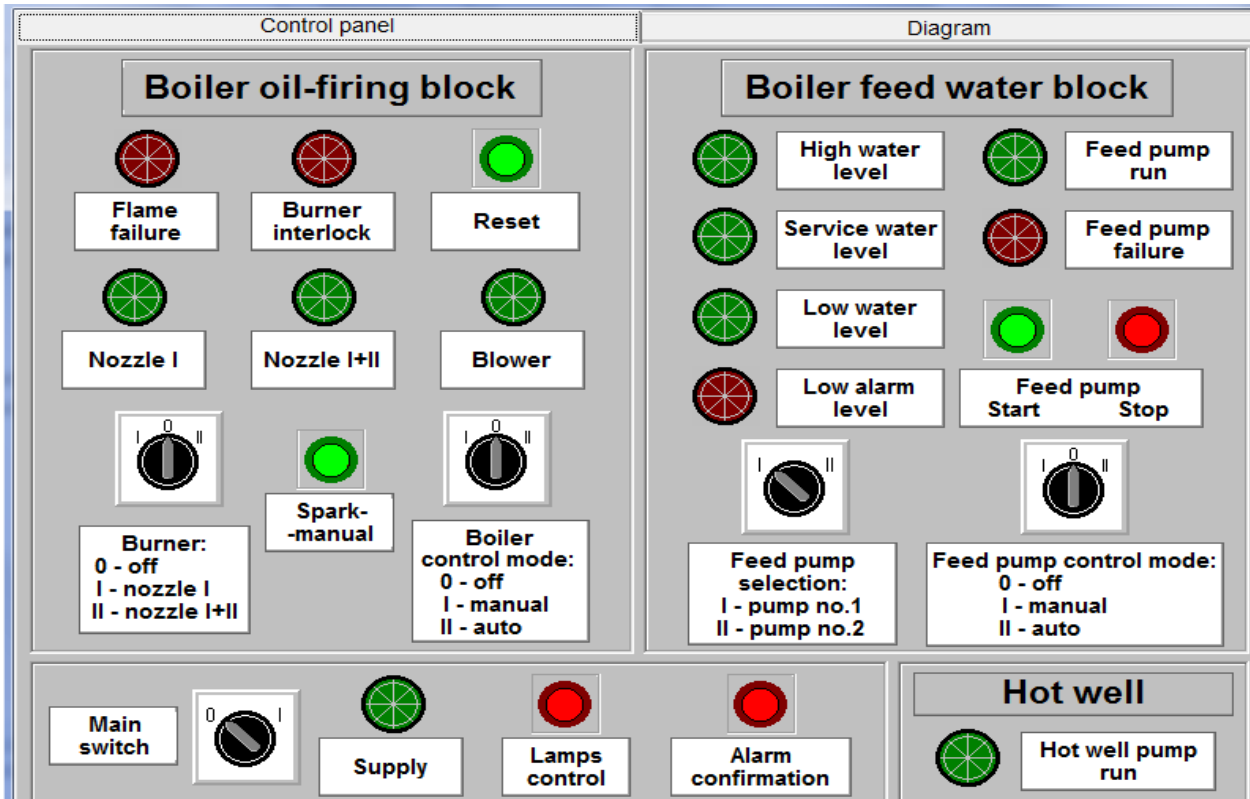


Рис. 1.

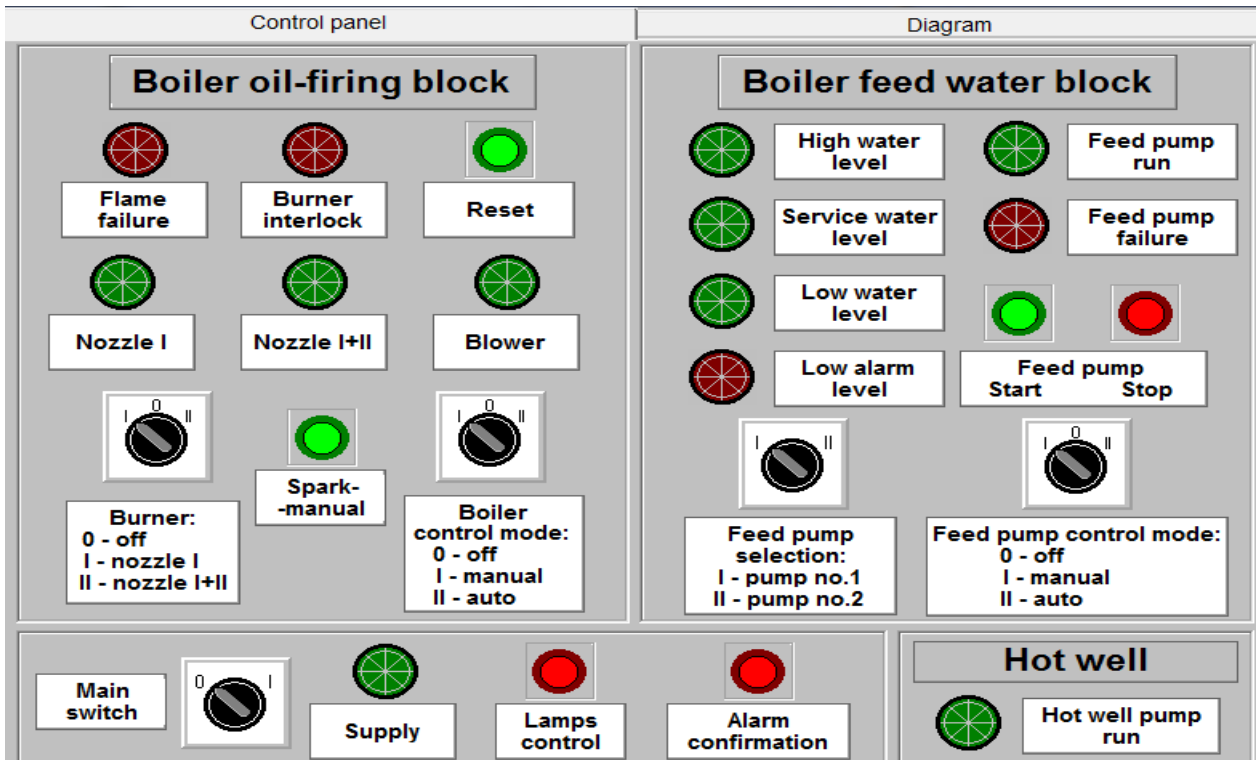


Рис. 2.

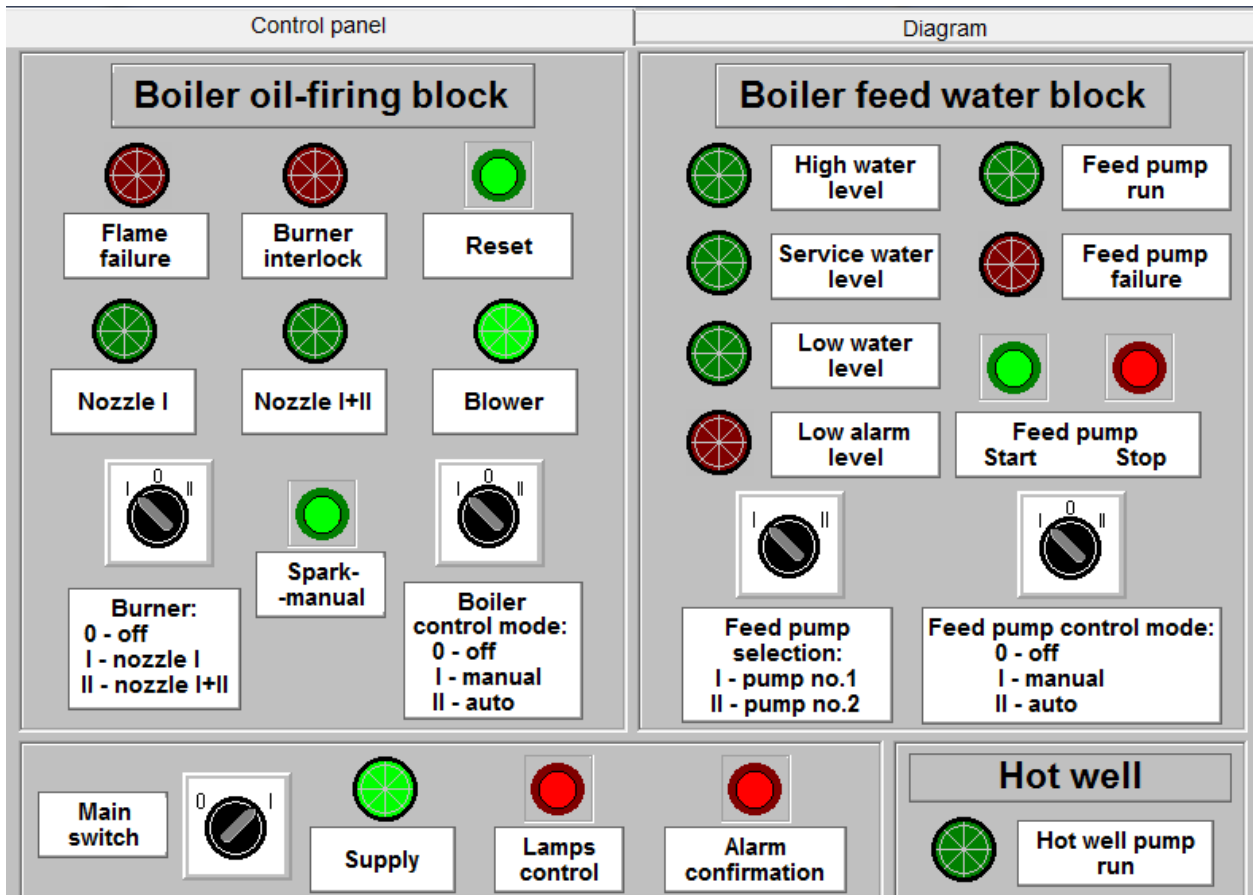


Рис. 3.

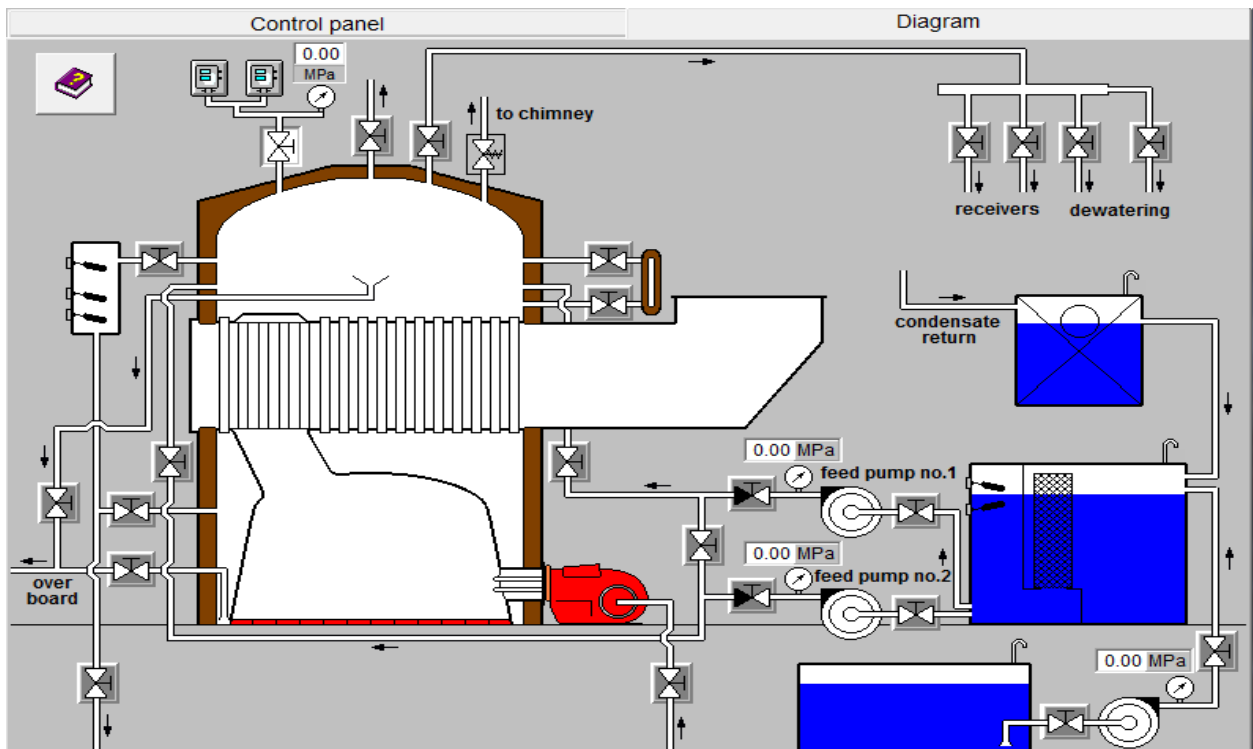


Рис. 4.

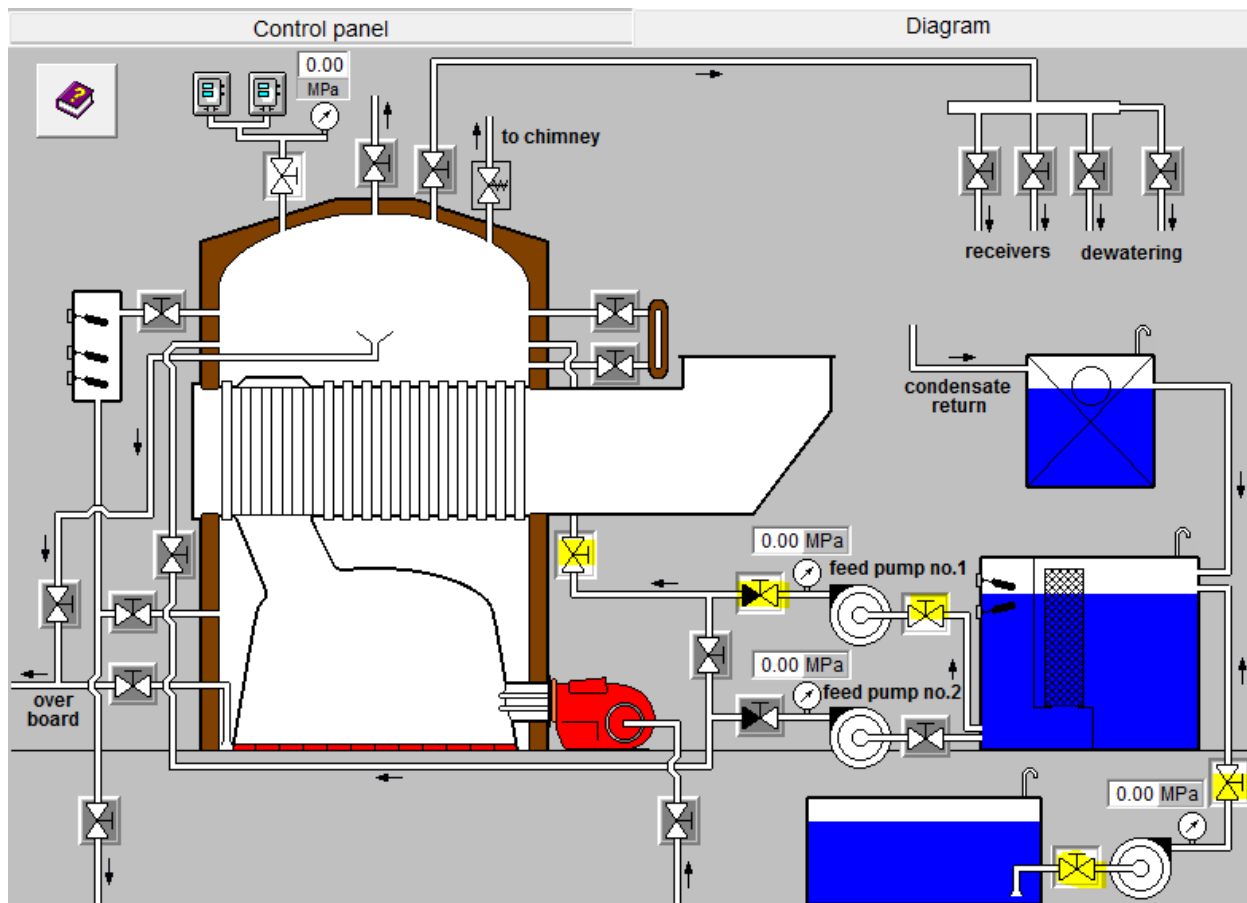


Рис. 5.

