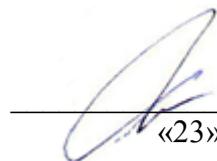


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕ-
ЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Мореходный факультет

Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

 УТВЕРЖДАЮ
Декан МФ
/С.Ю. Труднев/
«23» октября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Системы управления энергетическими и технологическими
процессами»**

по специальности
по направлению подготовки
13.03.02 «Энергетика и электротехника»
(уровень бакалавриат)

профиль: «Электрооборудование и автоматика судов»
квалификация: бакалавр

Петропавловск-Камчатский
2024

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО по специальности 13.03.02 «Энергетика и электротехника» (уровень бакалавриат), учебного плана подготовки специалистов, принятого на заседании ученого совета ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» 23.10.2024 г., протокол № 2

Составитель рабочей программы

Доцент кафедры «ЭУЭС»



Толстова Л.А.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «ЭУЭС»
«17» октября 2024 г, протокол № 4

Заведующий кафедрой «ЭУЭС» к.т.н., доцент

«23» октября 2024 г..



Белов О.А.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Системы управления энергетическими и технологическими процессами» является подготовка специалиста к практической деятельности на судах рыбопромыслового флота.

Задачи изучения дисциплины заключаются в приобретении студентами теоретических и практических знаний, необходимых для грамотной эксплуатации судового электрооборудования и систем автоматизации, комплексное формирование общекультурных и профессиональных компетенций обучающихся.

Предметом дисциплины является всесторонне изучение систем управления энергетическими процессами (главными двигателями), судовой электростанцией, вспомогательными судовыми котлами, холодильной установкой, судовым вспомогательным оборудованием и системами общесудового назначения.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Энергетика и электротехника» (квалификация (степень) «бакалавриат»), выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

ПК-1 Способен производить оценку технического состояния электрооборудования

ПК-5 Способен организовывать работу подчиненного персонала

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице.

Таблица - Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-1	Способен производить оценку технического состояния электрооборудования	ИД-1 _{ПК-1} . Знает устройство (конструкцию) электрооборудования и устройств автоматики	Знать: – устройство, принцип действия и эксплуатационные характеристики судового электрооборудования и систем в целом; – физические процессы и свойства электрооборудования в статических и динамических режимах работы; – организацию технической эксплуатации, технического обслуживания и ремонта судового элек-	З(ПК-1)1
		ИД-2 _{ПК-1} . Знает гребные электрические установки судов, электродвигатели системы управления		З(ПК-1)2
		ИД-3 _{ПК-1} . Знает высоковольтные технологии, включая специальный ип высоковольтных систем и опасности, связанные с рабочим напряжением более 1000 вольт		З(ПК-1)3

		ИД-4 _{ПК-1} Умеет анализировать параметры технического состояния электрооборудования	трооборудования в автоматике;	З(ПК-1)4
		ИД-5 _{ПК-1} Умеет работать с технической документацией по эксплуатации электрооборудования и автоматики	– основы безопасной эксплуатации и требования Регистра РФ, предъявляемые к судовым системам и автоматике.	
			Уметь: – выбирать состав действующего электрооборудования и автоматики – оценивать режим работы и техническое состояние работающего электрооборудования и автоматики или системы по контрольным параметрам и признакам их нормальной работы; – осуществлять поиск и устранение неисправностей, организовывать техническое обслуживание и ремонт электрооборудования и автоматики или системы.	У(ПК-1)1 У(ПК-1)2 У(ПК-1)3
			Владеть: –приёмами эксплуатации судового электрооборудования и автоматики; –построением и чтением электрических схем; –использованием технической документации и ведением судовой эксплуатационной документации.	В(ПК-1)1 В(ПК-1)2 В(ПК-1)3
ПК-5	Способен организовывать работу подчиненного персонала	ИД-1 _{ПК-5} . Знает устройство (конструкцию) электрооборудования и устройств автоматики	Знать: – современные методы диагностики и ремонта электрооборудования и систем автоматики.	З(ПК-5)1
		ИД-2 _{ПК-5} . Знает назначение и технические характеристики электрооборудования и устройств автоматики, электрорадионавигационных систем, судового технологического и бытового оборудования	Уметь: – проводить сбор и анализ данных о режимах работы судового электрооборудования.	У(ПК-5)1
		ИД-3 _{ПК-5} . Умеет анализировать параметры технического состояния электрооборудования ИД-4 _{ПК-5} . Умеет работать с технической документацией по эксплуатации электрообо-	Владеть: – способностью к переоценке накопленного опыта, анализу своих возможностей, самообразованию и постоянному совершенствованию в профессиональной, интеллектуальной, культурной и нравственной деятельности.	В(ПК-5)1

		рудования и автома- тики		
--	--	-----------------------------	--	--

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «СУЭиТП» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений в структуре основной профессиональной образовательной программы.

Связь с предшествующими и последующими дисциплинами

Изучение дисциплины «Системы управления энергетическими и технологическими процессами» базируется на знании следующих дисциплин: «Высшая математика» (линейные дифференциальные уравнения, операционное счисление), «Элементы и функциональные устройства автоматики», «Судовые энергетические установки», «Теория автоматического управления», «Автоматизированные электроэнергетические установки», «Автоматизированный электропривод».

Результаты изучения дисциплины «Системы управления энергетическими и технологическими процессами» могут быть использованы при проведении научно-исследовательских работ студентов и написании выпускной квалификационной работы.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Тематический план дисциплины

Тематический план дисциплины заочной формы обучения

Таблица 3.

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый кон-
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Раздел 1. Автоматизация энергетической установки								
Тема 1. Судно как объект автоматизации. Дизельные установки как объекты автоматизации.	7	2	2			5	Конспект лекций по темам, защита отчета по ПР	
Тема 2. Процессы регулирования скорости судна	5					5		
Тема 3. Принципы построения постов и пультов управления систем дистанционного управления судовыми дизелями.	5					5		
Тема 4. Системы ДАУ главных двигателей.	5					5		
Раздел 2. Автоматизация судовой электростанции.								
Тема 5. Унифицированная система дистанционного автоматизированного управления судовыми дизель генераторами (ДАУ СДГ-Т).	5					5		
Тема 6. Унифицированная система управления СЭЭС типа «ИЖОРА».	5					5		
Тема 7. Микропроцессорные системы управления в судовой энергетике.	5					5	Конспект лекций по	
Раздел 3. Автоматизация судовых технологических процессов.	9	4	2	2		5		

Тема 8. Автоматизация судовых вспомогательных котлов.							темам, за- щита от- чета по ПР	
Тема 9. Автоматизация судовых холодильных установок.	7	2		2		5		
Тема 10. Автоматизированные системы управления судовым вспомогательным оборудованием.	7	2	2			5		
Тема 11. Автоматизация систем общесудового назначения	4					4		
Тема 12. Автоматизация судовой сигнализации.	4					4		
Всего	72	10	6	4		58		4

4.2. Содержание дисциплины по темам

Раздел 1. Автоматизация энергетической установки

Тема 1. Судно как объект автоматизации. Дизельные установки как объекты автоматизации.

Лекция 1. Судно как объект автоматизации. Рассматриваемые вопросы: Объем автоматизации судовых средств. Классификация судовых систем управления. Структурная схема комплексной САУ судном.

Лекция 2. Дизельные установки как объекты автоматизации. Рассматриваемые вопросы: Типы судовых дизельных установок. Характеристики и режимы работы дизельных установок. Особенности судовых главных двигателей. Классификация судовых дизелей по объёму автоматизации САУ судном.

Лекция 3. Автоматизация судовых дизелей и организация контроля параметров главного двигателя. Рассматриваемые вопросы: Параметры, характеризующие работу судового дизеля. Причины необходимости автоматизации дизелей. Организация контроля параметров судовых энергетических установок.

Практическое занятие 1. Датчики и задающие устройства систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями. [8, практическое занятие 1]

Практическое занятие 2. Распределительные устройства и исполнительные механизмы систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями [8, практическое занятие 2]

Практическое занятие 3. Блокировочные устройства систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями. [8, практическое занятие 3]

Практическое занятие 4. Регуляторы частоты вращения (скорости) судовых дизелей прямого и непрямого действия. [8, практическое занятие 4]

Тема 2. Процессы регулирования скорости судна.

Лекция 4. Процессы регулирования скорости судна. Рассматриваемые вопросы: Понятия о регулировании скорости судна. Особенности судовых дизелей как объектов регулирования частоты вращения.

Тема 3. Принципы построения постов и пультов управления систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями.

Лекция 5. Принципы построения постов и пультов управления систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями. Рассматриваемые вопросы: Классификация постов управления. Управляющие цепи.

Тема 4. Системы дистанционного автоматизированного управления судовых главных двигателей (ДАУ ГД).

Лекция 6. Рассматриваемые вопросы: Определение ДАУ ГД. Классификация ДАУ ГД.

Лекция 7. Рассматриваемые вопросы: Типы систем ДАУ ГД.

Основные понятия: Судно как объект автоматизации. Структурная схема комплексной САУ судном. Типы судовых дизельных установок. Характеристики и режимы работы дизельных установок. Параметры, характеризующие работу судового дизеля. Организация

контроля параметров судовых энергетических установок. Устройства, обеспечивающие автоматизацию главных двигателей. Системы дистанционного автоматизированного управления судовых главных двигателей (ДАУ ГД).

Вопросы для самоконтроля:

1. Опишите судно как объект автоматизации.
2. Приведите и поясните структурную схему комплексной САУ судном.
3. Перечислите типы судовых дизельных установок и дайте их характеристику.
4. Характеристики и режимы работы дизельных установок.
5. Особенности судовых главных двигателей.
6. Приведите классификацию судовых дизелей по объёму автоматизации САУ судном.
7. Параметры, характеризующие работу судового дизеля.
8. Организация контроля параметров судовых энергетических установок.
9. Опишите датчики и задающие устройства систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями.
10. Опишите распределительные устройства и исполнительные механизмы систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями.
11. Опишите блокировочные устройства систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями.
12. Опишите регуляторы частоты вращения (скорости) судовых дизелей прямого и непрямого действия.
13. Особенности судовых дизелей как объектов регулирования частоты вращения.
14. Принципы построения постов и пультов управления систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями.
15. Приведите пример и опишите одну из систем ДАУ ГД.

Литература [1,2,7,8,]

Раздел 2. Автоматизация судовой электростанции.

Тема 5. Унифицированная система дистанционного автоматизированного управления судовыми дизель генераторами (ДАУ СДГ-Т).

Лекция 8. Рассматриваемые вопросы: Назначение ДАУ СДГ-Т. Состав и структурно-функциональная схема системы СДГ-Т. Назначение блоков системы ДАУ СДГ-Т.

Лекция 9. Функции системы ДАУ СДГ-Т. Рассматриваемые вопросы: Подготовка к пуску судового дизель-генератора. Пуск судового дизель-генератора. Управление дизель-генератором.

Практическое занятие 5. Алгоритм пуска дизель-генератора в системе ДАУ СДГ-Т. Рассматриваемые вопросы: Технологическая схема пуска дизель-генератора. Критерий алгоритма пуска дизель-генератора. Граф-схема алгоритма пуска дизель-генератора. Интерактивная единица: построение с помощью компьютера граф-схемы алгоритма пуска дизель-генератора.

[3, с.102-109,8 практическое занятие 5]

Практическое занятие 6. Алгоритм поддержания дизель-генератора в прогретом состоянии.

Рассматриваемые вопросы: Технологическая схема поддержания дизель-генератора в прогретом состоянии. Граф-схема алгоритма поддержания дизель-генератора в прогретом состоянии. Интерактивная единица: построение с помощью компьютера граф-схемы алгоритма поддержания дизель-генераторов прогретом состоянии. [3, с.102-109,8 практическое занятие 6]

Практическое занятие 7. Алгоритм остановки и защиты дизель-генератора. Рассматриваемые вопросы: Технологическая схема остановки дизель-генератора. Граф-схема алгоритма остановки дизель-генератора. Граф-схема алгоритма защиты дизель-генератора. Интерактивная единица: построение с помощью компьютера граф-схемы алгоритма остановки и защиты дизель-генератора. [3, с.102-109,8 практическое занятие 7]

Практическое занятие 8. Состав системы ДАУ СДГ-Т. Рассматриваемые вопросы: Состав вспомогательных механизмов, обеспечивающие работу системы ДАУ СДГ-Т. Требования Регистра РФ к вспомогательным механизмам и датчикам системы ДАУ СДГ-Т. Датчики системы ДАУ СДГ-Т. [3, с.102-109,8 практическое занятие 8]

Тема 6. Унифицированная система управления СЭЭС типа «ИЖОРА».

Лекция 10. Рассматриваемые вопросы: Назначение системы управления СЭЭС типа «ИЖОРА». Функции системы управления СЭЭС типа «ИЖОРА». Состав блоков системы управления СЭЭС типа «ИЖОРА».

Практическое занятие 9. Система управления судовой электростанцией типа «ИЖОРА». Рассматриваемые вопросы: Структурная схема автоматизированной СЭС. Принцип действия системы управления. [2, с.285-289,8 практическое занятие 9]

Тема 7. Микропроцессорные системы управления в судовой энергетике.

Лекция 11. Микропроцессорные системы управления в судовой энергетике.

Рассматриваемые вопросы: Основные этапы развития микропроцессорных систем управления судовыми энергетическими установками. Классификация микропроцессорных систем управления в судовой энергетике. Принципы построения микропроцессорных систем управления в судовой энергетике.

Лекция 12. Микропроцессорная система управления судовой электростанцией типа ASA-S. Рассматриваемые вопросы: Основные сведения о системе. Функции системы ASA-S.

Практическое занятие 10. Многофункциональная система управления судовой электростанцией типа DELOMATIC. Рассматриваемые вопросы: Назначение системы типа DELOMATIC. Состав системы типа DELOMATIC. Функции и режимы управления в системе типа DELOMATIC.

[2, с.321-345,8 практическое занятие 10]

Практическое занятие 11. Многофункциональная система управления судовой электростанцией типа DELOMATIC. Рассматриваемые вопросы: Структурная схема системы типа DELOMATIC. Режимы работы системы типа DELOMATIC и их описание.

Интерактивная единица: Создание схем системы типа DELOMATIC на компьютере с помощью S-плана. [2, с.321-345,8 практическое занятие 10]

Практическое занятие 12. Вспомогательные алгоритмы подготовки исходной информации в МПСУ генераторными агрегатами ASA-S. Рассматриваемые вопросы: Алгоритм контроля положения переключателя выбора очередности пуска генераторных агрегатов. Алгоритм контроля переключателя выбора очередности остановки резервных генераторных агрегатов. Алгоритм оценки состояния генераторного агрегата. [2, с. 306-310, 8 практическое занятие 11]

Основные понятия: Унифицированная система дистанционного автоматизированного управления судовыми дизель генераторами (ДАУ СДГ-Т). Унифицированная система управления СЭЭС типа «ИЖОРА». Микропроцессорные системы управления в судовой энергетике.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назначение, состав, датчики унифицированной системы дистанционного автоматизированного управления судовыми дизель генераторами (ДАУ СДГ-Т).
2. Опишите алгоритмы управления в системе дистанционного автоматизированного управления судовыми дизель генераторами (ДАУ СДГ-Т).
3. Назначение, функции и состав блоков системы управления СЭЭС типа «ИЖОРА».
4. Опишите работу системы управления судовой электростанцией типа «ИЖОРА».
5. Классификация микропроцессорных систем управления в судовой энергетике.
6. Принципы построения микропроцессорных систем управления в судовой энергетике.
7. Структурная схема системы типа DELOMATIC.
8. Функции и режимы управления в системе типа DELOMATIC.
9. Режимы работы системы типа DELOMATIC и их описание.

10. Вспомогательные алгоритмы подготовки исходной информации в МПСУ генераторными агрегатами ASA-S.

Литература [1,2,3,4,5,7,8,]

Раздел 3. Автоматизация судовых технологических процессов.

Тема 8. Автоматизация судовых вспомогательных котлов.

Лекция 13. Вспомогательные судовые котлы как объекты управления. Рассматриваемые вопросы: Требования Регистра РФ к котельной автоматике. Подсистемы регулирования и управления судовых вспомогательных котлов. Системы контроля параметров судовых вспомогательных котлов.

Лекция 14. Микропроцессорные системы управления котельной установкой. Рассматриваемые вопросы: Основные сведения о микропроцессорных системах управления котельной установкой. Структурно-функциональная схема МПСУ котельной установкой. Режимы работы МПСУ котельной установкой.

Практическое занятие 13. Регулирование и управление в системе горения вспомогательных судовых котлов. Рассматриваемые вопросы: Характеристика системы горения вспомогательного судового котла. Параметры процесса регулирования горения вспомогательного судового котла. Принципиальные схемы систем регулирования и управления в системе горения вспомогательных судовых котлов. [2, с.317-325, 8 практическое занятие 12]

Практическое занятие 14. Регулирование уровня воды в котельных установках. Рассматриваемые вопросы: Параметры процесса регулирования уровня воды вспомогательных судовых котлов. Принципиальные схемы систем регулирования уровня воды вспомогательных судовых котлов. [2, с.317-325, 8 практическое занятие 13]

Тема 9. Автоматизация судовых холодильных установок.

Лекция 15. Холодильная установка как объект регулирования и управления. Рассматриваемые вопросы: Основные сведения о системах регулирования и управления холодильной установки. Параметры процесса регулирования холодильной установки. Структурные и принципиальные схемы систем регулирования холодильной установки.

Практическое занятие 15. Микропроцессорные системы управления холодильной установкой. Рассматриваемые вопросы: Основные сведения о микропроцессорных системах управления холодильной установкой. Структурно-функциональная схема МПСУ холодильной установкой. Режимы работы МПСУ холодильной установкой. [2, с.352-360, 8 практическое занятие 14]

Тема 10. Автоматизированные системы управления судовым вспомогательным оборудованием.

Лекция 16. Автоматизированные системы управления судовым вспомогательным оборудованием. Рассматриваемые вопросы: Классификация вспомогательных судовых механизмов. Автоматизация вспомогательных судовых механизмов. Требования Регистра РФ к автоматизации вспомогательных судовых механизмов.

Практическое занятие 16. Схемы автоматизации вспомогательных судовых механизмов. Рассматриваемые вопросы: Автоматизация компрессорных установок. Автоматизация сепараторных установок. [4, с.487-495, 8 практическое занятие 15]

Тема 11. Автоматизация систем общесудового назначения.

Лекция 17. Автоматизация систем общесудового назначения. Рассматриваемые вопросы: Классификация систем общесудового назначения. Автоматизация систем общесудового назначения. Требования Регистра РФ к автоматизации систем общесудового назначения.

Практическое занятие 17. Автоматизация систем общесудового назначения. Рассматриваемые вопросы: Схема автоматизации санитарной судовой системы. Схемы автоматизации осушительной и балластной систем. [4, с.496-506, 8 практическое занятие 16]

Тема 12. Автоматизация судовой сигнализации.

Лекция 18. Судовая сигнализация. Рассматриваемые вопросы: Системы сигнализации на судах. Требования Регистра РФ к судовой сигнализации.

Практическое занятие 18. Аварийно - предупредительная сигнализация машинного отделения.

Рассматриваемые вопросы: Схемы судовой электрической сигнализации. Схема контроля отсутствия вахтенного в МО. Схема авральной сигнализации. [4, с.538-543, 8 практическое занятие 17]

Основные понятия: Вспомогательные судовые котлы как объекты управления. Подсистемы регулирования и управления судовых вспомогательных котлов. Регулирование и управление в системе горения вспомогательных судовых котлов. Регулирование уровня воды в котельных установках. Микропроцессорные системы управления котельной установкой. Холодильная установка как объект регулирования и управления. Микропроцессорные системы управления холодильной установкой. Автоматизация компрессорных установок. Автоматизация сепараторных установок. Схема автоматизации санитарной судовой системы. Схемы автоматизации осушительной и баластной систем. Схема контроля отсутствия вахтенного в МО. Схема авральной сигнализации.

Вопросы для самоконтроля:

1. Вспомогательные судовые котлы как объекты управления.
2. Подсистемы регулирования и управления судовых вспомогательных котлов.
3. Опишите работу схемы регулирования и управления в системе горения вспомогательных судовых котлов.
4. Опишите работу схемы регулирования уровня воды в котельных установках.
5. Опишите микропроцессорные системы управления котельной установкой.
6. Холодильная установка как объект регулирования и управления.
7. Опишите микропроцессорные системы управления холодильной установкой.
8. Опишите схему автоматизации судовой компрессорной установки.
9. Опишите схему автоматизации судовой санитарной установки.
10. Опишите схему автоматизации судовой осушительной системы.
11. Опишите схему автоматизации судовой баластной системы.

Литература [1,2,4,5,6,7,8,]

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

5.1 Внеаудиторная самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине «СУЭиТП» является важной составляющей частью подготовки с и выполняется в соответствии с требованиями к освоению основной образовательной программы .

Самостоятельная работа предназначена для развития навыков самостоятельного поиска необходимой информации по заданным вопросам или поставленной проблеме (теме).

В целом внеаудиторная самостоятельная работа студента при изучении дисциплины включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- подготовка презентаций для иллюстрации материалов на заданную тему;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине (экзамен).

Основная доля самостоятельной работы студентов приходится на проработку рекомендованной литературы с целью освоения теоретического курса, подготовку к практическим занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание дисциплины.

Для проведения практических занятий, для самостоятельной работы используются: Толстова Л.А. Системы управления энергетическими и технологическими процес-сами: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучаю-щихся по очной и заочной форм обучения

Толстова Л.А. Системы управления энергетическими и технологическими процес-сами: практикум для студентов высших учебных заведений, обучающихся по очной и заочной форм обучения

Студентам заочной формы обучения необходимо параллельно с изучением теории вы-полнить контрольную работу. Во время экзаменационной сессии защитить контрольную работу и сдать экзамен по дисциплине.

Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение:

Автоматизация судовых силовых установок. [1], [2], [3], [4].

Подготовка и пуск судового главного двигателя. [1].

Процессы в системе регулирования скорости дизеля. [1].

Процессы управления в судовых электроэнергетических установках.[1], [2], [3], [4].

СПС. Системы дистанционного автоматизированного управления судовыми дизелями.[2], [3], [4],[5].

Микропроцессорные системы управления судовой электроэнергетической системой.[2], [3], [5].

Процессы в системах регулирования и управления судовых вспомогательных котлов.[1], [4], [5].

Микропроцессорные системы управления холодильной установкой.[1],[2],[4].

Автоматизация вспомогательных и общесудовых механизмов.[1],[2],[4].

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации (зачет)

1. Требования Регистра РФ к судовой автоматике.
2. Судно как объект автоматизации.
3. Структурная схема комплексной САУ судном.
4. Дизельные установки как объекты автоматизации. Типы судовых дизельных установок.
5. Характеристики и режимы работы дизельных установок.
6. Особенности судовых главных двигателей. Классификация судовых дизелей по объёму автоматизации САУ судном.
7. Параметры, характеризующие работу судового дизеля.
8. Организация контроля параметров судовых энергетических установок.
9. Датчики и задающие устройства систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями.
10. Распределительные устройства и исполнительные механизмы систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями.
11. Блокировочные устройства систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями.
12. Регуляторы частоты вращения (скорости) судовых дизелей прямого и непрямого действия.
13. Процессы регулирования скорости судна.
14. Принципы построения постов и пультов управления систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями.
15. Определение ДАУ ГД. Классификация ДАУ ГД.
16. Типы систем ДАУ ГД.
17. Система ДАУ СДГ-Т. Назначение, основные функциональные блоки.
18. Функции системы ДАУ СДГ-Т.
19. Вспомогательные механизмы, обеспечивающие работу системы ДАУ СДГ-Т.
20. Система контроля в системе ДАУ СДГ-Т.
21. Алгоритм пуска дизель-генератора.

22. Алгоритм поддержания дизель-генератора в прогретом состоянии.
23. Алгоритм остановки дизель-генератора.
24. Унифицированная система управления СЭЭС типа «ИЖОРА».
25. Алгоритм защиты дизель-генератора.
26. Структурная схема системы управления судовой электростанцией типа «ИЖОРА».
27. Микропроцессорные системы управления в судовой энергетике.
28. Микропроцессорная система управления судовой электроэнергетической системой типа DELOMATIC.
29. Вспомогательные судовые котлы как объекты управления
30. Регулирование и управление в системе горения вспомогательных судовых котлов.
31. Регулирование уровня воды в котельных установках.
32. Холодильная установка как объект регулирования и управления.
33. Автоматизированные системы управления судовым вспомогательным оборудованием.
34. Автоматизация компрессорных установок.
35. Автоматизация сепараторных установок.
36. Автоматизация систем общесудового назначения.
37. Схема автоматизации санитарной судовой системы.
38. Схемы автоматизации осушительной и балластной систем

7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1 Основная литература

1. Тимофеев Ю.К. Системы управления судовыми энергетическими и технологическими процессами. - С.- П.: Судостроение, 1994.-312 с.

7.2 Дополнительная литература

2. Алексеев Н.А., Макаров С.Б., Портнягин Н.Н. Микропроцессорные системы управления электроэнергетическими установками промысловых судов. – М.:Колос, 2008.- 424с.
3. Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы: Учебник для вузов.2-е изд.,перераб. и доп.- СПб.: Судостроение, 2005.- 528с.
4. Белоусов В.В., Волкогон В.А. Судовая электроника и электроавтоматика.-М: Колос, 2008.- 645с.
5. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 г.(ПДМНВ-78) с поправками (консолидированный текст), - СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2010г. – 806с.
6. Правила классификации и постройки морских судов. - Л.: Транспорт, 2010-280 с.

7.3.Методическое обеспечение:

7. Толстова Л.А. Системы управления энергетическими и технологическими процессами: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по очной и заочной форм обучения / Л.А. Толстова. – Петропавловск-Камчатский: Камчат ГТУ, 2019. - 133с.
8. Толстова Л.А. Системы управления энергетическими и технологическими процессами: практикум для студентов высших учебных заведений, обучающихся

по сочной и заочной форм обучения / Л.А. Толстова. – Петропавловск-Камчатский: Камчат ГТУ, 2019. - 123с.

9. Толстова Л.А. Системы управления энергетическими и технологическими процессами: методические указания к выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения / Л.А. Толстова. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2015.–10 с.

8 ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО- ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

1.Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям Лекции являются основным видом учебных занятий в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных взглядов и освещение основных проблем изучаемой области знаний. Значительную часть теоретических знаний студент должен получать самостоятельно из рекомендованных основных и дополнительных информационных источников (учебников, Интернет-ресурсов, электронной образовательной среды университета). В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю. После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям и лабораторным работам, экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

Рекомендации по подготовке к практическим занятиям. Для подготовки к практическим занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, рекомендуемой основной и дополнительной литературы. Необходимо прочитать соответствующие разделы из основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы, их закономерности и движущие силы и взаимные связи. При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. На практических занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересующие или затруднительные вопросы, высказывать и аргументировать свое мнение.

Рекомендации по организации самостоятельной работы. Самостоятельная работа включает изучение учебной литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к практическим занятиям, экзамену, выполнение самостоятельных практических заданий (рефератов, расчетно-графических заданий/работ, оформление отчетов по лабораторным работам и практическим заданиям, решение задач, изучение теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, изучение отдельных функций прикладного программного обеспечения и т.д.).

Необходимым условием успешного освоения дисциплины является прочное знание принципов описания и анализа динамических звеньев, заложенных при изучении дисциплин «Математический анализ», «Теоретические основы электротехники» и «Теория авто-

матического управления». Поэтому обучающийся должен при наличии пробелов в предшествующем образовании обратить первоочередное внимание на указанные разделы. Большое значение имеет навык чтения схем электронных устройств, поскольку современные функциональные устройства судовой автоматики выполнены на микроэлектронной элементной базе. Однако понимания принципов работы электронных схем невозможно достичь только изучением теоретического материала. Представления об изучаемых устройствах должны быть закреплены в процессе выполнения лабораторных работ. Настоятельно рекомендуется получить у преподавателя в личное пользование электронную версию методических указаний по выполнению лабораторных работ и перед выполнением каждой работы подготовиться по теоретическим вопросам. При выполнении лабораторных работ следует осознавать, что моделирование функциональных устройств всегда оставляет некоторую свободу в выборе способа реализации функций устройства. Поэтому следует не копировать «слепо» готовые решения, а наоборот, пытаться найти способ построения адекватной модели самостоятельно.

Все рекомендации по выполнению практических и лабораторных работ содержатся в методических указаниях.

10. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)

Выполнение курсового проекта (работы) не предусмотрено учебным планом.

11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

1. электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 7 и 8 данной рабочей программы;
2. использование слайд-презентаций;

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

1. текстовый редактор MicrosoftWord;
2. электронные таблицы MicrosoftExcel;
3. презентационный редактор MicrosoftPowerPoint.

11.3 Перечень информационно-справочных систем

- Сайт об электромеханике электротехнике электронике elektromehanika.org

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных за-

нятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы учебная аудитория № 3-403 с комплектом учебной мебели на 32 посадочных места;

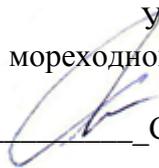
2. доска аудиторная;
3. комплект лекций в MicrosoftWord по темам курса «СУЭиТП»;
4. мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор);
5. плакаты;
6. обучающие программные пакеты;
7. практикум в MicrosoftWord по темам курса «СУЭиТП»;
8. компьютеры;
9. плакаты;
10. схемы.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет МОРЕХОДНЫЙ

Кафедра «ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан мореходного факультета


_____ С.Ю. Труднев

«23» октября 2024 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДИСЦИПЛИНЫ
«Системы управления, энергетическими и технологическими
процессами»

по направлению подготовки
13.03.02 «Энергетика и электротехника»
(уровень бакалавриат)

профиль: «Электрооборудование и автоматика судов»
квалификация: бакалавр

Петропавловск-Камчатский
2024

Фонд оценочных средств дисциплины составлен на основании ФГОС ВО по специальности 13.03.02 «Энергетика и электротехника» (уровень бакалавриат), учебного плана подготовки специалистов, принятого на заседании ученого совета ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» 23.10.2024 г., протокол № 2.

Составитель фонда оценочных средств
Доцент кафедры «ЭУЭС»



(подпись)

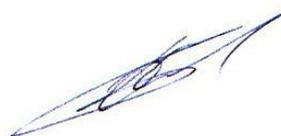
Толстова Л.А.
(ФИО.)

Фонд оценочных средств рассмотрен на заседании кафедры «Энергетические установки и электрооборудование судов»

«17» октября 2024 г, протокол № 4

Заведующий кафедрой «Энергетические установки и электрооборудование судов»

«23» октября 2024 г.
О.А.



Белов

АКТУАЛЬНО НА

2025 / 2026 учебный год



(подпись)

Белов О.А.
(ФИО. зав.кафедрой)

2026 / 2027 учебный год

(подпись)

(ФИО. зав.кафедрой)

2027 / 2028 учебный год

(подпись)

(ФИО. зав.кафедрой)

2028 / 2029 учебный год

(подпись)

(ФИО. зав.кафедрой)

2029 / 2030 учебный год

(подпись)

(ФИО. зав.кафедрой)

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации студентов по дисциплине «**Системы управления энергетическими и технологическими процессами**» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

1. паспорт фонда оценочных средств по дисциплине;
2. перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
3. описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание их шкал оценивания;
4. методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Системы управления энергетическими и технологическими процессами»

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Судно как объект управления	ПК-1, ПК-5	Контроль СРС, защита практических и лабораторных работ, опрос, тест-контроль
2	Автоматизация судовых дизелей		
3	Унифицированная система ДАУ СДГ-Т		
4	СУ СЭЭС типа «ИЖОРА»		
5	Вспомогательные котлы как объекты управления		
6	Холодильная установка как объект управления		

2 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Наименование контролируемой компетенции	Наименование дисциплины формирующей компетенцию	Этапы формирования компетенции				
				1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
1	ПК-1	Способен производить оценку технического состояния электрооборудования	Судовые электроприводы				4	
			Системы управления энергетическими и технологическими процессами					5
			Судовые электрические машины			3		
			Судовая электроника и силовая преобразовательная техника				4	
			Производственная практика				4	
2	ПК-5	Способен организовывать работу подчиненного персонала	Судовые автоматизированные ЭЭС				4	
			Системы управления энергетическими и технологическими процессами					5
			Техника высоких напряжений				4	
			Производственная практика				4	

3 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание их шкал оценивания

Критерии оценивания качества устного ответа

Оценка «5» (отлично) выставляется, если обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы;

последовательно и четко отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «4» (хорошо) выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «3» (удовлетворительно) выставляется, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.

Оценка «2» (неудовлетворительно) выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по разделу; не способен аргументировано и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые преподавателем вопросы или затрудняется с ответом; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

1. Судовые объекты автоматизации. Их свойства и характеристики.
2. Требования Регистра РФ к судовой автоматике.
3. Классификация судовых систем автоматического управления.
4. Судно как объект комплексной автоматизации.
5. Принципы построения систем автоматизированного управления энергетическими объектами судна.
6. Понятие об уровнях иерархии в судовой автоматике.
7. Эксплуатационные режимы судовой энергетической установки с винтом фиксированного шага.
8. Судовой главный двигатель как объект управления.
9. Автоматизация судовых дизелей.
10. Организация контроля параметров главного двигателя.
11. Системы дистанционного автоматизированного управления судовых главных двигателей (ДАУ ГД).
12. Обобщенная структурная схема системы ДАУ ГД.
13. Процессы в системе регулирования скорости судового дизеля.
14. Процессы в системе регулирования температуры в системах охлаждения судового дизеля.
15. Система ДАУ СДГ-Т. Назначение, основные функциональные блоки.
16. Функции системы ДАУ СДГ-Т.
17. Вспомогательные механизмы, обеспечивающие работу системы ДАУ СДГ-Т.
18. Система контроля в системе ДАУ СДГ-Т.
19. Алгоритм пуска дизель-генератора.
20. Алгоритм поддержания дизель-генератора в прогретом состоянии.
21. Микропроцессорные системы управления в судовой энергетике.

22. Алгоритм остановки дизель-генератора.
23. Унифицированная система управления СЭЭС типа «ИЖОРА».
24. Алгоритм защиты дизель-генератора.
25. Структурная схема системы управления судовой электростанцией типа «ИЖОРА».
26. Судовые объекты автоматизации. Их свойства и характеристики.
27. Требования Регистра РФ к судовой автоматике.
28. Классификация судовых систем автоматического управления.
29. Судно как объект комплексной автоматизации.
30. Принципы построения систем автоматизированного управления энергетическими объектами судна.
31. Понятие об уровнях иерархии в судовой автоматике.
32. Эксплуатационные режимы судовой энергетической установки с винтом фиксированного шага.
33. Судовой главный двигатель как объект управления.
34. Автоматизация судовых дизелей.
35. Организация контроля параметров главного двигателя.
36. Системы дистанционного автоматизированного управления судовых главных двигателей (ДАУ ГД).
37. Обобщенная структурная схема системы ДАУ ГД.
38. Процессы в системе регулирования скорости судового дизеля.
39. Процессы в системе регулирования температуры в системах охлаждения судового дизеля.
40. Система ДАУ СДГ-Т. Назначение, основные функциональные блоки.
41. Функции системы ДАУ СДГ-Т.
42. Вспомогательные механизмы, обеспечивающие работу системы ДАУ СДГ-Т.
43. Система контроля в системе ДАУ СДГ-Т.
44. Алгоритм пуска дизель-генератора.
45. Алгоритм поддержания дизель-генератора в прогретом состоянии.
46. Микропроцессорные системы управления в судовой энергетике.
47. Алгоритм остановки дизель-генератора.
48. Унифицированная система управления СЭЭС типа «ИЖОРА».
49. Алгоритм защиты дизель-генератора.
50. Структурная схема системы управления судовой электростанцией типа «ИЖОРА».
51. Микропроцессорная система управления судовой электроэнергетической системой типа DELOMATIC.
52. Вспомогательные судовые котлы как объекты управления
53. Регулирование и управление в системе горения вспомогательных судовых котлов.
54. Регулирование уровня воды в котельных установках.
55. Микропроцессорные системы управления котельной установкой.
56. Холодильная установка как объект регулирования и управления.
57. Параметры процесса регулирования холодильной установки.
58. Структурные и принципиальные схемы систем регулирования холодильной установки.
59. Основные сведения о микропроцессорных системах управления холодильной установкой.
60. Структурно-функциональная схема МПСУ холодильной установкой.

Опрос

Опрос проводит преподаватель по всем темам дисциплины. Знания, умения, навыки студента при проведении опроса оцениваются «зачтено», «не зачтено». Основой для определения оценки служит уровень освоения курсантами и студентами материала,

предусмотренного данной рабочей программой.