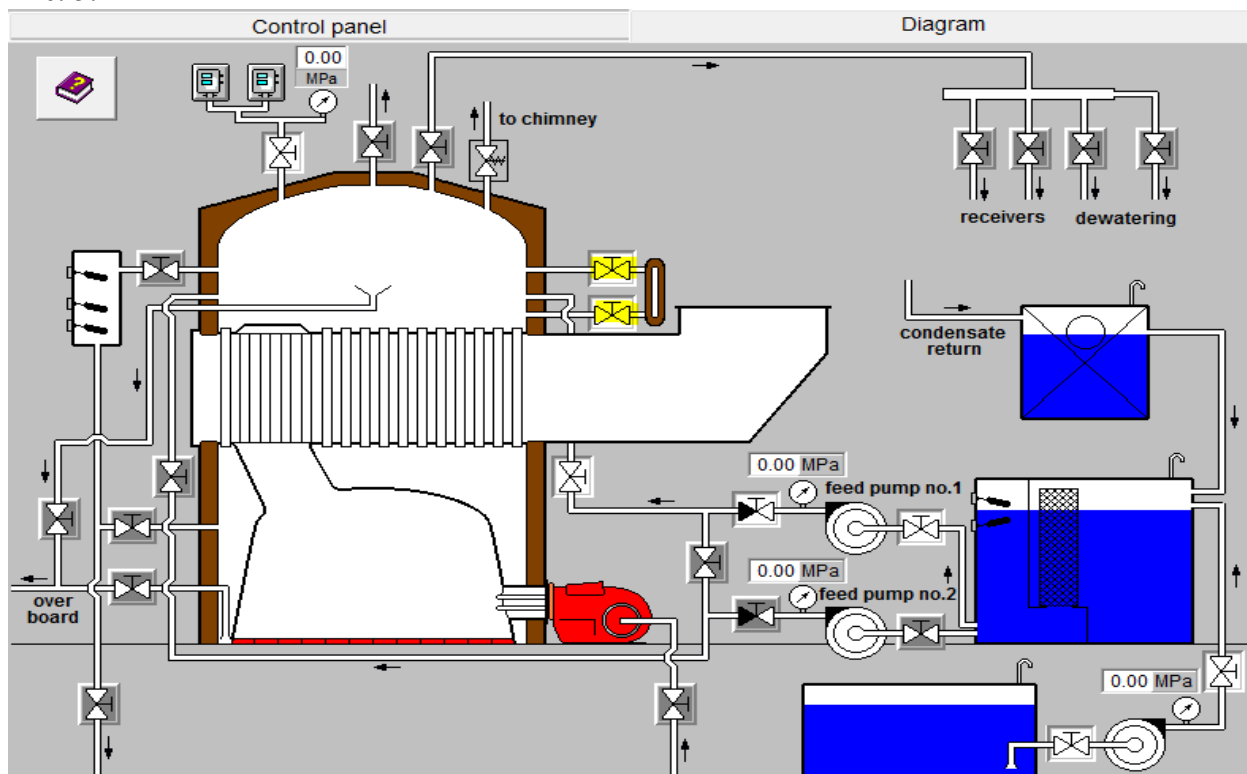


Рис. 6.

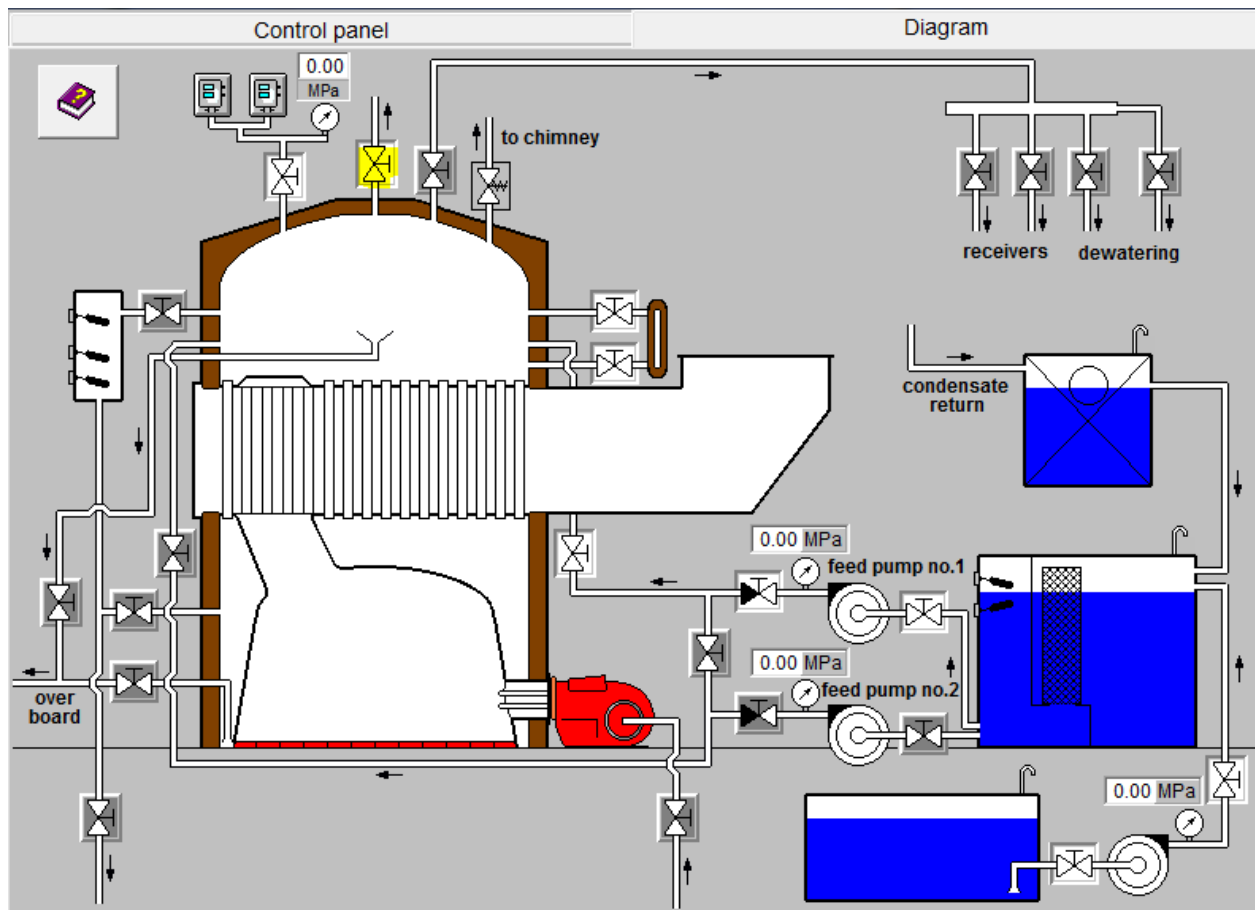


Рис.7.

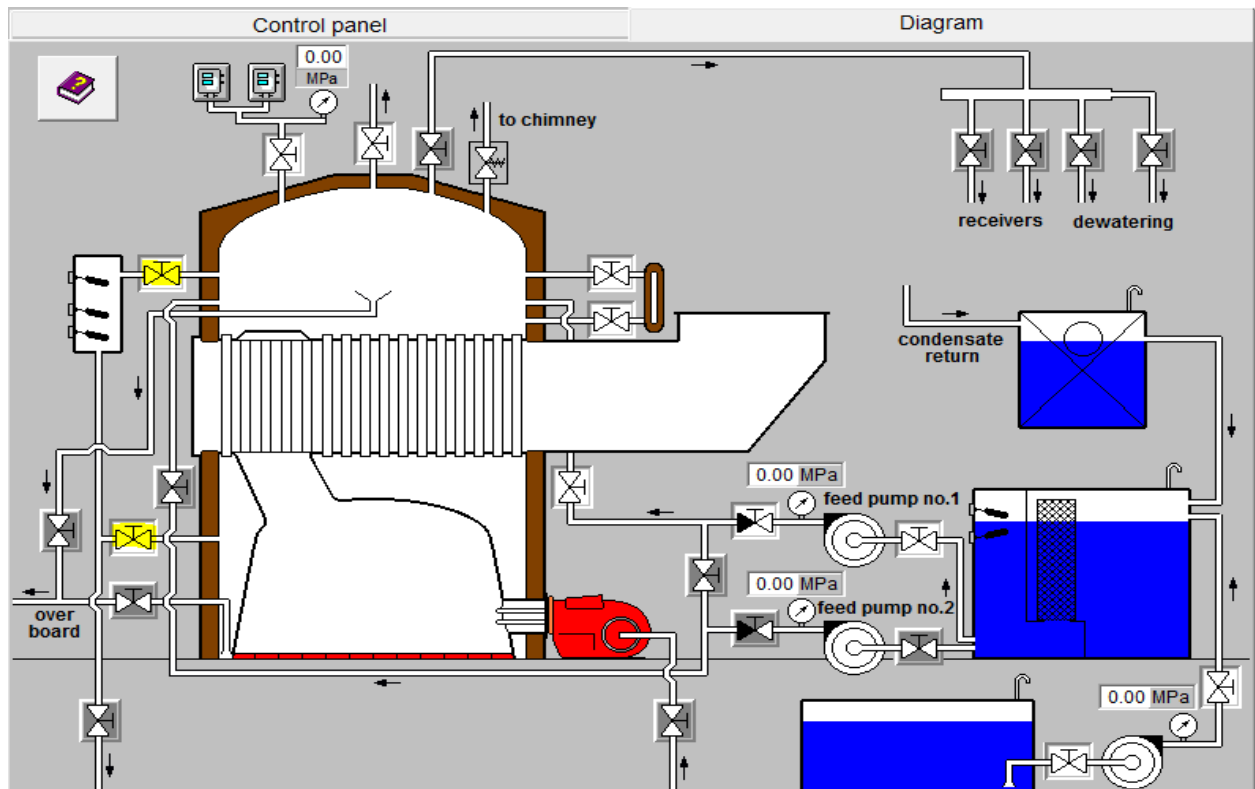


Рис.8.

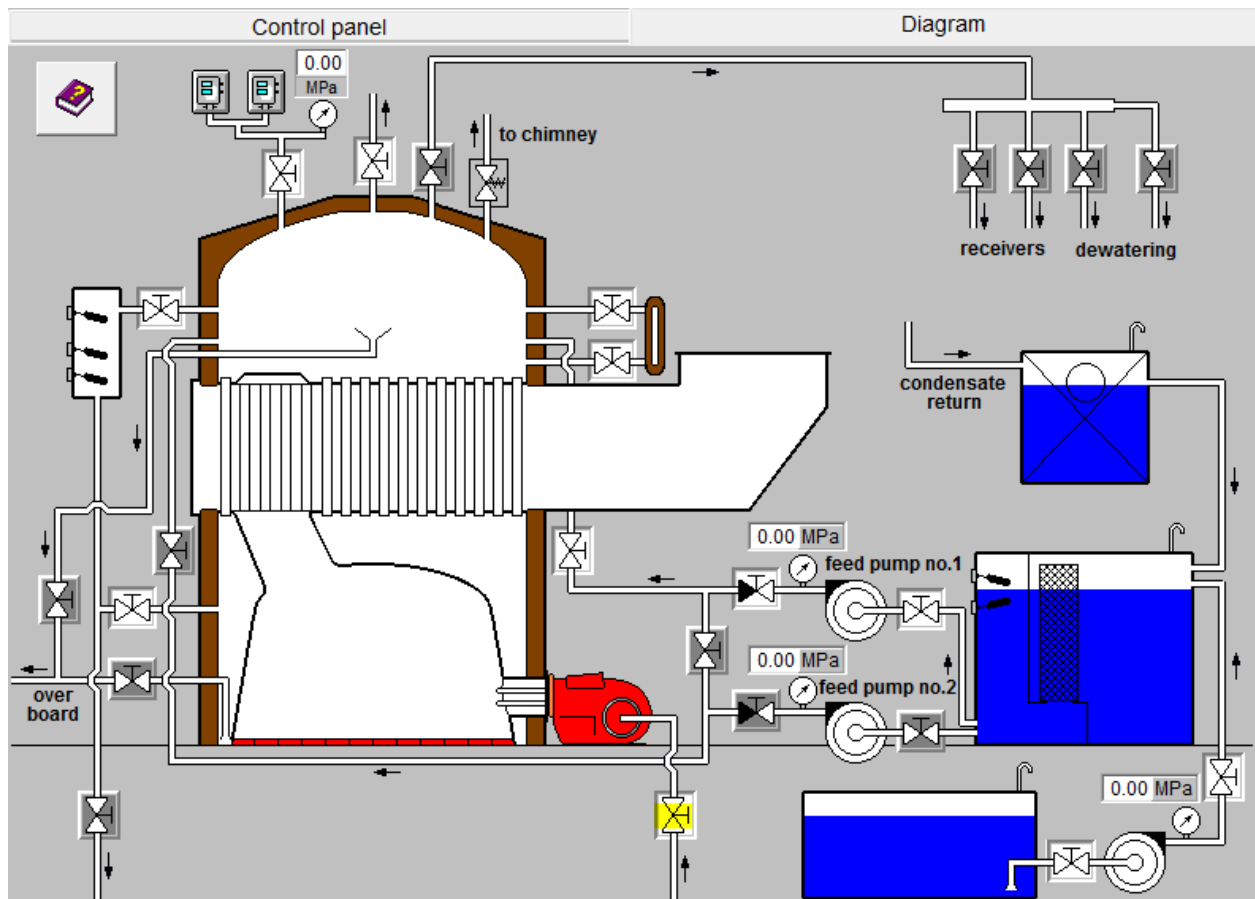


Рис.9.

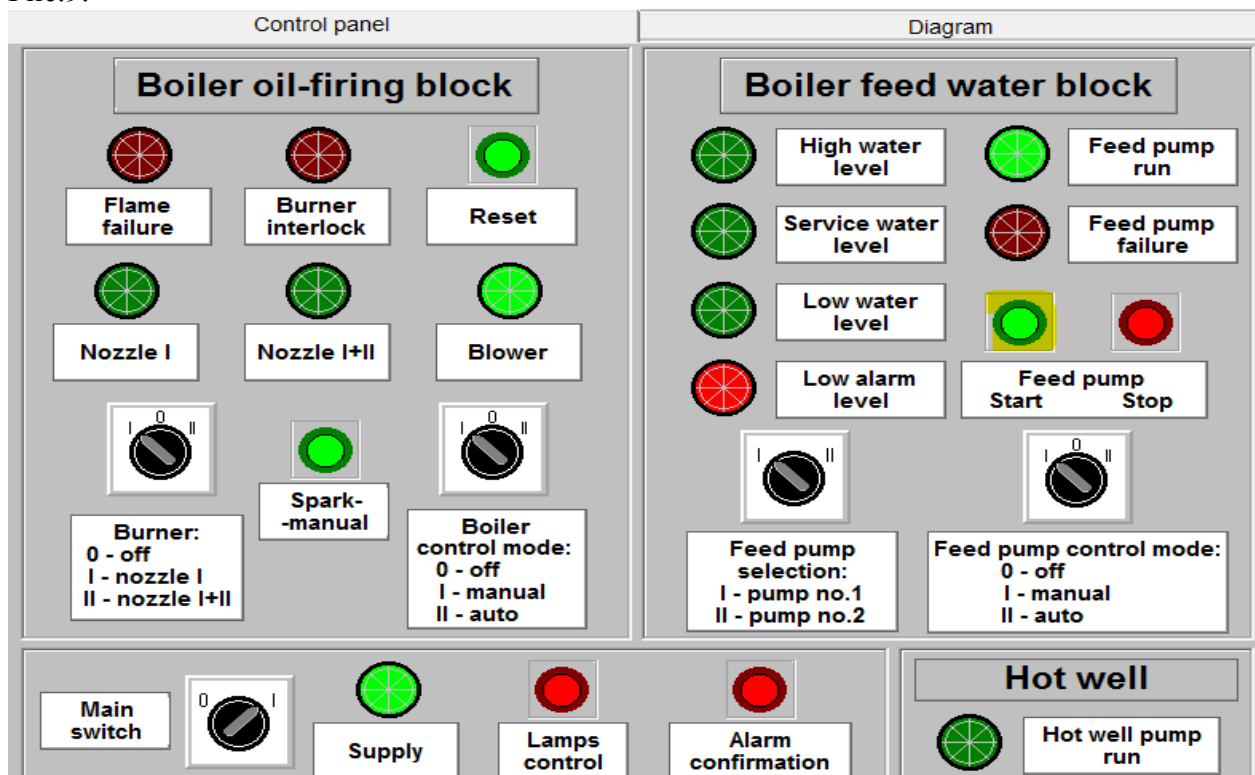


Рис.10.

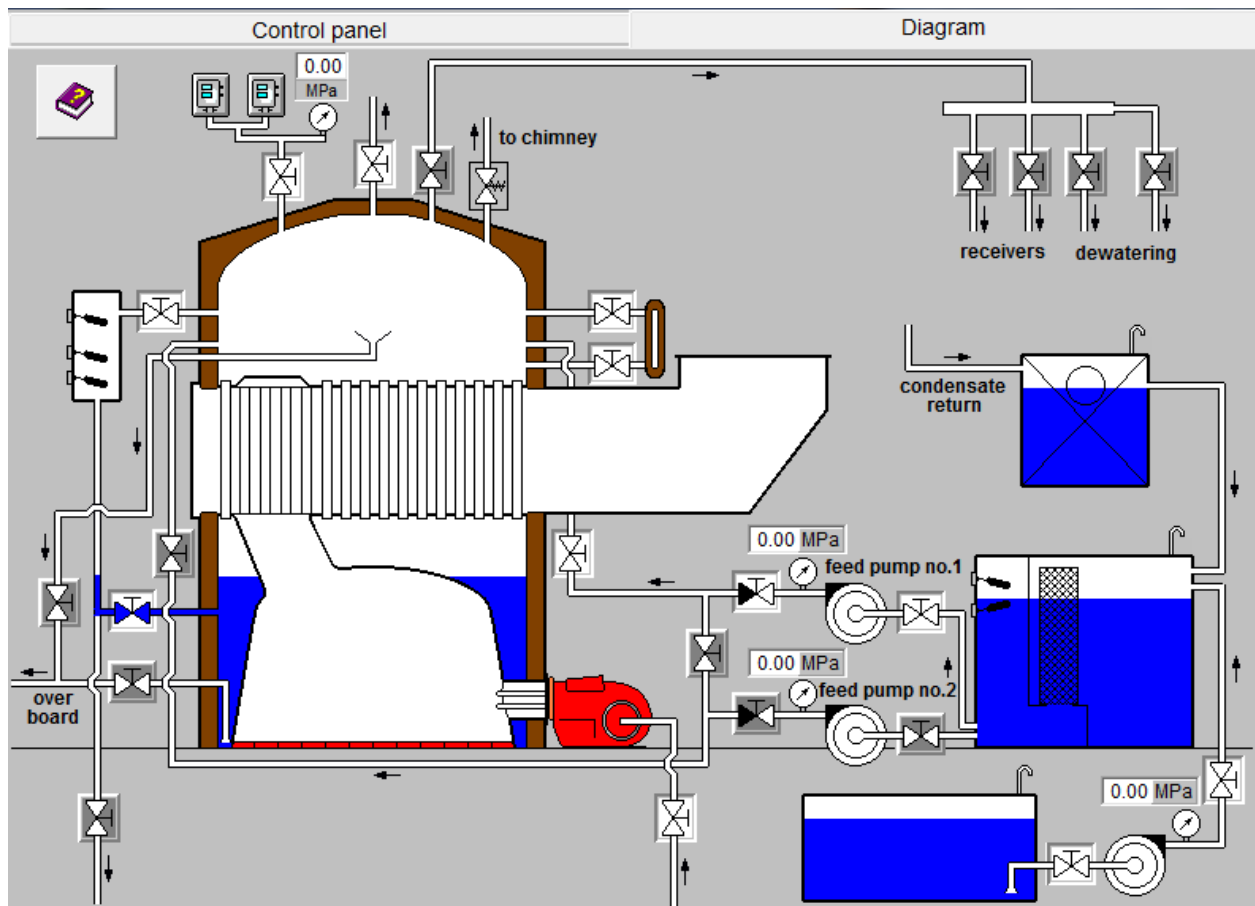


Рис.10 а.

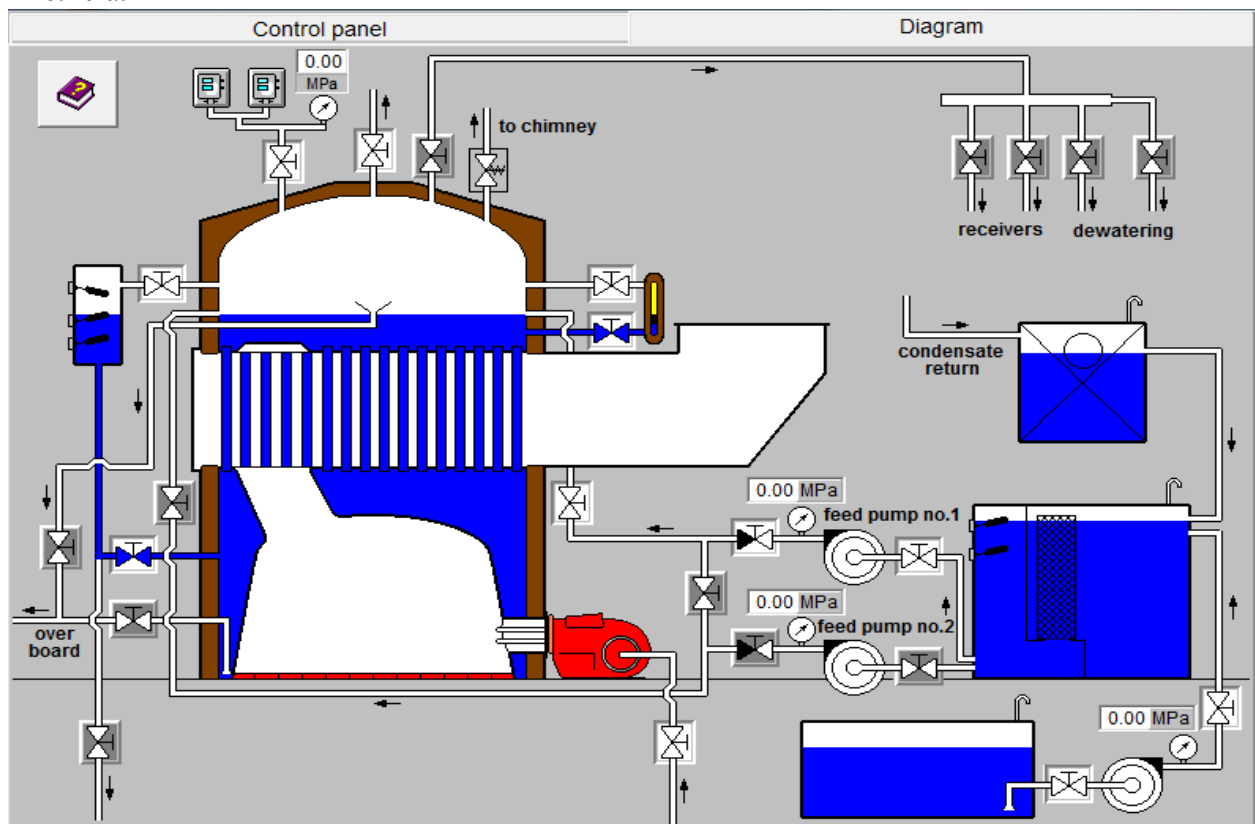


Рис. 11.



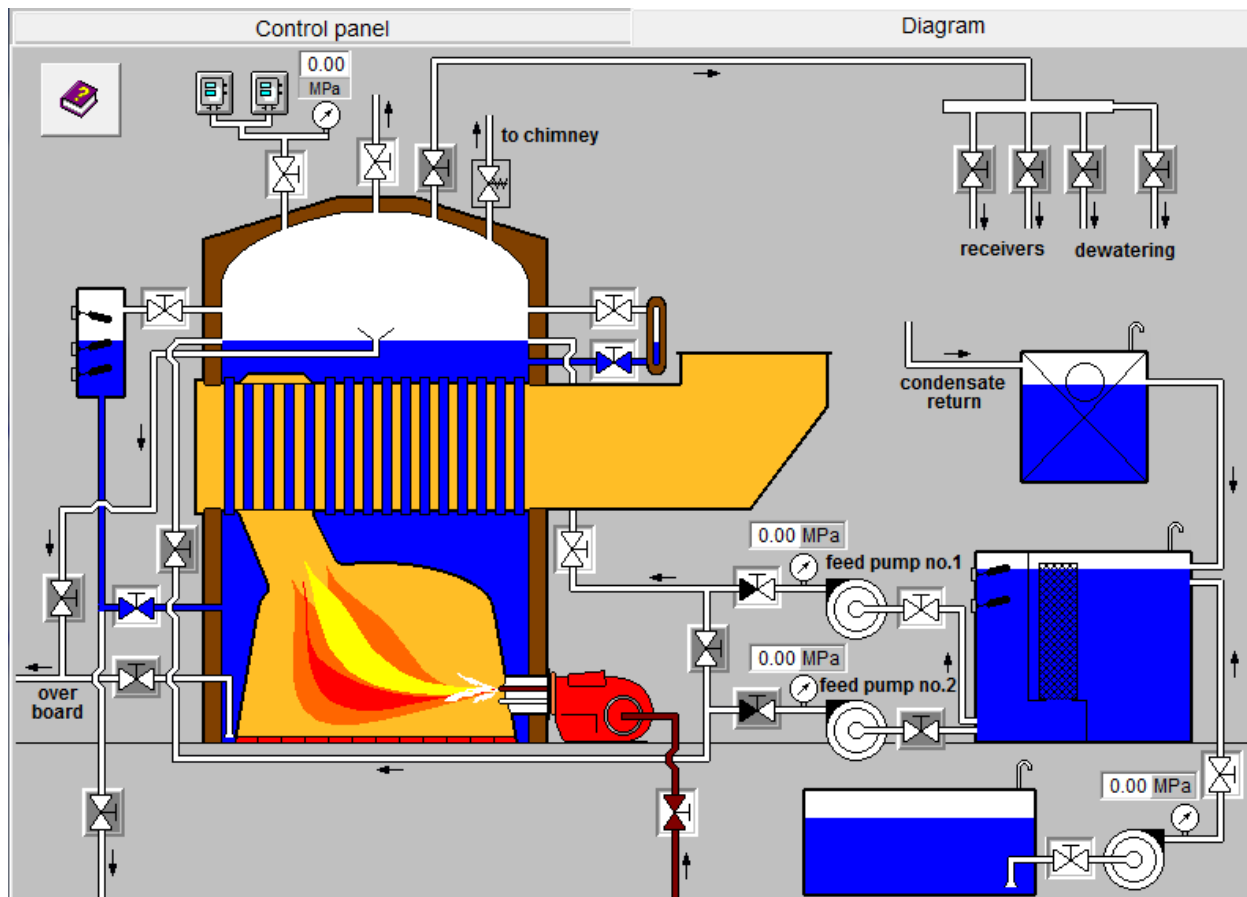


Рис.11а.

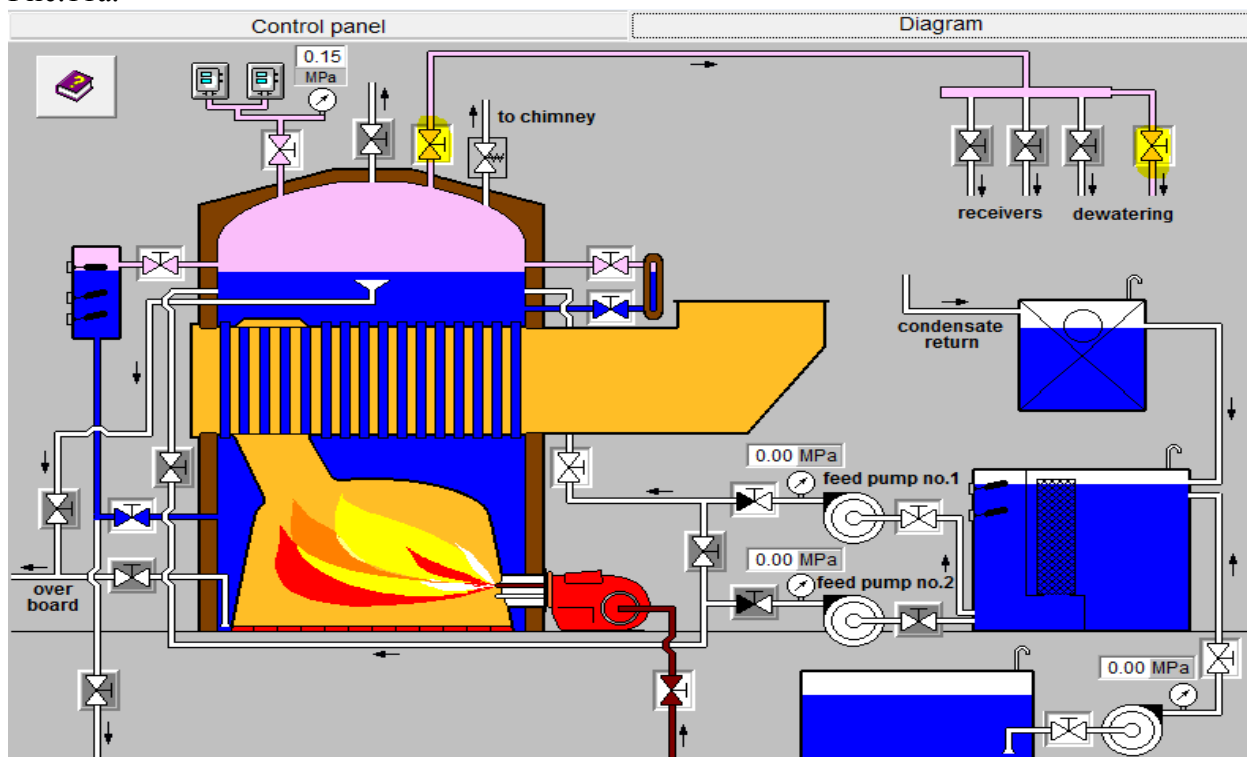


Рис.12.

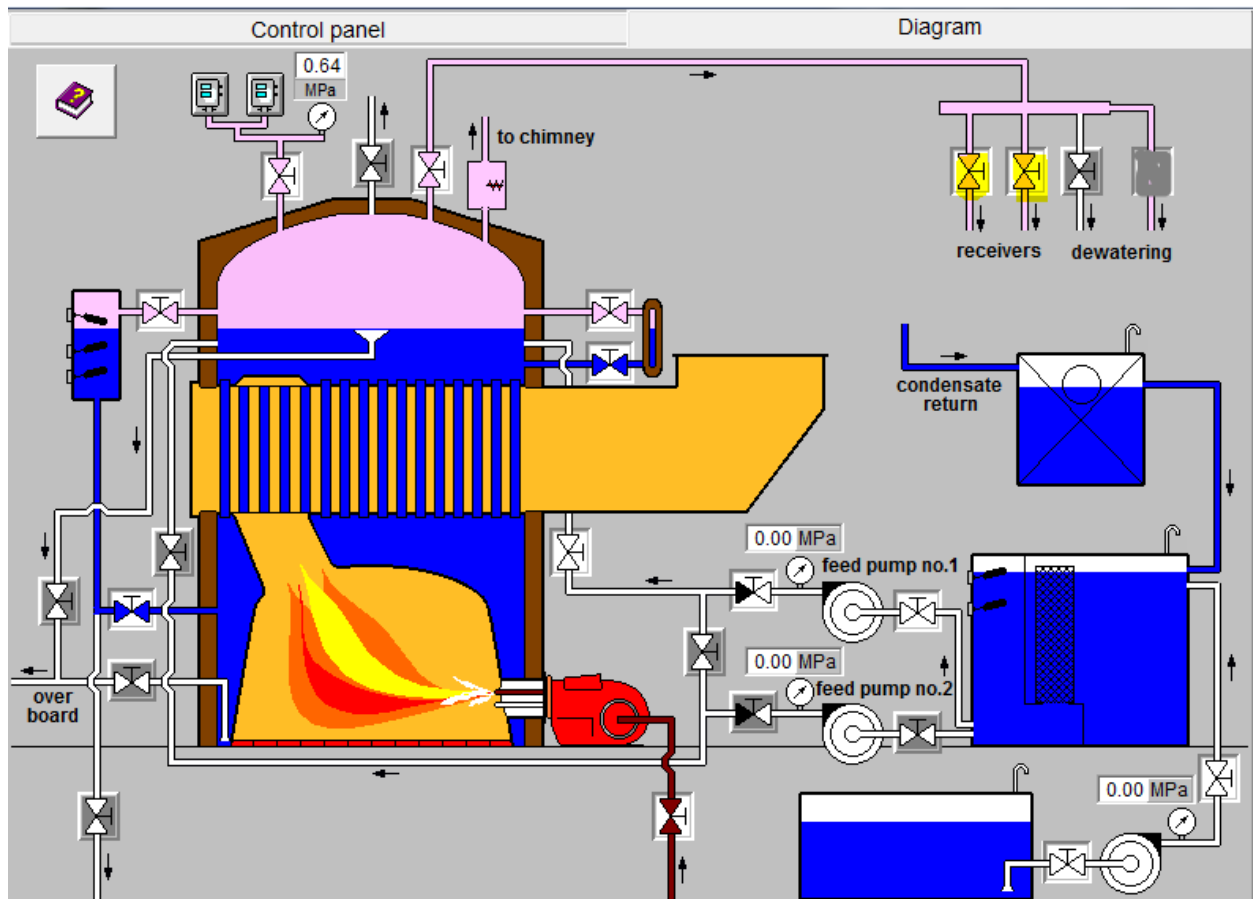


Рис.13. Контроль и регулировка уровня воды в котле.

При отклонении уровня воды от нормы проверяем:

- работу питательного насоса;
- наличие воды в расходном баке;
- работу автоматики питания.