Оценивание студента во время дискуссии, опроса по дисциплине «СУЭ и ТП»

Оценка	Требования к знаниям
«Зачтено»	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, который усвоил предусмотренный программный материал; правильно, с применением примеров, показал систематизированные знания по темам дисциплины, способен связать теорию с практикой, тему вопроса с другими темами данного курса, других изучаемых дисциплин.
«Не зачтено»	Оценка «не зачтено» выставляется в следующих случаях: 1. Обучающийся не справился с заданием, не может ответить на вопросы предложенные преподавателем, не обладает целостным представлением об изучаемой теме и ее взаимосвязях. 2. Ответ на вопрос полностью отсутствует. 3. Отказ от ответа.

Методические указания по выполнению КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Студент заочного факультета должен выполнить 1 контрольную работу по дисциплине. В контрольную работу входят: 2 теоретических вопроса из перечня вопросов к контрольной работе согласно варианта; ответы на вопросы тест-контроля.

С целью качественного выполнения контрольной работы необходимо проанализировать лекционные конспекты и конспекты самостоятельной работы по пройденной теме. В случае необходимости воспользоваться соответствующей технической литературой или консультацией преподавателя.

Рекомендации по оформлению контрольной работы, вопросы и варианты Кр, а также тест-контроль содержатся в методических указаниях

Толстова Л.А. Системы управления энергетическими и технологическими процессами : методические указания к выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения / Л.А. Толстова. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2024. – 12 с.

Методические материалы определяющие, процедуры оценивания знаний, умений, навыков и или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций по дисциплине проводятся в форме текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

Текущий контроль проводится в течение сессии с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а так же для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная и итоговая аттестации по дисциплине проводится в виде контрольного опроса.

За знания, умения и навыки, приобретенные обучающимися в период их обучения, выставляются оценки: «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО».

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется система оценки качества освоения образовательной программы.

Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся.

Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из следующих компонентов:

Процедура оценивания – порядок действий при подготовке и проведении аттестационных испытаний и формировании оценки.

Аттестационные испытания проводятся ведущим преподавателем по данной дисциплине. Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением заведующим кафедрой.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

– Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя справочной и нормативной литературой, калькуляторами.

– Время подготовки ответа при сдаче зачета/экзамена в устной форме должно составлять не менее 20/30 минут соответственно, (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

– Оценка результатов устного аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его проведения. При проведении письменных аттестационных испытаний или компьютерного тестирования – в день их проведения или не позднее следующего рабочего дня после их проведения.

– Результаты выполнения аттестационных испытаний, проводимых в письменной форме, форме итоговой контрольной работы или компьютерного тестирования, должны быть объявлены обучающимся и выставлены в зачётные книжки не позднее следующего рабочего дня после их проведения.

Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

Итоговая оценка выставляется по следующим критериям:

Оценка «отлично» выставляется за глубокое знание предусмотренного программой материала, содержащегося в основных и дополнительных рекомендованных литературных источниках, за умение четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы, за умение анализировать изучаемые явления в их взаимосвязи и диалектическом развитии, применять теоретические положения при решении практических задач; обучающийся подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «хорошо» выставляется за твердое знание основного (программного) материала, включая расчеты (при необходимости), за грамотные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы, за умение применять теоретические положения для решения практических задач; обучающийся демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за общее знание только основного материала, за ответы, содержащие неточности или слабо аргументированные, с нарушением последовательности изложения материала, за слабое применение теоретических положений при решении практических задач; обучающийся подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за незнание значительной части программного материала, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за неумение ориентироваться в расчетах, за незнание основных понятий дисциплины; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный технический университет»
Мореходный факультет
Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ И ТЕХНОЛОГИ- ЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Методические указания к практической работе
для студентов,
обучающихся по специальности 13.03.02
«Электроэнергетика и электротехника»
профиль «Электрооборудование и
автоматика судов»
заочной формы обучения

Петропавловск-Камчатский

2024

Рецензент

Толстова Людмила Александровна, доцент кафедры ЭУЭС

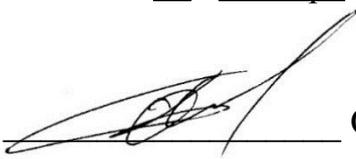
Системы управления энергетическими и технологическими процессами: методические указания к практической работе по дисциплине студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электрооборудование и автоматика судов» заочной формы обучения / Л.А. Толстова – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2024. – с.117

Методические указания к практической работе составлены в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электрооборудование и автоматика судов», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 144 (уровень бакалавриат).

Обсуждены:

на заседании кафедры ЭУЭС «17» октября 2024 г., протокол № 4

Зав. кафедрой ЭУЭС



О.А. Белов

Методические указания к практической работе по дисциплине «Системы управления энергетическими и технологическими процессами» рассмотрены и утверждены на заседании УМС протокол № 2 от «02» октября 2024 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Практическая работа студентов (ПРС) по дисциплине «Системы управления энергетическими и технологическими процессами» является важной составляющей частью подготовки студентов по специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электрооборудование и автоматика судов» и выполняется в соответствии с ФГОС ВО. Основной целью ПРС является:

- развитие навыков ведения самостоятельной работы;
- приобретение опыта систематизации полученных результатов исследований, формулировку новых выводов и предложений как результатов выполнения работы;
- развитие умения использовать научно-техническую литературу и нормативно-методические материалы в практической деятельности;
- приобретение опыта публичной защиты результатов самостоятельной работы.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электрооборудование и автоматика судов» изучение дисциплины «Системы управления энергетическими и технологическими процессами» направлено на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

- способность производить оценку технического состояния электрооборудования (**ПК-1**);
способность организовывать работу подчиненного персонала (**ПК-5**).

1.2. В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы отдельных воздушных и кабельных линий электропередачи, допустимые перегрузки по току и температурам воздушных и кабельных линий электропередачи;
- марки, конструктивное исполнение кабелей;
- основы трудового законодательства Российской Федерации в объеме, необходимом для выполнения трудовых обязанностей;
- передовой производственный опыт организации эксплуатации и ремонта линий электропередачи;
- порядок сдачи в ремонт и приемки из ремонта кабельных линий электропередачи;
- правила пользования инструментом и приспособлениями, применяемыми при ремонте и монтаже энергетического оборудования;
- правила технической эксплуатации электроустановок потребителей: техническое обслуживание и ремонт силовых кабелей;

- технические характеристики, конструктивные особенности основного оборудования и сооружений воздушных и кабельных линий;
- требования охраны труда, промышленной и пожарной безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты, регламентирующие деятельность по трудовой функции;
- инструкции по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве;
- законодательные и нормативные правовые акты, методические материалы по вопросам производственного планирования и оперативного управления производством;
- нормативные правовые акты и методические документы по вопросам деятельности подразделения;
- положения и инструкции по расследованию и учету технологических нарушений, несчастных случаев на производстве;
- методы анализа качественных показателей работы оборудования подстанций электрических сетей;
- принципы и правила производственного планирования в организации в части технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций электрических сетей;
- нормативные правовые акты, определяющие направления развития электроэнергетики;
- методики проведения противоаварийных и противопожарных тренировок;
- правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики;
- основы трудового законодательства Российской Федерации.

1.3. В результате изучения дисциплины студент должен уметь:

- вести техническую и отчетную документацию;
- выявлять дефекты на кабельных линиях электропередачи;
- применять справочные материалы, анализировать научно-техническую информацию в области эксплуатации кабельных линий электропередачи;
- применять автоматизированные системы мониторинга и диагностики кабельных линий;
- работать с текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой и браузерами, специализированными компьютерными программами;
- принимать управленческие решения на основе анализа оперативной рабочей ситуации;
- оценивать результаты своей деятельности и деятельности подчиненных;

- формулировать задания подчиненному персоналу по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей;
 - организовывать рабочие места, их техническое оснащение;
 - контролировать деятельность, исполнение решений;
- оценивать потребность в дополнительной подготовке персонала исходя из профиля должности и квалификации работников.

1.4. В результате изучения дисциплины студент должен владеть:

- навыками подготовки, согласования и передачи исполнителям ремонта утвержденных дефектных ведомостей, проектов проведения работ, карт организации труда и технологической ремонтной документации, необходимой для производства работ на закрепленном оборудовании;
- подготовки статистической отчетности в соответствии с утвержденным перечнем;
- проведения тренировок, занятий по отработке действий персонала при чрезвычайных ситуациях, обучению безопасным приемам и методам труда и оказанию первой помощи пострадавшим;
- сбора и анализа информации об отказах новой техники и электрооборудования;
- навыками распределения производственных задач для подчиненного персонала, расстановка персонала по участкам, бригадам, обслуживаемым объектам;
- организации обеспечения рабочих мест персонала нормативной, методической, проектной документацией и инструкциями по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей;
- контроль сроков и качества работ подчиненного персонала по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей;
- контроль соблюдения подчиненным персоналом производственной и трудовой дисциплины, своевременности прохождения проверки знаний и медицинских осмотров;
- организует разработку и пересмотра должностных инструкций подчиненного персонала;
- организация и контроль соблюдения подчиненным персоналом требований промышленной, пожарной, экологической безопасности и охраны труда в процессе работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей, принятие мер по устранению выявленных нарушений;

- организация и проведение инструктажей, тренировок, технической учебы персонала по работе с закрепленным оборудованием подстанций электрических сетей, по охране труда, пожарной и промышленной безопасности.

2. ВВЕДЕНИЕ

Место учебной дисциплины в структуре ОПО: Дисциплина «Системы управления энергетическими и технологическими процессами» относится к вариативной части ФГОС ВПО профессиональный цикл.

Целью преподавания дисциплины «Системы управления энергетическими и технологическими процессами» является подготовить специалиста к практической деятельности на судах флота РФ.

Современное морское судно представляет собой сложное техническое транспортное средство, предназначенное для работы в условиях автономного плавания, в том числе при экстремальных гидрометеорологических состояниях внешней среды. Построечные характеристики судна отвечают определенным требованиям надежности, экономичности, безопасности, управляемости и в процессе эксплуатации обеспечиваются целенаправленными действиями судовых экипажей и береговых служб парокходств.

Судно - сложный автономный объект управления, который включает большое число разнообразных технических средств различного функционального назначения и принципа действия. Системы автоматизации должны обеспечивать работу технических средств не только в номинальных режимах работы, но также и в аварийных режимах работы, обеспечивая живучесть судна. Современное судно является своего рода сложным многофункциональным автономным замкнутым человеко-машинным «организмом», в котором все проблемы решаются только собственными средствами без вмешательства и помощи извне.

Системы судовой автоматизации по функциям делят на:

- локальные САУ;
- групповые САУ;
- информационные САУ;
- координирующие САУ;
- комплексные САУ.

Все виды вышеперечисленных систем управления и автоматизации присущи современному судну.

Задачи изучения дисциплины заключаются в приобретении студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых для грамотной эксплуатации систем управления энергетическими и технологическими процессами.

После освоения материала дисциплины, студенты должны:

- *знать* современные методы исследования и анализа систем автоматического управления, правила чтения схем автоматики;
- *обладать* способностью и готовностью выполнять диагностирование, техническое обслуживание и ремонт судовых систем управления и средств автоматики;
- *обладать* способностью и готовностью осуществлять выбор электрооборудования и элементов систем автоматики для замены в процессе эксплуатации судового оборудования;
- *уметь* осуществлять техническое наблюдение за безопасной эксплуатацией средств автоматики и систем управления, проведения экспертиз, сертификации судового электрооборудования и средств автоматики и услуг;
- *приобрести навыки* разработки и оформления эксплуатационной документации.

Практическое занятие 1

Датчики и задающие устройства систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями

Цель занятия: Ознакомится с датчиками и задающими устройствами систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями.

Задание: Провести сравнительный анализ датчиков и задающих устройств систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями
[1, 2, 8, 9].

Датчики предназначены для преобразования изменения контролируемого параметра в аналоговый или ступенчатый выходной сигнал, используемый непосредственно или после усилия в системах регулирования, управления, сигнализации и защиты. Датчики, у которых зависимость выходного параметра от входного имеет ступенчатый вид, часто называют реле, а характеристику - релейной. В зависимости от физической природы контролируемого параметра различают датчики частоты вращения, времени, давления, температуры, момента, положения и др.

Датчики частоты вращения. Сигнал о достижении валом двигателя определенной (заданной) частоты вращения формируют датчики частоты вращения. Они используются для прекращения подачи пускового воздуха

(воздушный пуск), отключения пускового агрегата (стартерный пуск), подключения систем сигнализации и защиты, подачи сигнала при выходе двигателя на подсинхронные (при включении дизель-генератора на параллельную работу), рабочие или минимально устойчивые обороты, а также его остановки при превышении частотой вращения предельно допустимого значения.

В системах автоматизации дизелей используют датчики как с релейным, так и с аналоговым выходными сигналами. В качестве чувствительных элементов в них используют центробежные (механические), гидравлические, пневматические и электрические устройства. Рассмотрим реле частоты вращения (рис.1.1), предназначенное для отсечки пускового воздуха при достижении заданного значения частоты вращения.

Такие реле называют также автоматами пуска. Реле имеет чувствительный элемент центробежного типа с астатической характеристикой, благодаря чему отсечка воздуха получается достаточно резкой. Конструктивно чувствительный элемент состоит из звездочки 9, в пазах которой размещены шары 7, верхней тарелки 6, тарелки 8 и вспомогательных деталей. Чувствительный элемент приводится во вращение валиком 10, с которым жестко скреплена звездочка 9. Изменение настройки производится перемещением упора 1, который при этом изменяет натяжение пружины 2. Смазка реле осуществляется маслом от магистрали двигателя, которое подводится к штуцеру 5.

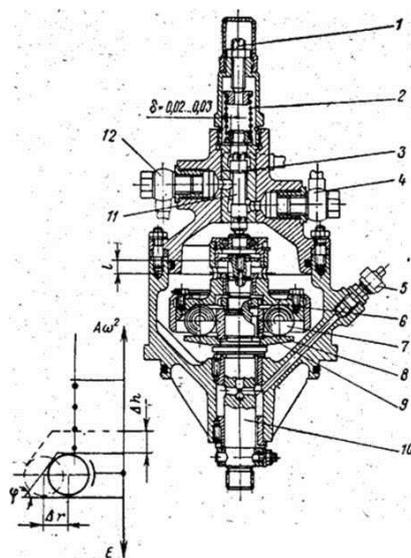


Рис.1.1. Реле частоты вращения (автомат пуска) завода «Русский дизель».

Реле работает следующим образом: При пуске двигателя, пока частота вращения не достигнет заданного значения, воздух, подведенный к штуцеру 12, по проточке в золотнике 11 будет проходить к штуцеру 4 и далее к исполнительному механизму. При разгоне двигателя шары 7 стремятся разойтись, чему препятствуют усилие пружины 2 и масса подвижных частей чувствительного элемента. При достижении частотой вращения заданного

значения шары резко разойдутся, приподняв верхнюю тарелку 6, а с нею и золотник 11. При этом нижняя отсечная кромка золотника прекратит поступление воздуха к штуцеру 4, который через отверстие в золотнике окажется соединенным с атмосферой. Одновременно верхняя отсечная кромка золотника соединит полости штуцеров 12 и 3 между собой. Выход воздуха из штуцера 3 свидетельствует об окончании процесса пуска. При снижении частоты вращения все происходит в обратном порядке. В этом случае поступление воздуха к штуцеру 4 используется для торможения и реверса двигателя подачей контрвоздуха.

Рассмотрим схему и устройство пневматического датчика частоты вращения конструкции ЦНИДИ, имеющего аналоговый выходной сигнал (рис.1.2).

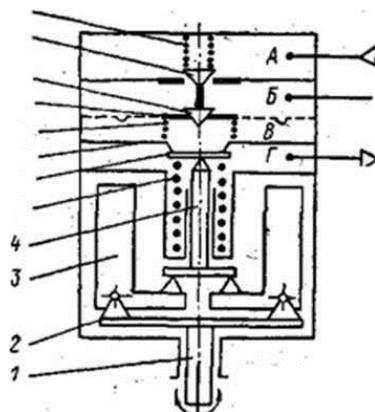


Рис.1.2. Датчик частоты вращения конструкции ЦНИДИ.

Датчик состоит из чувствительного элемента центробежного типа, преобразователя и усилителя. В состав чувствительного элемента входят крестовина 2 и грузы 3, приводимые во вращение хвостовиком 1. Преобразователь состоит из сопла 7 с заслонкой 6, пружины 5 и штока 4, а усилитель из мембранного блока 9 и клапанов 10 и 11. Мембрана, входящая в состав блока 9, выполнена из фильтрующего материала, благодаря чему она одновременно выполняет роль дросселя.

Датчик работает следующим образом: При отсутствии вращения хвостовика 1 мембранный блок 9 пружиной 8 отжимается вверх; при этом клапан 10 закрывается, а жестко связанный с ним клапан 11 открывается. Воздух, подаваемый в камеру А, через открытый клапан проходит в камеру Б, откуда поступает к исполнительному механизму, и одновременно через фильтрующую мембрану просачивается в камеру В. Из последней воздух, отжимая вниз заслонку 6, проходит в камеру Г, связанную с атмосферой. По мере увеличения частоты вращения хвостовика 1 грузы 3, поворачиваясь вокруг своих осей, расходятся и перемещают шток 4 вверх, уменьшая кольцевой зазор между соплом 7 и заслонкой 6. Давление воздуха в камере В, а вслед за нею в камере Б и у исполнительного механизма повышается. Под действием разности давлений в камерах Б и В мембранный блок смещается вниз, уменьшая открытие клапана 11. Клапан 10 остается при этом закрытым. Отметим, что на установившихся режимах разность давлений в каме-

рах Б и В-остается постоянной и определяется усилием, развиваемым пружиной 8.

При резком увеличении частоты вращения заслонка 6 полностью перекрывает сопло 7, давление в камерах Б и В выправится и мембранный блок 9 под действием пружины 8 переместится вверх, увеличив открытие клапана 11 и тем самым давление на выходе камеры Б. При резком снижении частоты вращения кольцевой зазор между соплом и заслонкой быстро увеличится, благодаря чему возрастут стравливание воздуха в атмосферу и перепад давлений между камерами Б и В. Мембранный блок переместится вниз, клапан 10 откроется, а клапан 11 под действием пружины 12 закроется, перекрыв доступ воздуха в камеру Б. В результате снизится давление на выходе датчика.

Рассмотрим схему датчика, в котором измерение частоты производится путем сравнения с известной фиксированной частотой вращения (рис.1.3). Такие устройства применяют, в частности, при ограничении частоты вращения валов, при которой разрешается производить включение разобщительных муфт.

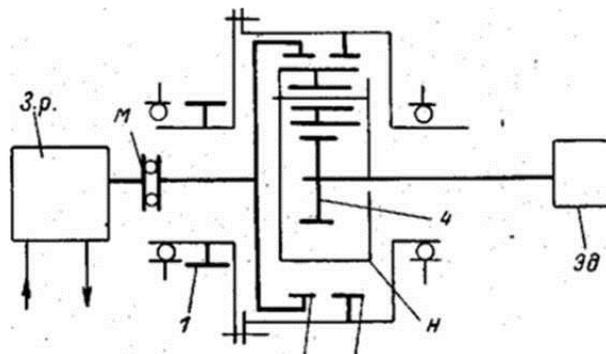


Рис.1.3. Датчик частоты вращения.

Датчик состоит из электродвигателя Эд, привода, золотникового распределителя (З.р.) и муфты М. Привод представляет собой планетарный механизм ЗК, у которого солнечная шестерня 4 соединена с валом электродвигателя Эд и вращается с постоянной частотой. Эпицикл 3, связанный с шестерней 1, приводится во вращение от вала, частота вращения которого контролируется.

Направления вращения шестерен 1 (или, что то же самое, эпицикла 3) и 4 одинаковы. На рабочих режимах работы, когда частота вращения шестерен 1 и 4 близка по величине, эпицикл 2 вращается в ту же сторону, что и шестерни 1 и 4.

При снижении контролируемым валом частоты вращения, например: при его торможении, эпицикл 2 останавливается и затем начинает вращаться в противоположном направлении. Последнее приводит к переключке золотника распределителя из одного крайнего положения в другое и подаче разрешающего сигнала на включение или отключение разобщительной муфты. Муфта М (шариковая или другого типа) служит для ограничения поворота золотника распределителя.

Задающие устройства, или задатчики, предназначены для преобразования перемещения командного органа (рукоятки, штурвала) в пропорциональный ему выходной сигнал, используемый непосредственно или после усиления в системах регулирования или управления. В качестве электрических задатчиков используют потенциометры, сельсины, вращающиеся трансформаторы. В зависимости от схемы выполнения пневматические задатчики разделяют на две группы:

- с постоянным дросселированием;
- балансные.

Задатчики с постоянным дросселированием выполняют с преобразователями типов сопло-заслонка, струйная трубка или золотниковыми. Общими недостатками являются их неэкономичность (они расходуют воздух как в статических, так и в переходных режимах) и малые рабочие ходы. Последнее приводит к тому, что при повороте рукоятки управления на значительный угол (определяемый удобством обслуживания) и в то же время необходимости обеспечения малого хода задатчика передача между ними оказывается весьма сложной, а требования к качеству ее выполнения высокими. Поэтому такие задатчики не получили распространения в системах управления и используются, как правило, в регуляторах, где требование малого хода играет первостепенную роль.

Балансные задатчики выполняют, как правило, по принципу компенсации сил, что позволяет предъявлять сравнительно невысокие требования к точности изготовления деталей. Перемещение задающего органа может быть любым-для этого достаточно изменить жесткость пружины обратной связи. Преимуществом балансных задатчиков является также их экономичность: они расходуют воздух только в переходных режимах работы. На рис.1.4 изображен балансный пневматический задатчик.

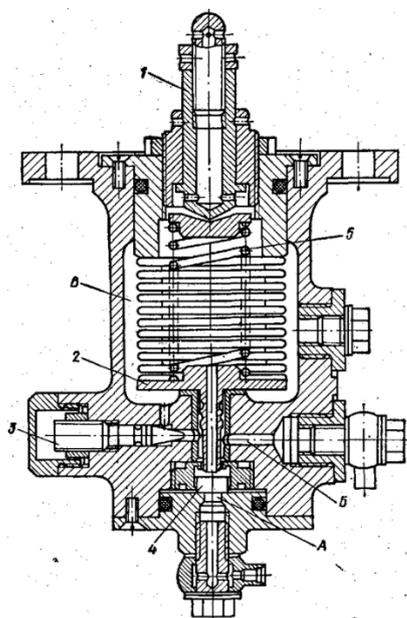


Рис.1.4. Пневматический задатчик

Работает балансный пневматический задатчик следующим образом. Воздух постоянного давления ($4 \pm 0,2$ кгс/ см⁴) подводится к полости А. При нажатии на шток 1 сжимается пружина обратной связи 5 и перемещает седло 2 вместе с клапаном 4 вниз. Клапан наполнения открывается, питающий воздух получает доступ в камеру Б и далее по трубопроводу к исполнительному механизму. Одновременно через отверстие в корпусе воздух поступает в камеру обратной связи В. Сечение этого отверстия, а, следовательно, и время заполнения камеры В определяются открытием иглы 3, при увеличении давления в камере В седло 2 перемещается вверх, дополнительно поджимая пружину 5. Вместе с ним перемещается клапан 4, перекрывая доступ воздуха в камеры Б и В. При движении штока 1 в противоположную сторону седло 2 под действием давления воздуха в камере В переместится вверх и избыток воздуха стравится в атмосферу. Таким образом, в установившихся режимах каждому положению задающего органа (шток 1) соответствует свое натяжение пружины 5 и свое давление воздуха в камерах Б и В, уравновешивающее это натяжение.

Положение дроссельных элементов (клапанов наполнения и стравливания) при этом остается неизменным. В переходных режимах дроссельные элементы изменяют проходное сечение соответствующего клапана от некоторого максимума до нуля. Характер и время переходного процесса зависит от открытия иглы 3.

Рассмотрим конструкцию и работу задатчика фирмы Вестингауз, представленного на рис.1.5.

К штуцеру 13 подводится воздух постоянного давления ($6 \dots 7$ кгс/ см²). При нажатии на шток 14 шайбой, воздействующей на ролик 15, шток перемещается вместе с втулкой 1, сжимая пружины: 2 и 3. Клапан наполнения 2 открывается, и воздух получает доступ в камеру Б и далее через штуцер 4 к исполнительному механизму. Одновременно через отверстие в корпусе 5 воздух поступает к надмембранной полости В. При увеличении в ней давления мембрана 6 прогибается и сжимает пружину обратной связи 7.

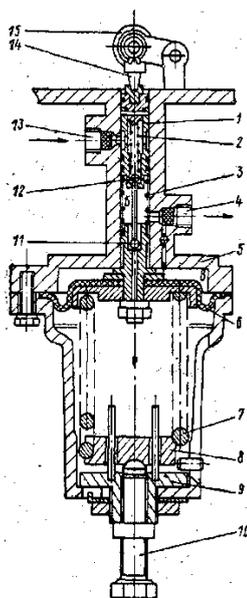


Рис.1.5. Задатчик фирмы Вестингауз

Клапан 12 под действием пружины 2 опускается вниз, перекрывая доступ воздуха в камеру Б. При движении штока 14 в обратном направлении открывается клапан стравливания 11 и избыток давления воздуха сбрасывается в атмосферу. Винт 10 служит для установки начального давления. Конструкция задатчика предусматривает возможность регулирования наклона его статической характеристики путем изменения жесткости пружины обратной связи 7 с помощью свертыша 8, который изменяет число ее рабочих витков. Регулирование наклона выполняется гайкой 9, связанной с свертышем 8 двумя штифтами. Возможность регулирования начального давлениями наклона статических характеристик позволяет совмещать их с высокой точностью, что весьма важно, при организации параллельной работы двигателей.

Рассмотрим схему задатчика с постоянным дросселированием типа П23Д4 (рис.1.6), входящего в комплект системы УСЭППА. Задатчик рассчитан на питание давлением $1,4 \text{ кгс/см}^2 \pm 10\%$. Диапазон регулируемых давлений $0,2 \dots 1,0 \text{ кгс/см}^2$. Давление питания подается в камеру Ж и одновременно через постоянный дроссель, входящий в состав задатчика, в камеры Б и Д. При нажатии на шток 1 сжимается пружина 2 и прижимает мембрану 7 к соплу 6. Поступление воздуха в камеру А (из Б) прекратится и давление в камере Б увеличится.

Одновременно возрастет давление, в камере Д, что приведет к прогибанию мембраны 5 и открытию клапана наполнения 4. Воздух поступает к камере Е, В и А и далее к исполнительному механизму. Увеличение давления в этих камерах приведет к перемещению подвижной системы вверх и закрытию клапана наполнения. При уменьшении натяжения пружины 2 избыток давления стравится через сопло 3 и камеру Г в атмосферу.

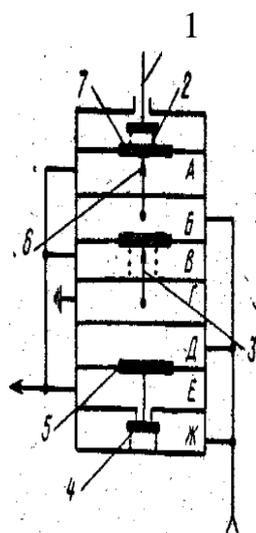


Рис.1.6. Задатчик с постоянным дросселированием типа П23Д4

Контрольные вопросы к практическому занятию 1.

1. Для чего предназначены датчики в системах управления судовыми дизельными двигателями.
2. Для чего используют датчики частоты вращения в системах управления судовыми дизельными двигателями.
3. Опишите реле частоты вращения для отсечки пускового воздуха.
4. Опишите пневматический датчик частоты вращения конструкции ЦНИДИ.
5. Опишите датчик, в котором измерение частоты производится путем сравнения с известной фиксированной частотой вращения.
6. Для чего предназначены задатчики в системах управления судовыми дизельными двигателями.
7. Опишите балансный пневматический задатчик.
8. Опишите задатчик фирмы Вестингауз.
9. Опишите задатчик с постоянным дросселированием типа П23Д4.

Практическое занятие 2

Распределительные устройства и исполнительные механизмы систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями

Цель занятия: Ознакомится с распределительными и исполнительными устройствами систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями.

Задание: Провести сравнительный анализ распределительных и исполнительных устройств систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями [1, 2, 8, 9].

Распределительными называют устройства, предназначенные для направления потока рабочей среды (сжатого воздуха, жидкости) от задающих механизмов к рабочим полостям исполнительных устройств и отвода ее из нерабочих полостей в резервуар (в пневматических устройствах - в атмосферу). К их числу относят клапаны, золотники, краны.

Клапаны (клапанные распределители) получили широкое распространение в системах управления благодаря малым габаритам и массе, а также высокой герметичности. К недостаткам клапанов относятся неуравновешенность, из-за которой приходится затрачивать значительные усилия для их открытия (эти усилия возрастают пропорционально давлению рабочей среды и площади проходного сечения клапана), и сложность получения трех и более позиционных распределителей. Различают следующие конструктивные типы клапанов:

- с внешним управлением (приводом), предполагающим открытие с помощью механических связей (кулачков, рычагов и т. п.);
- со встроенным управлением, при котором открытие осуществляется под действием, сжатого воздуха, подаваемой под давлением жидкости или с помощью электромагнита;
- с комбинированным управлением, сочетающим оба упомянутых способа управления: внешнего механического и одного из встроенных, например пневматического.

На рис. 2.1 представлен клапан с внешним управлением.

Клапан работает следующим образом. При нажатии (например, кулачком) толкатель 1 перемещается вниз, открывая клапан 3 нежимая возвратные пружины 2 и 5. При этом воздух, подведенный к штуцеру 6, получит доступ к штуцеру 9 и далее по трубопроводу к исполнительному механизму. Толкатель 1 остается в нижнем положении, будучи зафиксированным защелкой 7. Отжатие защелки происходит в любом из трех случаев - нажатии на шток 11 подаче воздуха к поршню 8, перемещении (вручную) кнопки 10. В первом случае шток 11 своим скосом отведет влево (на рисунке) ползун 12, который повернет защелку 7, освободив толкатель 1. То же произой-

дет при подаче воздуха к поршню 8 и перемещении кнопки 10. В верхнем положении толкателя 1 штуцер 9 соединяется с атмосферой через штуцер 4, благодаря чему разгружается рабочая полость исполнительного механизма.

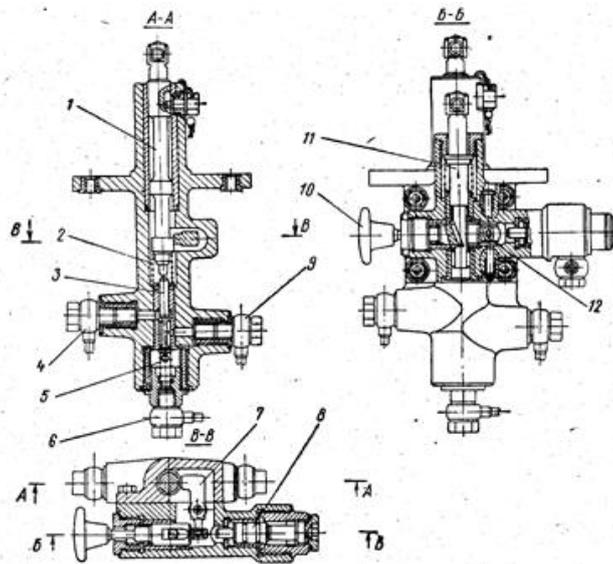


Рис.2.1. Клапан с внешним управлением

На рис. 2.2 изображен клапан со встроенным электромагнитным управлением.

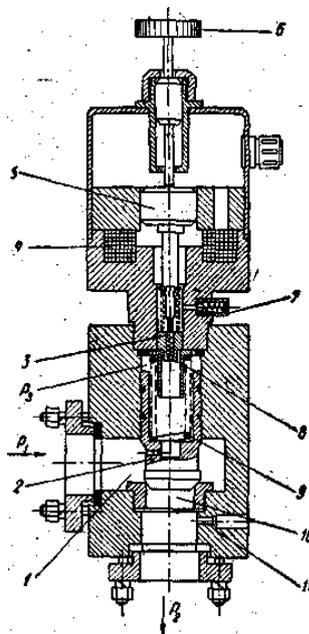


Рис 2.2. Клапан со встроенным электромагнитным управлением.

Он состоит из двух частей - верхней, в которой размещен электромагнит, и нижней с устройством распределения. Сжатый воздух, подаваемый на вход прибора, поступает к полости 1 и одновременно внутрь поршня 2

через дроссельное отверстие в его стенке. При подаче напряжения на катушку 4 электромагнита якорь 5 втягивается и нажимает на шарик 3, открывая тем самым управляющий клапан. Воздух из внутренней полости поршня через дренажное отверстие 8 и редукционный клапан 7 стравливается в атмосферу. Из-за дросселирования воздуха в отверстии поршня давление внутри поршня оказывается меньше, чем на входе. Усилие, возникающее благодаря перепаду давления, воздействует на дифференциальную площадку поршня 2, преодолевает усилие пружины 9 и отжимает поршень от седла, обеспечив пропуск воздуха на выход прибора к полости 10. При этом часть воздуха стравливается через дренажные отверстия в атмосферу. После снятия напряжения с катушки шарик закрывает выход воздуха в атмосферу, благодаря чему давление воздуха внутри поршня увеличивается до номинального значения. Под действием пружины 9 и давления внутри поршня клапан закрывается, а воздушная выходная линия разгружается от давления воздуха через отверстие 11. При необходимости открытия клапана вручную это осуществляется с помощью кнопки с толкателем 6.

Золотники (золотниковые распределители). В случае необходимости многопозиционного распределения или при большом количестве каналов, требующих одновременного переключения, применяют золотники. Недостатком золотников являются сравнительно большие протечки рабочей среды. Рабочим органом распределителей этого типа служит цилиндрический золотник перемещаемый в осевом направлении во втулке или корпусе и имеющий соответствующее число кольцевых проточек выполняются с внешним, встроенным и комбинированным управлением. В зависимости от числа направлений, по которым распределяется подведенная рабочая среда, различают двух- и трехпозиционные золотники. На рис.2.3 показан двухпозиционный золотник со встроенным пневматическим управлением, предназначенный для одновременного переключения пяти каналов на два направления.

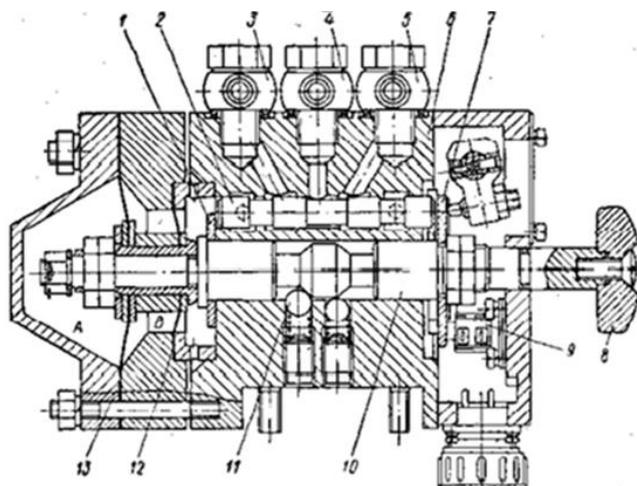


Рис.2.3. Золотник со встроенным пневматическим управлением

Он состоит из штока 10, вокруг которого в корпусе 6 размещены пять золот-

ников 2, Эти золотники шайбами 1 и 7 связаны со штоком и перемещаются вместе с ним. В крайних положениях шток стопорится шариками 11, прижимаемыми к нему пружинами. Перевод штока с золотниками из одного положения в другое осуществляется подачей управляющего воздуха в полости А или В либо вручную воздействием на кнопку 8. Полости А и В разделены мембранами 12 и 13. О положении подвижной части-переключателя можно судить по показанию стрелки, связанной через рычажную передачу со штоком 10, или по срабатыванию микропереключателя 9.

Золотник работает следующим образом. Воздух подводится к штуцеру 4 и по каналам в корпусе 6, а также по кольцевой проточке в золотнике 2 поступает, в зависимости от положения последнего, к штуцеру 5 (или 3) и далее к рабочей полости исполнительного механизма. Штуцер 8 (или 5) в это время проточкой в золотнике соединяется с атмосферой, обеспечивая тем самым разгрузку нерабочей полости механизма.

В зависимости от конструктивного выполнения различают золотники с одно и двусторонним управлением. К первым относят золотники, у которых перемещение в одну сторону осуществляется за счет давления, создаваемого управляющей средой, а в обратную - под действием сжатой пружины. В золотниках с двусторонним управлением (см. рис. 2.3) перемещение в обе стороны происходит в результате воздействия управляющей среды.

Как правило, золотники размещают в специальных втулках, запрессованных в корпус. Такое решение позволяет упростить изготовление распределителей, применять окна различной формы и путем соответствующего подбора материала пары золотник - втулка повысить их антикоррозионную стойкость и уменьшить износ.

Краны (крановые распределители). Краны применяют в качестве как распределительных, так и запорных устройств. Их преимуществами являются простота конструкции, малые габариты и незначительное гидравлическое сопротивление. Рабочим органом крана является пробка, которая совершает поворотные движения. Пробки выполняют конусными и цилиндрическими. Кран с конусной пробкой, предназначенный для одновременного перекрытия двух каналов, приведен на рис. 2.4. Он состоит из корпуса 3, в котором запрессована втулка 4,

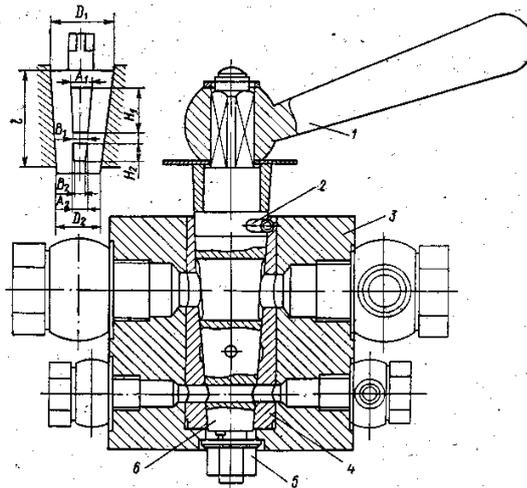


Рис 2.4. Кран с конусной формой.

пробки 6, гайки 5 и рукоятки 1. Поворот пробки ограничивается стопором 2. Гайка 5 служит для регулирования зазора между втулкой 4 и пробкой 6. Для того чтобы исключить перетечки рабочей среды между каналами, во втулке 4 выполняют кольцевую проточку, соединяемую со сливом (в пневматических системах - с атмосферой). С ростом давления рабочей среды увеличивается усилие пружины, а вместе с ним и момент, необходимый для проворачивания крана. Поэтому такие краны применяют, в основном при малых давлениях.

Исполнительными называют механизмы, предназначенные для преобразования получаемого от датчика сигнала в перемещение (поворот) регулирующего или управляющего органа. К исполнительным механизмам относят позиционеры и сервомоторы. Сервомоторы делятся на мембранные и поршневые.

Позиционеры представляют собой усилитель, в котором преобразующий элемент и сервомотор охвачены обратной связью по положению штока последнего. Благодаря этому применение позиционеров позволяет обеспечить независимость перемещения управляющего органа от внешней нагрузки и сил трения.

Пневмогидравлический позиционер представлен на рис. 2.5.

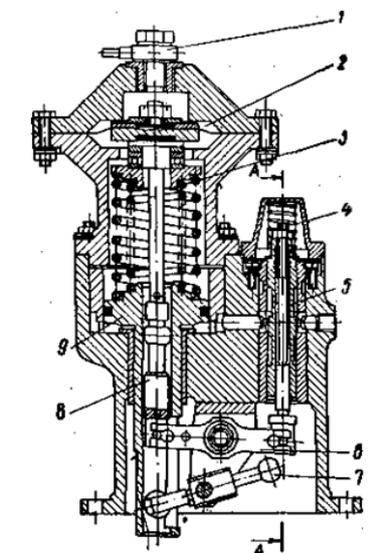


Рис. 2.5. Позиционер завода «Русский дизель».

Он выполнен в виде отдельного блока, устанавливаемого на всережимном регуляторе скорости судового дизеля. Он состоит из мембранного приемника (чувствительный элемент), преобразующего элемента золотникового типа, поршневого сервомотора, устройства жесткой обратной связи и корпусных деталей. Обратная связь — силового типа.

Позиционер работает следующим образом. При увеличении давления воздуха, подводимого к штуцеру 1, прогибается мембрана 2, сжимая при этом пружину обратной связи 3 и перемещая шток 8 вниз, а связанный с ним через вильчатый⁴ рычаг 6 золотник 5 - вверх. Из конструктивных соображений в позиционере установлены две пружины. Определяемая ниже величина z_0 является их суммарной жесткостью. При этом сжимается пружина, 4. Теперь масло постоянного давления, подводимое к штуцеру 10, по каналам золотника 5 начинает поступать под поршень 9. Последний перемещается вверх, сжимая пружину обратной связи 3 и возвращая тем самым шток 8 вместе с золотником 5 в исходное положение. Одновременно поворачивается рычаг 7, связанны с задающим устройством регулятора. При снижении давления управляющего воздуха работа позиционера происходит аналогично, с той лишь разницей, что золотник 5 опустится вниз и избыток масла из-под поршня 9 через каналы в корпусе сольется в сборную полость.

Сервомоторы получили широкое распространение благодаря простоте конструкции. Основными частями поршневых сервомоторов являются цилиндр и поршень. Цилиндры выполняют литыми, сварными, коваными. В зависимости от рабочей среды (воздух, масло, вода) их изготавливают из стали, чугуна или алюминиевых сплавов. Для уменьшения трения, что особенно важно в пневматических сервомоторах, цилиндры часто выполняют с вставными гильзами. Гильзы обычно изготавливают из бронзы и реже из легированной стали. Конструкция поршней в основном отличается способом уплотнения. В сервомоторах систем управления применяют уплотнение

манжетами и резиновыми кольцами, иногда металлическими кольцами. При малых диаметрах применяют совместную притирку цилиндра и поршня. Наиболее часто употребляют манжеты уголковой и V-образной формы. Материалом для их изготовления служат резина, кожа, а также различные виды пластмасс. Кожаные манжеты применяют почти исключительно в пневматических сервомоторах, где воздух при недостаточной консистентной смазки быстро ее выносит, что приводит к резкому возрастанию коэффициента трения.

Сервомоторы часто оборудуют дополнительными приспособлениями. К их числу относятся защелки, фиксирующие поршень. В одном или обоих крайних положениях, и распределительные устройства.

Схемы сервомоторов, наиболее часто применяемых в системах управления дизелями, приведены на рис. 2.6.

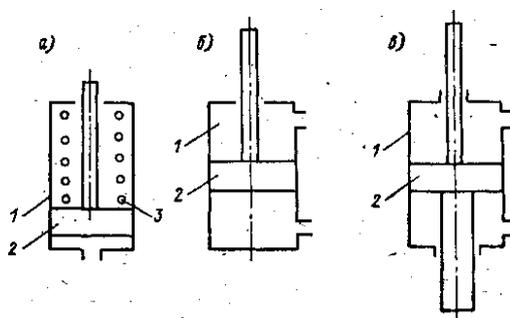


Рис. 2.6. Схемы сервомоторов

Сервомотор простого действия, изображенный на рис. 2.6 а, можно использовать например для изменения натяжения пружины всережимного регулятора (бесступенчатая цепь), ограничения подачи топлива при пуске и его отключения при реверсе (ступенчатые цепи). Сервомотор прост по конструкции, что определяет легкость его изготовления. Кроме того, преимуществом сервомотора является то, что при падении давления рабочей среды его поршень под действием пружины перемещается в крайнее нижнее (на рисунке) положение. Это позволяет использовать его в качестве автомата безопасности, останавливающего дизель или переводящего его на безопасный режим работы при падении давления масла или воды.

Сервомотор двойного действия (рис. 2.6, б) применяют только в позиционных ступенчатых цепях, например для перестановки барабана воздухо-распределителя.

Сервомотор простого действия, изображенный на рис. 2.6, в, отличается тем, что его поршень выполнен дифференциальным. Давление от напорной магистрали постоянно подводится к нижней полости, а верхняя соединяется либо с напорной магистралью, либо с полостью слива. Такие сервомоторы применяют почти исключительно в регуляторах частоты вращения судовых дизелей.

Поршневые сервомоторы позволяют получать практически любые ходы и усилия на штоке. Их недостатком являются протечки рабочей среды через

зазор между поршнем и цилиндром, избежать которые сравнительно трудно.

На рис.2.7 изображен блок сервомоторов.

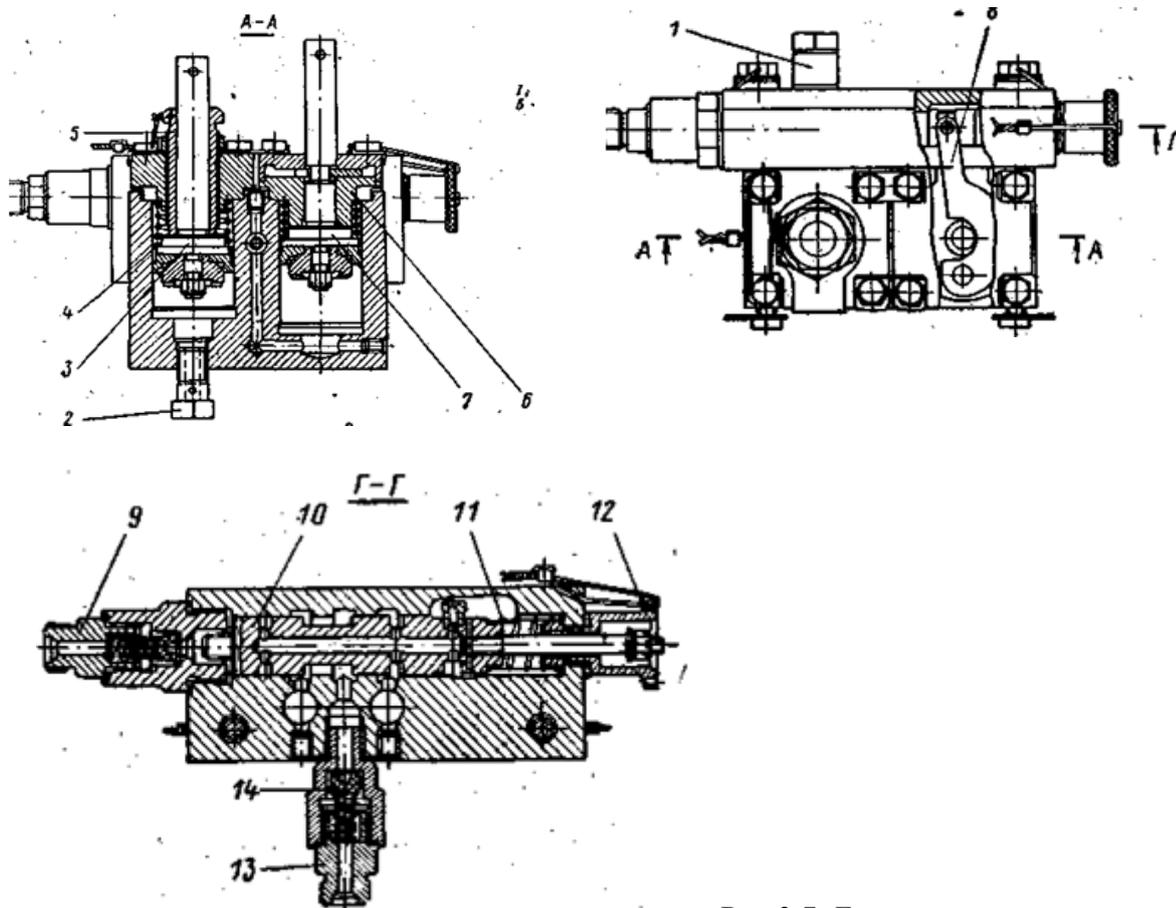


Рис.2.7. Блок сервомоторов

Он состоит из двух сервомоторов, один из которых снабжен защелкой, и золотникового распределительного устройства. Первый сервомотор (левый на рисунке) не имеет дополнительных устройств. Второй сервомотор (правый на рисунке) снабжен защелкой 8 и золотниковым распределительным устройством.

Работает блок следующим образом. Воздух подводится к штуцеру 13 и далее по каналам в корпусе и проточке в золотнике 10 поступает к поршню 7, перемещая его вверх. В этом положении поршень 7 фиксируется защелкой 8, которая одновременно освобождает золотник 10. Последний пружиной 11 перемещается в левое крайнее положение, соединяя проточкой в золотнике 10 штуцера 13 и 1 между собой. Таким образом, воздух поступает к штуцеру 1 только при нахождении поршня 7 в крайнем верхнем положении. Обжатие защелки производится либо вручную (для этого нужно отвести вправо головку 12), либо пневматически. Воздух подводится к штуцеру 9 и отжимает золотник 10 вправо. Обратный ход поршня 7 совершается под действием пружины 6. Фильтры 14, установленные в штуцерах 13 и 9, служат для дополнительной очистки воздуха.

Контрольные вопросы к практическому занятию 2.

1. Для чего предназначены распределительные устройства в системах управления судовыми дизельными двигателями.
2. Опишите работу клапана с внешним управлением.
3. Опишите работу клапана со встроенным электромагнитным управлением.
4. Опишите работу золотника.
5. Для чего предназначены исполнительные механизмы в системах управления судовыми дизельными двигателями.
6. Опишите работу пневмогидравлического позиционера.
7. Опишите работу сервомоторов и блоков сервомоторов.

Практическое занятие 3

Блокировочные устройства систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями

Цель занятия: Ознакомится с блокировочными устройствами систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями.

Задание: Провести сравнительный анализ блокировочных устройств систем дистанционного управления судовыми дизельными двигателями [1, 2, 8, 9].

Блокировочными называют устройства, предназначенные для предотвращения выполнения ошибочных или неподготовленных команд или маневров. Количество и тип блокировок определяются особенностями конкретной энергетической установки и системы управления. Несмотря на это, можно выделить часть из них, которые используются практически на всех установках. К их числу относятся блокировки:

- валоповоротного устройства, предотвращающие пуск двигателя при включенном валоповоротном устройстве;
- реверсов двигателя, отключающие подачу топлива при реверсе (несоответствии задаваемого и фактического направлений вращения) до начала вращения коленчатого вала двигателя в заданном направлении;
- машинного телеграфа, предотвращающие пуск двигателя (при работе на винт фиксированного шага) или подключение гребного винта к двигателю, вращающемуся в сторону, противоположную приказанию, передаваемому по машинному телеграфу;

- смазочного масла, исключают, во-первых, пуск двигателя при отсутствии в масляной системе заданного давления и, во-вторых, срабатывание защиты по низкому давлению масла при запуске двигателя.

Кроме того, в гидрозубчатых агрегатах, например ДРА-3, состоящих из двух двигателей 8ДР 43/61-1 и гидрозубчатой передачи 2ГЗ-222, используют блокировки, исключают возможность:

- подключения гребного винта гидромuftами одновременно к обоим двигателям, вращающимся в разных направлениях;
- пуск двигателей в разных направлениях вращения при включенных обеих гидромuftах.

На установках с винтами регулируемого шага применяют блокировки

- исключают пуск двигателя при установке лопастей винта в положение, отличное от положения нулевого упора;
- предотвращают перекачку винта регулируемого шага через шаг нулевого упора при большой подаче топлива;
- ограничивают скорость перекачки лопастей винта регулируемого шага.

По типу выполнения блокировки можно разделить на две группы.

К первой относятся блокировки, осуществляемые путем стопорения или ограничения угла поворота органа управления, связанного с соответствующим механизмом. Блокировки первой группы находят широкое применение в местных системах управления.

Ко второй группе блокировок относят блокировки, воздействующие непосредственно на блокируемый механизм или устройство. Блокировки второй группы находят широкое применение преимущественно в дистанционных системах управления.

Для осуществления блокировки реверсов необходимы датчик направления вращения, устройство, определяющее соответствие фактического направления вращения заданному, и исполнительный механизм, отключающий при необходимости подачу топлива. В качестве датчика направления вращения часто служат крановые распределители, которые одновременно являются устройствами, определяющими соответствие направлений, вращения. В электрических системах управления используют датчик тахометра, в гидравлических - шестеренных - масляные насосы. Возможность этого обусловлена тем, что у последних при изменении направления вращения роли полостей нагнетания и всасывания меняются между собой.

В качестве примера рассмотрим конструкцию механизма блокировки реверса, совмещающего функции датчика и устройства, определяющего соответствие направлений вращения. Он устанавливается на двигателях ДР 30/50 в составе системы ДАУ-19 (рис.3.1).

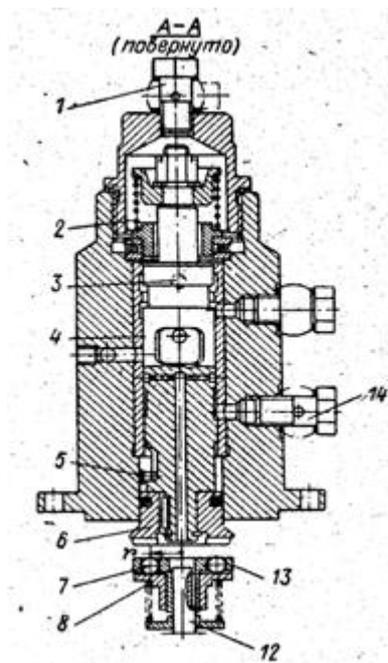


Рис.3.1.Механизм блокировки реверсов.

Работает механизм следующим образом. При подаче команды «Пуск» или «Реверс» воздух поступает к штуцерам 9 и 1 (при команде «Вперед») или 14 и 1 (при команде «Назад»). Под действием давления воздуха цилиндрическая пробка 4 передвигается в осевом, направлении, сжимая пружину 2, и прижимает диск 6 к шарикам 7, размещенным, в сепараторе 13. Последний жестко связан с приводным валом 12 двигателя. Усилие, с которым шарики 7 прижимаются к диску 6, определяется натяжением пружины 8. Одновременно по каналу 3 воздух поступает к автомату пуска. Под действием момента трения пробка 4 повернется в сторону вращения приводного вала 12 до упора пальца 5 в боковую поверхность паза, выполненного в пробке 4. В зависимости от направления поворота штуцера 9 и 14 соединяются каналами, выполненными в пробке, со штуцерами 10 или И. Первый из них соединен с сервомотором отключения подачи топлива, который, сработав, фиксируется защелкой в этом положении, второй — с поршнем, отключающим эту защелку. Таким образом, при совпадении задаваемого и фактического направления вращения приводного вала воздух поступает под защелку и не оказывает влияния на работу системы управления. Если же направления вращения не совпадают, воздух поступает к сервомотору отключения Подачи топлива. Разблокировка последнего происходит после изменения направления вращения приводного вала при раскручивании двигателя на воздухе. После снятия давления воздуха, подведенного к штуцеру 1, пробка 4 под действием пружины 2 вернется в исходное положение.

На рис.3.2 показано устройство, предотвращающее пуск двигателя при недостаточном давлении в масляной системе.

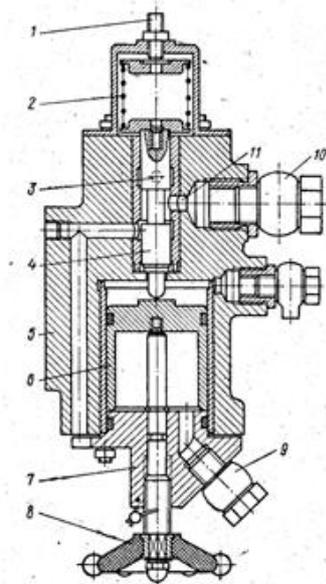


Рис.3.2. Устройство, предотвращающее пуск двигателя

Устройство состоит из золотникового распределителя и поршневого сервомотора, размещенных в корпусе 5. Масло от магистрали двигателя подводится к штуцеру 9 и по каналам в крышке 7 поступает к поршню 6. По мере увеличения давления поршень 6 поднимается, перемещая золотник 4. Пусковой воздух подводится к каналу 3. При достижении давлением масла заданного значения воздушные каналы 3 и 11 соединяются и воздух от штуцера 10 поступает на запуск двигателя. Одновременно золотник перекрывает канал, связывающий штуцер 10 и воздушную магистраль двигателя с атмосферой. Такое соединение необходимо для того, чтобы исключить выполнение ложной команды при случайных протечках воздуха.

Изменение давления масла, при котором воздух проходит на запуск двигателя, производится за счет натяжения пружины 2 винтом 1. В случае необходимости аварийного запуска двигателя при отсутствии давления масла поршень 6 и золотник 4 могут быть переставлены маховиком 8 в верхнее положение.

Контрольные вопросы к практическому занятию 3.

1. Для чего предназначены устройства блокировки в системах управления судовыми дизельными двигателями.
2. Перечислите основные типы блокировок в системах управления судовыми дизельными двигателями.
3. Какие блокировки существуют по типу выполнения.
4. Опишите работу механизма блокировки реверса, совмещающего функции датчика и устройства, определяющего соответствие направлений вращения.
5. Опишите работу механизма блокировки, предотвращающей пуск двигателя при недостаточном давлении в масляной системе.

Практическое занятие 4

Регуляторы частоты вращения (скорости) судовых дизелей прямого и непрямого действия

Цель работы: Ознакомиться с регуляторами частоты вращения (скорости) судовых дизелей.

Задание: Провести анализ и написать рекомендации по выбору регулятора для определенного дизель-генератора.

Регуляторы, применяемые в системах автоматического регулирования частоты вращения (скорости) дизелей, можно классифицировать по следующим признакам:

- диапазону регулирования: однорежимные, двухрежимные и всережимные, обеспечивающие заданные параметры регулирования соответственно при номинальной, минимальной и номинальной, а также в диапазоне от минимальной до номинальной настроек скорости;
- конструктивному выполнению: автономные, выполненные в виде отдельного агрегата, и встроенные, или неавтономные, объединенные с одним из узлов двигателя;
- наличию усиления в линии передачи регулирующего воздействия: прямого и непрямого действия, в которых перемещение регулирующего органа производится за счет энергии измерителя скорости и усилителя соответственно;
- наклону статической-характеристики: статические, астатические и универсально-статические, обеспечивающие работу с положительным, нулевым, а также как с нулевым, так и с положительным наклоном статической характеристики соответственно;
- направлению вращения: нереверсивные и реверсивные, допускающие работу при одном и двух (прямом и обратном) направлениях вращения соответственно;
- измеряемым величинам: одноимпульсные обычного типа и двухимпульсные (комбинированные), реагирующие на отклонение скорости и ее производных и скорости и возмущающего воздействия соответственно.

В зависимости от назначения двигателя требования, предъявляемые к его системе регулирования, оказываются различными. Так, к регуляторам главным судовых двигателей наиболее часто предъявляется требование всережимности, а к регуляторам, устанавливаемым на дизель-генераторы, - требование поддержания одного или двух скоростных режимов. Наиболее точ-

но задаваемая частота вращения должна поддерживаться регуляторами дизель-генераторов переменного тока.

В соответствии с ГОСТ 10511—72 системы автоматического регулирования скорости (САРС) дизелей стационарных, судовых, тепловозных и промышленного назначения по параметрам регулирования делятся на четыре класса.

К первому классу относятся САРС с одно режимными двухимпульсными регуляторами, обладающие наиболее высокими показателями. Эти регуляторы должны обеспечивать устойчивую работу двигателя с нулевым наклоном регуляторной характеристики. При этом нестабильность частоты вращения не должна превышать 0,6 . . 0,8% (в зависимости от нагрузки). Заброс частоты вращения после мгновенного сброса или наброса нагрузки не должна превышать 5%, а длительность переходного процесса регулирования - 2 с. Двухимпульсные регуляторы применяют только на дизель-генераторах переменного тока, что объясняется повышенными требованиями к качеству производимой электроэнергии и, следовательно, к параметрам системы регулирования. В то же время получить от них сигнал, пропорциональный изменению нагрузки (возмущающее воздействие), сравнительно просто.

Ко второму классу относятся системы с однорежимными регуляторами обычного типа прямого и непрямого действия. В таких системах нестабильность частоты вращения не должна превосходить 0,8 . . 1,0%, а заброс и длительность переходного процесса соответственно 7,5% и 3 с.

К третьему и четвертому классам относятся САРС с регуляторами прямого и непрямого действия, а также всережимными регуляторами прямого и непрямого действия. В четвертый класс входят САРС с двухрежимными регуляторами прямого и непрямого действия. Нестабильность частоты вращения систем третьего и четвертого классов с однорежимными регуляторами, а также всережимными при работе по номинальной регуляторной характеристике не должна превышать соответственно 1,0 . . 1,5 и 2 . . 4% (в зависимости от нагрузки). При настройке скорости менее 0,5 номинальной нестабильность частоты вращения САРС третьего и четвертого классов со всережимными регуляторами должна быть не более соответственно 2 и 4%.

Заброс частоты вращения и время переходного процесса не должны превосходить в системах автоматического регулирования третьего класса с однорежимными регуляторами 10% и 5 с, четвертого класса с однорежимными регуляторами 15% и 10 с, всех классов со всережимными и двухрежимными регуляторами 18% и 10 с.

Возможность изменения частоты вращения при номинальной нагрузке у однорежимных регуляторов должна находиться в пределах от 95 до 105% номинальной, а у всережимных регуляторов от 30 до 105% номинальной.

При дистанционном управлении быстрота изменения настройки скорости однорежимных регуляторов, установленных на автоматизированных судовых дизель-генераторах, должна составлять 0,73:0,2% номинальной

частоты вращения в секунду. Это требование связано с работой устройств, производящих автоматический ввод дизель-генераторов на параллельную работу. Меньшая скорость приводит к потере времени, при большей скорости указанные устройства работают недостаточно надежно.

Для всережимных регуляторов как прямого так и непрямого действия, оборудованных устройствами дистанционной настройки скорости, установлены две степени точности — А и В. При бесступенчатом изменении настройки степень А допускает погрешность 3-1,5%, а степень В 2,5% номинальной частоты вращения.

Для возможности согласования нагрузок при параллельной работе двигателей регуляторы должны иметь устройство для изменения наклона регуляторной характеристики. На однорежимных регуляторах это устройство должно обеспечить установку наклона в следующих пределах: нижний - не более 2%, верхний - не менее 4%. Наклон номинальной регуляторной характеристики дизелей, оборудованных регуляторами с нерегулируемым наклоном, должен находиться в пределах 0...12%. При оборудовании этих регуляторов устройствами изменения наклона пределы устанавливаются в зависимости от типа установки. Нечувствительность современных конструкций регуляторов настолько мала, что не регламентируется.

Кроме основных функциональных устройств регуляторы часто оборудуют дополнительными устройствами для дистанционной настройки скорости, аварийной остановки, ограничения нагрузки, выдачи сигнала по положению органов настройки и регулирующего органа и др. Это позволяет существенно упростить схему и конструкцию систем ДАУ.

Регуляторы прямого действия нашли широкое распространение благодаря своей простоте и удовлетворительным характеристикам системы автоматического регулирования, получаемым при их применении. Такие регуляторы устанавливают на некоторых модификациях двигателей фирм Бурмейстер и Вайн, Зульцер, завода «Русский дизель» и др. Одним из наиболее совершенных является регулятор конструкции ЦНИДИ, устанавливаемый на двигателях 64 и 6ЧРП 25/34 (рис. 4.1).

Регулятор всережимный, имеет устройство, позволяющее изменять наклон регуляторной характеристики в пределах 0 - 6%.

Для динамической стабилизации процесса регулирования служит упруго присоединенный катаракт. Чувствительный элемент представляет собой крестовину 8, на которой установлены четыре груза 6. Крестовина приводится во вращение от вала 9. Усилие центробежных сил, развиваемых грузами, передается на муфту 7, на которую воздействует также пружина 4. Передача от муфты к выводному валу 15 осуществляется вильчатым рычагом 14, который шарниром связан со стаканом 5. Стакан в свою очередь связан с муфтой 7. К переднему концу вильчатого рычага прикреплены дополнительная пружина 13, катаракт 21 и указатель нагрузки. Усилие дополнительной пружины геометрически суммируется с усилием основной пружины. От угла установки

дополнительной пружины, который изменяется рукояткой 10 через рычаг И, зависит результирующая сила или суммарная жесткость пружин. Это обеспечивает изменение неравномерности регулятора и наклона регуляторной характеристики. Первоначальное натяжение пружины 13 устанавливается винтом 12.

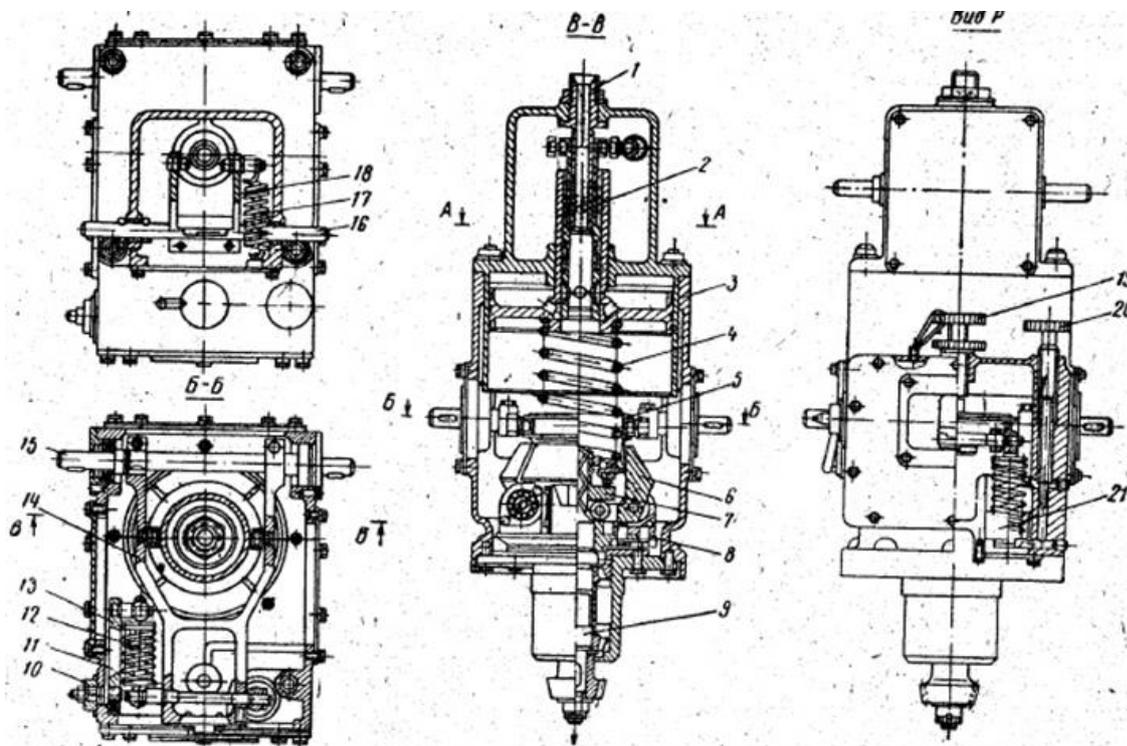


Рис.4.1. Регулятор прямого действия

Катаракт 21 представляет собой поршень, расположенный в цилиндре и соединенный с вильчатым рычагом пружиной. Обе полости цилиндра заполнены маслом и соединены между собой игольчатым клапаном 20. От открытия последнего зависит сила сопротивления катаракта, которая передается через пружину на вильчатый рычаг и суммируется с усилиями пружин 13 и 4. При этом временно увеличивается суммарная жесткость пружин и, следовательно, неравномерность регулятора.

Изменение задаваемой частоты вращения производится с помощью следящего механизма, который представляет собой гидравлический сервомотор с золотником 2, размещенным в поршне 3. Масло для питания сервомотора подводится к штуцеру 1 от магистрали двигателя. В случае падения давления масла поршень 3 переставляется пружиной 4 в крайнее верхнее положение, при котором двигатель останавливается. Таким образом, следящий механизм одновременно играет роль предохранительного устройства, останавливающего двигатель при недопустимом снижении давления. Перемещение золотника 2 осуществляется роликом 16, который связан с ним вильчатым рычагом 18. Усилие, требуемое для перестановки золотника, невелико и практически

равно усилию растяжения возвратной пружины 17. Максимальная подача топлива устанавливается винтом 19, который ограничивает угол поворота рычага 14.

Регуляторы непрямого действия, выполняют как встроенными, так и в виде автономных агрегатов. Встроенные обычно конструируют применительно к конкретным двигателям, автономные - из расчета установки на самые различные типы двигателей.

Преимуществом встроенных регуляторов является простота конструкции и изготовления, а регуляторов, выполняемых в виде автономных агрегатов, - универсальность и, как правило, более высокие тактико-технические данные.

Встроенные регуляторы непрямого действия представляют собой регуляторы прямого действия, оснащенные сервомоторами, в которых в качестве рабочей среды используется масло от системы двигателя. Такие регуляторы установлены, в частности, на двигателях фирмы MAN K6Z 57/80С и K7Z 70/120С мощностью соответственно 4000 и 4700 э. л. с. Естественно, что их конструкция и показатели близки к данным, регуляторов прямого действия.

Примером регуляторов, выполненных в виде автономного агрегата, является P13MA. Он выпускается в нескольких модификациях, приспособленных для использования на главных судовых дизелях и работающих на генераторы. На рисунке 4.2 и 4.3 представлен регулятор P13MA-4Пв, предназначенной, для установки на главные судовые дизели.

Регулятор скорости P13MA-4Пв является всережимным с чувствительным элементом центробежного типа, гидравлическим сервомотором, жесткой и изодромной обратными связями, замкнутой гидравлической системой.

Связь регулятора с топливными насосами производится через выведенный на заднюю стенку регулятора шлицевый конец вала сервомотора. Изменение частоты вращения осуществляется либо дистанционно с помощью позиционера, размещенного на верхней крышке регулятора, либо непосредственно рукояткой, расположенной на лицевой стороне регулятора. Регулятор снабжен механизмом изменения степени неравномерности в пределах от 0 до 6%. Основной наклон $3 \pm 0,5\%$ Работоспособность регулятора 175 кгс·см. Давление масла в системе 8 - 9 кгс/см².

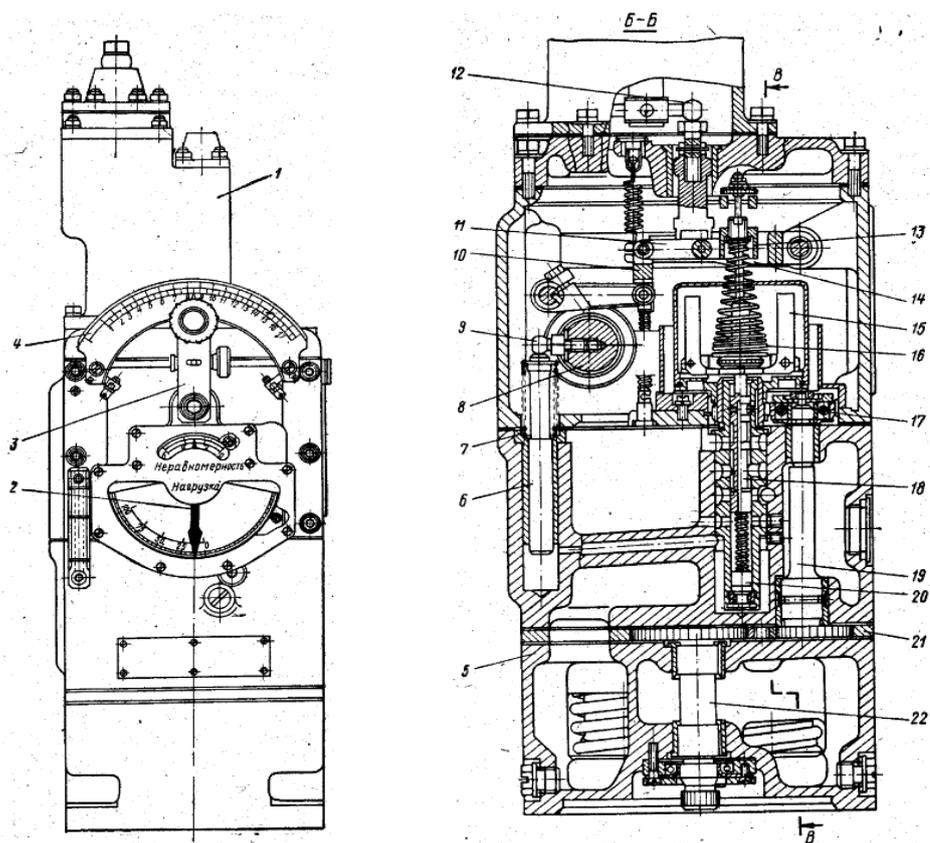


Рис.4.2. Регулятор непрямого действия Р13МА-4

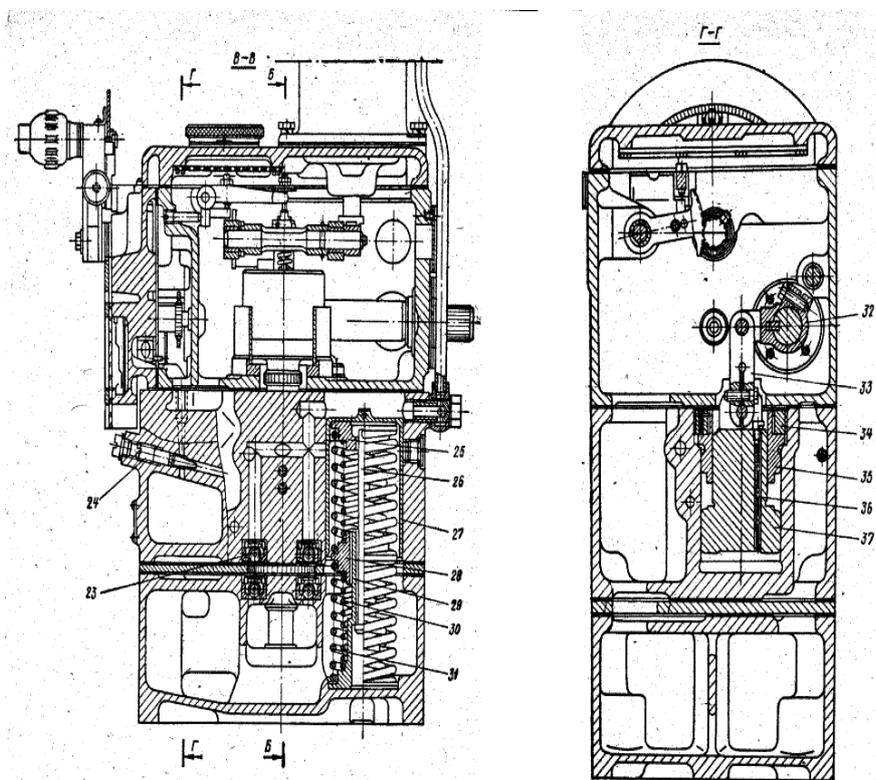


Рис.4.3. Регулятор непрямого действия Р13МА-4

Чувствительный элемент регулятора состоит из грузов 15 (рис.4.2), пружины 16 и тарелки, связанной с золотником 18.