При неисправности питательного насоса переходим на резервный. При неисправности автоматики питания отключаем ее и переходим на ручное управление уровнем воды. В этом случае необходим **постоянный** надзор за котлом.

Если в ВУП нет уровня воды, ВУП продуваем.

1. Уровень появился и ушел вверх перепитка котла.
2. Уровень не появился - упуск воды в котле.

При упуске воды в котле:

- немедленно прекратить подачу топлива;
- немедленно прекратить подачу воды (**котел водой не питать!**);
- выключить подачу воздуха в топку;
- закрыть воздушные и газовые заслонки;
- выключить вентиляцию котельного отделения.

Теперь котел должен остывать очень медленно.

Выполнить работу без допущения ошибок. В отчете по работе дать краткое описание выполненных мероприятий по обслуживанию котла и действий при упуске воды.

#### Контрольные вопросы:

1. Для каких целей делается вентиляция топки котла перед пуском?.
2. До какого уровня надо наполнять котел, чтобы при пуске уровень не вышел за допустимые границы?
3. Действия при упуске воды в котле?

#### ОК и ПК на выходе:

знать:

- подготовку котла к пуску;
- обслуживание котла во время работы;

- как осуществляется контроль и поддержание уровня воды в котле; - терминологию, которая употребляется в машинных помещениях, и названия конструктивных элементов объемных насосов (ПДНВ-78, Таблица А-III/4, колонка 2).

**уметь:** - выполнить необходимые правильные действия припуске воды в котле. Безопасно эксплуатировать котел (ПДНВ-78, Таблица А-III/4, колонка 2).

### Практическое занятие №7

**Тема:** Изучение по чертежам, натуральным образцам, видеоматериалам и макетам конструкции объемных насосов.

**Цель занятия:** изучение особенностей конструкции объемных насосов, закрепление знаний, полученных в ходе изучения насосов, развитие профессиональных навыков самостоятельной работы с технической документацией и механизмами.

#### ОК и ПК на входе:

**знать:** кинематические схемы насосов, их принцип действия, параметры, терминологию, которая употребляется в машинных помещениях, и названия конструктивных элементов насосов (ПДНВ-78, Таблица А-III/4, колонка 2).

**уметь:** читать рабочие схемы и чертежи машиностроительного черчения, выполнять эскизы, чертежи и схемы узлов механизмов.

**Задание:** изучить конструкцию объемных насосов. Составить с натуры и при помощи чертежей и плакатов эскизы и схемы основных компоновок, дать описание принципа действия, указать параметры.

#### 1. Основные теоретические положения.

Классификация, назначение и основные параметры.

Все насосы, устанавливаемые на судах, классифицируются по ряду признаков: по расположению вала главного рабочего органа они могут быть горизонтальными и вертикальными; по величине создаваемого ими напора — низконапорными, средненапорными и высоконапорными; по типу привода — с электроприводом, с турбинным приводом или с приводом от какого-либо поршневого механизма. По способу соединения с приводным механизмом они могут быть соединены непосредственно или через редуктор, быть автономными или неавтономными. Классификацию насосов по принципу действия и конструктивным признакам можно представить наиболее наглядно следующим образом:



По назначению насосы могут быть общесудовыми, специальными и предназначенными только для обслуживания главных и вспомогательных механизмов судовой энергетической установки.

Объемными называют насосы, перекачивающие жидкости или газы объемами или порциями. Лопастными называют насосы, у которых необходимая энергия сообщается перекачиваемой жидкости или газу вращающимися рабочими лопастями. Струйными называют насосы, использующие в своей работе энергию струи воды, пара или газа, вытекающей с большой скоростью из рабочего сопла.

В зависимости от возможности переключения на изменяющееся направление движения жидкости насосы могут быть реверсивными или нереверсивными.

Общесудовые насосы обеспечивают нужды всего судна. К общесудовым относятся насосы балластной, осушительной, пожарной, водоотливной и насосы систем, обеспечивающих жизнедеятельность экипажа и пассажиров.

Специальные насосы предназначены для обеспечения специальных нужд судна или для выполнения операций, соответствующих его назначению. Например, они могут служить для подачи забортной воды в креновые и дифференциальные отсеки судна, для перемещения жидкого груза, удаления остатков этого груза и отходов моющих растворов из грузовых танков, для подачи горячей воды к моечным устройствам грузовых танков. На судах-спасателях имеются мощные водоотливные насосы, на пожарных судах — пожарные насосы большой производительности и т. д.

Насосы главных и вспомогательных механизмов предназначены для обеспечения нормальной бесперебойной работы этих механизмов. Поэтому их устанавливают обычно в машинно-котельных отделениях. К таким насосам относятся: топливо-перекачивающие, водяные, топливные, масляные, питательные, конденсатные и др. Автономные насосы имеют собственный привод и могут работать независимо от обслуживаемых ими механизмов и устройств. Неавтономными (навешенными) называются такие насосы, которые, не имея самостоятельного привода, получают движение от обслуживаемого ими механизма.

Основными параметрами насосов являются производительность, напор, высота всасывания, потребляемая мощность и объемный коэффициент полезного действия.

Производительностью (подачей) называется способность насоса подавать определенное количество жидкости или газа в единицу времени. Различают производительность насоса как по объему, так и по массе перекачиваемого им вещества.

Напор, создаваемый насосом, измеряется высотой столба перекачиваемой им жидкости или высотой, на которую он способен подать эту жидкость. Эта высота соответствует давлению, которое должен создавать насос для продвижения жидкости по трубопроводу на расстояние (по вертикали) от насоса до места подачи.

Высотой всасывания называется геометрическая высота от поверхности жидкости до приемных клапанов насоса. Для чистой воды при  $4^{\circ}\text{C}$  ( $277\text{ K}$ ) теоретическая высота всасывания при нормальном барометрическом давлении ( $760\text{ мм рт. ст.}$ ) равна  $10,333\text{ м}$ . Действительная высота всасывания гораздо меньше теоретической и для воды практически составляет  $6—8\text{ м}$ . Она зависит от атмосферного давления, плотности и температуры жидкости, а также от сопротивлений, преодолеваемых насосом при протекании жидкости по трубам и арматуре, и от качества сборки трубопровода.

Объемный коэффициент полезного действия насоса определяется отношением его теоретической производительности к фактической; он всегда меньше единицы.

Судовые насосы работают с подпором, если они установлены ниже уровня перекачиваемой жидкости или в случаях, когда к ним придан специальный бустерный насос, и без подпора, если они установлены над уровнем перекачиваемой жидкости. Без подпора работают самовсасывающие насосы. Они обладают способностью сухого всасывания, т. е. сами способны создавать необходимое разрежение (вакуум) в своей рабочей полости и обеспечивать поступление в них перекачиваемой жидкости.

Насосы, не обладающие такой способностью, перед пуском необходимо заливать перекачиваемой жидкостью.

## **Объемные насосы**

Как уже указывалось, в группу насосов объемного типа входят поршневые и скальчатые насосы. Принцип действия поршневого насоса заключается в перемещении

жидкости (или газа) под действием поршня, совершающего возвратно-поступательное движение. При этом происходит чередование двух последовательных процессов: всасывания и нагнетания. Всасывание — это процесс, при котором перемещение поршня в цилиндре насоса создает разрежение и жидкость поступает в цилиндр. Нагнетание — процесс вытеснения жидкости из цилиндра под давлением поршня. Совокупность этих двух процессов за один ход поршня называется кратностью действия. По кратности действия различают насосы простого и двойного действия.

Насосом простого действия называют насос, у которого каждому ходу поршня соответствуют процессы только всасывания или только нагнетания. При этом за один оборот приводного вала обеспечивается полный цикл, т. е. всасывание и нагнетание. Схема устройства такого насоса показана на рис. 21, а. В клапанной коробке 6 установлены всасывающий 5 и нагнетательный 4 клапаны. При движении штока 2 с поршнем 3 вверх в цилиндре 1 под поршнем образуется разрежение, клапан 4 закрывается, и жидкость под давлением внешней среды (атмосферного давления) поступает в разреженное пространство через открытый всасывающий клапан 5. При движении поршня 3 вниз всасывающий клапан 5 закрывается, и жидкость через открытый под ее давлением нагнетательный клапан 4 направляется в трубопровод. Этим же давлением закрывается всасывающий клапан 5. Следовательно, жидкость будет поступать толчками при каждом нагнетательном ходе поршня.

Насосы дифференциального действия (рис. 21, б) обеспечивают более равномерные всасывание и подачу жидкости.

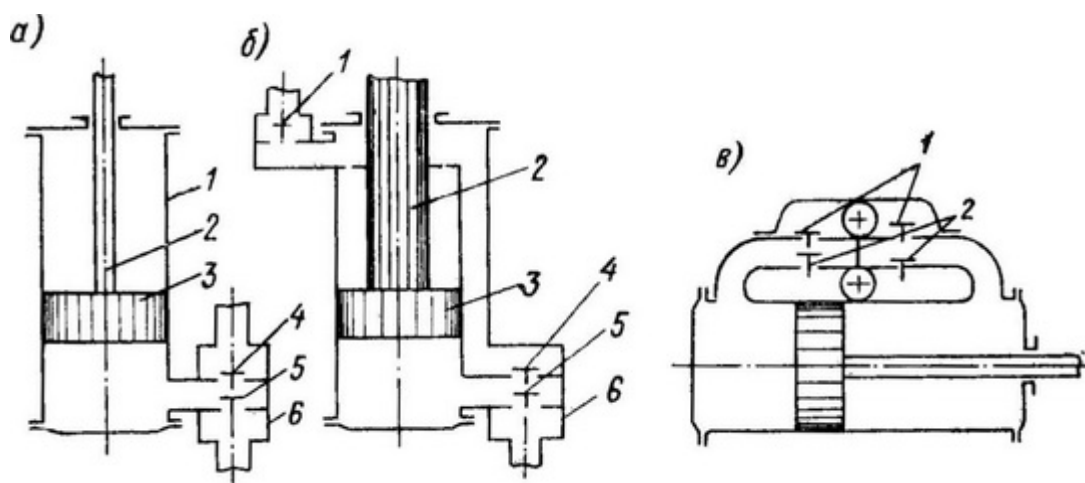


Рис. 21. Поршневые насосы простого (а), дифференциального (б) и двойного (в) действия.

Отличительная особенность такого насоса — две группы (1 и 4) нагнетательных клапанов. Кроме того, площадь сечения поршневого штока 2 равна половине площади поршня. При движении поршня 3 вверх происходит процесс всасывания в нижней полости цилиндра, а процесс нагнетания осуществляется при движении поршня вниз или вверх. Так, при движении поршня вниз часть воды, поступившей в нижнюю полость цилиндра, выталкивается в нагнетательный трубопровод сначала через нижний нагнетательный клапан 4, а затем через верхний нагнетательный клапан 1. При движении поршня вверх происходит всасывание в нижней полости цилиндра и выталкивание жидкости из верхней полости через клапан 1 при закрытом нижнем нагнетательном клапане 4 (всасывающий клапан 5 в клапанной коробке 6 при этом также закрыт).

Насосы двойного действия выполняют одноцилиндровыми или составленными из двух насосов простого действия. На рис. 21, в показана схема устройства одноцилиндрового насоса двойного действия. Обе полости насоса рабочие, каждая из них имеет всасывающие 2 и нагнетательные 1 клапаны. За каждый ход поршня происходит всасывание в одной и нагнетание в другой полости цилиндра, т. е. насос совершает два рабочих хода за один ход поршня. Насос многократного действия объединяет в одном блоке несколько насосов простого действия.

По способу соединения с двигателем различают приводные и прямодействующие насосы. Приводными называются насосы, у которых шток или шатун поршня соединен с двигателем с помощью балансирующего, эксцентрикового или кривошипного устройства. У прямодействующих насосов приводом является только паровая машина, а штоки парового и гидравлического поршней соединены общей муфтой. В ряде случаев шток выполняется как одно целое для обоих поршней, и сила давления пара передается на гидравлический поршень непосредственно через шток.

По расположению осей цилиндров различают горизонтальные, вертикальные и наклонные насосы. Для уменьшения неравномерной подачи жидкости на клапанных коробках насосов устанавливают воздушные колпаки, выполненные в виде удлиненных цилиндров. В колпаке находятся вода и воздух. Воздух играет роль буфера, гасит инерционные ускорения движения жидкости, выравнивает скорость ее движения.

Наиболее распространены прямодействующие насосы — простые по конструкции и надежные в работе. Обычно их выполняют с двумя паровыми и двумя водяными цилиндрами двойного действия.

На рис. 22 показан вертикальный паровой прямодействующий насос с механическим парораспределением, причем дана только одна пара цилиндров — паровой 2 и водяной 11. Поршни 1 и 6 насажены на штоки 3, соединенные муфтой. Водяной цилиндр двойного действия имеет четыре клапана тарельчатого типа — по два для каждой полости; на рисунке показаны приемный 8 и нагнетательный 7 клапаны (для верхней полости цилиндра). Жидкость поступает в водяной цилиндр насоса через приемное отверстие 10, приемную полость 9 и приемный клапан 8. После совершения рабочего хода поршня (когда он перемещается вниз) вода под давлением поступает через нагнетательный клапан 7 в отливную полость 5 и через отливное отверстие 4 — в нагнетательный трубопровод.

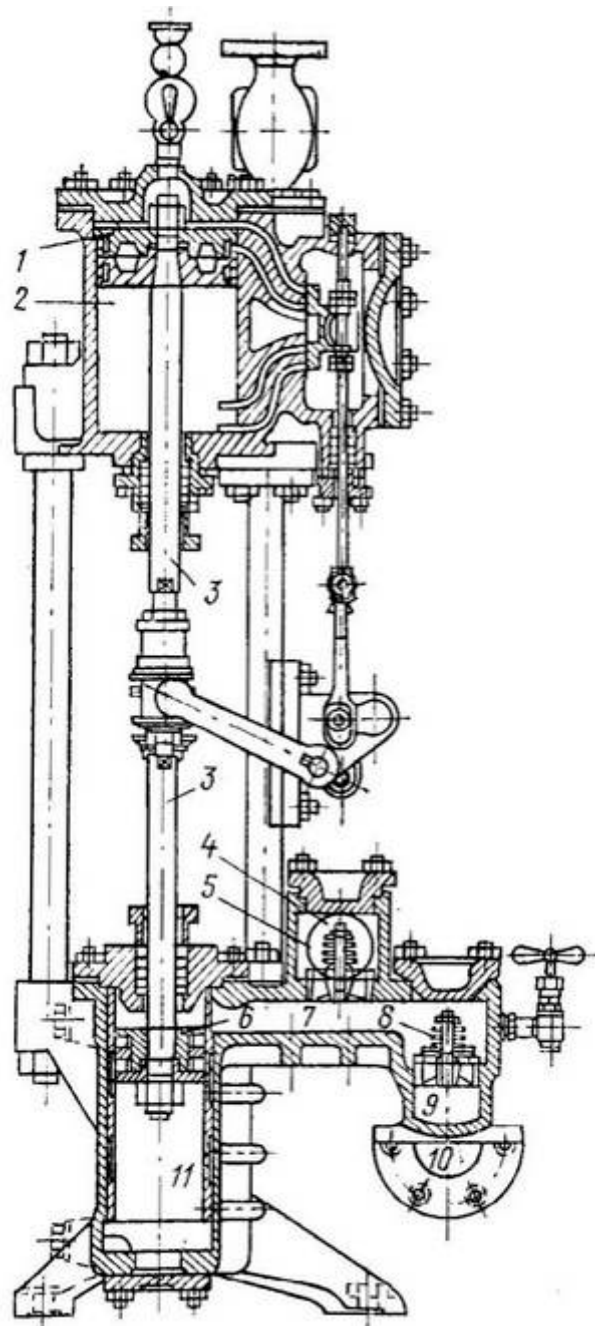


Рис. 22. Вертикальный паровой прямодействующий насос.

Особенностью этого насоса является парораспределение, схема которого показана на рис. 23. Золотник 2 парового цилиндра II приводится в движение рычагом 7 от поршневого штока цилиндра I. Золотник 10 цилиндра I приводится в движение рычагом 8 от поршневого штока цилиндра II. Рычаг 7 имеет точку качания в опоре 6, а рычаг 8 — в опоре 9.