Опоры грузов закреплены в чашке, приводимой во вращение от шлицевого вала 22 через вал с шестерней 19 и упругую муфту 17.

Устройство изменения частоты вращения представляет собой рычажный суммирующий механизм. С его помощью осуществляется воздействие на регулятор с местного, поста управления дизеля через вал рукоятки 3 или с дистанционного пульта через рычаг 12 позиционера 1. Стрелка, совмещенная с рукояткой на шкале 4, показывает задаваемую скорость. Рычажный суммирующий механизм состоит из каретки 14 и вилки 11, соединенной с кареткой серьгой 10 и муфтой 13.

Серьга передает воздействие на вилку от механизма жесткой обратной связи, одновременно обеспечивающего необходимый наклон регуляторной характеристики. Таким образом, на пружину передается суммарное воздействие от поворота каретки, через которую производится изменение частоты вращения и вилки 11, используемой для осуществления обратной связи от поршня сервомотора к чувствительному элементу.

Сервомотор состоит из дифференциального ступенчатого поршня 37, втулки 35 и гайки 34 (рис.4.3). Для удаления воздуха из-под поршня в нем имеется сверление со специальным штоком 36. Поршень сервомотора посредством шатуна 38. Шарнирно соединен с рычагом 32, который жестко закреплен на продольном валу 8 сервомотора. Шлицевый конец продольного вала, выведенный на заднюю стенку регулятора, предназначен для присоединения вала топливных насосов. Положение вала фиксируется стрелкой 2.

Жесткость обратная связь - силового типа. Воздействие от сервомотора на верхнюю опору пружины передается с помощью системы рычагов и тяг. Масляный насос образован шестернями валов 22 и 49, расположенными в расточках плиты 21. Для обеспечения его работы независимо от направления вращения приводного валика всасывающие и нагнетательные полости насоса перекрыты четырьмя шариковыми клапанами 23. Масло из насоса подается в напорную магистраль, сообщенную с полостью аккумулятора давления, окнами втулки золотника измерителя скорости и верхней полостью сервомотора.

Аккумулятор давления служит для поддержания постоянного давления масла в напорной магистрали регулятора. Аккумулятор состоит из двух одинаковых поршней 27, расположенных в расточках корпуса и основания 5 регулятора, со вставленными в них пружинными пакетами. В каждом из пакетов размещены пружины 30 и 31, тарелка 25, средняя опора 28 и направляющая 29, стянутые штоком 26.

К элементам изодромной обратной связи относятся поршень 6, палец 9, поршень 20, игла 24 и каналы, сообщающие перечисленные элементы между собой. Поршень 6 прижимается пружиной 7 к пальцу 9, закрепленному в вале 8 сервомотора. При движении поршня сервомотора его продольный вал через палец перемещает поршень 6 вдоль отверстия в корпусе. При перемещении вниз поршень 6 вытесняет масло в канал изодрома

из своей нижней полости, а при движении вверх подсасывает из него масло. В первом случае в канале изодрома возникает избыточное давление, а во втором - разрежение. При помощи иглы 24, ввернутой в корпус, регулируется перепуск масла из канала изодрома в сливную полость. Благодаря перепуску возникшее в канале изодрома давление или разрежение сравнивается с атмосферным, причем тем медленнее, чем меньше открытие иглы. Каналы изодрома разгружаются и усилие, действующее со стороны изодромной обратной связи на золотник чувствительного элемента, уменьшается до нуля.

После уменьшения внешней нагрузки частота вращения двигателя возрастает, грузы 20 расходятся, преодолевая усилие пружины 21, и перемещают золотник 22 вверх. Нижняя полость сервомотора через выточку в золотнике и канал управления сообщается со сливной полостью и его поршень 6 перемещается вниз, поворачивая вал 15 и передвигая тягу управления топливными насосами в сторону уменьшения подачи. Одновременно движение поршня сервомотора передается через механизм жесткой обратной связи (рычаги и тяги 5, 4, 9, 12) на вилку 13, второй конец которой связан с муфтой 14, являющейся верхней опорой пружины 21. Размеры рычагов и радиус кулачного выступа шатуна 3 подобраны таким образом, чтобы величина воздействия, или степень неравномерности регулятора, изменялась в пределах 0... 6% (в зависимости от положения шатуна). Это воздействие направлено в сторону восстановления равновесия. После того как последнее наступит, пружина окажется дополнительно поджатой. Таким образом, при уменьшении нагрузки равновесная частота вращения несколько возрастет, что и требуется для обеспечения необходимой степени неравномерности. При движении поршня сервомотора вниз палец изодрома 11 освобождает поршень 10, который под действием пружины приподнимается, создавая разрежение в каналах изодрома и под приемным поршнем 7. Выравнивание давлений в полостях изодрома и слива осуществляется через иглу 8.

Установка требуемой степени неравномерности производится вращением червяка 1. При этом поворачивается эксцентрик 2 и смещается точка закрепления шатуна 3.

Упругая муфта 23, установленная в приводе чувствительного элемента, служит для демпфирования колебаний.

При перемещении рукоятки 19 в положение «Стоп» (непосредственно или при управлении с дистанционного пульта с помощью рычага позиционера 17) вильчатый рычаг 18 подхватывает упорную тарелку 16 и приподнимает золотник 22. При этом поршень сервомотора и связанные с ним тяги ТНВД будут переставлены в положение нулевой подачи топлива.

В случае увеличения нагрузки работа регулятора протекает аналогично. При этом поршень сервомотора перемещается вверх, действие жесткой обратной связи направлено в сторону уменьшения поджатия пружины 21, а

давление в полости изодрома до момента выравнивания будет избыточным.

Контрольные вопросы к практическому занятию 4.

- 1.Классификация регуляторов частоты вращения судовых дизелей.
- 2.Требования, предъявляемые к регуляторам частоты вращения судовых дизелей.
- 3.Регуляторы частоты вращения судовых дизелей прямого действия.
4. Регуляторы частоты вращения судовых дизелей непрямого действия.
- 5.*Задание: проработать содержимое практической работы 4 и литературу [1,2,7,8,9] написать рекомендацию по выбору регулятора частоты вращения для дизель-генератора судовой электростанции переменного тока.*

Практическое занятие 5

Алгоритм пуска дизель-генератора в системе ДАУ СДГ-Т

Цель занятия: Освоить алгоритм пуска дизель-генератора.

Задание: Построить алгоритм пуска дизель-генератора в ручном режиме и в автоматическом режиме в системе ДАУ СДГ-Т.

По типам первичных двигателей генераторных агрегатов судовые электростанции бывают: с двигателями внутреннего сгорания (ДВС), паровыми машинами, газовыми турбинами. При работе генераторов вследствие отбора мощности от главных двигателей судовой энергетической установки различают навешенные генераторы (небольшой мощности), установленные на двигатели, и валогенераторы (приводятся во вращение от главного валопровода).

Использование дизелей в качестве первичных двигателей судовых генераторов весьма целесообразно, так как они экономичны, компактны, автономны и требуют сравнительно несложной и небольшой по времени подготовки к пуску.

В настоящее время согласно государственному стандарту должны применяться дизели с частотой вращения 500, 750, 1000, 1500 об/мин. Высокооборотные дизель-генераторы легче малооборотных, занимают меньше места, дешевле и имеют более высокий к. п. д. Однако они обладают меньшим моторесурсом и очень шумны. Дизели допускают возможность работы с перегрузкой до 10 % номинальной мощности в течение 1 ч. На рыбопромысловых судах чаще используются дизель-генераторы с первичными двигателями внутреннего сгорания.

Пуск в ход судовых дизель-генераторов. Генератор к пуску подготавливает вахтенный электрик или электромеханик (или лицо, их заменяющее). Перед пуском производится тщательный наружный и внутренний осмотр генератора, чтобы убедиться:

- в отсутствии посторонних предметов на генераторе, внутри корпуса и вблизи соединительных фланцев; ветоши у вентиляционных отверстий, окисления и нагара на коллекторе или контактных кольцах; масла и грязи внутри генератора, касания токоведущих частей корпуса;
- в наличии масла в подшипниках скольжения;
- в правильности положения и надежности траверзы, щеточного аппарата со щетками и болтовых соединений проводов, шин кабелей;
- в готовности к работе аппаратуры генератора (коммутационной, защитной и регулировочной) и контрольно-измерительных приборов.

После этого следует:

- повернуть якорь (ротор) генератора на 1—2 оборота вручную с помощью валоповоротного или пускового устройства;
- включить в работу систему охлаждения генератора и систему смазки подшипников и установить соответствующие давления в них;
- измерить сопротивление изоляции генератора и системы возбуждения.

Для измерения сопротивления изоляции используются мегомметры:

- для изоляции, находящейся под рабочим напряжением до 400 В, - мегомметры с рабочим напряжением 500 В;
- для изоляции, находящейся под рабочим напряжением от 400 до 1000 В, - мегомметры с рабочим напряжением 1000 В.

Затем запускается в ход двигатель.

Существует несколько способов пуска дизелей внутреннего сгорания (ДВС):

- ручной пуск;
- стартерный пуск;
- пуск двигателя сжатым воздухом.

Вручную запускаются вспомогательные ДВС малой мощности, аварийные двигатели (в том числе для питания радиостанции) и главные двигатели спасательных шлюпок и небольших катеров: при помощи специального привода раскручивают коленчатый вал двигателя, при этом поршни совершают возвратно-поступательное движение; при определенной частоте вращения вала, когда температура в цилиндре становится выше температуры самовоспламенения топлива, включают топливные насосы. Многие двигатели с ручным пуском имеют декомпрессионное устройство, которое снимает компрессию в цилиндре двигателя во время разгона коленчатого вала, после чего декомпрессионное устройство отключается и включаются топливные насосы. Главное при ручном пуске - обезопасить обслуживающий персонал; с этой целью пусковые приспособления должны отключаться автоматически, как только частота вращения коленчатого вала становится

больше частоты вращения рукоятки, т. е. когда двигатель начинает работать на топливе.

Суть стартерного пуска заключается в том, что коленчатый вал двигателя раскручивается электродвигателем или небольшим двигателем внутреннего сгорания, который предварительно запускается вручную (последний способ для пуска судовых дизелей не применяется). Электростартерный пуск применяется при запуске некоторых вспомогательных дизелей и главных двигателей небольших катеров, что особенно удобно при дистанционном управлении.

Разновидностью электрического пуска является пуск двигателя обратимым генератором; этот способ применяется в дизель-генераторной установке постоянного тока, когда на время пуска генератор работает как электродвигатель и раскручивает коленчатый вал дизеля. Источником электрической энергии при этом может быть аккумуляторная батарея или работающий дизель-генератор.

Запуск дизелей мощностью свыше 100 квт осуществляется, как правило, сжатым воздухом. *Суть пуска дизелей сжатым воздухом* заключается в следующем: в цилиндры дизеля поочередно, согласно порядку работы, через специальные пусковые клапаны направляется сжатый воздух, создающий усилие, достаточное для раскручивания коленчатого вала до пусковой частоты вращения, после чего включаются топливные насосы и некоторое время происходит параллельная работа системы пускового воздуха и системы подачи топлива, затем пусковую систему отключают и двигатель работает на топливе.

В систему пуска двигателя сжатым воздухом входят следующие устройства: воздухохранители (баллоны) сжатого воздуха, главный пусковой (маневровый) клапан, пусковой воздухораспределитель, пусковые клапаны цилиндров и трубопровод пускового воздуха.

Принципиальная схема пуска двигателя сжатым воздухом показана на рис. 5.1.

Сжатый воздух из баллона 1 по трубопроводу 2 поступает к главному пусковому (маневровому) клапану 15 и к посту управления по трубопроводу 20. Для открытия маневрового клапана воздух от поста управления по трубопроводу 19 направляют в полость 18; в результате воздействия воздуха на поршень 17 открывается маневровый клапан 15 и пусковой воздух по магистрали 14 поступает одновременно ко всем пусковым клапанам 3; пусковой воздух действует на тарелку клапана и на разгрузочный поршень 4, площади которых равны, поэтому за счет пружины 5 пусковые клапаны остаются закрытыми. Управляющий воздух по магистрали 12 поступает к золотниковым коробкам 9 и воздействует на золотники 10. Золотник, находящийся против косога среза кулачковой шайбы 13, преодолевает сопротивление пружины 11 и, перемещаясь вниз, открывает канал 7 для прохода управляющего воздуха к пусковому клапану. Воздействуя на поршень 6, управляющий воздух открывает пусковой клапан, и пусковой воздух из ма-

необходимости дозаправить;

2.открыть кран топливного бака и убедиться в отсутствии течей в соединениях топливных, масляных и водяных трубопроводов;

3.убедиться в отсутствии посторонних предметов около вращающихся частей;

4.убедиться в том, что автомат главной цепи разомкнут;

5. после длительного бездействия (от 15 до 30 дней) провернуть коленчатый вал дизеля вручную с помощью валоповоротного приспособления;

6.в случае стартерного запуска убедиться в том, что аккумуляторные батареи заряжены, и включить разъединитель батарей;

7.включить автомат защиты сети;

8.при подготовке к пуску сжатым воздухом проверить давление воздуха в баллоне с помощью манометра. Давление должно быть не ниже 70 кгс/см².

Максимальное давление в пусковом баллоне 150 кгс/см²;

9.прокачать систему питания топливопрокачивающим насосом для удаления воздуха;

10.проверить перед первым пуском дополнительно наличие необходимого количества масла в корпусе топливного насоса и редукторе привода датчика тахометра;

11.при температуре окружающего воздуха ниже 50С разогреть дизель с помощью средств подогрева;

12. вывести дизель на номинальную частоту вращения;

13.по достижении дизелем номинальной частоты вращения у генератора доводится напряжение холостого хода до номинального значения, визуально проверяется работа щеточного аппарата, контактных колец (коллектора), подшипников, после чего генератор подключается к шинам ГРЩ.

Нагрузку генератора производят подключением потребителей, поддерживая при этом номинальное напряжение на шинах ГРЩ. Делается запись в вахтенном электротехническом журнале.

Типовая технология автоматического пуска дизель-генераторов выглядит следующим образом:

1.при нажатии кнопки «Пуск» или по сигналу другого командного аппарата включаются насос прокачки масла и свечи накаливания (если они есть);

2.когда давление масла достигнет заданного значения, по импульсу от реле давления запускается стартер или открывается пусковой воздушный клапан;

3.как только двигатель запустится и станет работать на топливе, отключаются насос предварительной прокачки и стартер или автоматический воздушный клапан пуска;

4.для того чтобы двигатель прогрелся, некоторое время он работает на малых оборотах в режиме холостого хода;

5.по окончании времени прогрева двигатель выводится на номинальный режим работы (по определенному алгоритму), включается нагрузка (например, генератор) и восстанавливается исходное состояние пусковой схемы.

Если запуск не удался, система автоматики обеспечивает еще три-четыре попытки с некоторыми перерывами. Если же дизель не запустится и в этом случае, срабатывает аварийно-предупредительная сигнализация и новый запуск будет возможен только после обследования и устранения неисправности. Для дизелей, особенно для тех, которые используются в качестве привода аварийных генераторов, очень важно, чтобы процесс пуска и приема нагрузки занимал как можно меньше времени. Поэтому у большинства быстроходных двигателей 4-я и 5-я операции типовой технологии запуска объединяются, т. е. непосредственно после запуска на двигатель подается нагрузка.

Рассмотрим технологическую схему автоматического пуска дизель-генератора (рис.5.2):

- 1 - сигнал на пуск двигателя;
- 2 - предпусковое прокачивание масляной системы;
- 3 - разрешение пуска по сигналу реле давления масла;
- 4 - раскручивание двигателя;
- 5 - прогрев двигателя при предварительном натяге пружины регулятора частоты вращения;

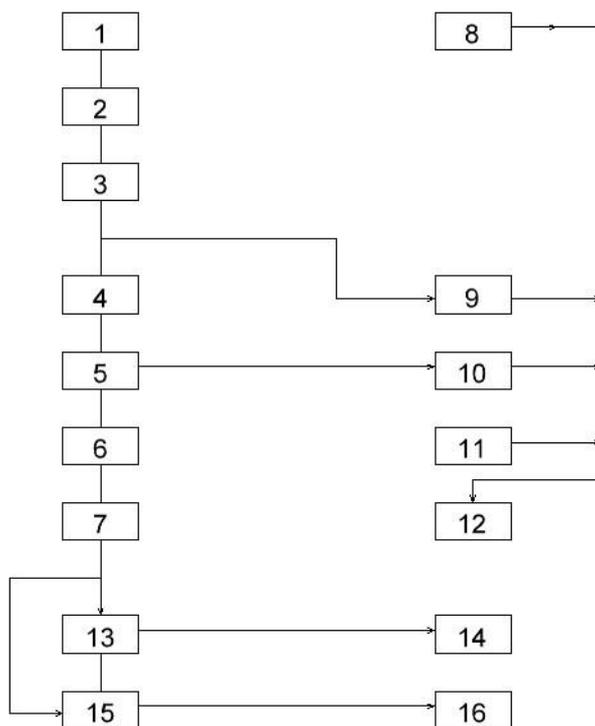


Рис.5.2. Технологическая схема автоматизации пуска ДГ

6 - разрешение увеличения частоты вращения двигателя по сигналу датчиков температуры масла и воды;

7 - выход двигателя на номинальную частоту вращения;

8 - контроль продолжительности предпускового прокачивания масла;

9 - контроль продолжительности подачи пускового воздуха;

10 - отключение пусковой схемы по сигналу реле частоты вращения;

11- подготовка цепей защиты по контролируемым параметрам;

- 12- блокирование схем и остановка двигателя;
- 13 - разрешение на включение автоматического выключателя генератора по сигналу датчика частоты вращения двигателя;
- 14 - приём нагрузки ДГ;
- 15 - разрешение на включение устройства синхронизации по сигналу датчика частоты вращения двигателя;
- 16 - ввод в параллельную работу.

Основным критерием алгоритма пуска дизель-генератора является время t_r его готовности к приему нагрузки, равное:

$$t_r = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$$

где t_1 — время прокачивания масла; t_2 — время запуска;
 t_3 — время прогрева; t_4 — время выхода на номинальную частоту вращения дизель-генератора;
 t_5 — время выдачи сигнала на прием нагрузки.

На рис. 5.3 показан характер изменения частоты вращения ДГ в функции времени при его пуске из прогретого (кривая *a*) и холодного (кривая *б*) состояний: *I* — самонагрев; *II* — серводвигатель включен; *III* — работа под нагрузкой.

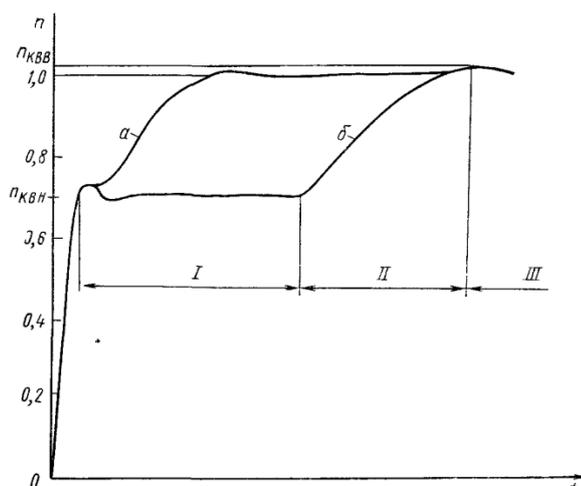


Рис.5.3. Характер изменения частоты вращения ДГ в функции времени при его пуске из прогретого и холодного состояний

На рисунке 5.4 приведена граф-схема алгоритма пуска и ввода под нагрузку дизель-генератора.

Значения операторов на рисунке 5.4 следующие:

- P_1 - память пуска включена;
- A_2 - включение реле пускового клапана для прокручивания дизеля,
- P_3 - сработал (замкнулся) конечный выключатель нижнего положения топливной рейки;
- A_4, A_5 - соответственно включение и выключение реле уменьшения частоты вращения;
- P_6 - сработал датчик частоты вращения дизеля при предварительном его прокручивании;

*A*₇ - включение реле насоса прокачивания масла, контроля времени прокачивания, выключение реле пускового клапана;
*P*₈ - сработал датчик давления масла при прокачивании перед пуском дизеля;
*P*₉ - текущее время меньше времени уставки на прокачивание масла;
*A*₁₀ - включение реле пускового клапана, контроля времени пуска дизеля на воздухе, выключение реле контроля времени прокачивания масла;
*P*₁₁, *P*₁₂ - сработали датчики соответственно первой и второй уставок частоты вращения;
*P*₁₂ - текущее время меньше уставки времени пуска на воздухе;
*A*₁₃ - включение реле несостоявшегося пуска, памяти пуска, переключение питания серводвигателя, пускового клапана, насоса прокачивания масла;
*A*₁₄ - выключение реле насоса прокачивания масла пускового клапана, контроля времени пуска дизеля на воздухе;
*P*₁₅ - сработал промежуточный выключатель положения топливной рейки;
*A*₁₆, *A*₂₁ - включение реле увеличения частоты вращения;
*A*₁₇ - выключение реле увеличения частоты вращения;
*P*₁₈, *P*₁₉ - сработали датчики минимально допустимой температуры соответственно масла и воды;
*A*₂₂ - выключение реле увеличения частоты вращения, памяти пуска, реле переключения питания серводвигателя и включение реле подключения к электростанции, сигнальной лампы «Готов к приему нагрузки»

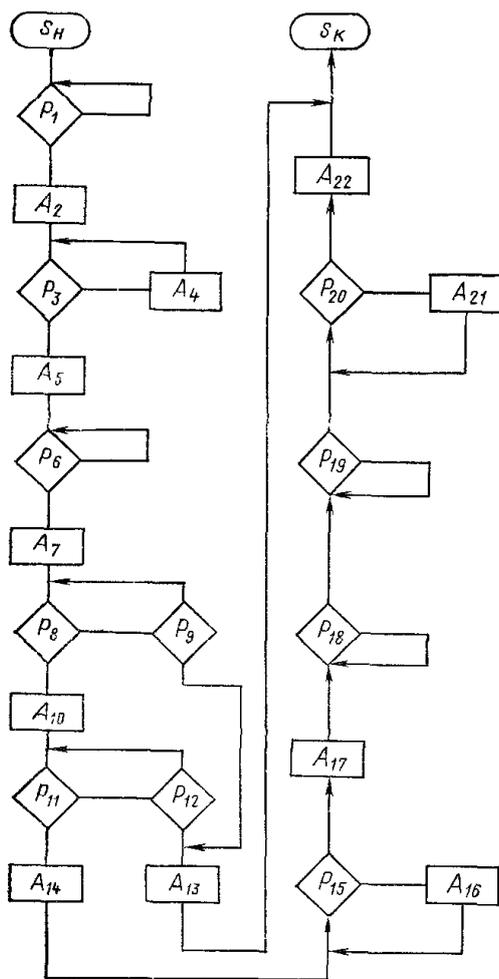


Рис.5.4. Граф-схема алгоритма пуска и ввода под нагрузку дизель-генератора

Рассмотрим автоматический пуск аварийного дизель-генератора постоянного тока. Принципиальная схема автозапуска дизель-генератора ДГР 100/750 представлена на рисунке 5.5.

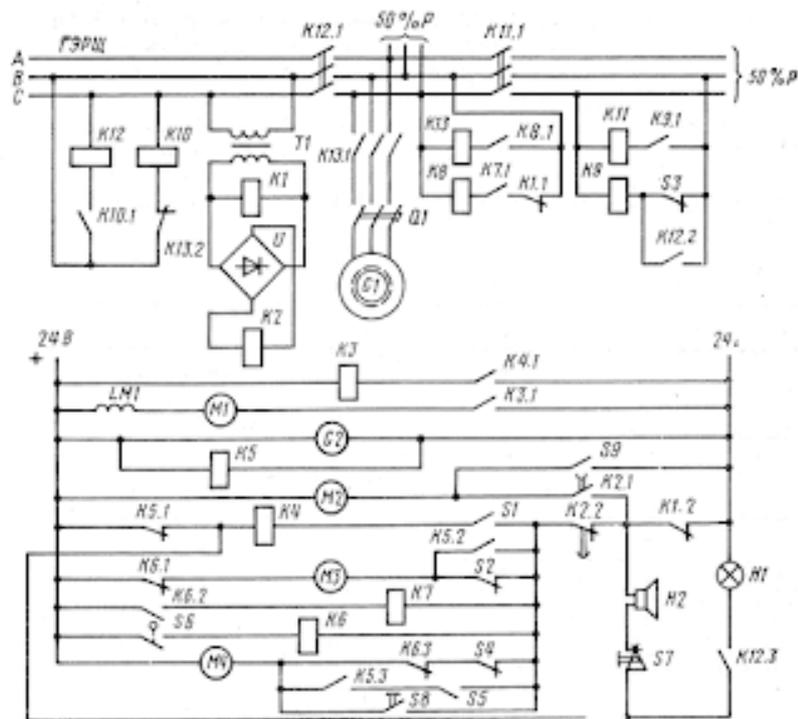


Рис.5.5. Принципиальная схема автозапуска дизель-генератора ДГР 100/750

В состав схемы автоматического пуска аварийного дизель-генератора и приема нагрузки (рис.5.5) входят:

- реле напряжения К1 и реле времени К2, осуществляющие контроль напряжения на шинах ГРЩ. При исчезновении напряжения эти реле включают систему автозапуска и обеспечивают предварительную прокачку дизеля маслом;
- М1—стартер, включаемый с помощью реле стартера К3 и реле пуска К4;
- G2— генератор постоянного тока, приводимый во вращение дизель-генератором. Он служит для зарядки аккумуляторной батареи. Схемы зарядной станции и обмотки возбуждения машин на рис. 3 не показаны;
- М2 — двигатель масляного насоса для предварительной прокачки масла;
- К5—реле удавшегося запуска, срабатывающее при достижении дизелем частоты вращения 500—600 об/мин. Это реле подает импульс на отключение стартера и дальнейшее увеличение подачи топлива с помощью двигателя подачи топлива М3;
- Q1, S9, S7 — соответственно выключатель автоматический аварийного генератора G1, выключатель ручной прокачки масла и выключатель звукового сигнала Н2;
- К6—реле нормальной частоты вращения, срабатывающее после замыкания контакта конечного выключателя подачи топлива S6 при нормальной частоте вращения дизель-генератора. Это реле включает реле подключения нагрузки К7, в результате чего обеспечивается прием 50 % нагрузки. Включение и выключение элементов схемы в заданной последовательности осу-

ществляются программным реле времени, имеющим двигатель М4 и пять контактов S1—S5. Диаграмма замыкания контактов приведена на рис. 5.6.

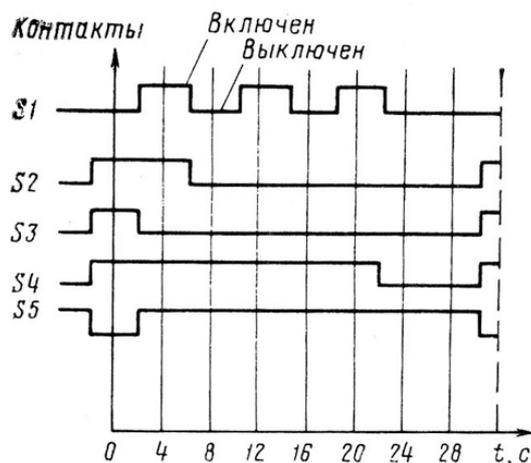


Рис. 5.6. Диаграмма замыканий контактов программного реле времени

При подготовке схемы к действию включается автоматический выключатель Q1. При исчезновении напряжения на шинах ГРЩ теряют питание реле К1 и К2 и контакторы К11 и К12. Гаснет сигнальная лампа Н1. Реле К1 своим размыкающим контактом К1.2 через замыкающий контакт реле времени К2.1 подает питание двигателю масляного насоса М2 и включает звуковой сигнал Н2.

Если через 3 с напряжение на шинах ГЭРЩ не восстановится, реле времени К2, переключая свои контакты, отключит двигатель М2 и подаст питание двигателю подачи топлива М3 и двигателю М4 программного реле. Двигатель М3, проработав 3 с, устанавливает пусковую подачу топлива. В начале работы двигателя М4 программного реле замыкает контакт S1и получает питание реле пуска К4, которое включает реле стартера К3, а последнее – стартер М1.

Если запуск дизеля осуществился, то срабатывает реле удавшегося запуска К5, катушка которого включена на выводы навешенного генератора G2. Реле К5 своим размыкающим контактом К5.1 лишит питания реле пуска К4, которое в свою очередь отключит стартер М1 и прервет цепи питания звукового сигнала Н2.

Замыкающий контакт реле К5.2 вновь включит двигатель М3 в сторону увеличения подачи топлива. При достижении полной подачи топлива, соответствующей нормальной частоте вращения дизеля, контакт конечного выключателя S6 включит реле нормальной частоты вращения К6, а последнее своим

размыкающим контактом К6.1 отключит двигатель М3.

Замыкающий контакт К6.2 подаст питание реле подключения нагрузки К7, которое включает реле К8, а последнее - контактор К13, подключающий 50

% нагрузки к шинам аварийного дизель-генератора. Двигатель М4 программного реле продолжает вращаться, получая питание через контакты S5 и K5.3. Примерно через 30 с после начала работы системы автозапуска замкнется контакт S3 программного реле, включающий реле К9, а последнее контактор К11. К шинам аварийного дизель-генератора подключается вторая половина потребителей. Так как при этом открывается контакт S5 программного реле, то его двигатель М4 останавливается в положении готовности к работе в следующем цикле запуска дизель-генератора. Контакт S1 программного реле включается трижды через промежутки времени в 3 с. В случае если первый пуск не состоится, происходят еще два повторных включения стартера. После трех неудачных попыток запустить дизель-генератор контакт S4 программного реле размыкается, и двигатель М4 останавливается. Звуковой сигнал продолжает работать, так как реле К5 не включилось. Программное реле устанавливается в исходное положение включением двигателя М4 с помощью кнопочного выключателя S8 и работой его до момента замыкания контакта S4 и размыкания контакта S5.

Контрольные вопросы к практическому занятию 5.

1. Подготовка генератора к пуску дизель-генераторного агрегата.
2. Способы пуска дизелей в составе дизель-генераторного агрегата.
3. Операции, которые необходимо выполнить перед пуском дизеля в составе дизель-генераторного агрегата.
4. Какие операции выполняются при автоматическом пуске дизель-генератора.
5. Технологическая схема автоматизации пуска ДГ.
6. Граф-схема алгоритма пуска и ввода под нагрузку дизель-генератора.
7. Опишите автозапуск аварийного дизель-генератора.
8. *Задание : Построить алгоритм пуска дизель-генератора в ручном режиме и в автоматическом режиме в системе ДАУ СДГ-Т.*

Практическое занятие 6

Алгоритм поддержания дизель-генератора в прогретом состоянии

Цель занятия: Освоить алгоритм поддержания дизель-генератора в прогретом состоянии.

Задание: Построить алгоритм поддержания дизель-генератора в прогретом состоянии в системе ДАУ СДГ-Т.

Работа дизеля во время пуска протекает в неблагоприятных условиях и облегчение этого процесса очень важно. Особенно вреден для дизеля запуск

из холодного состояния, так как он связан с перегрузками деталей и их интенсивным износом. Для того чтобы в случае необходимости можно было быстро запустить дизель-генераторный агрегат с приемом нагрузки, необходимо поддерживать дизель постоянно в прогретом состоянии. Делается это обычно с помощью посторонних источников энергии (электричества, горячей воды работающих двигателей, пара и т. п.). Широко распространен прогрев с помощью электрических грелок. Часто для этой цели используются специальные свечи накаливании. Лучше всего включать их несколько раньше стартера и оставлять включенными в течение всего периода работы пусковой схемы. Для многих двигателей (обычно мощностью свыше 60 л. с.) также обязательна предварительная прокачка масла перед запуском.

Автоматизация является одним из необходимых условий надежной и высокоэффективной эксплуатации судовых дизель-генераторных агрегатов, особенно при работе экипажей методом совмещения профессий (эксплуатация проводится силами механической и электромеханической служб). В этих условиях особое значение приобретает комплексная автоматизация. Автоматизация судовых дизель-генераторов повышает качество электроэнергии и улучшает условия труда судового экипажа, снижает вероятность аварийных случаев, обеспечивает эксплуатацию судовой электростанции на заданных (в большинстве случаев оптимальных) режимах, увеличивает надежность и срок службы дизель-генераторов.

По своему назначению автоматические устройства на судовых дизель-генераторах могут быть разделены на следующие типы:

- устройства автоматической предупредительной (аварийной) сигнализации;
- устройства автоматической защиты;
- устройства автоматического управления.

Система СДГ-Т предназначена для дистанционного автоматизированного управления дизель-генераторами переменного и постоянного тока мощностью 100— 1000 кВт.

Она выполняет следующие функции:

- поддержание ДГ в прогретом состоянии;
- дистанционный или по сигналу от системы управления пуск ДГ из холодного или прогретого состояния и вывод его на номинальную частоту вращения с выдачей сигнала в систему управления о готовности к приему нагрузки;
- защиту ДГ при аварийном отклонении параметров (давления масла и воды, температуры масла и воды, частоты вращения) с выдачей сигнала расшифровки причины аварии;
- выдачу предупредительных сигналов о состоянии параметров ДГ;
- дистанционную или по сигналу извне остановку ДГ по специальной программе;
- экстренную (аварийную), а также ручную остановку двигателя.

На рисунке 6.1 дана технологическая схема автоматизации поддержания ДГ в прогретом состоянии.

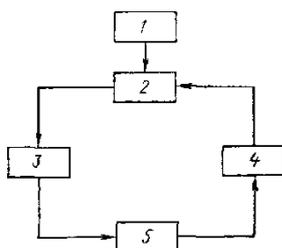


Рис.6.1. Технологическая схема автоматизации поддержания ДГ в прогретом состоянии

- 1- сигнал минимального значения температуры масла (воды);
- 2 - прокачивание систем масла и воды;
- 3- разрешение на включение подогревательных устройств по импульсу реле давления в системах прокачивания масла и воды;
- 4 - выключение системы прогрева по импульсам максимальной температуры масла и воды;
- 5 - прогрев двигателя с помощью подогревательных устройств.

В граф-схеме алгоритма поддержания ДГ в прогретом состоянии (рис. 6.2) значения операторов следующие:

- P_1 - датчик первой уставки частоты вращения не сработал;
- P_2, P_3 - сработали датчики минимально допустимой температуры соответственно воды и масла (минимальной уставки);
- A_4, A_5 - соответственно включение и выключение сигнальной лампы «Дизель прогрет»;
- P_6 - включен тумблер прогрева дизеля;

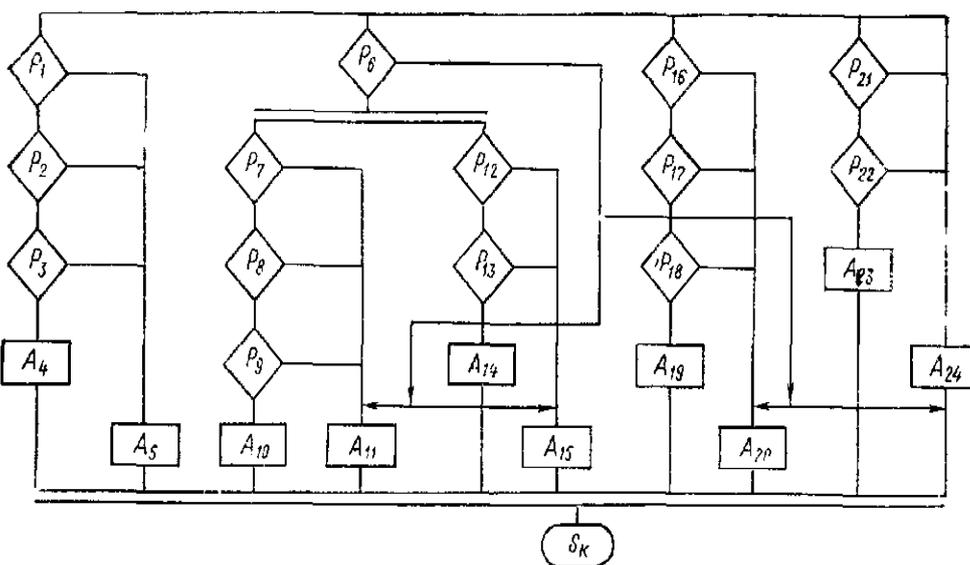


Рис. 6.2. Граф-схема алгоритма поддержания ДГ в прогретом состоянии

P_7, P_{16} - сработали датчики температуры начала подогрева соответственно воды и масла;
 P_8, P_{17} - датчики температуры конца подогрева соответственно воды и масла не сработали;
 P_9, P_{18} - датчик первой уставки частоты вращения не сработал;
 A_{10}, A_{11} - соответственно включение и выключение реле насоса прокачивания воды при подогреве;
 P_{12}, P_{21} - сработали датчики давления соответственно воды и масла при подогреве;
 P_{13}, P_{22} - сработали реле насоса прокачивания соответственно воды и масла при подогреве;
 A_{14}, A_{15} - соответственно включение и выключение реле клапана подогрева воды;
 A_{19}, A_{20} - соответственно включение и выключение реле насоса прокачивания масла при подогреве;
 A_{23}, A_{24} - соответственно включение и выключение реле клапана подогрева масла

Контрольные вопросы к практическому занятию 6.

1. Особенности работы дизеля во время пуска.
2. Технологическая схема автоматизации поддержания дизеля в прогретом состоянии.
3. Граф-схема алгоритма поддержания дизеля в прогретом состоянии.
4. *Задание: Построить алгоритм поддержания дизель-генератора в прогретом состоянии в системе ДАУ СДГ-Т.*

Практическое занятие 7

Алгоритм остановки и защиты дизель-генератора в прогретом состоянии

Цель занятия: Освоить алгоритм остановки и защиты дизель-генератора в системе ДАУ СДГ-Т.

Задание: Построить алгоритм остановки и защиты дизель-генератора в системе ДАУ СДГ-Т.

Система СДГ-Т предназначена для дистанционного автоматизированного управления дизель-генераторами переменного и постоянного тока мощностью 100—1000 кВт. Она выполняет в том числе функции защиты дизель-генератора при аварийном отклонении параметров (давления масла и воды, температуры масла и воды, частоты вращения) с выдачей сигнала расшифровки причины аварии и дистанционную или по сигналу извне оста-

новку ДГ по специальной программе, а также экстренную (аварийную) и ручную остановки двигателя.

Остановка дизеля связана с изменением его теплового состояния. Особенно опасна быстрая остановка дизеля, работающего с полной нагрузкой. Остановка двигателя без предварительного охлаждения его может привести к перегреву головок поршней, крышек и втулок цилиндров, задирам поршней, отложением нагара на рабочих поверхностях втулок цилиндров и накали в полостях охлаждения, появлению трещин в деталях, взрыву паров масла в картере и другим дефектам. Для предупреждения повреждений, возможных при резком изменении теплового состояния дизеля, останавливать его следует постепенно с определённой выдержкой времени на каждую ступень нагрузки. Вначале дизель переключают на облегчённый тепловой режим с 30%нагрузкой, а затем на режим малого хода. Рукоятку управления в положение «стоп» устанавливают только при снижении температуры воды, выходящей из дизеля, до 50-60 градусов. Нереверсивные дизели должны для этого 3-5 минут проработать вхолостую.

Немедленное выключение дизель-генераторного агрегата допускается только в исключительных случаях, когда его работа угрожает сохранности груза или жизни людей. Если дизель был остановлен на полном ходу средствами защиты, обслуживающий персонал должен принять меры для постепенного охлаждения его деталей (прокачать смазочную магистраль резервным насосом, повернуть коленчатый вал валоповоротным устройством и др.)

Технологические схемы автоматизации нормальной и аварийной остановок ДГ показаны соответственно на рис. 7.1, а и б.

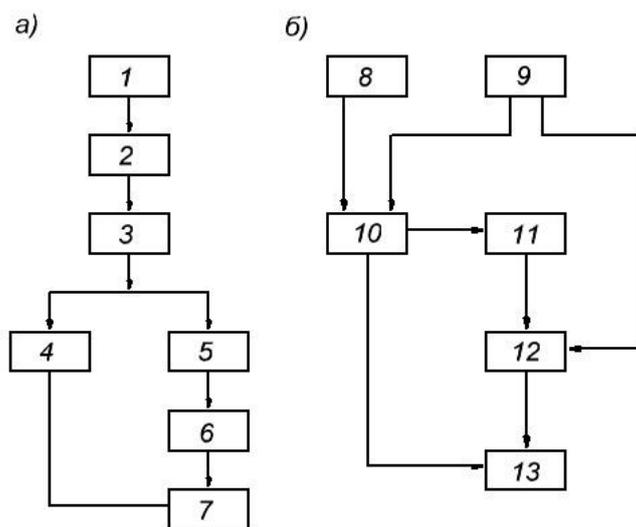


Рис.7.1. Технологическая схема автоматизации нормальной и аварийной остановок ДГ.

1 - сигнал на остановку двигателя;

2 - выключение нагрузки и уменьшение частоты вращения до уровня, соответствующего предварительному затягу пружины регулятора частоты вращения;

3 - сигнал на остановку по импульсу температур воды и масла;

4, 10 - прекращение подачи топлива двигателю;

5, 11 - контроль продолжительности остановки;

6, 12 - перекрытие всасывающего тракта;

7, 13 - остановка двигателя;

8 - сигнал на остановку двигателя (падение давления воды, перегрев воды или масла, авария в цепи генератора);

9 - сигнал на остановку двигателя (разнос, падение давления масла).

Граф-схема алгоритма остановки ДГ дана на рисунке 7.2.

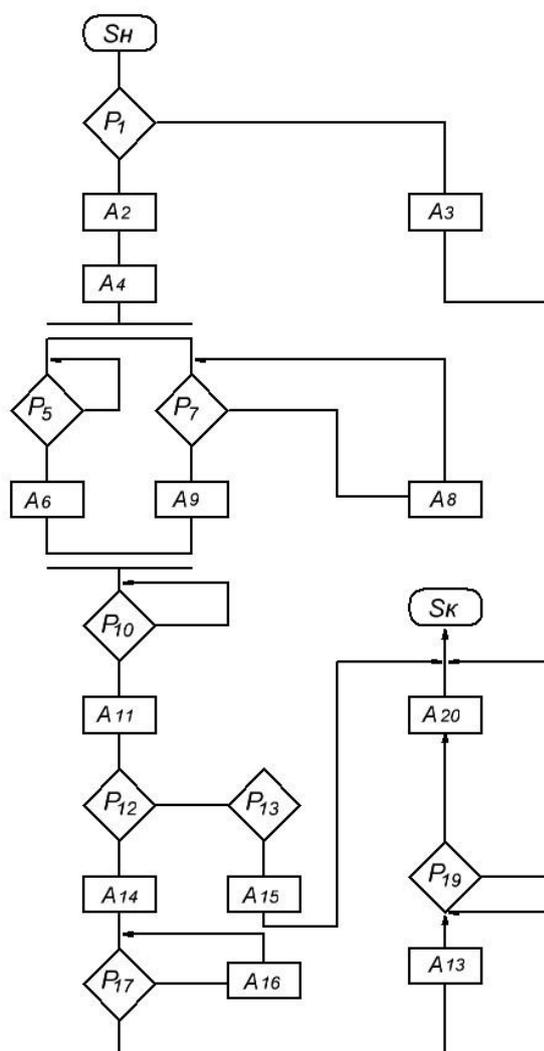


Рис. 7.2. Граф-схема алгоритма автоматической остановки ДГ

Значения операторов следующие:

P_1 - поступил сигнал остановки ДГ;

A_2, A_3 - соответственно включение и выключение памяти остановки;

A_4 - включение реле отключения автоматического выключателя генератора

P_5 - разомкнуты блок-контакты автоматического выключателя генератора;
 A_6 - выключение реле насоса охлаждения наддува воздуха;
 P_7 - разомкнут промежуточный выключатель положения топливной рейки;
 A_8, A_9 - соответственно включение и выключение уменьшения частоты вращения;
 P_{10} - сработал датчик температуры воды, разрешающий нормальную остановку двигателя;
 A_{11} - включение реле рабочего стоп-устройства и контроля времени остановки двигателя;
 P_{12} - сработал датчик первой уставки частоты вращения;
 P_{13} - текущее время меньше времени уставки на остановку;
 A_{14} - выключение реле насоса забортной воды;
 A_{15} - включение реле аварийного стоп-устройства и табло «Авария»;
 A_{16}, A_{18} - соответственно включение и выключение реле уменьшения частоты вращения;
 P_{17} - сработал конечный выключатель нижнего положения топливной рейки;
 P_{19} - разомкнут датчик давления масла при прокачивании;
 A_{20} - выключение памяти остановки и реле переключения питания серводвигателя.

Оператор P_1 определяется логической суммой сигналов:

- от кнопки и от датчика остановки;
- от устройств аварийного давления масла и частота вращения;
- от кнопки и от датчика экстренной остановки.

Автоматическая защита дизелей в системе СДГ-Т. Блок защиты первичных двигателей осуществляет контроль и защиту дизелей при отклонении параметров работы их систем и ответственных узлов.

Система предусматривает деление всех контролируемых неисправностей на две группы.

К первой группе относятся отклонения технического состояния дизеля, которые требуют ускоренного его выключения из работы (например, упало давление масла в смазочной системе дизеля). В результате система контроля и защиты меняет режим работы всей электростанции с автоматическим запуском резервного дизель-генератора.

К второй группе относятся неисправности, допускающие определенную задержку включения резервного дизель-генератора.

Граф-схема алгоритма защиты дизель-генератора дана на рисунке 7.3.

Значения операторов следующие:

- P_1 - память несостоявшегося пуска выключена;
- P_2, P_{13} - датчик первой установки частоты вращения соответственно не сработал и сработал;
- P_3, P_4 - память соответственно пуска и остановки выключена;
- P_5 - датчик давления масла при прокачивании не сработал;

A_6 - включение памяти экстренной и самопроизвольной остановки, сигнальной лампы «Авария» и реле звуковой сигнализации;

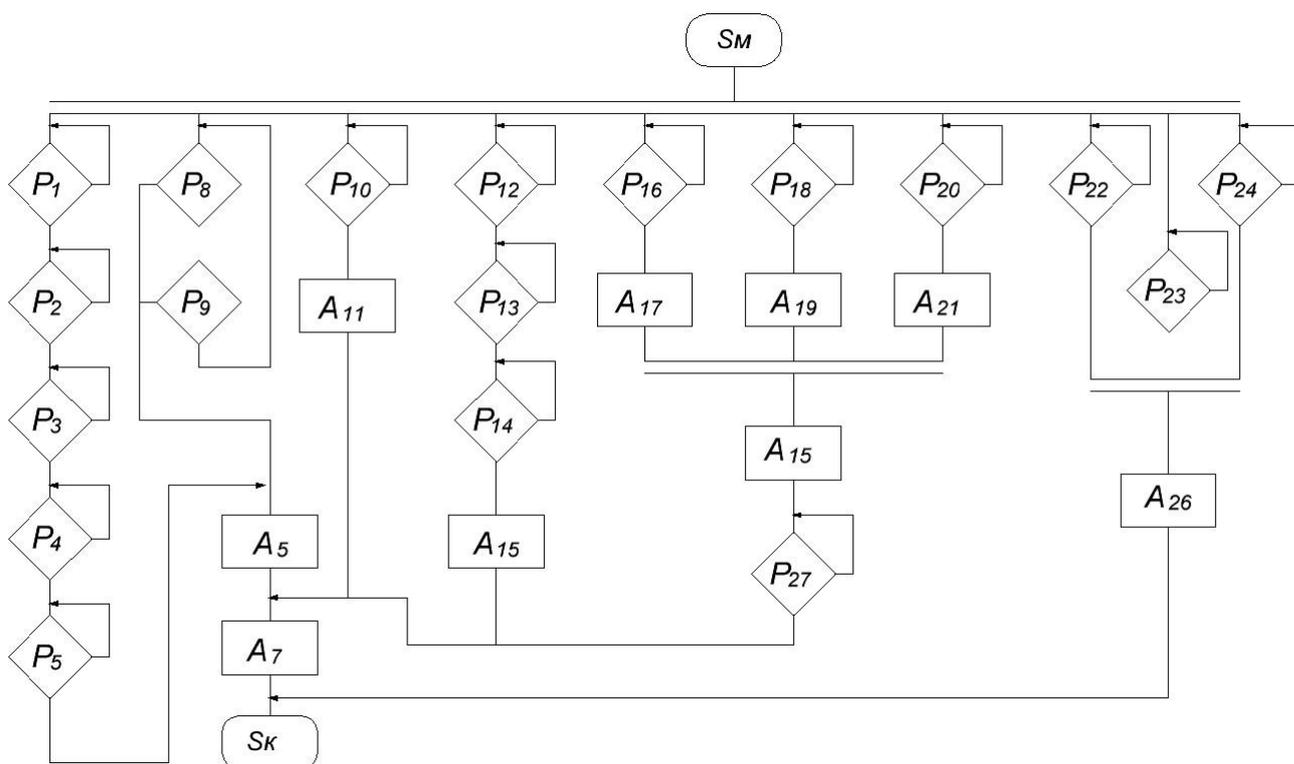


Рис. 7.3. Граф-схема алгоритма защиты ДГ

A_7 - включение реле отключения автоматического выключателя генератора, реле рабочего стоп-устройства, реле аварийного стоп-устройства;

P_8 - датчик экстренной остановки не сработал;

P_9 - отсутствует сигнал от кнопки экстренной остановки;

P_{10} - сработал датчик аварийной частоты вращения;

A_{11} - включение памяти аварийной частоты вращения, реле звуковой сигнализации, лампы «Аварийная частота вращения» и «Авария»;

P_{12}, P_{22} - сработали датчики соответственно аварийного и предупредительного давления масла;

P_{14} - выключена память пуска и остановки;

A_{15} - включение памяти аварийного давления масла, реле звуковой сигнализации, лампы аварийного давления масла, лампы «Авария»;

P_{16}, P_{18} - сработали датчики аварийной температуры соответственно воды и масла;

A_{17}, A_{19} - включение памяти аварийной температуры соответственно воды и масла, лампы аварийной температуры воды и масла;

P_{20} - сработал датчик аварийного уровня воды;

A_{21} - включение памяти аварийного уровня воды, лампа аварийного уровня воды;

P_{23}, P_{24} - сработали датчики предупредительной температуры соответственно масла и воды;

A_{25} - включение реле звуковой сигнализации;

A_{26} - включение лампы «Авария», реле звуковой сигнализации;

P_{27} - реле защиты не отключены тумблером.

Контрольные вопросы к практическому занятию 7.

1. Особенности остановки дизелей.
2. Технологическая схема автоматизации нормальной и аварийной остановок ДГ.
3. Граф-схема автоматизации нормальной и аварийной остановок ДГ.
4. Автоматическая защита дизеля в системе ДАУ СДГ-Т.
5. Граф-схема алгоритма защиты ДГ в системе ДАУ СДГ-Т.
6. *Задание: Построить алгоритм остановки и защиты дизель-генератора в системе ДАУ СДГ-Т.*

Практическое занятие 8.

Состав системы ДАУ СДГ-Т

Цель работы: Ознакомиться с составом системы ДАУ СДГ-Т.

Задание: Ответить на контрольные вопросы к занятию 8.

Состав и работу системы ДАУ СДГ-Т рассмотрим на примере ее использования для управления дизель-генератором переменного тока типа 6Д50А и его вспомогательными электрифицированными механизмами.

На рисунке 8.1 представлена структурная схема вспомогательных механизмов рассматриваемой дизель-генераторной установки, где обозначены:

- 1, 2 - соответственно выносной и основной пульты системы ДАУ;
- 3, 10, 32 - соединительные ящики;
- 4 - ГРЩ;
- 5 - распределительный бак (РБ);
- 6, 19 - водоводяные холодильники (ВВХ);
- 7 - насос для прокачивания пресной воды системы охлаждения наддувочного воздуха (НПВ);
- 8 - охладитель наддувочного воздуха (ОНВ);
- 9, 15, 20 - магнитные пускатели (МП);
- 11, 25 - датчики типа КР-2;
- 12, 24 - клапаны пароподогревателя;
- 13 - маслосборный бак (МБ);
- 14 - насос для прокачивания дизеля маслом (НМ);
- 16— охладитель масла (МО);
- 26 - электромагнитные клапаны;
- 17- баллон сжатого воздуха;
- 18 - насос забортной воды (НЗВ);
- 21- насос для прокачивания пресной воды при подогреве (НП);
- 22 - клапан циркуляции пресной воды (КЦВ);
- 23 - расширительный бак (РБ);

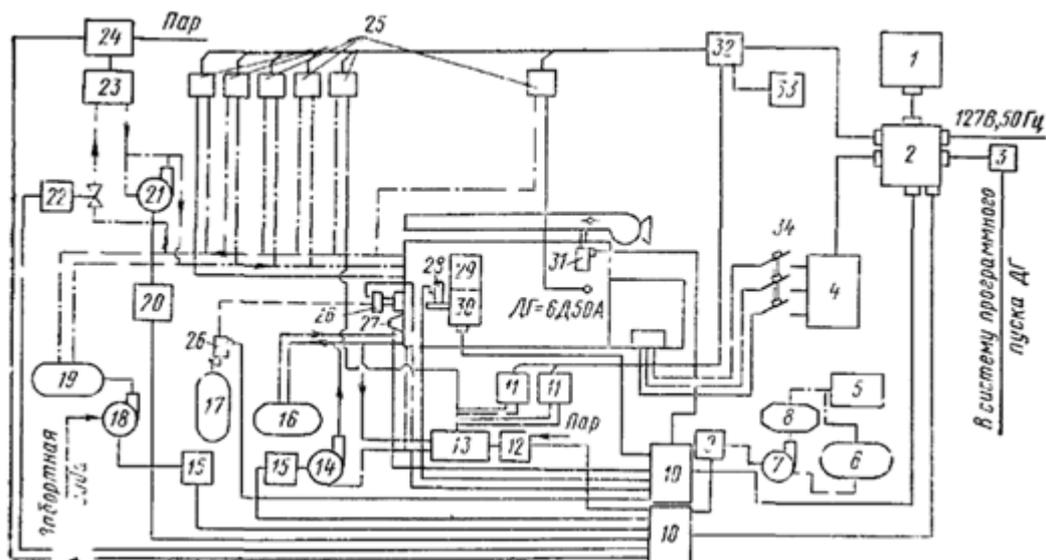


Рис.8.1. Структурная схема вспомогательных механизмов системы ДАУ СДГ-Т

- 27 - центробежное реле частоты вращения;
- 28 - рабочее стоп-устройство;
- 29 - концевые выключатели положения топливной рейки;
- 30 - регулятор частоты вращения вала дизеля (со встроенным серводвигателем);
- 33 - звуковой сигнализатор;
- 34 - автоматический выключатель генератора;
- 31 - электромагнит воздушной заслонки.

Процесс управления дизельным приводом генератора заключается в своевременном вводе в действие и отключении вспомогательных электрифицированных механизмов двигателя и его систем в соответствии с заданными алгоритмами (программами), а также контроле за их состоянием. В таблице 8.1 представлены механизмы, входящие в состав системы ДАУ СДГ-Т.

Таблица 8.1

механизм	Обозначение соответствующих выходных реле	Число механизмов, шт.
Топливная система		
Рабочее стоп-устройство	РРСУ	1
Ограничитель хода топливной рейки (гидроупор)	РГУ	1
Электродвигатель регулятора частоты вращения	РПП, РУЧВ, РУМЧВ	1

Продолжение таблицы 8.1

<p>Масляная система Насос прокачивания масла Пускатель для включения электродвигателя насоса для прокачивания масла</p>	<p>РНПМ —</p>	<p>1 1</p>
<p>Система охлаждения Насос забортной воды системы охлаждения дизеля Пускатель для включения электродвигателя насоса: забортной воды пресной воды системы охлаждения наддувочного воздуха Насос пресной воды системы охлаждения наддувочного воздуха</p>	<p>РНЗВ — РОНВ</p>	<p>1 1 1 1 1</p>
<p>Система подогрева Насос для прокачивания при прогреве: масла пресной воды Пускатель для включения электродвигателя насоса для прокачивания: масла при прогреве пресной воды</p>	<p>РНПМП РНПВП</p>	<p>1 1 1 1</p>
<p>Система предварительного подогрева Электромагнитный клапан пароподогревателя: воды масла Электромагнитный клапан в системе циркуляции пресной воды</p>	<p>РКПВ РКПМ РКПВ</p>	<p>1 1 1</p>
<p>Системы воздушного и стартерного пуска, аварийной остановки Электромагниты: пускового (воздушного) клапана воздушной заслонки Электростартер Контактор включения стартера</p>	<p>РПК РАСУ</p>	<p>2 1 1 1</p>

Контрольные вопросы к практическому занятию 8.

1. Структурная схема вспомогательных механизмов системы ДАУ СДГ-Т.
2. Перечислите механизмы топливной системы.
3. Перечислите механизмы масляной системы.
4. Перечислите механизмы системы охлаждения.
5. Перечислите механизмы системы подогрева.
6. Перечислите механизмы системы предварительного подогрева.
7. Перечислите механизмы системы воздушного и стартерного пуска, аварийной остановки.

Практическое занятие 9

Система управления судовой электростанцией типа «ИЖОРА»

Цель работы: Освоить алгоритм работы системы управления судовой электростанцией типа «ИЖОРА».

Задание: Построить алгоритмы функционирования системы управления.

Управление судовой электростанцией независимо от назначения судна и класса его автоматизации, количества и мощности генераторов как минимум предусматривает:

- пуск и остановку дизель-генераторов;
- регулирования напряжения генераторов;
- регулирование частоты тока;
- синхронизацию и включение генераторов на параллельную работу;
- распределение нагрузки между параллельно работающими генераторами;
- отключение второстепенных приёмников для разгрузки генераторов;
- отключение части работающих генераторов при уменьшении загрузки электростанции;
- контроль параметров электростанции;
- переход на аварийную электростанцию или аварийные источники электроснабжения при исчезновении напряжения на шинах ГРЩ;
- аварийно-предупредительную сигнализацию.

Современные системы управления электростанцией имеют и другие функции, например, функции диагностики, как работы самой системы управления, так и устройств, составляющих систему.

В основу построения систем автоматического управления судовыми электроэнергетическими системами положены следующие принципы:

- каждый генераторный агрегат представлен самостоятельной функциональной группой, которая обеспечивает электроснабжение потребителей в

обычных эксплуатационных и аварийных режимах независимо от наличия и режима работы других групп;

- все генераторные агрегаты имеют автоматическое и ручное управление;
- каждый генераторный агрегат функционально независим, т.е. имеет свои устройства и системы пуска, остановки, защиты, включения в сеть; любая из подсистем может функционировать самостоятельно;
- в состав функциональной группы входит щит контроля и управления, на котором имеются органы ручного управления;
- режим работы функциональной группы задаётся оператором вручную, а затем поддерживается автоматически.

В состав системы управления электростанцией типа «ИЖОРА» входят следующие блоки:

- блок синхронизации генераторов (БСГ);
- блоки измерителей активного тока (БИАТ);
- блок распределения нагрузок генераторов (БРНГ);
- блоки контроля параметров генераторов (БКПГ);
- блоки контроля загрузки генераторов (БКЗГ);
- системы автоматического регулирования напряжения генераторов (СВАРН);
- системы дистанционного автоматизированного управления приводными двигателями генераторов (ДАУ);
- блок блокировки пуска мощных потребителей (ББП);
- блок контроля сопротивления изоляции судовой сети (БКИ);
- блок защиты от обрыва фазы при питании с берега и снижения напряжения (ЗОФН).

С помощью схемы (рис. 9.1) опишем алгоритм автоматического управления электростанцией.

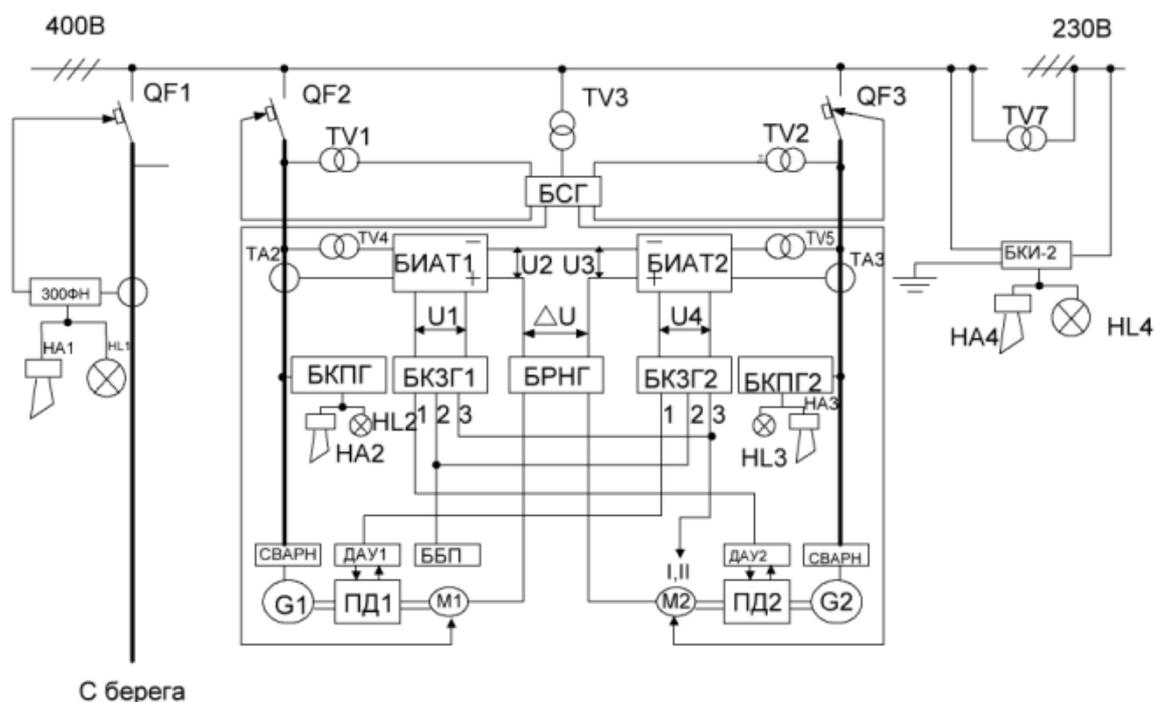


Рис.9.1 Структурная схема автоматизированной СЭС типа «Ижора»

Предположим, что на шины ГРЩ включен базовый генератор G1, а в резерве находится генератор G2. Выбор резервного генератора проводят путем установки переключателя "Выбор резерва" на щите управления электроэнергетической установкой в центральном посту управления (ЦПУ) в необходимое положение (на схеме не показано).

Резервный генераторный агрегат находится в режиме, при котором обеспечивается поддержание дизеля в предпусковой готовности посредством автоматизированного подогрева масла в смазочной системе и охлаждающей воды.

При увеличении нагрузки на генераторе G1 до $(0,85-0,90) P_{\text{ном}}$ напряжение U_{\pm} на одном из двух выходов блока измерителя активного тока (БИАТ1), подключенного к генератору G1 при помощи трансформаторов напряжения TV4 и тока ТА2, становится достаточным для появления на выходе 1 блока контроля загрузки генератора (ВКЗГ1) сигнала на включение резервного генератора. Этот сигнал поступает в систему дистанционного автоматизированного управления генератора G2 (ДАУ2), которая обеспечивает автоматический пуск дизеля резервного генераторного агрегата. При достижении дизелем частоты вращения, близкой к номинальной, автоматически включается блок синхронизации генераторов (БСГ), который воздействует на серводвигатель подачи топлива резервного генераторного агрегата (M2) и подгоняет его частоту вращения к частоте вращения базового генератора. Если разность частот и напряжений обоих генераторов находится в допустимых пределах, блок синхронизации генераторов выдает сигнал на включение генераторного автоматического выключателя QF3, после чего отключается. Одновременно выходы блоков БИАТ1 и БИАТ2 обоих генераторов с напряжениями U_2 и U_3 соединяются последовательно, результирующий сигнал в виде напряжения $\Delta U = U_2 - U_3$ определенной полярности поступает на вход блока распределения нагрузок генераторов (БРНГ). В зависимости от полярности напряжения на выходе блока БРНГ серводвигатель M2 резервного генераторного агрегата включается в направлении на увеличение или уменьшение подачи топлива. Тем самым обеспечивается пропорциональное распределение активной нагрузки между параллельно работающими генераторами.

Система «Ижора» предусматривает включение резервного генераторного агрегата не только при перегрузке базового генераторного агрегата, но и в других случаях: при обесточивании шин ГРЩ, снижении частоты вращения главного двигателя или давления пара перед турбогенератором, по сигналу "Неисправность" из системы управления работающего главного двигателя.

Если включение резерва мощности не предусмотрено, автоматическая разгрузка генераторов проводится путем отключения неответственных приемников. При увеличении нагрузки на любом из работающих генераторов до $(1,0 - 1,1) P_{\text{ном}}$ отключение происходит в 2 ступени с выдержкой времени между ними. При нагрузке $(1,3-1,5) P_{\text{ном}}$ обе ступени отключаются без вы-

держки времени. Для этого используют выходы 3 блоков контроля загрузки генераторов (БКЗГ) обоих генераторов.

Система управления СЭС обеспечивает автоматическую блокировку пуска из ходовой рубки мощных приемников в случаях, когда электростанция не имеет запаса мощности (при работе одного генератора, при работе двух генераторов с нагрузкой свыше $0,7P_{\text{НОМ}}$). Для блокировки пуска используются выходы 2 блоков БКЗГ1 и БКЗГ2 и блок блокировки пуска мощных приемников (ББП). При этом в ходовой рубке загорается световое табло "Пуск запрещен". При необходимости пуска мощных приемников необходимо предварительно провести пуск резервного генераторного генератора из ЦПУ со щита управления СЭС, после чего включать мощные приемники (пожарный насос и др.) из ходовой рубки с промежутками времени 0,8- 3,8 с между пусками. Пуск мощных приемников не блокируется в следующих режимах:

- при работе трех и более генераторов,
- при работе двух генераторов с нагрузкой на каждом, не превышающей 70 % номинальной активной мощности.

При уменьшении нагрузки на каждом параллельно работающем генераторе до 30 % номинальной один из блоков БКЗГ (или оба одновременно) выдает сигнал в ЦПУ на световое табло «Нагрузка 30».

Решение об отключении одного из генераторов принимает оператор.

На судах с двумя электростанциями непрерывность электроснабжения ответственных приемников обеспечивается путем их переключения с одной СЭС на другую при помощи устройства переключения приёмников.

При электроснабжении судна с берега для защиты судовых приемников от обрыва фазы и сигнализации о снижении напряжения применяется устройство типа ЗОФН. При обрыве фазы ЗОФН выдает сигнал на отключение автоматического выключателя питания с берега (QF1), а при снижении напряжения до 85 % номинального включает световой и звуковой сигналы (HL1 и HA1).

Система самовозбуждения и автоматического регулирования напряжения (СВАРН) обеспечивает: в режиме холостого хода самовозбуждение генератора при достижении частоты вращения двигателя 90-95 % номинальной, в режиме нагрузки автоматическое регулирование напряжения. При параллельной работе генераторов СВАРН дополнительно обеспечивает пропорциональное распределение реактивной нагрузки.

Визуальный контроль мощности, напряжения и частоты генераторов осуществляют при помощи узкопрофильных электроизмерительных приборов на лицевой части ГРЩ. Щитовые вольтметр и частотомер при помощи общего переключателя поочередно могут подключаться к каждому генератору и шинам ГРЩ, что позволяет уменьшить количество щитовых приборов. При отклонении напряжения и частоты генератора от заданных значений блок контроля параметров генератора (БКПГ) с выдержкой в несколько секунд включает световой HL2 (HL3) и звуковой HA2 (HA3) сигналы.

Непрерывный контроль сопротивления изоляции силовой сети напряжением 380В и осветительной напряжением 220 В обеспечивает 2-канальный блок контроля изоляции типа БКИ-2. При снижении сопротивления изоляции в любой из указанных сетей до установленного предела включаются световой НЛ4 и звуковой НА4 сигналы.

Схема контроля и сигнализации системы «Ижора» обеспечивает аварийную и предупредительную сигнализацию с выдачей соответственно критического и некритического сигналов в систему централизованного контроля для последующей обработки в блоках обобщенной аварийно-предупредительной сигнализации судовой электро энергетической установки. При отклонении контролируемого параметра от установленного предела световое табло загорается мигающим светом. После нажатия на кнопку "Сброс мигания" световой сигнал при сохранении отклонения имеет постоянное свечение и гаснет при возвращении параметра в норму.

Система «Ижора» предусматривает контроль исправности отдельных блоков, субблоков и кассет. Устраняют неисправности путем замены вышедшего из строя узла.

Контрольные вопросы к практическому занятию 9.

1. Что минимально предусматривает управление СЭС.
 2. Принципы построения автоматического управления судовыми электро энергетическими системами.
 3. Перечислите основные блоки системы управления типа «ИЖОРА». Какие функции выполняет каждый блок.
- Задания:*
4. Постройте алгоритм пуска резервного генератора.
 5. Постройте алгоритм синхронизации работающего и подключаемого генераторов.
 6. Постройте алгоритм автоматической разгрузки генераторов путем отключения неответственных приемников.
 7. Постройте алгоритм автоматической блокировки пуска из ходовой рубки мощных приемников в случаях, когда электростанция не имеет запаса мощности.
 8. Постройте алгоритм работы блоков контроля системы управления типа «ИЖОРА».

Практическое занятие 10

Многофункциональная система управления судовой электростанцией типа DELOMATIC

Цель занятия: Освоить основные алгоритмы работы многофункциональной системы управления судовой электростанцией типа DELOMATIC.

Задание: Создание схем системы типа DELOMATIC на компьютере с помощью S-плана.

Система **DELOMATIC** управляет генераторными агрегатами электростанции в режиме ведущий-ведомый. Выбор ведущего генераторного агрегата осуществляется с панели управления, которая располагается на панели каждого генераторного агрегата. Система управления ведущего генераторного агрегата осуществляет контроль нагрузки на шинах (функции PMS- Power Management System) и выдает команды ведомым (резервным) генераторным агрегатам на пуск или остановку в зависимости от необходимой вырабатываемой мощности.

Система DELOMATIC предназначена для управления судовой электростанцией, состоящей максимально из восьми дизель-генераторов или имеющей валогенератор и дизель-генераторы. При этом может обеспечиваться раздельная работа, когда валогенератор работает на свои секции шин (BBSG), а дизель-генераторы на свои секции шин (BBDG), либо секции шин объединяются с помощью секционного выключателя.

Возможен программируемый пуск трех мощных потребителей (НС1-НС3). При перегрузке генераторных агрегатов неотвеченные потребители отключаются в две очереди (NELGRP1-NELGRP2).

Система Delomatic состоит из микроконтроллерных Блоков Управления Генераторами (программируемые логические контроллеры Deif Generator Unit– DGU), их Панелей Управления (ПУ) (Control Panel-CP) и программного обеспечения. Взаимодействие блоков DGU между собой и со своими панелями управления (CP) осуществляется посредством сети ARC-network. Прикладное программное обеспечение (ПО) системы состоит из двух блоков, взаимодействующих между собой:

- программного обеспечения по управлению генераторным агрегатом и
- программного обеспечения по автоматическому управлению электростанцией (Power Management System – PMS).

ПО управления генераторным агрегатом осуществляет контроль и непосредственное управление агрегатом, исполняя команды, полученные от оператора или системы управления PMS. Программное обеспечение PMS осуществляет управление электростанцией в целом, в соответствии с выбранным режимом управления электростанцией (полуавтоматический, автоматический, безопасный), формируя команды управления ее отдельными

генераторными агрегатами. ПО управления генераторным агрегатом включено в состав каждого блока управления генератором (DGU). Программное обеспечение PMS входит в состав блока DGU Мастера ведущего генераторного агрегата (всегда имеет обозначение DGU1). К PMS можно отнести, например, команды автоматического пуска или остановки дизель-генератора (ДГ) по потребляемой мощности в данный момент или задание очереди генераторных агрегатов.

В системе DELOMATIC посредством программного обеспечения PMS реализуются следующие основные функции и режимы управления электростанцией:

- программируемый приоритет пуска резервного генераторного агрегата;
- программируемая последовательность запуска резервных генераторов с учетом наработки в часах;
- формирование команды на безопасный пуск резервного в случае планируемой остановки работающего генераторного агрегата;
- формирование команды на пуск резервного агрегата в случае несостоявшегося подключения запускаемого генераторного агрегата к шинам ГРЩ;
- обнаружение обесточивания и формирования команды на пуск двух ГА;
- распределение нагрузки: симметричное; асимметричное;
- контроль за подключением трех мощных потребителей с фиксированной или переменной нагрузкой;
- отключение неответственного потребителя в две очереди (NEL1, NEL2) при перегрузке генераторов;
- с помощью двунаправленного последовательного интерфейса (ARC-network), в соответствии со стандартным протоколом осуществляется: доступ к командам управления системой и ГА; доступ к уставкам и таймерам; обмен измеренными и рассчитанными величинами; передача сигналов состояния системы.