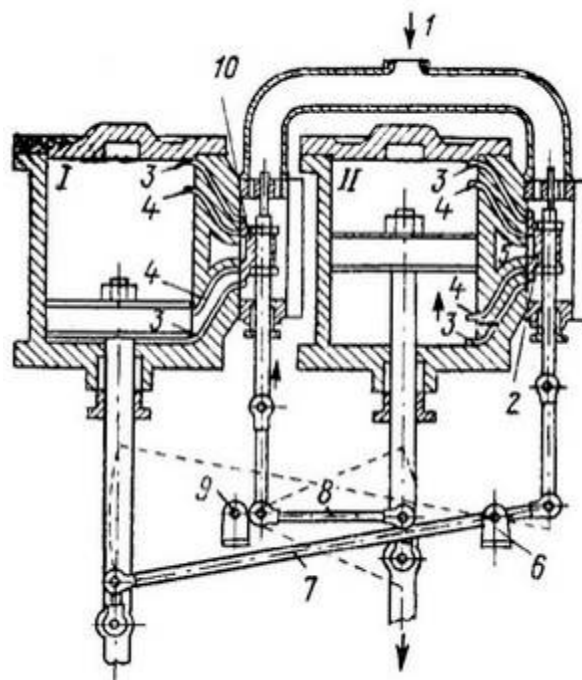


Рис. 23. Схема парораспределения прямодействующего двухцилиндрового насоса.

Золотники не имеют перекрытий, и при средних положениях их внешние кромки совпадают с внешними кромками паровпускных каналов. Двигаясь вверх из положения, указанного на рисунке, золотник 2 цилиндра II откроет нижний, паровпускной канал 3 и верхний, паровыпускной 4. Следовательно, пар, входящий через трубу 1, поступает из золотниковой коробки в нижнюю полость парового цилиндра II и заставляет поршень передвигаться вверх; золотник 10 цилиндра I начинает подниматься. Отработавший пар из верхней полости цилиндра II по паровыпускному каналу 4 поступает под золотник и далее в пространство 5, а затем в трубу отработавшего пара.

Поднимаясь, поршень цилиндра II будет поднимать золотник 10 цилиндра I, который, пройдя среднее положение, откроет паровпускной канал 3 для впуска пара в нижнюю полость цилиндра I. При дальнейшем подъеме поршень цилиндра II закроет паровыпускной канал 4, и оставшийся с верхней полости цилиндра II пар подвергнется сжатию, создавая паровую подушку и обеспечивая плавность перемещения поршня вниз.

В это время поршень цилиндра I, поднимаясь, будет опускать золотник 2 цилиндра II, открывая паровпускной канал 3, по которому пар поступит в верхнюю полость цилиндра II и начнет перемещать его поршень вниз. Дойдя до паровыпускного канала 4, поршень цилиндра I перекроет его, создав паровую подушку в верхней полости цилиндра. Поршень цилиндра II в это время будет находиться в среднем положении. Далее поршень цилиндра II придет в нижнее положение, а поршень цилиндра I — в среднее положение. Затем поршень цилиндра II вновь переместится в среднее положение, а поршень цилиндра I — в нижнее (первоначальное) положение. Наличие слабины (зазора) в посадочном месте золотника на золотниковом штоке приводит к задержке поршней в крайних положениях на короткий промежуток времени, что дает возможность водяным клапанам насоса надежно установиться в своих гнездах. Этим достигается лучшее заполнение полостей всасывания водяной части насоса.

Скальчатые насосы бывают автономные и навешенные. Конструкция вертикального навешенного скальчатого насоса простого действия показана на рис. 24. Насос соединен фланцем 3 с местом установки. Скальчатый поршень 2 жестко закреплен верхним концом на поперечине балансирного привода поршневого двигателя. Он может также приводиться в действие кулачковым механизмом.

В месте выхода из водяного цилиндра 4 скальчатый поршень уплотнен сальниковым устройством и нажимной втулкой 1. К водяному цилиндру присоединена клапанная коробка 5, а к ней сбоку прикреплен воздушный нагнетательный колпак (на рисунке не показан). В



клапанной коробке установлены всасывающие 8 и нагнетательные 9 клапаны, над которыми находятся крышки 6 с болтами 7 в центре; ими регулируют высоту подъема клапанов. Для предотвращения гидравлических ударов внутри насоса и для пополнения убыли воздуха в воздушном нагнетательном колпаке сбоку на клапанной коробке установлен автоматический воздушный клапан 10. Такой насос прост по устройству и надежен в работе, но имеет малую производительность.

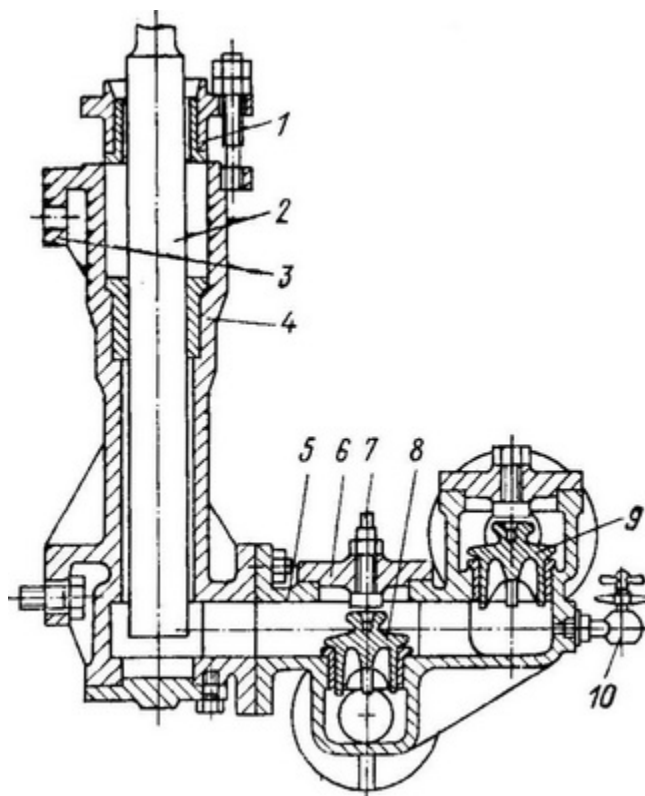


Рис. 24. Скальчатый навешенный питательный насос.

Значительное распространение на судах получили ручные поршневые насосы, используемые в качестве зачистных, масло- и топливоперекачивающих, питательных и т. д. Они приводятся в действие при помощи рукоятки. Конструкция ручного поршневого насоса показана на рис. 25. Обе полости цилиндра рабочие. Внутри корпуса насоса расположен рабочий цилиндр 3. К корпусу 2 присоединены с двух сторон на болтах клапанные коробки 5. В каждой из них установлены всасывающий 6 и нагнетательный 7 клапаны. Внутри цилиндра перемещается двухсторонний поршень 4, который приводится в действие вильчатым коленом 1, совершающим качательное движение на валу 9. Вильчатое колено заканчивается рукояткой 10 с насаженной на нее деревянной ручкой. Жидкость поступает в приемный патрубок 11 и выходит через отливной патрубок 8.

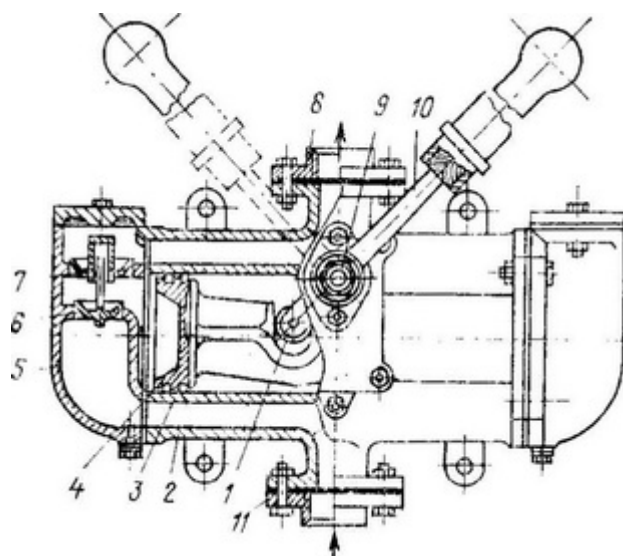


Рис. 25. Ручной поршневой насос.

При перемещении рукоятки влево поршень будет передвигаться слева направо. При этом в левой полости цилиндра будет происходить всасывание, а в правой — нагнетание. При перемещении рукоятки вправо поршень будет передвигаться влево; теперь в левой полости цилиндра будет происходить нагнетание, а в правой — всасывание.

### Объемные ротационные насосы

В зависимости от конструкции и принципа действия ротационные насосы подразделяются на кулачковые, пластинчатые, шестеренные, винтовые и водокольцевые. К группе ротационных следует отнести также насосы переменной (регулируемой) производительности, применяемые в электрогидравлических рулевых машинах.

К достоинствам ротационных насосов относятся: малые габаритные размеры, способность сухого всасывания и создание высокого вакуума (до 700—740 мм рт. ст.), большой напор, относительно высокий КПД даже при малых производительностях, равномерность подачи. Благодаря этому ротационные насосы широко применяют на судах для перемещения вязких жидкостей, создания вакуума, а также в качестве гидравлических и пневматических приводов различных вспомогательных механизмов.

Кулачковые (коловратные) насосы получили свое название потому, что рабочими элементами (толкателями) ротора являются кулачки специальной формы. Эти насосы бывают одно- и двухроторными, с двух- и трехкулачковыми роторами. Наиболее часто их применяют в качестве воздушных продувочных насосов судовых двухтактных двигателей внутреннего сгорания.

На рис. 26 показано устройство двухроторного двухкулачкового насоса. Ведущий ротор 2 соединен с приводом, а ведомый 3 свободно вращается в подшипниках. Чтобы избежать протечки воздуха из нагнетательной полости 4 во всасывающую полость 5, внутреннюю поверхность корпуса 1 и наружную поверхность кулачков 2 и 3 обрабатывают очень тщательно, с минимальным зазором между ними. При направлении вращения роторов, указанном на рисунке стрелками, воздух, засасываемый снизу, перемещается в замкнутых объемах и выталкивается из насоса вверх. Ввиду трудности обеспечения необходимых зазоров в местах касания рабочих поверхностей производительность таких насосов сравнительно невысока (до 400 м<sup>3</sup>/мин). При частоте вращения 200—400 об/мин давление нагнетания не превышает 30 кН/м<sup>2</sup> (0,3 кгс/см<sup>2</sup>).

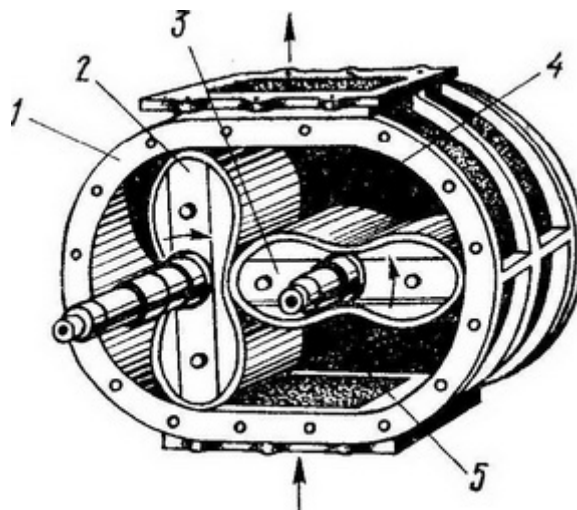


Рис. 26. Двухроторный двухулачковый ротационный насос.

Пластинчатыми называют насосы, рабочими элементами которых являются подвижные пластины, свободно размещаемые в радиальных пазах ротора. Число пластин всегда четное, что обеспечивает достаточно равномерную подачу жидкости. По устройству пластинчатые насосы бывают простого и двойного действия, в одно- или двухступенчатом исполнении.

На рис. 27 показана конструкция пластинчатых насосов. У насоса простого действия (рис. 27, а) ротор расположен эксцентрично по отношению к корпусу 1. В продольные пазы барабана 3 ротора вставлены рабочие пластины 2. При вращении ротора действием центробежных сил пластины выдвигаются из пазов и прижимаются к внутренней поверхности корпуса. Вследствие этого в левой части корпуса образуется разрежение, и сюда засасывается жидкость. Захватываемая рабочими пластинами, она нагнетается в верхнюю часть корпуса и далее в трубопровод. У некоторых насосов под пластины в пазах вставляют пружины для создания дополнительной выдвигающей силы. Вал 4 ротора вращается в подшипниках. У насоса двойного действия (рис. 27, б) оси корпуса и ротора совпадают, но корпус имеет эллипсообразный профиль внутренней поверхности, благодаря этому в насосе образуются две рабочие полости.

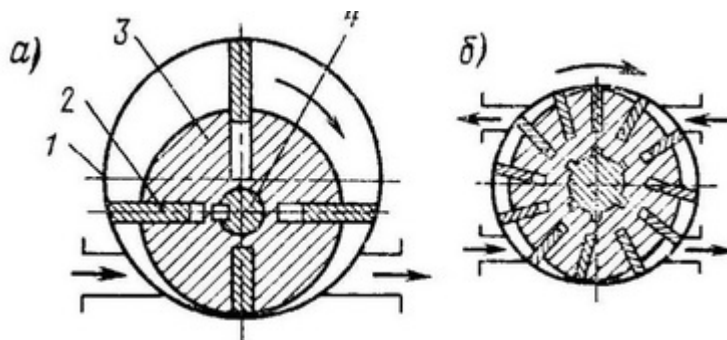


Рис. 27. Пластинчатый насос: а — простого действия; б — двойного действия.

Давление нагнетания у пластинчатых насосов находится в пределах от  $20 \cdot 10^2$  до  $125 \cdot 10^2$  кН/м<sup>2</sup> (от 20 до 125 кгс/см<sup>2</sup>). Эти насосы используют в качестве топливоперекачивающих, а также применяют в системах гидроприводов судовых вспомогательных механизмов и устройств.

У шестеренных насосов роторами являются шестерни, что и определило название насосов. Одна шестерня у них ведущая, а вторая — ведомая; может быть и несколько ведомых шестерен. Эти насосы могут быть простого и двойного действия, в одно-, двух- и трехступенчатом исполнении. Производительность шестеренного насоса достигает 45—50 м<sup>3</sup>/ч, а напор до 400—800 кН/м<sup>2</sup> (40—80 м вод. ст.). Применяют такие насосы для перемещения вязких жидкостей (масла, топлива) в системах, обслуживающих главную

энергетическую установку судна, а также, в системах гидроприводов вспомогательных механизмов и устройств.

На рис. 28 показан шестеренный насос простого действия, состоящий из двух шестерен — ведущей 1 и ведомой 4, находящихся в зацеплении. При вращении шестерен по стрелкам (см. рис. 28) жидкость заполняет впадины 2 шестерен и переносится из приемной полости 3 в нагнетательную 5 зубьями, которые, вступая в зацепление, выдавливают жидкость из впадин и направляют ее в нагнетательный трубопровод. Там, где зубья выходят из зацепления, образуется область всасывания.

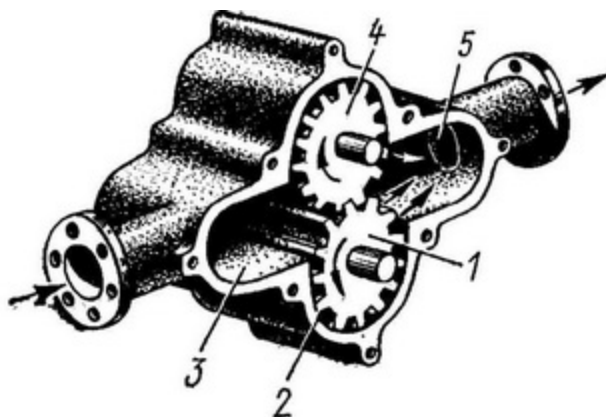


Рис. 28. Шестеренный насос.

Винтовые (червячные) насосы получили такое название в связи с конструктивным исполнением ротора. В одном корпусе насоса может быть расположено от одного до пяти роторов, находящихся в зацеплении друг с другом. Всасывающая способность винтовых насосов зависит от точности подгонки винтов (роторов) к корпусу и друг к другу; она несколько хуже, чем у поршневых насосов. Винтовые насосы имеют производительность от 3 до 30 м<sup>3</sup>/ч, создаваемый ими напор доходит до 20 тыс. кН/м<sup>2</sup> (200 кгс/см<sup>2</sup>); они могут обеспечить вакуумметрическую (с учетом потерь в трубопроводе) высоту всасывания до 4—6 м вод. ст. Применяют винтовые насосы для тех же целей, что и шестеренные.

К преимуществам винтовых насосов относятся малые габариты и массы, равномерность подачи, способность к сухому всасыванию, возможность работы с большой частотой вращения и высокий КПД. Их недостатки — сложность изготовления и значительная стоимость.

На рис. 29 показан винтовой насос. Он состоит из корпуса 8, к которому на болтах присоединена крышка 1. Внутри корпуса расположен цилиндр 5 с отверстиями для всасывания жидкости. Внутренняя поверхность цилиндра залита антифрикционным сплавом 7 (баббитом). Цилиндр закрыт крышкой 2, в которой установлены стаканы 3 и 4, служащие опорой левым цапфам ведущего червяка 11 и ведомого червяка 6. Правая часть ведущего червяка опирается на втулку 9. В месте выхода из корпуса ведущий червяк уплотнен сальником 10. Для отвода из сальника просочившейся в него жидкости установлена трубка 12. При вращении червяков в пространстве между крышкой 1 и корпусом насоса 8 создается разрежение (вакуум), что и обеспечивает поступление в насос жидкости, которая через отверстия в стенках цилиндра проходит во впадины червяка, а затем вытесняется в нагнетательную полость.