Перечисленные выше функции доступны либо через пульт управления, либо посредством программного обеспечения (Data Interface Box DIB).

Имеется возможность расширения выполняемых функций, т.к. система Delomatic может выполнять:

- контроль параметров и управление валогенератором;
- динамическую синхронизацию с шинами ГРЩ;
- перевод нагрузки от дизель-генераторов на валогенератор и наоборот;
- контроль параметров шин валогенератора;
- контроль и управление питанием с берега (SHORE CONNECTION).

Структурная схема электростанции с системой управления DELOMATIC дана на рисунке 10.1.

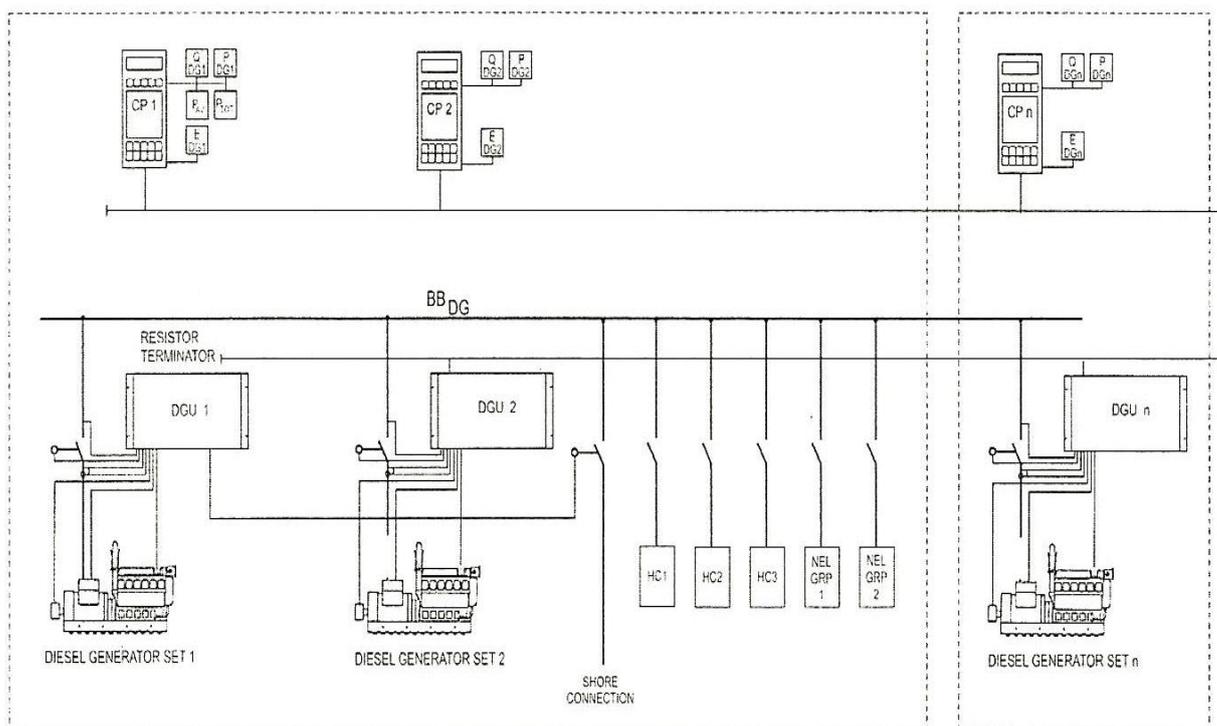


Рис. 10.1. Структурная схема электростанции с системой управления DELOMATIC

Электростанция под управлением системы DELOMATIC может работать в одном из следующих режимов:

- полуавтоматический (SEMI – AUTO);
- автоматический (AUTOMATIC);
- раздельной работы;
- электроснабжения от валогенератора;
- безопасной работы (SEQURED);
- питания с берега;
- ручное управление или управление с ГРЦ (SWBD).

Выбор одного из перечисленных режимов осуществляется с помощью переключателя «Селектор/переключатель режимов» (PMS), установленного на панели ведущего генераторного агрегата.

Полуавтоматический режим работы

Данный режим требует непосредственного вмешательства оператора. Все автоматические последовательности выполняются только после его команд, которые он задает посредством кнопок, расположенных на пульте управления. В данном режиме реализованы следующие автоматические функции (последовательности):

- автоматическая последовательность запуска и остановки;
- автоматическая последовательность включения генераторного автомата, в том числе и динамическая синхронизация;
- автоматическая последовательность выключения генераторного автомата соответствующих генераторных агрегатов.

Автоматический режим работы

В этом режиме находятся все генераторные агрегаты, которые были выбраны для контроля PMS. Генераторы обеспечивают питание обеих секций шин, межсекционный автомат включен.

В данном режиме производится автоматическое управление частотой тока и распределением нагрузки.

Нагрузка распределяется между работающими генераторами в зависимости от выбранного режима:

- симметрично (равномерно между всеми генераторами);
- асимметрично.

Автоматический пуск и остановка генераторов в зависимости от нагрузки на ГРЩ выполняется в соответствии с заданными параметрами и в порядке заданной очереди. При этом учитываются заданные ограничения на количество работающих (остановленных) генераторных агрегатов, также учитываются возможные неисправности в процессе пуска и синхронизации. Данные неисправности приводят к замещению неисправного генераторного агрегата следующим генератором в очереди.

Режим раздельной работы

Выбор этого режима возможен при соблюдении следующих условий:

- валогенератор (ВГ) и дизель-генератор (ДГ) находятся в автоматическом режиме (PMS-управление);
- электростанция работает в автоматическом режиме.

В режиме раздельной работы секционный автомат разомкнут. ВГ работает на свою секцию, дизель-генераторы – на свою. При этом для ДГ сохраняется режим автоматического управления, что означает наличие функции автоматического пуска и остановки генераторов в зависимости от нагрузки на шинах ГРЩ. В данном режиме секции шин снабжаются от независимых источников питания, что может быть использовано, например, в маневренных режимах. В случае если при переводе в режим раздельной работы не были выполнены все необходимые условия, на выходе модуля OPM соответствующего блока DGU формируется пульсирующий сигнал «SPLIT MODE», который сменится постоянным только после соблюдения всех условий. Данный сигнал используется для индикации состояния электростанции.

Режим электроснабжения от валогенератора

Выбор данного режима работы возможен при соблюдении следующих условий:

- все работающие ДГ готовы к автоматической остановке по PMS-команде;
- мощности ВГ достаточно, чтобы принять на себя всю необходимую нагрузку;

- электростанция работает в автоматическом режиме.

После перевода в режим электроснабжения от ВГ осуществляется автоматический контроль напряжения и частоты тока ВГ. Если заданные пределы соблюдены, то производится динамическая синхронизация ВГ и работающих ДГ. После синхронизации нагрузка переводится с дизель-генератора на валогенератор.

В случае обнаружения неисправности при подключении ВГ к шинам ГРЩ система DELOMATIC автоматически переведет электростанцию в автоматический режим управления.

При выборе режима питания от валогенератора на соответствующих выходах модуля формируется пульсирующий сигнал «SHAFT GENERATOR», который сменяется постоянным по окончании процесса перевода нагрузки. Данный сигнал используется для индикации состояния электростанции.

В режиме питания от ВГ доступны следующие функции контроля и защиты:

- контроль и защита ВГ;
- контроль состояния нагрузки.

Подключение мощных потребителей в этом режиме осуществляется до тех пор, пока общая нагрузка на шинах не превышает максимально допустимую нагрузку ВГ.

При аварийном отключении генераторного автомата ВГ осуществляется автоматический перевод электростанции в автоматический режим работы. Оператор может перевести электростанцию в автоматический режим работы нажатием соответствующей кнопки. При этом производится автоматический запуск необходимого количества ДГ для перевода нагрузки с ВГ на дизель-генераторы. В случае, если мощности готовых к запуску ДГ недостаточно для принятия полной нагрузки ВГ, то восстанавливается режим питания от ВГ.

Режим безопасной работы

Данный режим похож на автоматический. В безопасном режиме предел, при котором осуществляется запуск или остановка очередного ДГ, установлен равным номинальной мощности самого мощного генератора. Это позволяет иметь на шинах достаточный резерв мощности, и внезапное отключение любого из генераторов не сможет привести к обесточиванию электростанции.

Режим питания с берега

По выполняемым функциям и контролируемым параметрам этот режим аналогичен режиму электроснабжения от ВГ.

Режим ручного управления или управления с ГРЩ (SWBD)

В этом режиме генераторный агрегат выведен из автоматического режима управления.

DGU обеспечивает только следующие функции защиты генераторного агрегата:

- внутренний контроль системы;
- контроль параметров дизеля;
- контроль параметров шин ГРЩ;
- защита дизеля;
- защита от КЗ;
- отключение неответственных потребителей при перегрузке ГА.

Аппаратная конфигурация DGU

Аппаратная конфигурация DGU-Мастера отличается от других DGU, что связано с необходимостью обработки дополнительных входных и выходных сигналов.

DGU -Мастер (размер 84 TE) укомплектован следующими модулями:

- модуль питания (PSM-1) 1 шт.;
- модуль управления (СМ-2, включает в свой состав порт RS-232) 1 шт.;
- входной модуль (IPM-1) 2 шт.;
- выходной модуль (OPM-1) 2 шт.;
- модуль синхронизации, контроля и измерений (SCM-1) 1 шт.;
- модуль синхронизации, контроля и измерений для ВГ (SCM-2) 1 шт.

Остальные DGU (размер 84 TE) укомплектованы следующими модулями:

- модуль питания (PSM-1) 1 шт.;
- модуль управления (СМ-2) 1 шт.;
- входной модуль (IPM-1) 2 шт.;
- выходной модуль (OPM-1) 2 шт.;
- модуль синхронизации, контроля и измерений (SCM-1) 1 шт.;
- модуль синхронизации, контроля и измерений для межсекционного автомата (SCM-2 используется, при необходимости, для каждого межсекционного автомата свой).

Панель управления (ПУ)(Control Panel-CP)

Панель управления (ПУ) является подчиненным устройством, которое осуществляет обмен информацией с DGU посредством сети ARC-net по команде. Поскольку вся необходимая информация (уставки и таймеры) хранится в DGU, а панель получает раздельное с DGU питание, то в случае выхода панели управления из строя система DELOMATIC может продолжать свою работу. Панель управления предоставляет следующие возможности:

- доступ к меню;
- доступ к уставкам параметров и таймерам;
- доступ к специальным параметрам электростанции;
- индикацию измеренных и вычислительных параметров;
- индикацию состояния системы посредством специальных сообщений, выводимых на дисплей и светодиодов;

- операторский интерфейс обработки сигналов неисправности;
- индикацию сигналов неисправностей.

Оператор имеет возможность изменять параметры системы DELOMATIC, задавать специальные режимы работы электростанции и выводить на индикацию различные данные с помощью меню ПУ. Меню состоит из четырех основных групп:

- системные установки. Эта группа используется для программирования уставок и таймеров, необходимых для функционирования системы DELOMATIC;
- чтение параметров. Используется для вывода на дисплей выбранных параметров;
- специальные функции электростанции. Эта группа меню доступна только на ПУ DGU-Мастера;
- стек тревог.

Работа с меню осуществляется посредством кнопок управления курсором.

Регулирование частоты и распределение активной нагрузки

После включения дизель-генератора на шины начинается процесс регулирования частоты и распределения нагрузки. Для решения этой задачи в системе Delomatic в модуле SCM-1 имеются два программируемых контроллера, один из которых осуществляет управление генератором по частоте тока f , другой - по активной нагрузке P (рис 10.2).

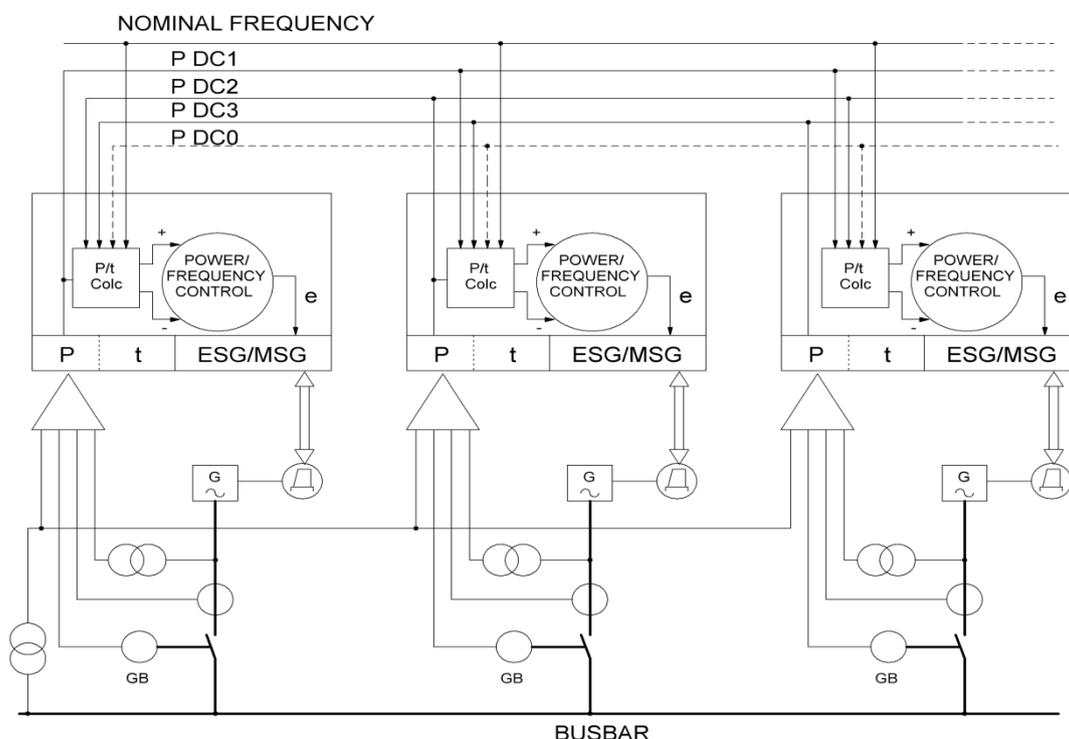


Рис.10.2. Функциональная схема управления частотой тока и активной нагрузкой генераторных агрегатов в системе Delomatic

Каждый контроллер состоит из программируемого широтно-импульсного модулятора (ШИМ), управляемого пропорциональным регулятором (П-регулятором).

В зависимости от типа используемого регулятора частоты вращения дизель-генератора предусмотрено два выхода модуля SCM-1: аналоговый (ESG) и релейный (MSG) (рис.10.3).

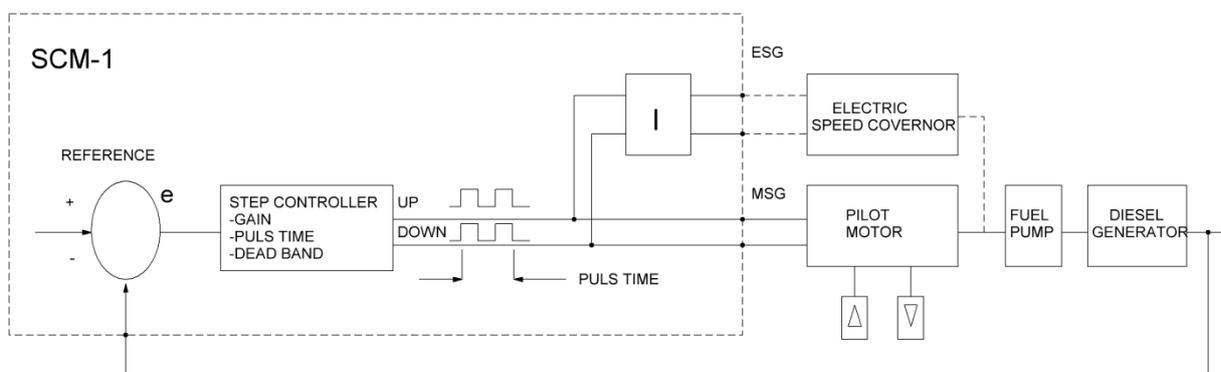


Рис.10.3. Функциональная схема программируемого контроллера управления частотой и активной нагрузкой

Аналоговый сигнал (ESG) используется для управления электронным регулятором дизеля (Electronic speed governor), а релейный (MSG) для управления механическим регулятором дизеля (Mechanical speed governor).

С панели управления оператор имеет возможность задавать параметры ШИМ от которых зависит его выходной сигнал:

- коэффициент усиления П-регулятора (GAIN), определяет скорость реакции системы;
- длительность импульсов ШИМ (PULS TIME);
- зону нечувствительности регулятора (DEAD BAND).

Для нормального распределения мощности и регулирования частоты требуется установить для каждого регулятора дизеля значение статизма. Управление частотой и нагрузкой на генераторе выполняются DGU путем изменения величины подачи топлива и тем самым смещения внешней характеристики дизеля параллельно самой себе

По умолчанию в системе Delomatic всегда реализуется симметричное распределение нагрузки. В этом режиме нагрузка распределяется равномерно на каждый генератор в соответствии с его номинальной мощностью. Во время работы каждый DGU выполняет подсчет отдаваемой мощности на шины ГРЩ, общая вырабатываемая мощность делится на суммарную номинальную мощность работающих генераторов, находящихся под управлением PMS. Полученная величина, помноженная на номинальную мощность конкретного генератора, и определяет заданную для него нагрузку (рис.10.4). Если номинальные мощности генераторов, работающих на шины равны, то нагрузка на них также будет одинаковой. Если - нет, то нагрузка будет распределена пропорционально их номинальным мощностям.

В режим асимметричного распределения нагрузки электростанция переводится, только командой.

При выборе данного режима, DGU с высшим приоритетом очереди на запуск нагружен на фиксированное, определяемое оператором значение мощности. Эта нагрузка называется базовой нагрузкой (мощностью). Остальная нагрузка распределяется асимметрично по оставшимся генераторам (рис. 10.5)

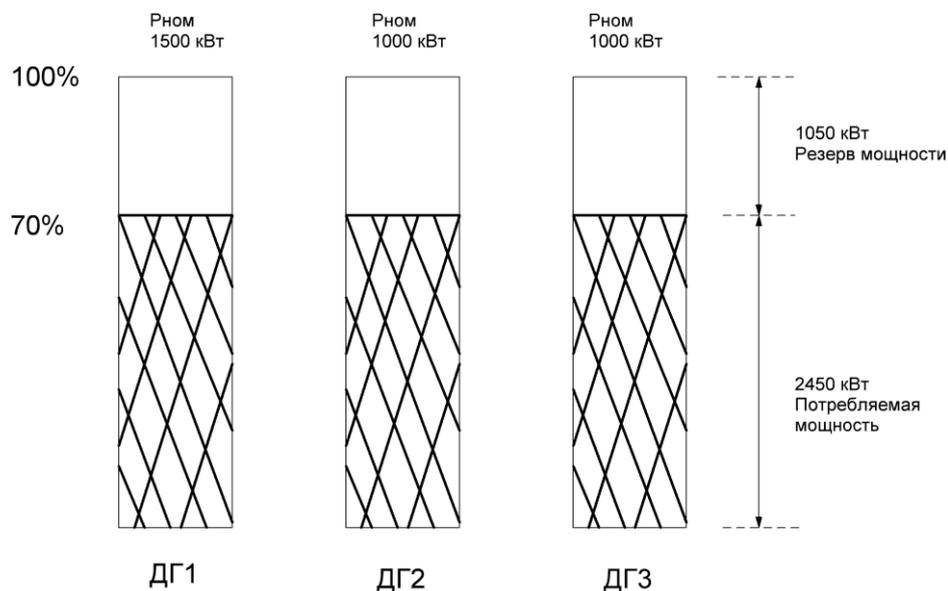


Рис. 10.4. Схема симметричного распределения нагрузки

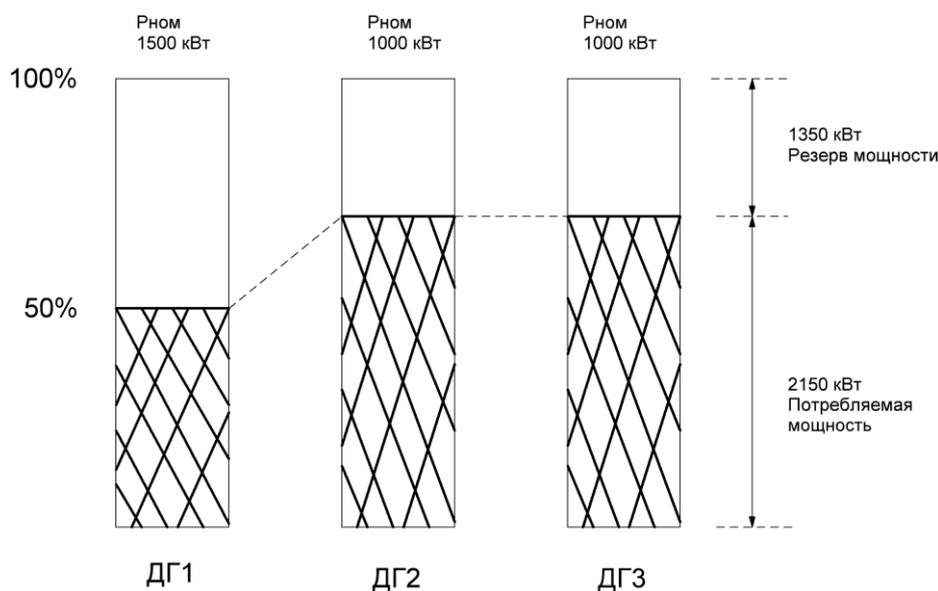


Рис.10.5. Схема асимметричного распределения нагрузки

Оператор имеет возможность изменять значение базовой нагрузки (мощности) посредством уставки «DG P-BASE LOAD». На ПУ DGU, осуществляющего управление генератором с базовой нагрузкой горит зеленый светодиод " BASE LOAD ".

Автоматическая отмена режима асимметричного распределения нагрузки производится DGU-Мастером в следующих случаях:

- генератор, работающий с базовой нагрузкой, вырабатывает более 90% мощности, потребляемой на ГРЩ;
- нагрузка одного из генераторов, работающих в симметричном режиме, опускается ниже 2% его номинальной мощности;
- нагрузка одного из генераторов, работающих в симметричном режиме, превышает 98% его номинальной мощности;
- в случае обесточивания шин ГРЩ;
- когда ГРЩ работает только один генератор, управляемый автоматически (PMS-управление);
- режим работы электростанции изменен с автоматического на любой другой.

В случае автоматической отмены режима асимметричного распределения нагрузки, на панели управления DGU-Мастера появляется сигнал неисправности «ASYM.LD.SH.CANC», а светодиод «BASE LOAD» горит желтым светом.

Точность распределения активной нагрузки между параллельно работающими генераторными агрегатами задается оператором с помощью следующих параметров:

- уставка «P LOAD SHARE FAIL» - допустимое отклонение мощности генератора от заданно при распределении нагрузки;
- таймер«P LOAD SHARE FAIL» - время задержки сигнала неисправности при распределении нагрузки.

При контроле точности распределения активной нагрузки не делается различий между асимметричным и симметричным режимами распределения нагрузки.

Если по истечении времени, заданного таймером «P LOAD SHARE FAIL» отклонение действительной мощности превышает допустимые пределы, на дисплее панели управления соответствующего DGU появляется следующее сообщение: «P LOAD SHARE FAIL».

В случае, если для DGU задан локальный режим управления (управление с ГРЩ), оператор имеет возможность осуществлять управление частотой генератора вручную с помощью специального устройства установленного на генераторной панели ГРЩ.

Контрольные вопросы к практическому занятию 10.

1. Система Delomatic используется для...
2. Из каких блоков состоит система Delomatic.
3. Основные функции системы Delomatic.
4. Основные режимы работы системы Delomatic.
5. Аппаратная конфигурация системы Delomatic.

6. Регулирование частоты и распределение активной нагрузки в системе Delomatic.

Практическое занятие 11

Вспомогательные алгоритмы подготовки исходной информации в

МПСУ генераторными агрегатами ASA-S

Цель работы: Освоить вспомогательные алгоритмы подготовки исходной информации в МПСУ генераторными агрегатами ASA-S.

Задание: Построить вспомогательные алгоритмы подготовки исходной информации в МПСУ генераторными агрегатами ASA-S. Использовать программу S – план.

При разработке системы алгоритмов управления электроэнергетической системой (ЭЭС) и, в частности, генераторным агрегатом (ГА), приходится учитывать возможные состояния и последовательность изменения режимов всех элементов ЭЭС. Современные судовые микропроцессорные системы управления (ASA-S) ЭЭС построены таким образом, что технологическая последовательность изменения режимов задается вахтенным с помощью специальных переключателей, установленных на пульте управления. Поэтому МПСУ с помощью специальных алгоритмов должна выполнять анализ положения переключателя режимов работы каждого ГА и переключателя задания резерва, т.е. определять порядок подключения и отключения резервных генераторных агрегатов. Алгоритмы оценки состояния указанных переключателей представлены на рисунке 11.1-11.3, соответственно. Алгоритм контроля положения переключателя режимов работы ГА представлен на рисунке 11.1.

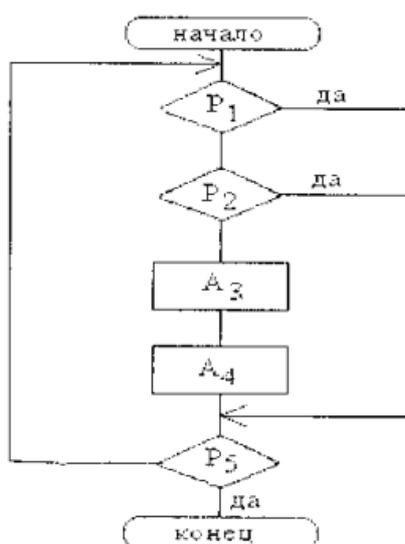
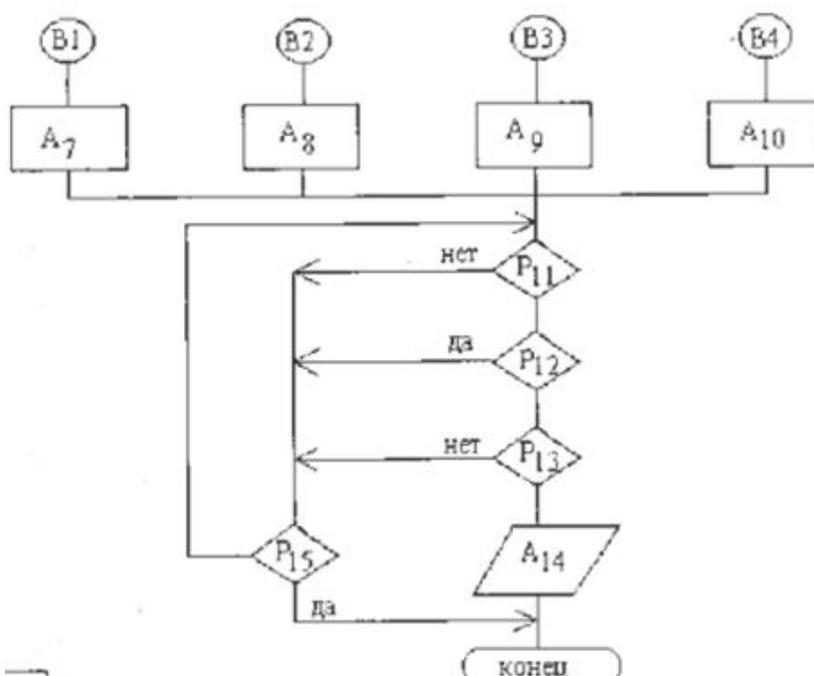


Рис. 11.1. Алгоритм контроля положения переключателя режимов работы генераторного агрегата

Значения операторов алгоритма контроля положения переключателя режимов работы ГА, представленные на рисунке 11.1:

- P₁ - режим работы ГА «Автоматика или тест»;
- P₂ - режим работы ГА «Вручную»;
- A₃ - запомнить, что «Переключатель режимов работы ГА неисправен»;
- A₄ - подалгоритм запоминания неисправности переключателя режимов работы ГА и вывода индикации неисправности;
- P₅ - опрошены переключатели режимов работы всех генераторных агрегатов.

Алгоритм контроля положения переключателя выбора очередности пуска и подключения резервного ГА представлен на рисунке 11.2а), 11.2б).



Положение переключателя	1	х			
	2		х		
	3			х	
	4				х
Последовательность опроса ГА	B1	х	↓	↓	↓
	B2		х	↓	↓
	B3			х	↓
	B4				х
					1 - 2 - 3 - 4
					2 - 3 - 4 - 1
					3 - 4 - 1 - 2
					4 - 1 - 2 - 3

Рис.11.2а). Алгоритм контроля положения переключателя выбора очередности пуска генераторных агрегатов

Кроме того, на рисунке 11.2а) в таблице соответственно положению переключателей 1-4 приведена очередность пуска резервного ГА, задаваемая операторами В₁-В₄.

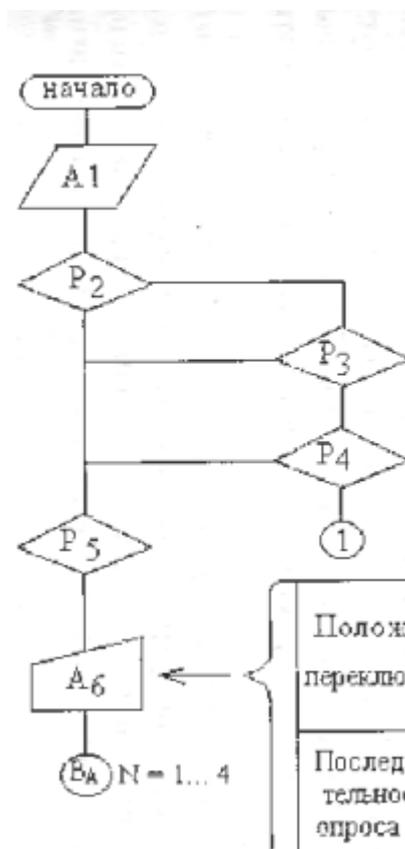


Рис.11.2б). Алгоритм контроля положения переключателя выбора очередности пуска генераторных агрегатов

Значения операторов алгоритма контроля положения переключателя выбора очередности пуска и подключения резервного генераторного агрегата, представленные на рисунке 11.2:

- А₁ - заявка на подключение резервного ГА;
- Р₂ - i-ый генераторный агрегат готов к пуску;
- Р₃ - i-ый генераторной агрегат блокирован;
- Р₄ - режим работы выбранного ГА- «Автоматика»;
- Р₅ - все генераторные агрегаты опрошены;
- А₆ - задание очередности подключения ГА;
- А₇ - очередность опроса ГА1, ГА2, ГА3, ГА4;
- А₈ - очередность опроса ГА2, ГА3, ГА4, ГА 1;
- А₉ - очередность опроса ГА3, ГА4, ГА3, ГА2;
- А₁₀ - очередность опроса ГА4, ГА1, ГА2, ГА3;
- Р₁₁ - i-ый генераторный агрегат остановлен;
- Р₁₂ - i-ый генераторный агрегат блокирован;

- P₁₃ - режим работы выбранного ГА «Автоматика»;
- A₁₄ - вывод номера генераторного агрегата, выбранного для подключения;
- P₁₅ - опрошены все генераторные агрегаты.

Алгоритм контроля переключателя выбора очередности остановки резервных генераторных агрегатов представлен на рисунке 11.3.

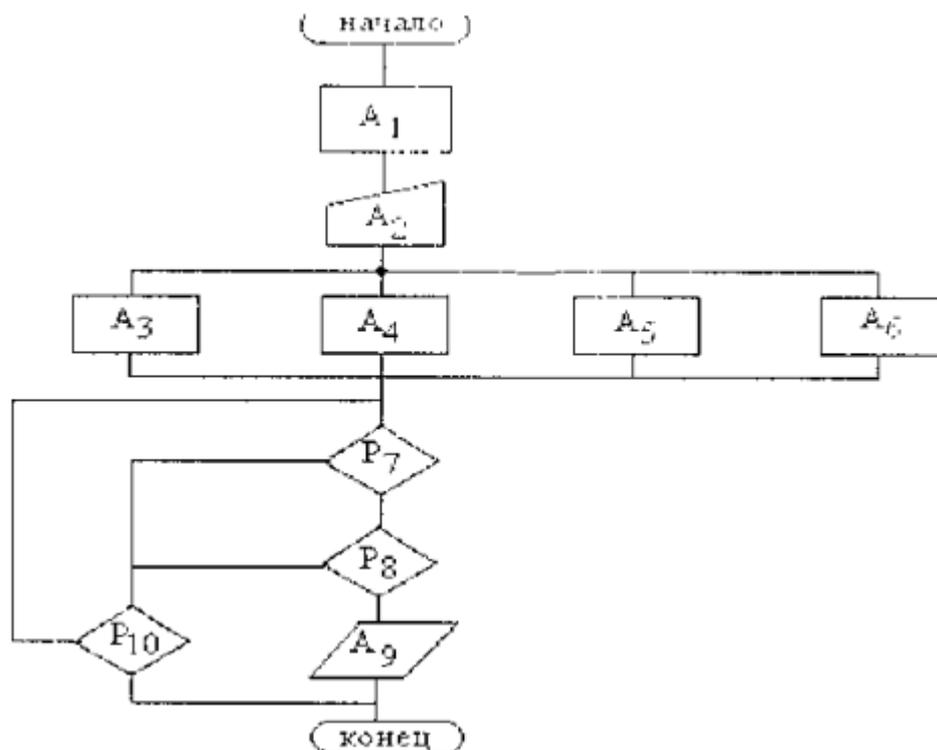


Рис. 11.3. Алгоритм контроля переключателя выбора очередности остановки резервных генераторных агрегатов

Значения операторов алгоритма контроля положения переключателя выбора очередности остановки резервного ГА, представленные на рисунке 11.3:

- A₁ - заявка на отключение резервного ГА;
- A₂ - задание очередности отключения резервного ГА (задание очередности выполнения операторов A₁-A₆);
- A₃ - очередность опроса ГА4, ГА3, ГА2, ГА1;
- A₄ - очередность опроса ГА1, ГА4, ГА3, ГА2;
- A₅ - очередность опроса ГА2, ГА1, ГА4, ГА3;
- A₆ - очередность опроса ГА3, ГА2, ГА1, ГА4;
- P₇ - i-ый генераторный агрегат подключен к сети;
- P₈ - режим работы i-го ГА - «Автоматика»;
- A₉ - вывод номера отключаемого ГА;
- P₁₀ - опрошены все генераторные агрегаты.

Для инициирования или выполнения определенных процессов по управлению ГА решающим является его состояние.

Приведем характеристики основных состояний генераторного агрегата:

1. Агрегат *стоит*. В этом состоянии агрегата имеется сигнал «Автоматический выключатель генератора выключен». Отсутствуют сигналы: «Частота вращения вала агрегата больше частоты пусковой» — $n > n_{\text{пуска}}$; «Напряжение генератора больше 80 % номинального» — $U > 0,8 U_{\text{H}}$. «Автоматический выключатель генератора включен».

2. Агрегат *запускается*. В этом состоянии ГА присутствует сигнал «Частота вращения агрегата больше частоты пусковой» — $n > n_{\text{пуска}}$. Этот режим начинается с момента подачи команды «Включить прокачку масла перед пуском» и заканчивается в момент выдачи сигнала $U < 0,8 U_{\text{H}}$.

3. Агрегат *подключен к сети*. В этом состоянии агрегата присутствуют сигналы: $n > n_{\text{пуска}}$; $U > 0,8 U_{\text{H}}$ и «АВ генератора включен». Отсутствует сигнал «АВ генератора выключен».

4. Агрегат *в режиме пуска (выбега)*. В этом режиме агрегат перед остановкой работает вхолостую для охлаждения. Присутствуют сигналы: $n > n_{\text{пуска}}$, и $U > 0,8 U_{\text{H}}$ и «АВ генератора выключен».

5. Агрегат *останавливается*. В этом режиме нет запроса на пуск агрегата, и имеется сигнал на «Стоп соленоид», т.е. закрывается подача топлива в дизель.

6. Агрегат *заблокирован*. В этом режиме имеется неисправность дизеля или генератора, при наличии которой не обеспечивается безопасная работа агрегата.

7. Агрегат *готов к пуску*. Это состояние агрегата характеризуется тем, что он стоит и не заблокирован.

8. Агрегат *готов к остановке*. При этом агрегат разгоняется, подключен к сети или находится в режиме выбега.

9. Агрегат *работает*. В этом случае агрегат готов к синхронизации, подключен к сети или находится в режиме выбега.

10. Агрегат *готов к синхронизации*. При этом агрегат запускается, $n > n_{\text{пуска}}$, $U > 0,8 U_{\text{H}}$ Агрегат находится в режиме выбега, и получил запрос на подключение (запрос на пуск).

Алгоритм оценки состояния генераторного агрегата представлен на рисунке 11.4.