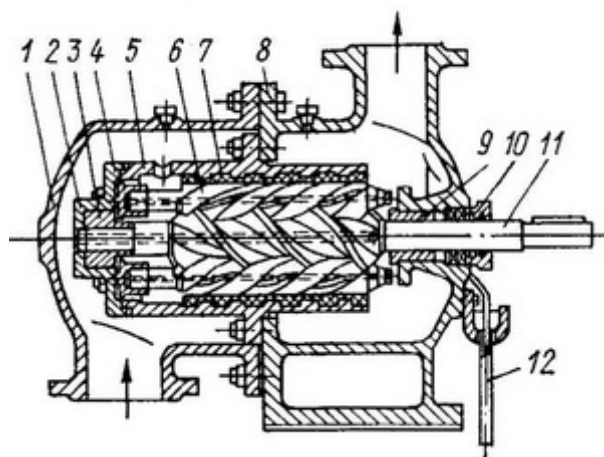


Рис. 29. Винтовой насос.

Водокольцевые насосы находят широкое применение на судах благодаря способности создавать глубокий вакуум. Схема устройства водокольцевого насоса простого действия показана на рис. 30. Насос имеет цилиндрический корпус 2, закрываемый с торцов крышками 1; в корпусе эксцентрично расположен барабан 4 ротора, жестко закрепленный на валу привода. Барабан имеет изготовленные заодно с ним рабочие лопасти, которые бывают прямые или изогнутые. В корпус насоса перед его пуском заливается перекачиваемая жидкость. При вращении ротора лопасти воздействуют на жидкость, заставляя ее вращаться и под действием центробежной силы прижиматься к внутренней поверхности корпуса. В результате этого образуются водяное кольцо 6 и серповидное пространство, являющееся рабочей полостью насоса. Во время первой половины оборота ротора жидкость по принципу поршня отходит от ротора, образуя разрежение (правая часть рисунка), и перекачиваемая жидкость или газ засасывается насосом через всасывающее отверстие 3. Эта половина оборота называется всасывающей. Во время второй половины оборота водяное кольцо приближается к нему, сжимая и выталкивая жидкость или газ в нагнетательное отверстие 5 и нагнетательный патрубок. Эта половина оборота называется нагнетательной. Очень важно, чтобы при работе насоса не было утечек жидкости и чтобы толщина водяного кольца оставалась постоянной. Поэтому насосы, предназначенные для длительной работы, оборудуют собственной системой с напорным бачком для постоянной замены и пополнения утечек воды в водяном кольце.

Эти насосы на судах можно применять в качестве вакуумных насосов и иногда в качестве мокровоздушных насосов вакуумных конденсаторов испарительных установок для откачивания из конденсаторов конденсата и воздуха.

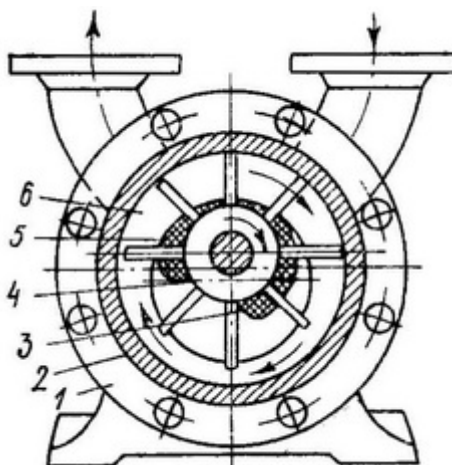


Рис. 30. Водокольцевой насос простого действия.

Для выполнения практического занятия необходимы:

- одновинтовой насос льяльных вод;
- поршневой навешенный насос двигателя NVD;
- шестеренчатый насос;
- шестеренчатый реверсивный насос;
- шиберный насос;
- стенд судовые насосы;
- рабочие чертежи насосов.

## **2. Методика выполнения и содержания отчета**

По имеющимся описаниям, чертежам, литературе, материалам практической работы реальным образцам объемных насосов изучить устройство и принцип действия. Изучить виды приводов объемных насосов. Отчет по работе должен содержать следующие эскизы, чертежи и схемы с пояснительными надписями, отражающими составные части изучаемых механизмов:

—принципиальные схемы поршневых насосов простого действия, дифференциального и двойного действия с наименованием конструктивных элементов и принципом действия насосов;

— схемы ротационных насосов с наименованием конструктивных элементов и принципом действия насосов.

### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите параметры насосов.
2. Назовите приводы насосов.
3. Какие жидкости способны перекачивать объемные насосы?

### **ОК и ПК на выходе:**

#### **знать:**

- особенности конструкции объемных насосов;
- принцип действия объемных насосов их принцип действия и параметры, область применения в соответствии с перекачиваемой жидкостью;
- терминологию, которая употребляется в машинных помещениях, и названия конструктивных элементов объемных насосов (ПДНВ-78, Таблица А-III/4, колонка 2).

#### **уметь:**

- используя рабочие чертежи и инструкцию по эксплуатации самостоятельно разобраться с конструкцией объемных насосов и их принципом действия.

## **Практическое занятие №8**

**Тема:** Изучение по чертежам, натуральным образцам, видеоматериалам и макетам конструкции якорных и швартовых механизмов.

**Цель занятия:** изучить особенности конструкции якорных и швартовых механизмов.

### **ОК и ПК на входе:**

#### **знать:**

- принципиальные конструктивные и кинематические схемы якорных и швартовых механизмов;
- параметры и характеристики якорных и швартовых механизмов, терминологию, и названия конструктивных элементов (ПДНВ-78, Таблица А-III/4, колонка 2).

#### **уметь:**

- читать рабочие чертежи машиностроительного черчения.

**Задание:** изучить конструкцию якорных и швартовых механизмов. Составить с натуры и при помощи чертежей и плакатов эскизы и схемы основных компоновок, дать описание принципа действия.

## 1. Основные теоретические положения

### Якорно-швартовые механизмы

Подъем и отдача станковых якорей на морских судах - производятся при помощи брашпиля (рис. 93). По типу двигателя брашпили на современных судах бывают электрические и паровые, приводимые в действие соответственно электродвигателем или паровой машиной.

Брашпиль является разновидностью мощной лебедки, имеющей приспособление для выбирания и отдачи якорей. Работа двигателя брашпиля через систему зубчатых колес преобразуется во вращательное движение главного вала, лежащего в подшипниках на массивном фундаменте.

На главном валу брашпиля симметрично насажены две звездочки, имеющие углубления для захвата якорной цепи. Каждая звездочка или цепной барабан имеет приспособление для соединения и разобщения с валом брашпиля - эту роль выполняет кулачковая или фрикционная муфта.

Для подъема якоря соответствующая звездочка сообщается с валом и при работе брашпиля якорь-цепь выбирается. Для удержания якоря после остановки двигателя звездочка зажимается ленточным стопором, имеющим стальную ленту, охватывающую почти всю окружность тормозного диска, находящегося рядом со звездочкой. Стопор зажимается вращением рукоятки винтового привода, стягивающего концы стальной ленты, причем концы ленты закреплены так, что ее трение о диск ускоряет зажатие стопора.

Для отдачи якоря соответствующий цепной барабан, предварительно зажатый ленточным стопором, разобщается с валом, вращением рукоятки ослабляется натяжение ленточного стопора, и якорная цепь под действием веса якоря начинает вытравливаться. Ленточный стопор служит для регулирования скорости и прекращения вытравливания цепи.

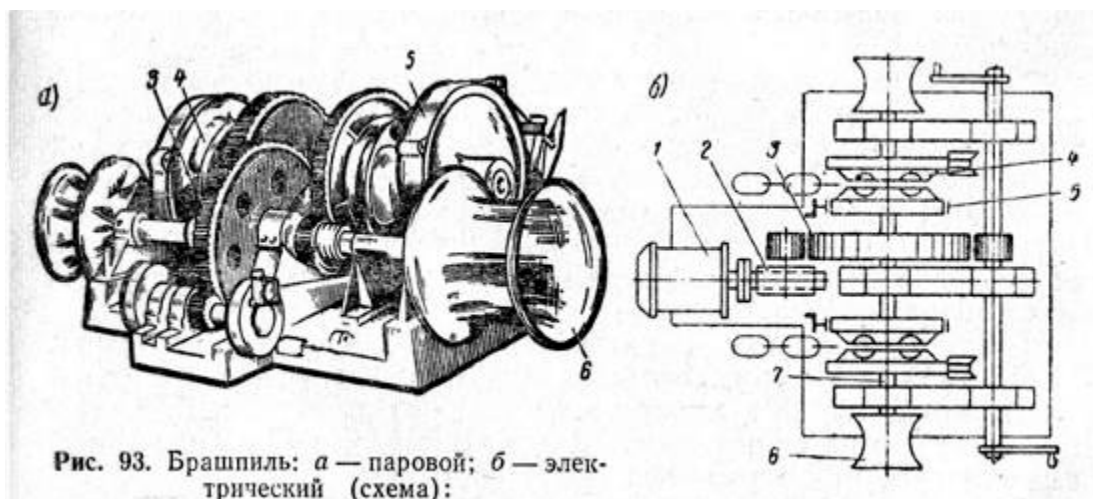


Рис. 93. Брашпиль: а — паровой; б — электрический (схема):

Рис. 93. Брашпиль:

- а - паровой;
- б - электрический (схема):
- 1 - электродвигатель;
- 2 - червячный редуктор;
- 3 - шестерня;
- 4 - цепной барабан (звездочка);
- 5 - ленточный тормоз;
- 6 - швартовый барабан (турачка);
- 7 - грузовой вал

Подъем якоря производится в обратном порядке: сообщают звездочку с валом, отдают ленточный стопор, одновременно, включают брашпиль и начинают выбирать якорь-цепь. По Правилам Регистра скорость одновременного выбирания обеих цепей с якорями с глубины 45 м должна быть не менее 8 м/мин, скорость подъема одного якоря-не менее м/мин 12.

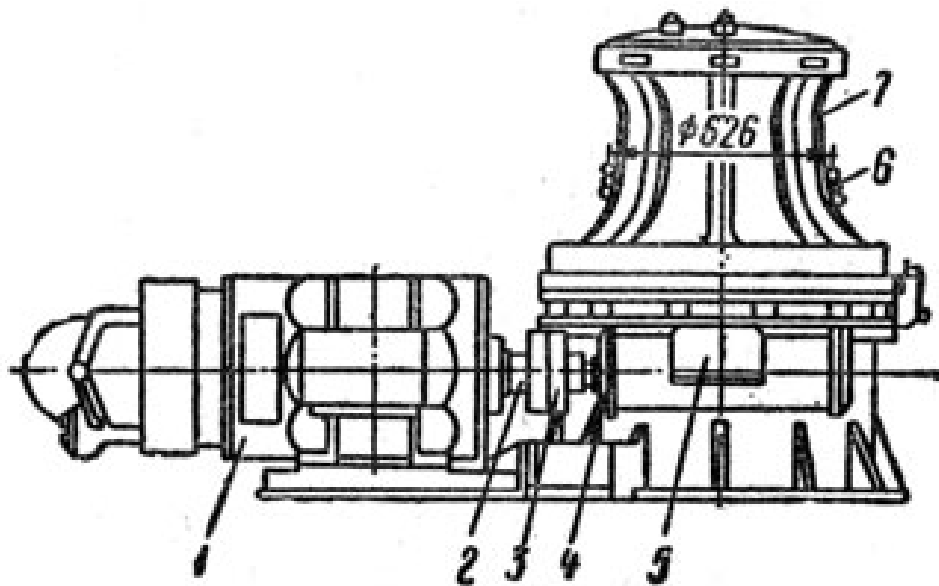


Рис. 94. Шпиль швартовный электрический:

- 1 - электродвигатель;
- 2 - вал электродвигателя;
- 3 - муфта;
- 4 - вал редуктора;
- 5-редуктор;
- 6 - швартовный барабан;
- 7 - вельпсы

Наибольшую нагрузку брашпиль испытывает при отрыве якоря от грунта.

Кроме работ с якорями, брашпиль используется при швартовке судна, для чего он имеет на обоих концах главного или промежуточного вала швартовные барабаны- турочки. Для этого разобщают с брашпилем звездочки, которые удерживаются ленточными стопорами.

В походном положении звездочки брашпиля также должны быть разобщены; якоря удерживаются в клюзах ленточными и дополнительно винтовым или цепным стопором. Управление и уход за брашпилем возложены на боцмана, а уметь управлять им должен каждый матрос I класса.

На больших пассажирских судах и ледоколах для подъема якорей вместо брашпиля часто применяют шпили (рис. 94), привод которых можно разместить под палубой, что обеспечивает лучшую работу в холодное время года и уменьшает загромождение палубы. Главный вал шпиля располагается вертикально, на верхнем конце его выше палубы установлен швартовный барабан, а ниже - цепной, который соединен с валом при помощи кулачковой или фрикционной муфты. Шпиль имеет ленточный стопор.

Иногда на корме судна для обеспечения швартовки устанавливаются швартовные шпили, которые отличаются от якорных отсутствием цепного барабана. Механизм этого шпиля обычно располагается на палубе, но может быть расположен и под ней.

Вместо шпиля для швартовки на кормовой палубе может быть установлена швартовная лебедка, отличающаяся от обыкновенной лебедки длинным валом, на концах которого имеются турочки для выбирания швартовов.

Взаимное расположение клюзов, киповых планок, швартовных механизмов и кнехтов согласовано так, чтобы удобно было накладывать тросы на турочки и переносить их на



кнехты. Для удержания тросов на время этих операций имеются цепные или тросовые стопоры, прикрепляемые около кнехтов.

#### Якорно-швартовные лебедки

Якорно-швартовная лебедка фирмы "Норвинч" (рис. 135) с гидравлическим приводом обеспечивает выполнение следующих операций: отдачу и выбиравание якоря при управлении с местного поста; дистанционную отдачу якоря с ходового мостика; швартовные операции с помощью турочки; автоматическое поддержание заданного натяжения швартовного каната барабаном.

Лебедка смонтирована на раме 15. Ее рабочий вал уложен в трех подшипниках скольжения в стойках 5 и приводится во вращение пластинчатым гидромотором 3 через одноступенчатый цилиндрический редуктор 4. Цепная звездочка 7 и швартовный барабан // выполнены заодно с тормозными шкивами и свободно посажены на вал, с которым могут соединяться кулачковыми муфтами 8 и 9. В свободном состоянии звездочка 7 и барабан // стопорятся ленточными тормозами 6 и 10 с маховиками управления 14 и 13. Турочка 12 сидит на валу на шпонке.

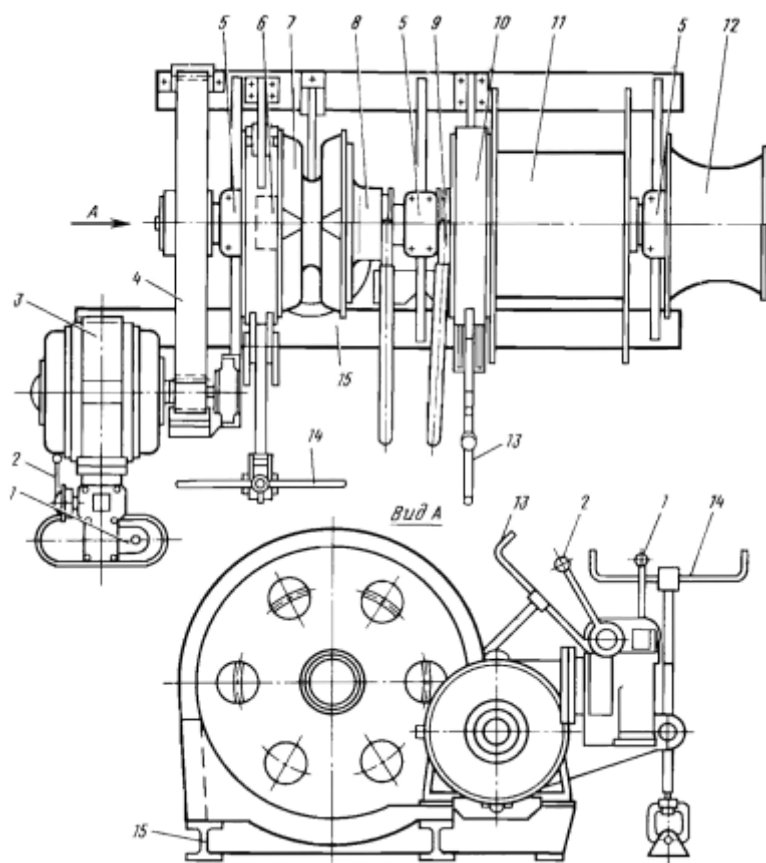


Рис. Якорно-швартовная лебедка фирмы "Норвинч"

Управление лебедкой осуществляется рукояткой 2 ступенчатого изменения скорости и тягового усилия и рукояткой / реверса. Отдача якоря свободным травлением цепи происходит при выключенной муфте 8. Скорость отдачи регулируется ленточным тормозом 6, управ-

ляемым вручную или от гидропривода. Подъем якоря осуществляется гидромотором 3 при включенной муфте 8. Измерение длины вытравленной цепи производится устройством, состоящим из магнитов, установленных на звездочке, и датчика, смонтированного на раме. Датчик возбуждается движущимися магнитами. Его импульсы передаются на указатель, стрелки которого смещаются в направлении движения цепи. Большая стрелка фиксирует длину вытравленной цепи в метрах, малая - в смычках. При подготовке к действию необходимо проверить положение стрелок и при необходимости установить их на нуль.

Дистанционное управление тормозом цепной звездочки с ходового мостика осуществляется с помощью электрогидравлической системы (рис. 136), состоящей из шестеренного насоса 1 с фильтром 2 и предохранительным клапаном 1 на нагнетательном трубопроводе, золотникового распределителя 16 и гидромотора 7, который через редуктор 13 и муфту 12 с гидравлическим управлением приводит во вращение тормозной винт 10 с ходовой гайкой //, воздействующей на рычаг 9. Верхняя позиция распределителя 16 соответствует зажатию тормоза 8. Масло из нагнетательного трубопровода поступает в направлении Н-А через редукционный клапан 5, понижающий давление с 3,0 до 1,9 МПа, к гидромотору 7. Путем снижения давления и крутящего момента гидромотора предотвращаются резкое торможение и перегрузка винта 10 под действием тормозного усилия.

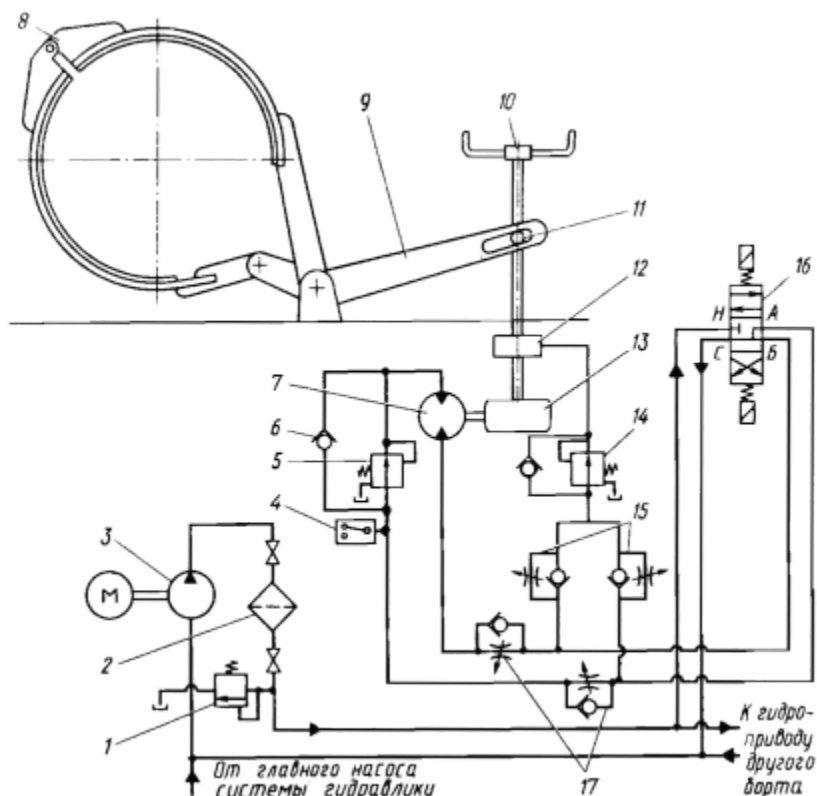


Рис. 136. Схема гидравлической системы тормозного устройства якорно-швартовой лебедки фирмы "Норвинч"

Через невозвратные клапаны 15 и редукционный клапан 14, понижающий давление до 1,5 МПа, масло поступает на включение муфты 12. Сливная полость гидромотора 7 соединяется через распределитель 16 в направлении Б - С со всасывающим трубопроводом насоса 3. При торможении давление в напорном трубопроводе резко возрастает. Полной затяжке тормозной ленты соответствует давление 4,5 МПа, при котором реле давления 4 размыкает контакты цепи управления распределителя 16, который пружиной устанавливается в среднюю позицию, соединяя отводы А и Б с всасывающим трубопроводом насоса 3. При падении давления в напорном трубопроводе происходит выключение муфты 12. Скорость ее выключения регулируется дроссельными клапанами 15.

Нижняя позиция распределителя 16 соответствует отжатию тормоза. Масло поступает к гидромотору в направлении // - Б и отводится через невозвратный клапан 6 и распределитель 16 в направлении А-С к насосу 3. Дроссельно-невозвратные клапаны 17 служат для регулирования частоты вращения гидромотора и тормозного винта 10, которая должна составлять 20 оборотов за 10 с при затягивании тормоза и 15 оборотов за 10 с при его отдаче. Благодаря наличию дроссельных клапанов 17 на нагнетательном трубопроводе происходит включение муфты 12 до разгона гидромотора 7. При изменении направления вращения винта 10 и реверсировании гидромотора 7 на затяжку тормоза в напорном

трубопроводе кратковременно резко возрастает давление. Для того чтобы предотвратить в этот период выключение распределителя 16 под действием реле давления 4, в цепи управления установлено реле времени. Дистанционное управление отдачей якоря производится аналогично описанному ранее.

Управление швартовным барабаном лебедки осуществляется с помощью гидравлической системы (Рис. 137), которая имеет два винтовых насоса 9 с невозвратными клапанами 10 и предохранительным клапаном 8 на нагнетательном трубопроводе; фильтр 7 и расширительный бак 6 на всасывающем трубопроводе; гидромотор 1, управляемый золотниковыми распределителями 2 и 3 и автоматический клапан 4, смонтированные на корпусе гидромотора. Рукояткой распределителя 3 включаются режимы "выбирать", "травить" и "стоп". Распределителем 2 осуществляют ступенчатое изменение скорости и тягового усилия выбора швартовного каната.

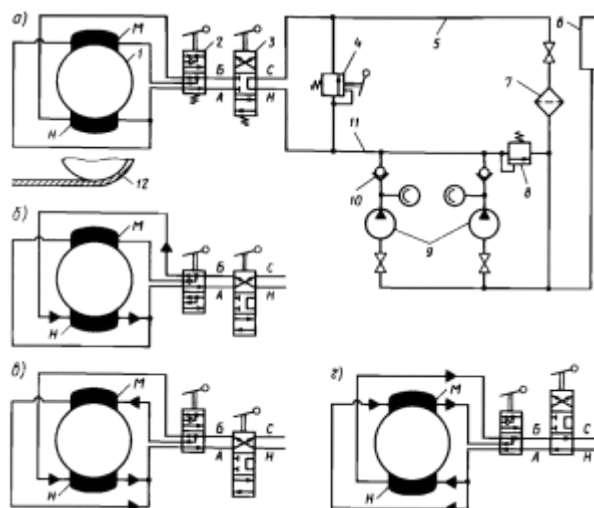


Рис. 137. Схема гидравлической системы управления швартовным барабаном лебедки

Средняя позиция распределителя 3 соответствует режиму холостого хода (рис. 137, а), при котором масло из нагнетательного трубопровода // насоса поступает во всасывающий в направлении Н - С, минуя гидромотор 1. При установке распределителей 3 и 2 в верхние позиции (рис. 137, б) масло из нагнетательного трубопровода в направлении Н - Б поступает к рабочей полости Н гидромотора 1 и отводится в направлении А - С. В этом режиме задействована половина рабочего объема гидромотора, что соответствует ускоренной работе при 40 % номинального значения тягового усилия. Переключением распределителя 2 в нижнюю позицию (Рис. 137, в) включается номинальный режим, при котором масло поступает к рабочим полостям М и Н гидромотора 1. Для травления швартовного каната распределитель 3 устанавливается в нижнюю позицию (рис. 137, г). Масло из нагнетательного трубопровода в направлении Н - А поступает к рабочим полостям Я и М гидромотора, изменяя его направление вращения. Отвод масла происходит в направлении Б - С. Изменение позиции распределителя 2 в этом режиме не меняет скорости травления каната. Для работы лебедки в режиме автоматического натяжения каната распределители 2, 3 устанавливаются в режим "выбирать" с номинальным тяговым усилием (см. рис. 137, в). Барабан 12 получает вращение против часовой стрелки. Клапан 4 автоматического натяжения каната вращением маховика устанавливается на заданное тяговое усилие, фиксируемое стрелкой на шкале. С помощью этого клапана в нагнетательном трубопроводе поддерживается давление, соответствующее выбранному тяговому усилию гидромотора 1, при этом часть жидкости перепускается в трубопровод 5. При выравнивании усилия натяжения каната и тягового усилия гидромотора гидромотор и барабан останавливаются, а масло из нагнетательного трубопровода 11 через клапан 4 полностью перепускается во всасывающий трубопровод 5. Если усилие натяжения каната окажется меньше тягового усилия гидромотора, он будет выбирать канат до момента выравнивания усилий. При превышении усилия натяжения каната над тяговым усилием барабан 12 под действием внешней силы изменит направление вращения и будет травить канат. Гидромотор 1 перейдет

в насосный режим и будет всасывать масло из трубопровода 5 в направлении С - А и нагнетать в направлении Б - Н (рис. 137, в) в трубопровод 11, откуда оно будет перепускаться клапаном 4 в трубопровод 5. При достижении заданного усилия натяжения каната вновь установится его равновесие с тяговым усилием гидромотора.

Полуавтоматическая система управления отдачей якоря якорно-швартовой лебедки установлена на теплоходах типа "Астрахань". Якорно-швартовая лебедка имеет электрический привод и состоит из автоматической швартовой лебедки, турачки и якорной приставки с полуавтоматическим управлением отдачей якоря.

Система управления якорной приставки состоит из следующих элементов: управляющего редуктора с прибором-указателем; прибора, задающего число вытравливаемых смычек; пневмогидравлической системы управления торможением.

Управляющий редуктор с прибором-указателем (рис. 138) крепится к корпусу 1 якорной приставки параллельно оси звездочки, получает вращение от ее вала через вал-шестерню 2 и передает его на водило 4, сидящее на консольном валу 3 на подшипниках качения. Водило, вращаясь против часовой стрелки, переносит в эту же сторону сателлиты 5, входящие в зацепление с неподвижным венцом 6 и получающие от этого вращение по часовой стрелке, которое передается на подвижный венец 7 и сельсин 8. Передаточное число редуктора очень велико из-за того, что сателлиты вращаются в сторону, противоположную своему поступательному перемещению. Поэтому вал сельсина-датчика 8 при отдаче одного метра цепи поворачивается на Г. Вал сельсина-приемника указательного прибора на мостике поворачивается на такой же угол, фиксируя длину отданной якорь-цепи по шкале.

На валу сельсина-датчика 8 закреплен управляющий диск с двумя кулачками 9. Один из них, воздействуя на микровыключатель, приводит в готовность дистанционную систему управления, другой - прекращает отдачу перед выходом последней смычки якорь-цепи.

Через вал 12 и обгонную муфту 11 осуществляется привод шестеренного насоса 10. Муфта передает вращение насосу только при отдаче якоря.

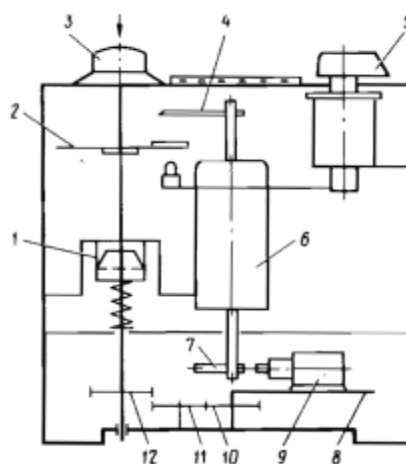
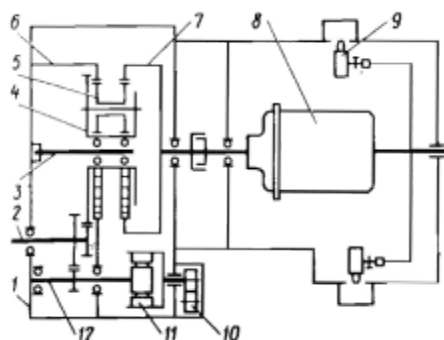


Рис. 138. Управляющий редуктор      Рис. 139. Задатчик-ндикатор

В корпусе задатчика-индикатора (рис. 139) установлен сельсин-приемник 6, стрелка 4 которого фиксирует по шкале 2 длину вытравленной якорь-цепи. Для того чтобы запрограммировать нужное число смычек к отдаче, следует нажать ручку 3, ввести в зацепление муфту / и шестерни 12 и //. При повороте ручки 3 будут поворачиваться шкала 2 и через шестерню 10 передачи поворотная площадка 8 с микровыключателем 9. К тому моменту, когда шкала 2 повернется относительно стрелки 4 и укажет задаваемое количество смычек, микровыключатель повернется на соответствующий угол относительно кулачка 7 на валу сельсина-приемника 6. При отдаче заданного числа смычек микровыключатель разомкнет контакты цепи управления торможением звездочки. Выключателем 5 включается подсветка шкалы.

В пневмогидравлической системе управления торможением (рис. 140) управление ленточным тормозом 8 якорной звездочки осуществляется посредством гидроцилиндра 7 двустороннего действия. При перемещении поршня гидроцилиндра влево происходит

растормаживание. При перемещении поршня вправо происходит затормаживание под действием давления масла и пружины.

При отдаче якоря сжатый воздух, поступающий через редукционный клапан 15, замыкает контакты реле давления 14 в цепи управления вспомогательного золотникового распределителя 12. Через золотниковый распределитель 13 воздух поступает в нижний цилиндр бустера //. Масло, вытесняемое при этом из верхнего цилиндра бустера, последовательно пройдя через дроссельные клапаны 10 и 9, поступит в гидроцилиндр 7 на растормаживание. Невозвратный клапан 6 препятствует утечке масла при растормаживании. При вращении звездочки на отдачу цепи включается насос /, который через невозвратный клапан 3 подает масло в штоковую полость цилиндра 7, замедляя растормаживание. Дроссельный клапан 4 регулируется так, чтобы противодействие масла и усилие пружины штоковой полости обеспечивали постоянную допустимую скорость отдачи якоря.

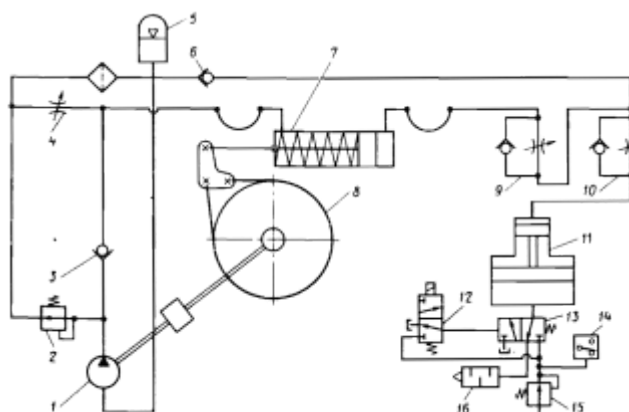


Рис. 140. Пневмогидравлическая система управления торможением звездочки

Избыток масла, нагнетаемого насосом 1 через редукционный клапан 2 и дроссельный клапан 4 в гидроцилиндр 7 поступает в гидроаккумулятор 5. При прекращении подачи воздуха масло из гидроаккумулятора через дроссельный клапан 4 поступает в штоковую полость гидроцилиндра на затормаживание. Вытесняемое из бесштоковой полости масло через невозвратные клапаны 9 и 10 и из гидроаккумулятора через невозвратные клапаны 6 к 10 нагнетается в бустер 11, воздух из нижнего цилиндра которого вытесняется в атмосферу через глушитель 16.

Дистанционной отдаче якоря предшествует подготовка якорно-швартовной лебедки к действию, о завершении которой на мостик сообщается световым сигналом. Поворотом ручки задатчика-индикатора задается число смычек, подлежащих вытравливанию, и нажатием кнопки "отдача якоря" якорь приспускается около 2 м (якорь может приспускаться электродвигателем, управляемым с бака). При подходе к месту якорной стоянки вновь нажимают и удерживают кнопку до автоматического торможения звездочки, свидетельствующего о том, что необходимое число смычек вытравлено. Отдача якоря может быть прервана нажатием кнопки "стоп" на баке или на мостике. При последующем нажатии кнопки "отдача якоря" маневр продолжится.

Управление выбором якоря осуществляется на баке.

#### **Оборудование:**

- шпиль;
- брашпиль;
- макет брашпиля;
- чертежи, кинематические схемы, плакаты шпиля и брашпиля.