Операторы алгоритма оценки состояния агрегата, представленного на рисунке 11.4, имеют следующие значения:

- P_1 - значение частоты вращения вала генераторного агрегата n больше частоты вращения воспламенения топлива $n_{\text{пуска}}$.
- P_2 - напряжение генератора U больше 80 % номинального значения напряжения генератора $U > 0,8 U_{\text{H}}$
- A_3 - запомнить i -ый агрегат «на выбеге»;
- A_4 - запомнить i -ый агрегат «разгоняется»;
- A_5 - запомнить i -ый «агрегат стоит»;
- P_6 - автоматический выключатель (АВ) генератора включен;
- A_7 - запомнить: «агрегат подключен к сети»;

- P_8 - i -ый ГА в режиме выбега или подключен к сети;
- A_9 - включить сигнализацию « i -ый агрегат работает»;
- P_{10} - опрошены все генераторные агрегаты.

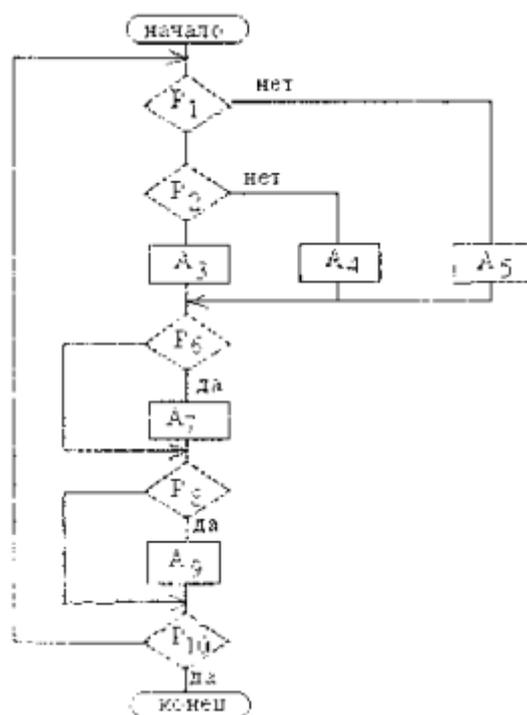


Рис.11.4.. Алгоритм оценки состояния генераторного агрегата

Контрольные вопросы к практическому занятию 11.

1.Перечислите вспомогательные алгоритмы подготовки исходной информации в МПСУ генераторными агрегатами ASA-S.

2.Дайте описание алгоритма контроля положения переключателя режимов

работы генераторного агрегата.

3.Дайте описание алгоритма контроля положения переключателя выбора очередности пуска генераторных агрегатов.

4.Дайте описание алгоритма контроля переключателя выбора очередности останова резервных генераторных агрегатов.

5.Дайте описание алгоритма оценки состояния генераторного агрегата.

6.Задание: Построить вспомогательные алгоритмы подготовки исходной информации в МПСУ генераторными агрегатами ASA-S в программе S – план.

Практическое занятие 12

Регулирование и управление в системе горения вспомогательных судовых котлов

Цель занятия: Изучить процесс регулирования в системе горения вспомогательных судовых котлов.

Задание: Предложить модернизацию для представленных в занятии схем регулирования в системе горения вспомогательных судовых котлов.

Котлы устанавливаются на любом судне, но имеют разное назначение. Существует два различных типа котлов: водотрубный и огнетрубный. В водотрубном котле вода проходит через трубки, а горячие газы омывают их снаружи. В огнетрубном котле через трубки проходят горячие газы, а питательная вода омывает их. Если в энергетической установке принят паросиловой цикл, то на судне устанавливают один или несколько водотрубных котлов для получения пара, обладающего большим давлением и температурой. На дизельном судне имеется один небольшой, обычно огнетрубный котел, обеспечивающий получение пара для различных судовых нужд. Практически существует множество вариантов водотрубных и огнетрубных котлов.

Огнетрубные котлы обычно применяют в качестве вспомогательных для получения пара низкого давления. Котлы работают по простому принципу, к воде для этих котлов требования невысокие. Иногда из-за большого объема воды в них их называют котлами-цистернами, а иногда дымогарными котлами. Общий вид вертикального огнетрубного котла с вертикальными трубами представлен на рисунке 12.1.

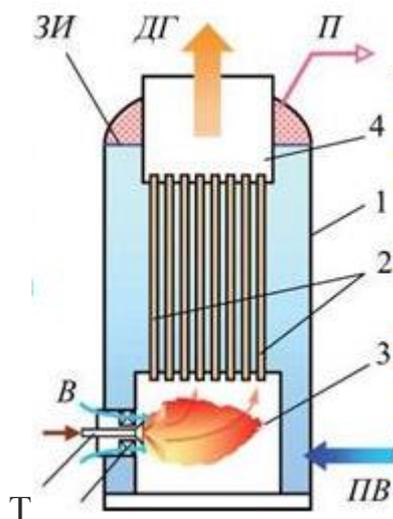


Рис.12.1. Вертикальный огнетрубный котел с вертикальными трубами.

1 - корпус котла; 2 -дымогарные трубки; 3 - топка (камера сгорания);
4 - дымовая коробка; ПВ - подача питательной воды; В - подача воздуха;

Т - подача топлива; ЗИ - зеркало испарения; ДГ - выброс дымовых газов; П - отбор насыщенного пара.

Назначение вспомогательных судовых паровых котлов - обеспечение судовых потребителей паром требуемого количества и качества.

Процесс сгорания топлива

Сгорание - это процесс сжигания топлива с целью получения теплоты. Для полного и эффективного сгорания нужно, чтобы в топку были введены топливо и воздух в пропорции, при которой масса воздуха должна примерно в 14 раз превышать массу топлива. Топливо и воздух должны быть тщательно перемешаны. Для полного сгорания топлива необходимо, чтобы количество воздуха было немного больше теоретически требуемого. При недостатке воздуха сгорание получается неполным и выходящие газы приобретают черный оттенок.

Подача воздуха

Перепад давлений, при котором воздух проходит через топку котла, называют тягой. Судовые котлы имеют принудительную тягу, т. е. воздух нагнетается в топку вентиляторами. Существует ряд конструкций топок с принудительной тягой. Обычная конструкция - это большой вентилятор, от которого по воздухопроводу воздух подается к переднему фронту топки.

Подача топлива

Современные паровые котлы отапливаются низкосортным жидким топливом. Хранится топливо обычно в цистернах междудонного пространства, откуда топливоперекачивающим насосом оно подается в отстойные цистерны (рис. 12.2).

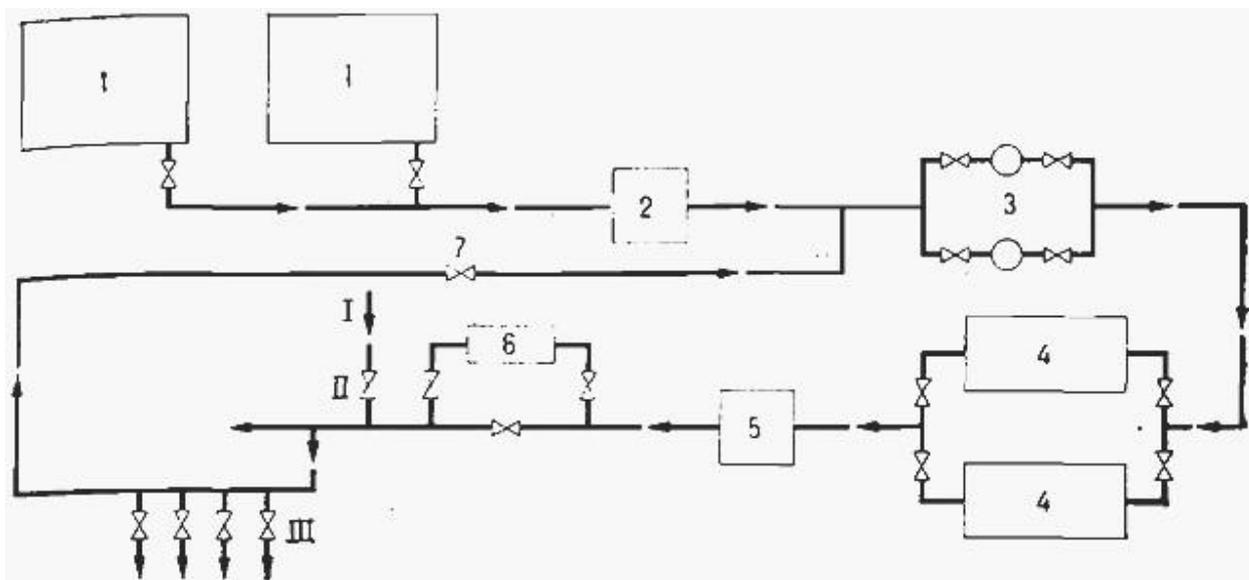


Рис.12.2. Структурная схема системы подачи топлива к котлу

- 1- отстойник; 2 - фильтр грубой очистки; 3 - насосы;
4 - подогреватели; 5 - фильтр тонкой очистки; 6 - регулятор вязкости;
7 - труба рециркуляции; I - подача топлива при холодном запуске котла;
II- подача топлива к другому котлу; III - подача топлива к форсункам

В отстойниках из топлива выделяется вода, которая затем спускается. Из отстойников топливо через фильтры подается к топливным насосам, которые нагнетают его через топливоподогреватели к фильтрам тонкой очистки. Процесс подогрева топлива должен тщательно контролироваться, так как при повышенной температуре может произойти распад молекул нефти. В схеме предусмотрена возможность подачи к форсунке дизельного топлива для разжигания котла или для его работы на малой мощности. От фильтров тонкой очистки топливо подается к форсунке, в которой оно мелко распыливается и в таком виде подается в топку. Для разогрева топлива перед разжиганием котла предусмотрена труба рециркуляции.

Сгорание топлива

Топливо к форсунке подается под высоким давлением и выходит из нее мелко распыленной струей. Существуют различные конструкции форсунок (рис.12.3): механическая (рис.12.3а), форсунка с вращающейся головкой (рис.12.3б), паровая форсунка (рис.12.3в).

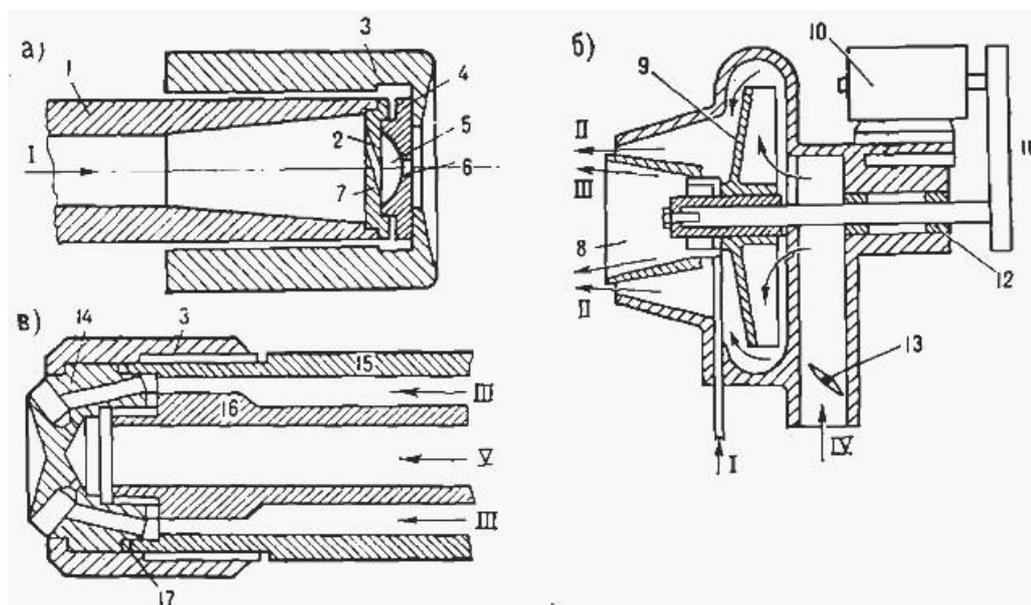


Рис.12.3. Типы форсунок

а - механическая; б - с вращающейся головкой; в - паровая

1 - корпус форсунки; 2 - каналы; 3 - колпачковая гайка;
 4 - диафрагма; 5 - завихряющая камера; 6 - отверстие;
 7 - завихряющая пластина; 8 - вращающийся конус; 9 - вентилятор;
 10 - электродвигатель; 11 - привод вращения конуса; 12 - подшипник;
 13 - заслонка; 14 - распыливающее сопло; 15 - наружный корпус;
 16 - внутренний корпус; 17 - прокладки; I - подача топлива; II - выход воздуха; III - выход топлива; IV - подача воздуха; V - подача пара.

В механической форсунке (рис.12.3а) благодаря завихряющей пластине струя приобретает форму вращающегося конуса и в таком виде поступает в топку.

В форсунке с вращающейся головкой (рис.12.3б) распыливание и завихрение топлива производится посредством срывания топлива с кромок вращающегося конического колпачка. В паровой форсунке (рис.12.3в) топливо распыливается и завихряется струей пара, обладающей высокой скоростью. Пар подводится в форсунку через центральную втулку.

Отсечка воздуха осуществляется с помощью поворотной воздушной заслонки. Воздух обтекает форсунку, и при помощи завихрителя ему придается вращательное движение, противоположное тому, в котором вращается топливная струя. Благодаря этому обеспечивается перемешивание топлива с воздухом.

Топливо, поступающее из форсунки, необходимо сначала воспламенить. После воспламенения в процессе горения вначале сгорают легкие фракции, образуя первичный факел. Благодаря теплоте первичного факела во вторичном факеле сгорают тяжелые фракции топлива. К этим факелам подводится соответственно первичный и вторичный воздух.

Средства системы управления котельной установки подразделяются на следующие группы:

1. Средства управления конечными режимами работы установки (ввод и вывод из действия), корректировки режимов работы и состава действующего оборудования. Использование этих средств осуществляется при непосредственном участии человека-оператора на сенсомоторном уровне.

2. Средства поддержания с требуемой точностью заданных значений регулируемых величин на переходных и установившихся режимах работы установки, которые совместно с объектами управления образуют системы автоматического регулирования (САР).

3. Средства сбора, обработки и представления оператору информации о состоянии установки в совокупности образуют систему контроля, важной частью которой является система сигнализации, предупреждающая оператора об изменении состояния рабочего процесса установки.

4. Средства, автоматически воздействующие на элементы установки в экстремальных ситуациях с целью предотвращения аварий, образуют систему автоматической защиты котельной установки.

Составляющими рабочего процесса являются три подпроцесса:

- сжигание топлива в топках;
- теплопередача от нагревающего к нагреваемому теплоносителю в поверхностях нагрева;
- парообразование, перегрев пара, нагрев воды и воздуха

Для реализации рабочего процесса к котлу подводятся три материальных потока-носителя энергии (топливо, воздух, питательная вода) и отводятся два (пар и уходящие дымовые газы). Для этой цели предназначены топливная, воздушная и питательная системы, оборудованные системами автома-

тического регулирования, сигнализации и защиты.

Правила Регистра РФ предъявляют к котлам и системам горения целый ряд требований, основные из которых следующие:

- Вспомогательные котлы, устанавливаемые в одном помещении с двигателями внутреннего сгорания, ограждаются металлической выгородкой с целью предохранения оборудования машинного отделения от воздействия пламени в случае его выброса из топочного устройства.

- Между котлом и топливными цистернами предусматривается свободная циркуляция воздуха, необходимая для поддержания температуры топлива в них ниже температуры вспышки его паров.

- На расходных топливных цистернах рекомендуется установка клапанов быстрозапорного типа, а на запасных цистернах - клапанов с дистанционным закрытием вне машинного отделения.

- Топливные цистерны оборудуются змеевиками подогрева топлива, устанавливаемыми в самых низких частях цистерны. Концы приемных топливных труб расходных и отстойных цистерн располагаются над змеевиком, чтобы они не оголялись. Максимальная температура подогретого топлива в цистернах должна быть не менее, чем на 10 °С ниже температуры вспышки топлива. Конденсат греющего пара направляется в контрольный бак со смотровым стеклом. Давление пара, применяемого для подогрева топлива, не должно превышать 0,7 МПа. Для контроля за температурой подогрева предусматриваются термометры.

- Цистерны котельной воды должны быть отделены от цистерн жидкого топлива.

- Система подачи жидкого топлива к котлам оборудуется двумя комплектами топливных насосов и фильтров на приемном и напорном трубопроводах, причем один из комплектов рабочий, второй - резервный. Топливные насосы помимо местного управления должны иметь средства для остановки их из легкодоступных мест вне машинного отделения. На трубопроводе, подающем топливо к форсункам каждого котла, предусматривается установка быстрозапорного клапана с местным ручным управлением. Контроль температуры и давления топлива осуществляется с помощью термометров и манометров.

- При наличии на судне утилизационного котла в состав вспомогательной котельной установки включается утилизационный контур, режимы работы которого определяются не только нагрузкой потребителей пара, но и режимами работы главного двигателя. При этом утилизационный контур включается в питательную систему вспомогательной котельной установки, составляя с ней единое целое. По паровой стороне утилизационный контур подключается к потребителям пара через единый раздающий паровой коллектор.

Рассмотрим работу системы управления горением на примере вспомогательного судового огнетрубного котла типа КВА. Индекс котлоагрегата КВА 0.25.3 - М означает: котлоагрегат вспомогательный, автоматизиро-

ванный, парпроизводительностью 250 кг/ч, номинальным рабочим давлением 0,3 МПа, модернизированный.

Котлоагрегаты должны надежно работать в условиях качки при крене до 45° и дифференте до 10^s , при длительном крене до $15^=$ и дифференте до 5° . Вспомогательные механизмы и аппаратура системы автоматического управления, защиты и сигнализации должны надежно работать при температуре окружающей среды 4- 60 $^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 95 - 5 %.

Котлоагрегаты обслуживают вспомогательные механизмы: топливный шестеренный насос и центробежный вентилятор, которые приводятся во вращение электродвигателем *Д1* (рис. 12.4), питательный насос центробежно-вихревого типа - электродвигателем *Д2*.

Питание на электрооборудование котлоагрегата подается от сети 380 В через пакетный выключатель *ПВ1*. Включение электродвигателей и их защита осуществляются автоматическими выключателями *АВ1* и *АВ2*, а также магнитными пускателями *Л1* и *Л2* с тепловыми реле *ТР1 - ТР2* и *ТР3 - ТР4*.

Трансформатор ТП1(380/220 В) служит для питания магнитных пускателей, электромагнита топливного клапана ЭК и сигнализации.

Трансформатор ТП2 (220.28 В) питает цепи автоматического управления. Лампа *Б1* освещает щит управления, пакетный выключатель ПВД обеспечивает дистанционное отключение схемы управления.

Система автоматического управления, защиты и сигнализации предназначена для автоматического управления процессами горения и питания, т. е. поддержания заданных значений давления пара и уровня воды в котле. Прекращение горения в топке и включение аварийной сигнализации происходят при следующих ситуациях: аварийное давление пара в котле, нижний аварийный уровень воды, верхний предельный уровень воды, срыв факела во время горения, невоспламенение топлива при включении котлоагрегата. При ручном управлении котлоагрегатом тумблеры-переключатели *Т1* и *Т2* устанавливаются в положение «Ручное», что соответствует положению показанному на схеме рисунка 12.4. Кнопками *КП1* и *КП2* включаются электродвигатели *Д1* и *Д2*. Подача и прекращение подачи топлива к форсунке производятся быстрозапорным клапаном, при этом электромагнитный клапан стопорится в открытом состоянии.

В действие котлоагрегат вводится кнопкой зажигания *КЗ*, которая подает питание на первичную обмотку трансформатора зажигания *ТЗФ*, высокое напряжение вторичной обмотки трансформатора подается на электроды *ЭЗ* и возникает электрическая дуга. В случае выхода из строя системы электроискрового зажигания котлоагрегат разжигают факелом, который вводят через патрубок крышки топочного устройства после снятия фотореле.

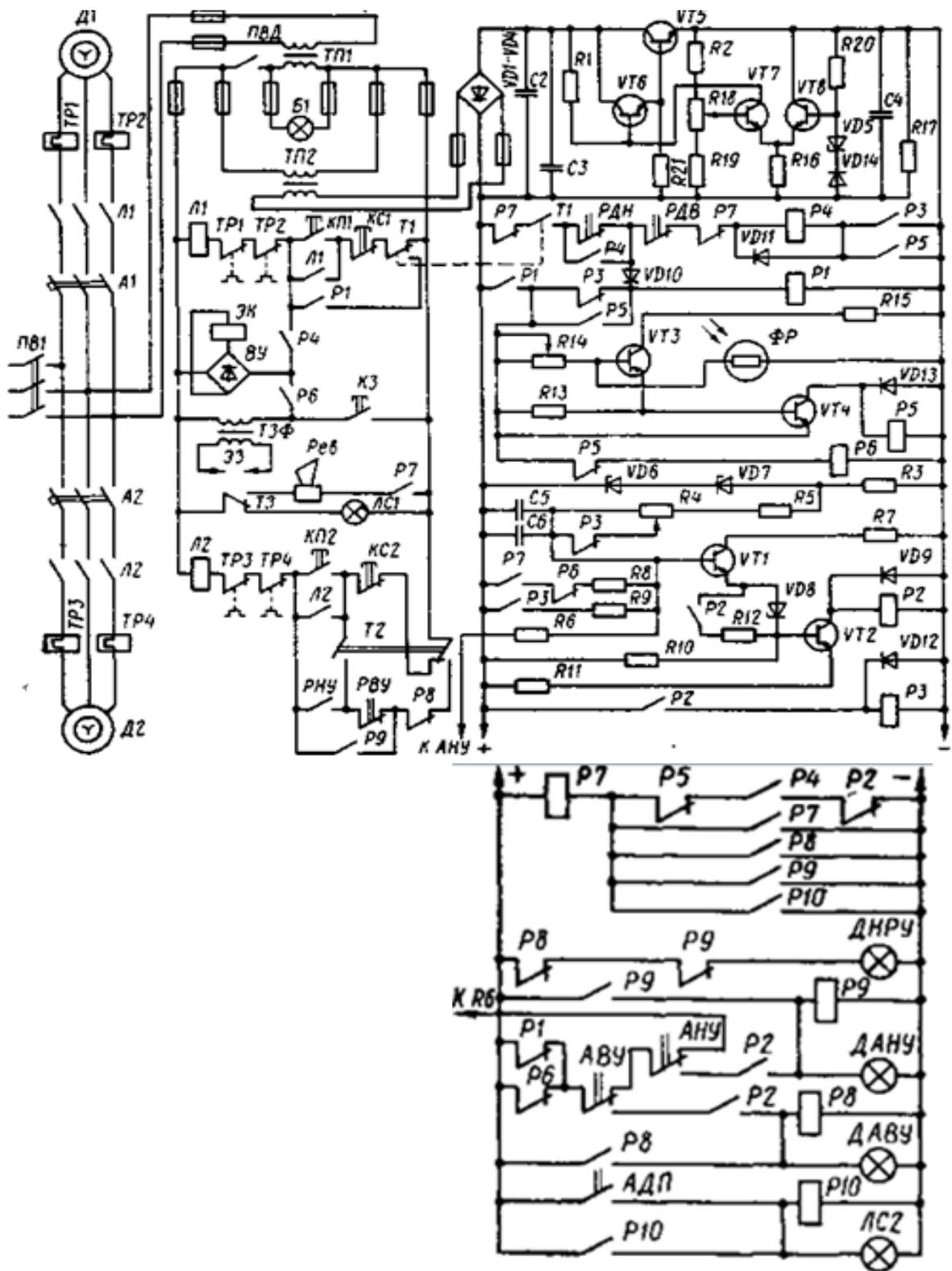


Рис.12.4. Принципиальная схема управления системой горения и уровнем воды в котле КВА

При автоматическом управлении тумблеры $T1$ и $T2$ устанавливаются в положение «АВ», а $T3$ — «Включено» (верхнее положение на схеме). При давлении пара в котле, равном нижнему пределу рабочего давления (примерно на 10% ниже номинального давления), микровыключатель преобразу-

зователя *РДН* замыкается. Срабатывает реле *P1* и своим контактом включает пускатель *Д1* электродвигателя вентилятора и топливного насоса *Д1*.

Релейно-транзисторная схема управления получает питание от стабилизатора напряжения компенсационного типа. Питание схемы осуществляется от выпрямительного моста на диодах *VD1 - VD 4*. Конденсаторы *C2 - C4* служат фильтрами. Стабилитрон *VD 5* поддерживает постоянство потенциала базы транзистора *VT8*. Переменный резистор *R18* регулирует выходное напряжение. При увеличении входного напряжения падает напряжение на резисторе *R6*, уменьшается положительный потенциал эмиттера транзистора *VT7*, ток базы и коллектора. Уменьшается отрицательный потенциал базы транзистора *VT6*, а сопротивление перехода эмиттер-коллектор становится больше. В результате уменьшается ток базы транзистора *VT4* и увеличивается падение напряжения на переходе эмиттер - коллектор *VT5*. Таким образом, напряжение на выходе (резистор *R 17*) стабилизируется.

После срабатывания реле *P1* и пуска электродвигателя *Д1* срабатывает реле *P6*. Конденсаторы *C5* и *C6* при нормальном давлении пара в котле зашунтированы резистором *P6*, контактами *P1* и *P6*, контактами датчиков аварийного верхнего уровня воды в котле (*АВУ*) и нижнего (*АНУ*) (на схеме не указаны). После размыкания контактов *P1* и *P6* конденсаторы *C5* и *C6* начинают заряжаться, а потенциал базы транзистора *VT1* уменьшаться. В цепи эмиттера *VT1* стабилитрон *VD8* открывается при напряжении стабилизации. Через 13-17 с (выдержка может регулироваться резистором *R 4*) открывается транзистор *VT1* и *VT2*, при этом срабатывают реле *P2* и *P3*. Диоды *VD 9* и *VD12* создают разрядный контур. За время выдержки происходит продувка топочного пространства.

Реле *P3* своим контактом включает реле *P4*, последнее подает питание на выпрямитель *ВУ* и электромагнитный клапан *ЭК*, а также через контакт *P6* на трансформатор зажигания *ТЗФ*. После вспышки факела освещается фоторезистор *ФР*, сопротивление *ФР* уменьшается и открываются транзисторы *VT3* и *VT4*, срабатывает реле *P5*. Реле *P6* теряет питание и отключает трансформатор *ТЗФ*. Контактom *P6* шунтируются конденсаторы *C5* и *C6*, реле *P2* и *P3* отключаются. Реле *P4* остается под напряжением через контакт *P5* и собственный замыкающий контакт. В процессе горения факела сработанным остается реле *P1*.

При давлении пара в котле, равном верхнему предельному значению, размыкается контакт *РДВ*, и реле *P4* своим контактом снимает питание с электромагнитного клапана *ЭК*, клапан закрывается и прекращает подачу топлива в форсунку. Факел гаснет, реле *P5* отключается, реле *P6* срабатывает, и начинается заряд конденсаторов *C5* и *C6*. С выдержкой 13-17 с срабатывают реле *P2* и *P3*, реле *P1* теряет питание и отключает электродвигатель *Д1*. Конденсаторы *C5* и *C6* шунтируются контактом *P1*, и реле *P2* и *P3* отключаются.

При срыве факела во время горения форсунки резко увеличивается сопротивление фоторезистора *ФР*, транзисторы *VT3* и *VT4* закрываются, реле

P5 отключается, а реле *P6* срабатывает. Размыкающий контакт *P5* подает питание на реле *P7*, и происходит отключение котлоагрегата.

При нормальном пуске котлоагрегата срабатывает реле *P1* и начинается продувка, через 13—17 с срабатывают реле *P2* и *P3*, затем реле *P4* открывает топливный клапан, и должно произойти зажигание. Если зажигание не происходит, реле *P5* не получит питания. Шунтирование конденсаторов *C5* и *C6* происходит по цепи через контакт *P3* и резистор *P9*. С небольшой выдержкой времени реле *P2* и *P3* отключаются и через размыкающий контакт *P2* срабатывает реле *P7*, что приводит к отключению котлоагрегата.

В схеме на рис. 13.3 диоды *VD11* и *VD13* создают разрядные контуры для катушек реле *P4* и *P5*. Диод *VD10* предотвращает питание катушки реле *P4* через контакт *P1*. При наличии факела и срабатывании реле *P7* конденсаторы *C5* и *C6* шунтируются через контакты *P7*, *P6* и резистор *R8*.

Защита котла выполняется выключающим действием, когда, в случаях предельного отклонения любого параметра защиты, подача топлива и воздуха в топку мгновенно прекращается. Правилами Регистра РФ предусматриваются *минимум три неотключаемые защиты*, срабатывающие в течение 1 с и автоматически прекращающие подачу топлива к форсунке:

- в случае прекращения подачи воздуха в топку или недостаточного его напора;
- при обрыве факела у форсунки;
- при достижении нижнего предельного уровня в котле.

При этом, прекращение подачи топлива производится с помощью двух самозакрывающихся, последовательно включенных клапанов, если приемный клапан на расходной топливной цистерне расположен выше топочного устройства. Кроме трех неотключаемых защит возможно применение защит и по другим параметрам: по вязкости топлива, по давлению распыляющего пара, по давлению топлива перед форсункой, по давлению пара в котле.

Контрольные вопросы к практическому занятию 12.

1. Типы вспомогательных судовых котлов.
2. Устройство и принцип действия огнетрубного вспомогательного котла.
3. Процесс сгорания топлива в судовых вспомогательных котлах.
4. Процесс подачи топлива и воздуха в судовых вспомогательных котлах.
5. Сгорание топлива. Типы форсунок.
6. Средства системы управления котельной установки.
7. Составляющие рабочего процесса управления в судовых вспомогательных котлах.
8. Требования Регистра РФ предъявляемые к судовым вспомогательным котлам.
9. Опишите работу принципиальной схемы управления горением котла типа КВА.

Практическое занятие 13

Регулирование уровня воды в котельных установках

Цель занятия: Освоить схемы регулирования уровня воды в судовых вспомогательных котлах.

Задание: Предложить модернизацию системы регулирования и защиты уровня воды в судовых вспомогательных котлах.

Современная судовая котельная установка представляет собой комплекс взаимодействующих агрегатов, механизмов и аппаратов, предназначенный для преобразования энергии топлива, сжигаемого в топках котлов, в энергию насыщенного пара определенных параметров.

Основным возмущающим воздействием на котельную установку является расход пара, который не зависит от способа управления котлом и является для него внешней нагрузкой. Внешняя нагрузка определяет интенсивность процессов, протекающих в котле. Рабочий процесс котла связан с непрерывным подводом воды, топлива, воздуха и отводом дымовых газов.

К параметрам котельной установки относятся:

- уровень воды в котле,
- давление и температура пара,
- правильное соотношение между количеством сжигаемого топлива и воздуха.

Это основные регулируемые величины. Кроме них, в котельной установке регулируется также ряд вспомогательных параметров, определяющих работу обслуживающих систем:

- температура или вязкость топлива;
- солесодержание (чистота) внутрикотловой питательной воды и т. д.

Из всех параметров рабочего процесса выделяют технико-экономические, однозначно характеризующие полезный эффект, под которым подразумевается количество создаваемого в единицу времени продукта (в котле - паропроизводительность) определенного качества (в котле - давление и температура пара). Именно эти показатели дают наиболее полное представление о степени соответствия котла его функциональному назначению.

Паропроизводительность D , кг/ч, является главным показателем, характеризующим нагрузку котла

Относительное водосодержание котла определяется как отношение количества воды в парообразующих элементах G_B , кг, к полной паропроизводительности D , кг/ч, т. е. $e_{co} = G_B/D$, ч. Физический смысл параметра состоит в том, что он показывает, сколько потребуется времени на испарение всей воды, содержащейся в котле, если его нагрузка будет соответствовать паропроизводительности D_K . При этом следует иметь в виду, что в

величину G_B входит лишь то количество воды, которое содержится в паросодержащих элементах (трубах, экранных коллекторах, водяном и пароводяном барабанах). В экономайзере судового котла вода не доводится до кипения, поэтому ее запас в экономайзере не включается в S_B . Водосодержание, определяющееся в основном геометрическими параметрами котла, характеризует его аккумуляционную способность и, следовательно, инерционность, от которой зависит уровень сложности автоматики. У современных водотрубных котлов относительное водосодержание - 0,25 - 0,4 ч, иногда 0,5-1 ч; у огне-трубных и огнетрубно-водотрубных котлов - 1,5 - 2,5 ч и более.

Температура питательной воды оказывающая заметное влияние на экономичность котла, определяется тепловой схемой установки. Во вспомогательных котлах подогреватели питательной воды обычно отсутствуют, и температура питательной воды равна 60 - 70 С. При более низких значениях температуры питательной воды увеличивается растворимость кислорода воздуха в воде в теплом ящике, а при более высоких - неустойчиво работают питательные насосы (обычно центробежные).

Обеспечение чистоты питательной воды. В современных паровых котлах, работающих при высоких давлениях и температурах и имеющих высокую паропроизводительность, необходимо, чтобы питательная вода обладала высокой степенью чистоты.

Примеси, содержащиеся в воде. В воде в различном количестве присутствуют соли. К ним относятся хлориды, сульфаты, бикарбонат кальция или магния. Иногда в воде встречается сера. Содержание солей в воде определяет ее жесткость. В наибольшей степени на жесткость воды влияет наличие солей кальция и магния. Бикарбонаты кальция и магния при нагревании выделяются из воды и образуют накипь. Эти соли создают так называемую временную жесткость. Хлориды, сульфаты и нитраты при кипении воды не выделяются и создают так называемую постоянную жесткость. Общая жесткость - это сумма временной и постоянной жесткости, и ею оценивается количество накипеобразующих солей в питательной котельной воде.

Соли в виде накипи откладываются на нагревательных поверхностях и уменьшают теплоотдачу, что может вызвать местный перегрев и повреждение трубки. Некоторые соли остаются в растворе и образуют кислоты, действующие агрессивно на металлические элементы котла. Избыток в воде солей в совокупности с возникающими при работе котла напряжениями приводит к состоянию металла котла, именуемому каустической хрупкостью. Металл становится хрупким, из-за чего могут возникнуть серьезные повреждения котла.

Наличие растворенных в питательной воде кислорода и углекислого газа может вызвать сильную коррозию котла и его питательной системы. Если в питательной воде имеются взвешенные частицы, избыток солей или если туда попадает масло, то может произойти интенсивное образование пены на

поверхности воды в паровом барабане котла. Это приводит к выбросу воды из котла вместе с уходящим паром.

Водоподготовка. Водоподготовка предусматривает удаление из воды солей, вызывающих коррозию и образование накипи, а также растворенных в ней газов путем соответствующей химической обработки. Это может быть достигнуто путем соблюдения следующих условий:

- превращением жестких солей в суспензию, благодаря чему не откладывается накипь;
- предотвращением возможности прилипания взвешенных частиц и суспензии к теплопередающим поверхностям;
- предупреждением образования пены в котле, чтобы исключить выброс воды из котла;
- удалением из воды растворенных в ней газов и приданием ей небольшой щелочности для предотвращения коррозии.

Практически водоподготовка заключается во введении различных химических веществ в питательную систему с последующим взятием проб котельной воды при помощи переносного измерительного комплекта. Такой комплект обычно имеет инструкцию по использованию.

В питательную воду вспомогательных котлов обычно добавляют известь (гидроокись кальция) и соду (карбонаты натрия). Независимо от этого можно добавить каустическую соду (гидроокись натрия).

Автоматическое регулирование судовых котлов должно обеспечивать: соответствие количеств подаваемой питательной воды и отводимого пара и поддержание уровня воды в заданных пределах; соответствие расхода топлива (теплоты) количеству отводимого пара и таким образом поддержание давления пара в заданных пределах; соответствие температуры перегретого пара количеству отбираемого пара на главный двигатель.

Система автоматического регулирования процесса питания. Основным регулируемым параметром в этой системе является уровень воды в пароводяном барабане главного или вспомогательного котла и в сепараторе утилизационной установки.

В схеме регулирования уровня воды в барабане 1 (рис. 13.1. а) автоматический регулятор уровня состоит из измерительного элемента 2 (в данной схеме поплавкового типа), устройства связи (серводвигателя) 3 для передачи усилия и исполнительного органа - автоматического питательного клапана 4, который установлен на питательном трубопроводе 5.

В этой схеме измеряется только один регулируемый параметр - уровень воды h , его же используют для управления автоматическим питательным клапаном. Такая система является одноимпульсной и имеет статическую характеристику (рис. 13.1, б), т.е. зависимость уровня воды от паропроизводительности $h(DK)$. Для подачи большего количества воды в барабан необходимо увеличить открытие автоматического питательного клапана, а это возможно, если поплавок 2 опустится, т.е. если уменьшится уровень воды в барабане. Если обозначить при минимальной h_{min} , максимальной h_{max} и номиналь-

ной паропроизводительности соответственно уровень воды h_{\min} , h_{\max} , h_0 , можно ввести понятие о неравномерности регулятора уровня.