## **2. Методика выполнения и содержания отчета**

По имеющимся описаниям, чертежам, литературе, материалам практической работы реальным образцам якорных и швартовных механизмов изучить устройство и принцип действия. Изучить конструкцию приводов якорных и швартовных механизмов. Отчет по

работе должен содержать следующие эскизы, чертежи и схемы с пояснительными надписями, отражающими составные части изучаемых узлов:

- схему шпиля с описанием принципа действия;
- схему брашпиля с описанием принципа действия;

### **Контрольные вопросы:**

1. Назначение швартовых механизмов.
2. Назовите приводы палубных механизмов, их достоинства и недостатки.
3. Чем отличается шпиль от брашпиля?

### **ОК и ПК на выходе:**

#### **знать:**

- особенности конструкции якорных и швартовых механизмов;
- принцип действия якорных и швартовых механизмов ;

терминологию, которая употребляется в машинных помещениях, и названия конструктивных элементов якорных и швартовых механизмов (ПДНВ-78, Таблица А-III/4, колонка 2).

**уметь:-** используя рабочие чертежи и инструкцию по эксплуатации самостоятельно разобраться с конструкцией якорных и швартовых механизмов и их принципом действия.

## **Практическое занятие №9**

**Тема:** Изучение по чертежам, натуральным образцам, видеоматериалам и макетам конструкции грузоподъемных механизмов.

**Цель занятия:** изучить особенности конструкции грузоподъемных механизмов, закрепить знания, полученные в ходе изучения механизмов.

### **ОК и ПК на входе:**

#### **знать:**

- принципиальные конструктивные и кинематические схемы грузоподъемных механизмов, шлюпочных лебедок;
- параметры и характеристики грузоподъемных механизмов, терминологию, и названия конструктивных элементов грузоподъемных механизмов (ПДНВ-78, Таблица А-III/4, колонка 2).

#### **уметь:**

- читать рабочие чертежи машиностроительного черчения.

**Задание:** изучить конструкцию грузоподъемных механизмов. Составить с натуры и при помощи чертежей и плакатов эскизы и схемы основных грузоподъемных механизмов, дать описание принципа действия.

### **1. Основные теоретические положения**

Сведения о судовых подъемных и транспортирующих механизмах. Грузоподъемные устройства и механизмы.

Нормальной эксплуатации современного морского судна способствует наличие на нем грузоподъемных и транспортирующих механизмов, осуществляющих подъем и перемещение различного рода грузов. Эту группу механизмов можно разделить на подъемно-транспортные и транспортирующие.

К подъемно-транспортным механизмам относятся лебедки (грузовые, шлюпочные и др.) и краны, которые в сочетании со стрелами осуществляют подъем, наклонное и горизонтальное перемещение грузов и судового оборудования. К транспортирующим механизмам относятся различного рода конвейеры, транспортеры, элеваторы, подъемники, лифты и др., обеспечивающие грузовые операции внутри судна.

Грузовые стрелы — весьма распространенные устройства на судах; работа их обеспечивается специальными грузовыми лебедками. Количество грузовых лебедок, обслуживающих стрелу, зависит от того, какая схема выполнения грузовых операций применяется. Используемые на судах грузовые стрелы по конструкции разделяются на мачтовые и стрелы на грузовых колоннах, а по грузоподъемности — на легкие и тяжелые.

Грузоподъемность легких стрел составляет до 10 тс (100 кН), а тяжелых—более 10 тс (100 кН). Стрелы размещаются на верхней палубе в районе грузовых трюмов, причем на один грузовой люк в зависимости от водоизмещения судна устанавливаются по две легкие стрелы или по одной тяжелой. В последнем случае смежные грузовые люки носового и кормового трюмов обслуживаются перекидными тяжелыми стрелами.

Грузовые лебедки по типу привода бывают электрические, электрогидравлические, гидравлические, паровые и моторные. Электрические лебедки приводятся в действие электродвигателями постоянного или переменного тока. Электрогидравлические и гидравлические лебедки имеют в качестве привода аксиальный (расположенный вдоль оси) гидродвигатель роторного типа, встроенный в корпус лебедки. Масло в гидродвигатель нагнетает насос с электроприводом. Насос может составлять один агрегат с гидродвигателем или находиться от него на значительном расстоянии. Паровые лебедки, как правило, приводятся в действие двухцилиндровой паровой машиной. Мотолебедки, имеющие в качестве привода двигатели внутреннего сгорания, обычно применяются на судах с энергетической установкой малой мощности.

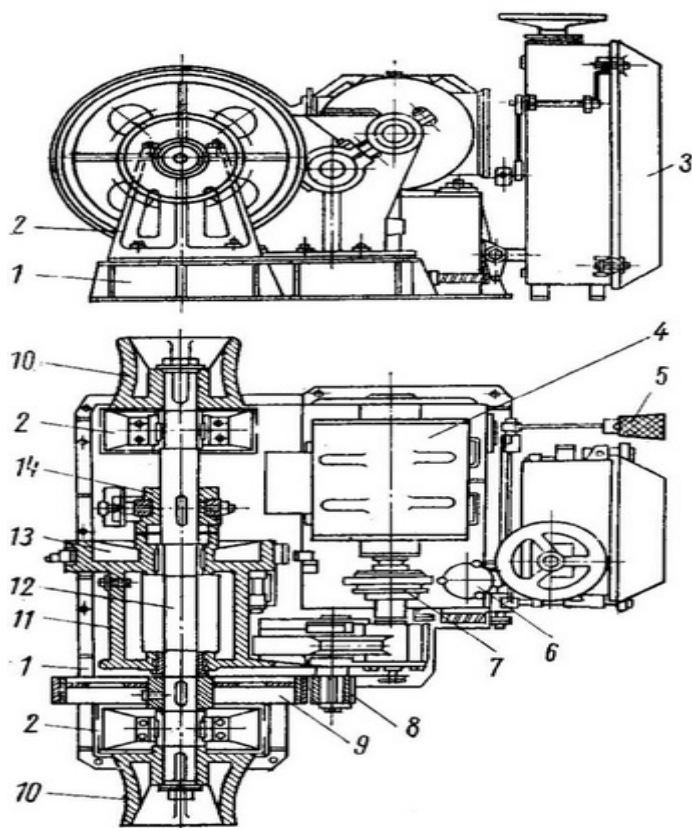


Рис. 1. Электрическая лебедка грузового устройства.

На рис. 1 показана электрическая лебедка грузового устройства. К фундаментной раме 1 крепятся стойки 2 подшипников грузового вала. Лебедка приводится в действие электродвигателем 4, управляемым контроллером 3. Вал электродвигателя соединен эластичной муфтой 7 с валом шестеренной передачи, помещенной в кожух и состоящей из малой ведущей шестерни 8 и ведомой шестерни 9. Ведомая шестерня закреплена на грузовом валу 12. На этом же валу неподвижно закреплены швартовные барабаны 10, кулачковая полумуфта 14, имеющая возможность перемещаться вдоль вала (по шпонке), и грузовой барабан 11, отлитый заодно с диском 13 ленточного тормоза. Торцы кулачковой полумуфты и диска ленточного тормоза имеют выступы и впадины. Кулачковая полумуфта может быть введена в зацепление со ступицей диска ленточного тормоза, соединяя грузовой барабан с грузовым валом; этим обеспечивается вращение грузового барабана. Педально-ленточным тормозом 5 прекращается вращение грузового вала. Лебедка снабжена электромагнитным тормозом 6, действующим автоматически. При наличии тока в цепи электродвигателя электромагнитный тормоз разжимает тормозную ленту, охватывающую диск эластичной муфты; при отсутствии тока тормозная лента сжимает диск эластичной

муфты под действием груза, подвешенного к тормозному устройству, производя торможение. Для выполнения грузовых операций кулачковая полумуфта 14 должна находиться в зацеплении со ступицей диска 13 ленточного тормоза, а следовательно, и с грузовым барабаном 11. При работе электродвигателя будут приведены во вращение через зубчатую передачу грузовой вал, грузовой барабан и швартовные барабаны 10 (турочки). При выполнении работ, не требующих вращения грузового барабана, кулачковая полумуфта 14 должна быть выведена из зацепления со ступицей диска ленточного тормоза. В этом случае электродвигатель будет приводить во вращение через зубчатую передачу только швартовные барабаны.

Краны на судах имеют широкое применение, так как обладают рядом преимуществ по сравнению с другими грузоподъемными механизмами: так, при пользовании краном не нужны подготовительные работы, связанные с постановкой такелажа; кран всегда готов к действию; затраты энергии на привод крана меньше, чем на привод двух лебедок, выполняющих ту же работу.

Однако по сравнению с лебедками краны конструктивно более сложны, имеют большую первоначальную стоимость, связаны с большими эксплуатационными и ремонтными расходами, а также с ограничениями по высоте подъема и вылету стрелы. Кроме того, работа с краном в условиях крена судна значительно усложняется и при увеличении крена до определенного (предельного) значения должна быть прекращена.

Все судовые грузовые краны разделяются на поворотные и мостовые, или козловые. Применяются также мачтовые краны.

Механизм поворотного крана выполнен таким образом, чтобы одновременно с подъемом груза можно было поворачивать кран вокруг оси. Мостовыми кранами оборудуют суда-контейнеровозы. Передвигая краны по рельсам, уложенным на палубе вдоль судна, их можно также использовать для открытия и закрытия грузовых люков.

Современные грузовые краны в качестве привода имеют электродвигатель или гидродвигатель. Электрические краны выпускаются грузоподъемностью от 1 до 5 тс (10—50 кН) и выше.

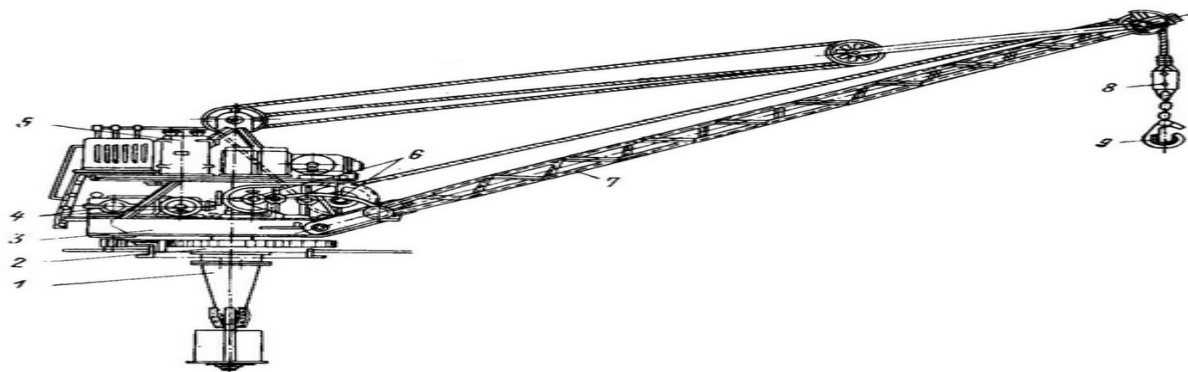


Рис. 11. Электрический поворотный кран.

На рис. 11 показан электрический поворотный кран. Колонна 1 в верхней части имеет опору 2. Нижняя часть колонны представляет собой цилиндрический стакан со сквозными отверстиями для электрического кабеля, подводящего электроэнергию к электрооборудованию крана. Поворотная платформа 3 крана имеет сварную конструкцию; на платформе расположены все механизмы крана и электрооборудование. В лобовой части платформы оборудованы опоры для стрелы.

Механизм 6 подъема груза состоит из электродвигателя, двух зубчатых муфт и цилиндрического редуктора, вал которого через зубчатую ступицу с внутренним зацеплением соединен с барабаном. При работе электромотора через эту систему осуществляются подъем и опускание груза.

Механизм поворота 4 состоит из электродвигателя, упругой муфты, горизонтального редуктора с фрикционом, зубчатой муфты и вертикального конического редуктора, на вертикальном валу которого насажена шестерня, входящая в зацепление с зубчатым ободом, жестко соединенным с опорой колонны. При работе электродвигателя эта шестерня, перемещаясь по зубчатому ободу, осуществляет поворот крана.



В состав механизма изменения вылета стрелы 7 входят электродвигатель, упругая муфта и цилиндрический редуктор, вал которого, как и в механизме подъема, через зубчатую ступицу соединен с барабаном. Через пост управления 5 осуществляется работа крана. Рабочее оборудование крана стрелы включает подвеску 8, грузовую скобу 9 и канат изменения вылета стрелы, образующий полиспагт грузового каната, проходящего через соответствующие блоки.

### Шлюпочное устройство.

Шлюпочное устройство судна предназначено для спасения судовой команды и пассажиров. Шлюпочное устройство — это совокупность приспособлений и механизмов для хранения на борту судовых шлюпок, их спуска и подъема. Шлюпочные устройства включают подъемные приспособления (шлюпбалки с лебедками и шлюп-талями), кильблоки и чехлы. Шлюпбалки могут быть поворотные, заваливающиеся, гравитационные. Шлюпочные лебедки должны обеспечивать спуск на воду и подъем спасательной шлюпки с находящимися в ней пассажирами и командой. В связи с тем, что спасательные шлюпки имеют значительную массу, для их спуска и подъема применяются шлюпочные лебедки с электрическим приводом. Кинематическая схема шлюпочной лебедки показана на рисунке:

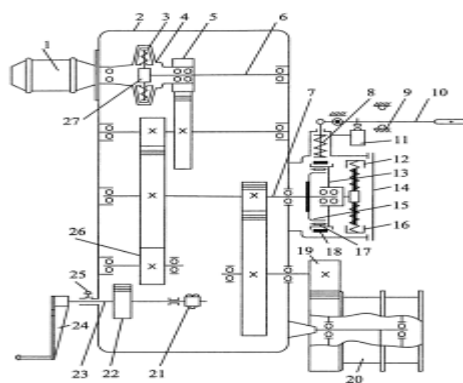


Рис. 3.9. Кинематическая схема шлюпочной лебедки:  
1 — электродвигатель; 2 — трёхступенчатый цилиндрический редуктор; 3 — колодки; 4 — воздушная полушаровая муфта; 5 — ведущая шестерня; 6 — лопастники; 7 — промежуточный вал; 8 — пружина; 9 — ограничитель; 10 — рычаг; 11 — конечный выключатель; 12 — колодка скоростного тормоза; 13 — муфта; 14 — тормозная колодка; 15 — муфта; 16 — колодка скоростного тормоза; 17 — ролик; 18 — тормозная лента; 19 — шестерня; 20 — барабан; 21 — выключатель; 22 — шестерня; 23 — вал; 24 — рукоятка; 25 — шестерня; 26 — шестерня; 27 — внутренняя полушаровая муфта

Шлюпбалки и шлюпочные лебедки должны обеспечивать безопасный спуск шлюпок с полным снаряжением и людьми с любого борта при крене судна до 15° и дифференте до 10°.

**Техническое обслуживание** шлюпочной лебедки проводят еженедельно, ежемесячно, через шесть месяцев и ежегодно. ТО включает следующие работы:

- наружный осмотр лебедки;
- проверка уровня масла в редукторе;
- проверка состояния тормозных накладок, регулировка тормозов;
- проверка состояния резьбовых соединений;
- слив отработавшего масла из редуктора шлюпочной лебедки;
- вскрыть выносные подшипники барабана, удалить старую смазку, промыть полости подшипника, наполнить полости подшипника свежей смазкой на % объёма;
- вскрыть лючки на редукторе шлюпочной лебедки, осмотреть шестерни редуктора, корпус и подшипники изнутри;
- заменить масло в редукторе шлюпочной лебедки через 24 месяца.

### Оборудование:

Для выполнения практического занятия необходимы:

- грузовая стрела;
- грузовая лебедка;
- кинематические схемы шлюпочной и грузовой лебедки.

## 2. Методика выполнения и содержания отчета

По имеющимся описаниям, чертежам, литературе, материалам практической работы реальным образцам грузоподъемных механизмов изучить устройство и принцип действия.

Изучить конструкцию приводов грузоподъемных механизмов. Отчет по работе должен содержать следующие эскизы, чертежи и схемы с пояснительными надписями, отражающими составные части изучаемых узлов:

- схему грузовой лебедки с описанием принципа действия;
- схему шлюпочной лебедки с описанием принципа действия;

**Контрольные вопросы:**

1. Назначение грузоподъемных механизмов .
2. Назовите приводы грузоподъемных механизмов, их достоинства и недостатки.
3. Назначение центробежных муфт шлюпочной лебедки.

**ОК и ПК на выходе:**

**знать:**

- особенности конструкции грузоподъемных механизмов;
- принцип действия грузоподъемных механизмов
- терминологию, которая употребляется в машинных помещениях, и названия конструктивных элементов грузоподъемных механизмов (ПДНВ-78, Таблица А-III/4, колонка 2).

**уметь:-** используя рабочие чертежи и инструкцию по эксплуатации самостоятельно разобраться с конструкцией грузоподъемных механизмов и их принципом действия.