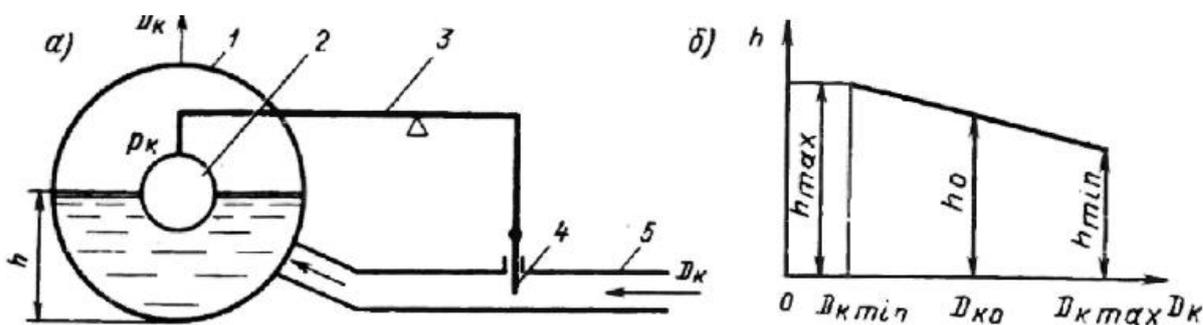


Рис.13.1. Структурная схема одноимпульсного регулирования уровня воды

Существуют и более сложные системы - двух- и даже трехимпульсные. Применение той или иной системы определяется свойствами самого объекта регулирования - котла, и прежде всего его инерционными характеристиками.

Аккумулирующая способность котла зависит от количества теплоты, которое может накапливаться в паре, воде, кирпичной кладке, металле труб и барабанов. Наибольшее количество теплоты может аккумулировать вода, которая содержится в парообразующих элементах котла. Количественным показателем аккумулирующей способности, как отмечалось, является водосодержание, характеризующее такое важное свойство, как инерционность. Котел с большим водяным объемом может иметь настолько большие водосодержание и соответствующую аккумулирующую способность, что значительное несоответствие количества подаваемой питательной воды и отбираемого пара в переходном режиме мало сказывается на изменении уровня в барабане. В таком котле одноимпульсный регулятор уровня может обеспечить вполне надежную работу.

В котле с малой аккумулирующей способностью несоответствие в подаче воды и отводе пара вызывает быстрое и значительное изменение уровня воды в переходном режиме (повышенное значение D_p - рис.13.2). Для обеспечения надежной работы такого агрегата при стационарном и переходном режимах регулирование питания должно осуществляться по двум импульсам: уровню воды и количеству отбираемого пара (по нагрузке).

Главные водотрубные котлы с естественной циркуляцией, применяемые в установках морских судов, имеют умеренные значения водосодержания, что позволяет применять для них систему автоматического регулирования питания двухимпульсного типа. Более сложные трех импульсные системы применяют лишь в некоторых специальных конструкциях котлов с очень малым водосодержанием. Это в основном относится к котлам некоторых стационарных установок.

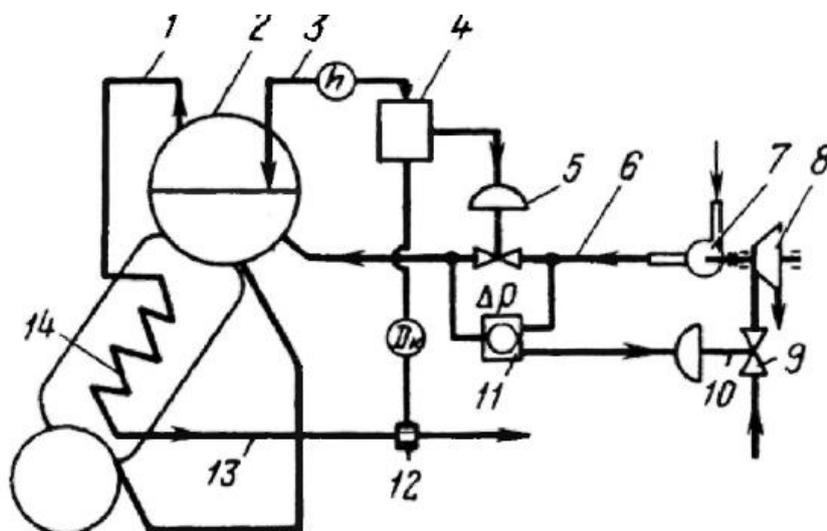


Рис.13.2. Функциональная схема САР питания котла с двухимпульсным регулятором уровня воды

В системе регулирования питания с двухимпульсным регулятором уровня (рис 13.2) импульс по уровню h поступает от его измерителя 3, а импульс по количеству отбираемого пара Δp - от измерителя 12; устройство 4 суммирует оба импульса и управляет автоматическим питательным клапаном 5. Вода в барабан 2 подается питательным насосом 7, который в данной схеме приводится в действие паровой турбиной 8. Нагрузка котла по пару измеряется по перепаду давления, определяемому сопротивлением на участках барабана 2, перепускной трубы 1, пароперегревателя 14 и главного паропровода 13. Требуемое количество воды, подаваемой по трубопроводу 6, регулируется расходом пара на турбину 8, для чего на трубопроводе пара установлен автоматический клапан 9, импульс к которому поступает по линии 10 от измерителя 11 перепада давления Δp на питательном клапане. Таким образом, система автоматизации процесса питания состоит из автоматического регулятора уровня воды и турбопитательного насоса с автоматическим регулятором его подачи. Питательный насос может иметь также электрический привод. В современных установках для повышения экономичности и упрощения оборудования питательный насос может иметь непосредственный привод от главного турбоагрегата (насос навешенного типа).

Требования Регистра РФ к автоматике питательной системы вспомогательных судовых котлов:

- Каждый котел (или группа котлов) должен обслуживаться не менее, чем двумя питательными насосами с независимым механическим приводом. При этом подача каждого насоса должна быть не менее 1,15 их расчетной производительности.

- Питательная система должна обеспечивать питание котла (или группы котлов) каждым из питательных насосов через два независимых питательных трубопровода. Для предотвращения попадания нефтепродуктов в питательную воду в питательной системе предусматриваются специальные охладители грязных конденсатов и контрольно-смотровые цистерны. Рекомен-

мендуется предусматривать в системе автоматические устройства контроля солености питательной воды.

- Судовые вспомогательные котлы должны быть оборудованы автоматическими регуляторами горения и регуляторами питания. Регуляторы должны обеспечивать устойчивое поддержание установленных параметров в заданном диапазоне паровых или тепловых нагрузок.

- Все судовые котлы должны быть оборудованы неотключаемой защитой по нижнему уровню воды в котле.

- Местные посты управления котлов с автоматическими регуляторами горения и питания должны быть оборудованы световыми и звуковыми устройствами аварийно-предупредительной сигнализации. Звуковая и световая сигнализация должны действовать:

- при понижении уровня воды до нижнего предельного;

- при повышении уровня воды до верхнего предельного;

- при неисправностях в системе горения;

- при исчезновении электропитания;

- при возникновении пожара в газоздушном тракте котла.

- Сигнализация по нижнему предельному уровню воды должна срабатывать раньше срабатывания устройств защиты.

- Должно предусматриваться ручное отключение звукового сигнала после его срабатывания.

По требованиям Регистра эти рекомендации должны быть соблюдены на любом судне, имеющем вспомогательные котельные установки. Технические решения подсистем на конкретных судах могут различаться, но только в границах указанных требований.

Для вспомогательных котельных установок, работающих без постоянной вахты, весьма важно рационально организовать контроль параметров путём сигнализации и защиты в предаварийных и аварийных ситуациях.

Рассмотрим работу системы автоматического регулирования уровня воды вспомогательного котла типа КВА. Принципиальная схема управления системой горения и уровнем воды в котле КВА представлена на рисунке 13.3.

Электродвигатель *Д2* питательного насоса включается автоматически с помощью преобразователя уровня воды в котле. При нижнем рабочем уровне замыкается контакт микровыключателя *РНУ* и двигатель *Д2* запускается, а при верхнем рабочем уровне размыкается контакт *РВУ* и двигатель *Д2* отключается. При аварийном давлении в котле замыкается контакт *АДП* преобразователя давления (рис.13.3), срабатывает реле *Р10*, и загорается сигнальная лампа *ЛС2*, замыкающий контакт *Р10* включает реле *Р7*, последнее отключает реле *Р4* и включает звуковую сигнализацию - ревун *РЕВ*, который можно отключить тумблером *ТЗ*. Происходит выключение котлоагрегата в определенной последовательности.

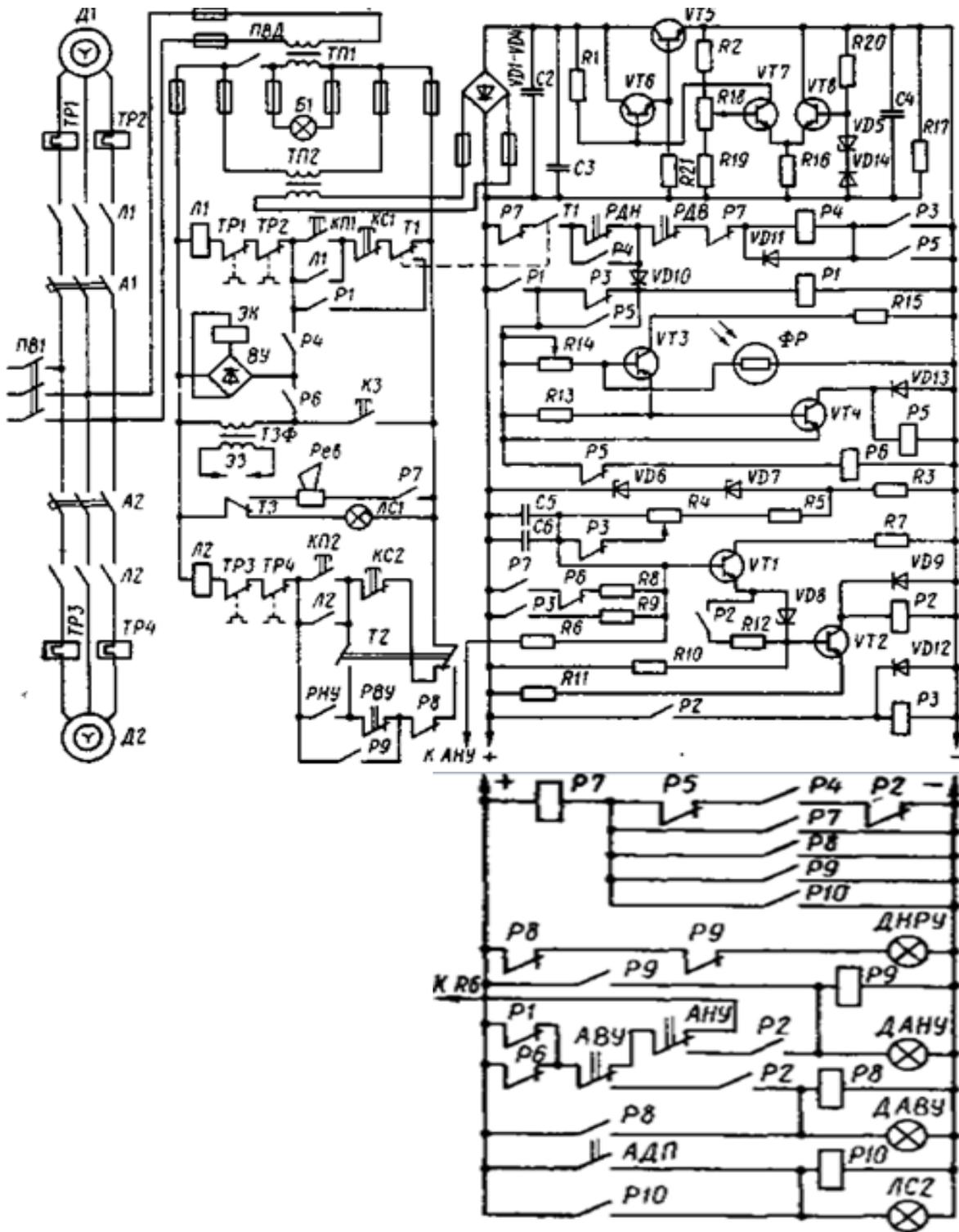


Рис.13.3. Принципиальная схема управления системой горения и уровнем воды в котле КВА

Защита по аварийному нижнему или верхнему уровню воды в котле производится преобразователем уровня с микровыключателями нижнего и верхнего уровней (АНУ и АВУ соответственно). При качке возможно случайное замыкание контакта в нижнем положении. При этом начинается зарядка конденсаторов С5 и С6. Если в течение 13-17 с контакт АНУ или

АВУ не перейдет в рабочее верхнее положение, сработает реле *P2* и *P3*, что приведет к срабатыванию реле *P9* или *P8*. Загораются сигнальные лампы *ДАНУ* или *ДАВУ* дистанционного контроля, срабатывает реле сигнализации *P7* и происходит отключение котлоагрегата.

При низком аварийном уровне срабатывает реле *P9* (рис.13.3) и своим замыкающим контактом включает электродвигатель *Д2* питательного насоса. При высоком аварийном уровне срабатывает реле *P8* и своим контактом предотвращает включение *Д2*. При нормальном уровне воды в котле реле *P8* и *P9* отключены и горит лампа дистанционной сигнализации *ДНРУ*.

Особо жесткие требования предъявляются к устройству датчиков уровня воды в котле: должно быть по меньшей мере два независимых друг от друга датчика уровня воды с различно расположенными точками замера, один из которых используется только для защиты от аварий вследствие низкого уровня воды. Второй датчик может быть использован как дополнительный для защиты, а также для сигнализации. Сигнализация, наряду с индикацией параметров с помощью контрольно-измерительных приборов, предназначена для обеспечения человека-оператора необходимой информацией о состоянии функционирующего оборудования в любой момент его работы.

Различают три вида сигнализации:

- информационная, сигнализирующая о нормальной работе оборудования системы;
- предупредительная сигнализация, которая должна действовать:
 1. при понижении уровня воды до нижнего предельного;
 2. при повышении уровня воды до верхнего предельного;
 3. при неисправностях в системах автоматического регулирования и устройствах защиты;
 4. при неисправностях в системах горения котлов;
 5. при недопустимом повышении солености питательной воды.

Кроме перечисленных здесь параметров и защит, в различных котельных установках используются дополнительные измерения других параметров, характеризующих работу топливной и питательной систем. При этом, контрольно-измерительные приборы и сигнализации размещаются на местных постах управления, и только два регулируемых параметра - давление пара и уровень воды в котле, обобщенный сигнал "Авария" выносятся на пульт управления в ЦПУ.

Контрольные вопросы к практическому занятию 13

1. Техничко-экономические параметры рабочего процесса вспомогательного судового котла.
2. Опишите систему одноимпульсного автоматического регулирования процесса питания.
3. Опишите систему двухимпульсного автоматического регулирования процесса питания.

4. Требования Регистра РФ к автоматике питательной системы вспомогательных судовых котлов.
5. Опишите работу системы автоматического регулирования уровня воды вспомогательного котла типа КВА.
6. Виды сигнализации в системе автоматического регулирования уровня воды вспомогательного котла.

Практическое занятие 14

Микропроцессорные системы управления холодильной установкой

Цель занятия: Ознакомиться с микропроцессорной системой управления холодильной установкой.

Задание: Ответить на контрольные вопросы к занятию.

Многие холодильные установки, применяемые на современных судах, имеют автоматические системы управления процессами охлаждения и системы контроля параметров установки. Благодаря им в охлаждаемых помещениях постоянно поддерживается заданная температура (это способствует сохранению питательных качеств доставляемой рыбопродукции), снижается износ компрессоров. Автоматизированные холодильные установки более надежны в работе, так как приборы автоматики обеспечивают им защиту от опасных режимов, а также осуществляют предупредительную, исполнительную и аварийную сигнализации.

Автоматизированные холодильные установки требуют меньше обслуживающего персонала. Так, на судах типа «Атлантик» автоматизированные холодильные установки обслуживаются всего двумя специалистами, в то время как на обычных установках подобной холодопроизводительности работают четыре человека. Главная обязанность специалистов, обслуживающих автоматизированную холодильную установку, сводится к периодическим осмотрам машин, проверке и настройке приборов автоматики и устранению мелких неисправностей, возникающих в процессе работы машин. А на современных судах класса автоматизации А1 вообще предусмотрено безвахтенное обслуживание рефрижераторного отделения в ночное время.

Современные судовые холодильные установки (СХУ) оборудуются автоматическими системами управления технологическими процессами, осуществляющими автоматическое регулирование, управление, контроль и защиту. На современных судах применяются винтовые компрессионные установки с непосредственным охлаждением трюмов и морозильных камер. Основными регулируемыми параметрами СХУ являются температура в охлаждаемом помещении, температура или давление всасывания и нагнетания хладагента, в качестве которого применяется фреон-12 или фреон-22.

Органом управления холодильной установки является регулятор производительности компрессора, у которого производительность изменяется путём изменения объёма его камеры. Достоинством винтовых компрессоров является возможность плавного регулирования производительности. При этом используется трёхпозиционное регулирование. Производительность дискретно изменяется при отклонении давления всасывания от заданного. При этом производительность регулируется как в сторону её увеличения, так и уменьшения.

Рассмотрим работу микропроцессорной системы управления винтовой холодильной машиной. Холодильные машины серии RVB предназначены для охлаждения или нагрева (в конфигурации с тепловым насосом) воды, используемой в системах жизнеобеспечения судна и технологических процессах. Охлаждение воды обеспечивается компрессорным агрегатом и конденсатором с воздушным охлаждением. Система может содержать один или несколько холодильных контуров с одним или несколькими испарителями. Каждая модификация холодильной машины может комплектоваться одним, двумя или тремя компрессорами. Применяются бессальниковые компрессоры двухвинтового типа, снабженные пусковым устройством, снижающим пиковое значение тока при запуске. Компрессоры имеют три ступени регулировки производительности (плюс одна ступень при запуске). Таким образом, трехкомпрессорные холодильные машины фактически имеют девять ступеней регулировки.

Система управления. Электронная система управления на основе микропроцессора обеспечивает контроль рабочих параметров и управляет работой всех компонентов холодильной машины. Рабочие параметры, имеющие место во время аварийного отключения машины, вносятся в память системы управления и могут быть выведены на дисплей. Холодильные машины всех моделей и модификаций имеют защиту по классу IP24.

Защитные и управляющие устройства.

Блок электроники. Корпус электрической секции содержит высоковольтные компоненты, цепи управления и защитные устройства.

Органы управления обеспечивают задание рабочих параметров и контроль работы холодильной машины

Реле давления. Два защитных реле расположены в контурах высокого и низкого давления соответственно. При выходе давления за установленные пределы эти реле отключают компрессор. Тепловые насосы (Н) вместо реле низкого давления комплектуются датчиком низкого давления.

Защитные клапаны. Защитные клапаны установлены в контурах высокого и низкого давления. Они настроены на давление 30 и 22 бара соответственно и срабатывают при выходе давления за эти пределы.

Датчики высокого давления. Показания датчиков высокого давления, установленных на выходе компрессоров (по одному на контур), выводятся на дисплей панели управления. Датчики входят в стандартное оборудование тепловых насосов и модификаций с пониженным уровнем шума. При выхо-

де высокого давления за установленные пределы компрессор автоматически отключается.

Датчики низкого давления. Показания датчиков низкого давления, установленных на входе компрессоров (по одному на контур), выводятся на дисплей панели управления. Датчики входят в стандартное оборудование тепловых насосов и модификаций с пониженным уровнем шума. При выходе низкого давления за установленные пределы компрессор автоматически отключается.

Электронагреватель испарителя. Нагреватель препятствует образованию льда в испарителе во время простоя холодильной машины в зимний период. Это необходимо в том случае, если слив воды из системы невозможен, а применение раствора гликоля нежелательно.

Система управления.

Система управления холодильных машин серии RVB состоит из печатных плат (по одной на каждый компрессор), объединенных в единую систему и панели управления с дисплеем. В случае, если холодильная машина имеет более одного компрессора, печатная плата компрессора 1 считается главной, остальные – подчиненными. К каждой плате подключаются датчики, исполнительные механизмы и защитные устройства, относящиеся к данному компрессору. Общие для всей холодильной машины соединительные кабели подключаются только к главной печатной плате.

Микропроцессор, расположенный на управляющей печатной плате, выполняет следующие функции:

- Управление температурой воды с помощью термостатического вентиля и ступенчатой регулировки производительности.
- Обеспечение 25%-ной производительности компрессора при запуске.
- Принудительная регулировка производительности компрессора при возможности возникновения аварийных ситуаций.
- Расчет времени наработки компрессора.
- Чередование работы компрессоров (при наличии нескольких).
- Управление процессами запуска и отключения холодильной машины.
- Управление процессом конденсации в зависимости от показаний датчика высокого давления.
- Управление процессом полной рекуперации тепла.
- Предотвращение замораживания системы (для тепловых насосов).
- Управление низкотемпературной системой (если таковая имеется).
- Управление работой циркуляционного насоса.
- Управление работой электронагревателя испарителя (если таковой имеется).
- Управление работой соленоидного вентиля.
- Сброс аварийной сигнализации.
- Запоминание рабочих параметров при аварийном отключении холодильной машины.

- Автоматический запуск холодильной машины после восстановления электропитания.
- Выбор языка для сообщений, выводимых на дисплей.
- Поддержание функций локального или дистанционного управления.
- Индикация режимов работы каждого контура.
- Управление холодильной машиной в аварийных ситуациях.
- Аварийная сигнализация: индикация состояния холодильной машины; индикация состояния компрессоров; неисправность или обрыв в цепи часов печатной платы; отключение электропитания (с автоматическим повторным запуском).
- Сигнализация неисправности контуров: выход высокого давления за установленные пределы; выход низкого давления за установленные пределы; срабатывание термической защиты компрессоров; неисправность в системе подачи масла; срабатывание размыкателей цепей вентиляторов 1, 2; работа в режиме размораживания; индикация температуры газообразного хладагента в контуре нагнетания: индикация перепада давления; неисправность или отсутствие датчиков (с автоматическим сбросом).
- Сигнализация наличия серьезных аварийных ситуаций: отсутствие расхода воды; обрыв фазы (с автоматическим сбросом); отключение насоса; неисправность или отсутствие датчика температуры воды.
- Индикация рабочих параметров: температуры воды на входе; температуры воды на выходе; даты и текущего времени; печатной платы, управление которой осуществляется в данный момент.
- Имеется возможность контроля следующих параметров:
Установочные значения температуры: меню установочных значений; текущие установочные значения.
Параметры пользователя (в режиме программирования, защищены кодом доступа): настройки термостата; настройки холодильной машины.
Настройки, относящиеся к техническому обслуживанию: время наработки; настройки защитных устройств (защищены кодом доступа); настройки аналоговых входов (защищены кодом доступа); настройки цифровых входов (защищены кодом доступа); поправки к показаниям датчиков, подключенных к аналоговым входам (защищены кодом доступа).
Меню аварийных ситуаций: индикация сбоев в работе системы.
Меню входов/выходов:- индикация версии программного обеспечения и даты; индикация состояния цифровых входов и выходов; индикация показаний датчиков, подключенных к аналоговым входам, и параметров сигналов на цифровых выходах.
- Запуск и отключение компрессора. Система управления обеспечивает запуск и отключение компрессора в зависимости от показаний датчика температуры воды на входе теплообменника. Управление последовательностью работы компрессоров посредством чередования работающих компрессоров обеспечивается выравнивание их времени наработки и числа запусков/отключений. Работа компрессоров определяется так называемой логи-

кой FIFO: компрессор, запущенный первым, первым же отключается. В начале эксплуатации холодильной машины такая логика может привести к существенному неравенству времени наработки компрессоров, но со временем ситуация выравнивается.

- Аварийные ситуации. Аварийные ситуации делятся на три категории.

Ситуации, сопровождаемые только предупредительной сигнализацией (срабатыванием защитных реле, сообщениями, выводимыми на дисплей, и звуковыми сигналами).

Аварии в отдельных контурах, сопровождаемые отключением соответствующего контура, а также аварийной сигнализацией (срабатыванием защитных реле, сообщениями, выводимыми на дисплей, и звуковыми сигналами).

Серьезные аварии сопровождаются отключением всех контуров, а также аварийной сигнализацией (срабатыванием защитных реле, сообщениями, выводимыми на дисплей, и звуковыми сигналами). Сброс аварийной сигнализации всех типов (не оговоренных специально) производится вручную. Для сброса сигнализации необходимо дважды нажать кнопку Alarm на панели управления. Данные об аварийных ситуациях сохраняются в памяти системы управления и могут быть выведены на дисплей. Такие данные включают код неисправности, дату и время возникновения аварии, установочное значение температуры, режим работы системы, а также значения температуры на входе и выходе системы. Компрессор также оборудован системой интегральной защиты, управляемой вручную и отключающей питание холодильной машины

Электронная карта однокомпрессорной холодильной машины (рис.14.1)

Условные обозначения: J16 - цифровой выход (нагрузка); J17- цифровой выход (нагрузка); J18- цифровой выход (нагрузка); J19- цифровые входы; J20 - аналоговый вход (датчик); J21- цифровой выход (нагрузка); J22- цифровой выход (нагрузка); J23 - подключение для расширения (электронной карты; J1 - электропитание (24 В, 50 Гц); J2 - аналоговый вход (преобразователь); J3 - аналоговый вход (датчик); J4 - аналоговый выход (DCP); J5 - цифровой вход (защита); J6 - аналоговый вход (датчик); J7 - цифровой вход (защита); J8 - универсальный цифровой вход; J9 - подключение к источнику синоптической информации; J10 - командный сигнал; J11 - подключение к сети PLAN; J12- цифровой выход (нагрузка); J13- цифровой выход (нагрузка); J14- цифровой выход (нагрузка); J15 - сигнал общей тревоги.

F - плавкий предохранитель; FL - реле расхода воды; IL - размыкатель цепи питания; IG - тумблер цепи питания; МГА - термомагнитный размыкатель вспомогательной цепи; MTV - термомагнитный размыкатель цепи мотора вентилятора; MV - мотор вентилятора; МР - защита компрессора; РЕ – заземление; RCS - реле последовательности фаз; SIA - интерфейсная карта защитных устройств; RT - термическая защита компрессора; TR – трансформатор.

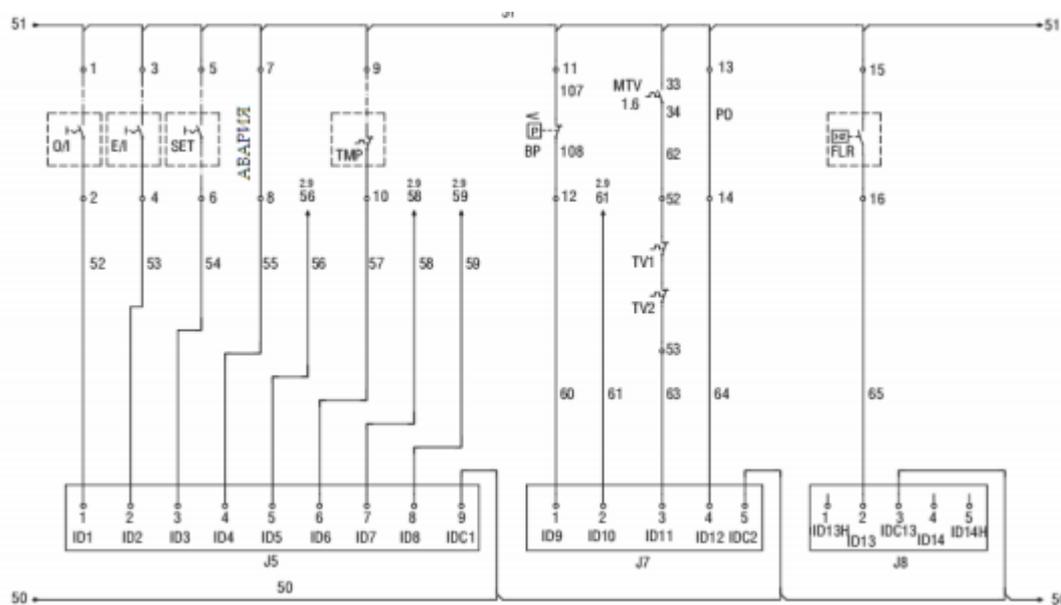


Рис. 14.3б). Схема подключение защитных устройств однокомпрессорной холодильной машины

Цифровые выходы однокомпрессорной холодильной машины показаны на рисунках 14.4 а), 14.4 б).

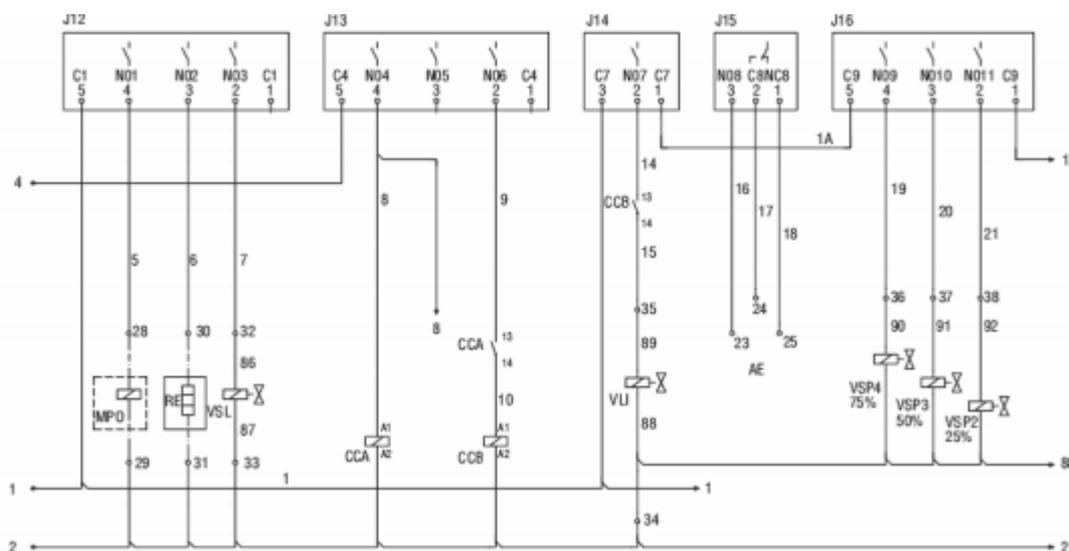


Рис.14.4 а). Схема цифровых выходов однокомпрессорной холодильной машины

0/1 - тумблер включения/ выключения; ВР - реле низкого давления; ССА - контактор компрессора; ССВ - контактор компрессора; Е/І – переключатель охлаждение/нагрев; FLR - реле расхода воды в контуре рекуперации тепла; МРО - мотор насоса; SET - второе установочное значение; ТМР - термическая защита насоса; VSL - запорный вентиль жидкого хладагента; VSP - запорный вентиль компрессора; J5 - цифровой вход (система защиты); J7 - цифровой вход (система защиты); J8 - универсальный цифровой вход; J12 - универсальный цифровой вход; J13 - универсальный цифровой вход; J14 - универсальный цифровой вход; J15 - сигнал общей тревоги.

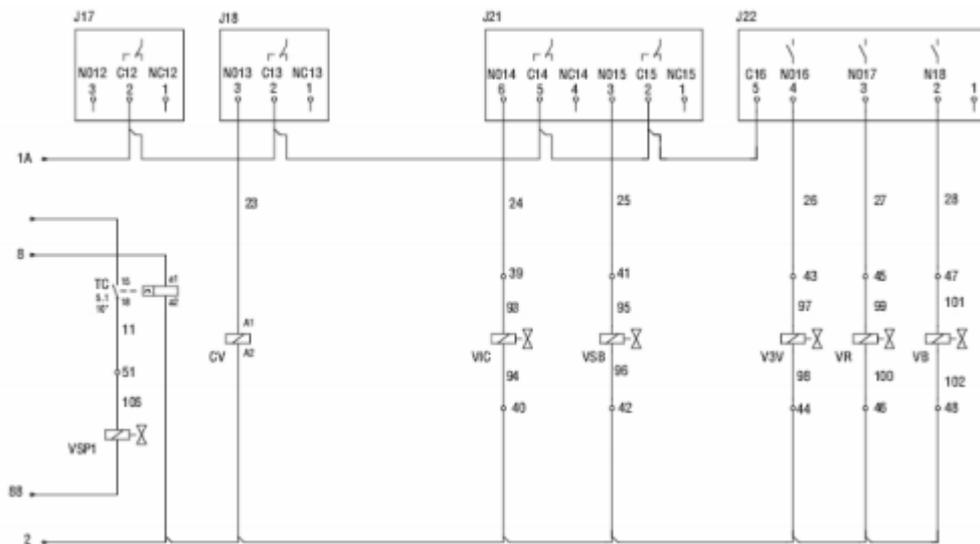


Рис. 14.4 б). Схема цифровых выходов однокомпрессорной холодильной машины

Аналоговые входы однокомпрессорной холодильной машины показаны на рисунке 14.5.

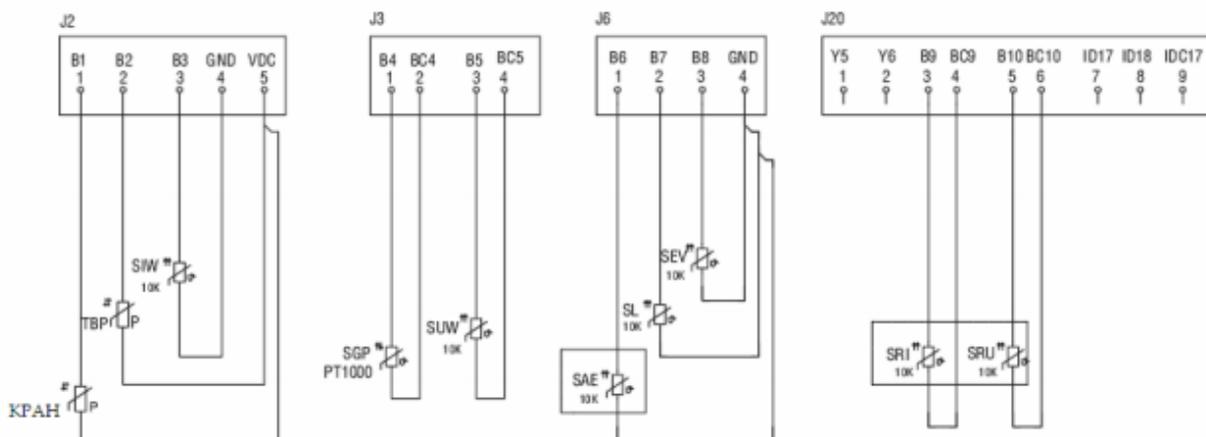


Рис.14.5 Схема аналоговых входов однокомпрессорной холодильной машины

CV - контактор мотора вентилятора; SAE - датчик температуры наружного воздуха; SGP - датчик высокого давления газообразного хладагента;

SIW - датчик температуры воды на входе; SUW - датчик температуры воды на выходе; TBP - датчик низкого давления; TC - циклический таймер; V3V - трех позиционный вентиль; VB - вентиль теплообменника; VIC - вентиль обратного цикла; VR - вентиль системы рекуперации тепла; VSB - перепускной соленоидный вентиль; SRI - датчик температуры на входе системы рекуперации тепла; SRU - датчик температуры на выходе системы рекуперации тепла.

Винтовые компрессорные агрегаты в настоящее время работают совместно с роторными морозильными аппаратами, имеют систему кондиционирования воздуха; систему охлаждения провизионных камер из холодильных агрегатов с воздушными конденсаторами; систему предварительного охлаждения рыбы.

Контрольные вопросы к практическому занятию 14.

- 1.Преимущества автоматизации судовых холодильных установок.
- 2.Перечислите основные регулируемые параметры судовых холодильных установок.
- 3.Назначение электронной системы управления.
- 4.Комплектность и назначение защитных и управляющих устройств.
- 5.Функции микропроцессора в систкме управления.
6. Опишите функциональную схема подключения силовой линии однокомпрессорной холодильной машины.
- 7.Опишите схемы подключения защитных устройств однокомпрессорной холодильной машины.

Практическое занятие 15

Схемы автоматизации вспомогательных судовых механизмов

Цель занятия: Освоить схему управления судовой компрессорной установкой и схему автоматизации сепараторной установкой.

Задание: Предложить возможную модернизацию схем управления судовыми вспомогательными механизмами.

Вспомогательные механизмы (насосы, вентиляторы, воздуходувки, компрессоры) предназначены для обслуживания энергетических установок и общих нужд судна:

- обслуживания силовых установок;
- обеспечения остойчивости, плавучести, пожаробезопасности и маневренности судна;
- создания нормальных бытовых условий экипажу судна;
- поддержания установленной температуры и влажности в грузовых трюмах;

- выполнения производственных функций на танкерах, ледоколах, доках, землесосах и других специальных судах.

В настоящее время почти все вспомогательные механизмы электрифицированы, а электроприводы этих механизмов являются основными потребителями электроэнергии: на их долю приходится около 50% электроэнергии, вырабатываемой судовой электростанцией.

Системы сжатого воздуха оснащаются средствами автоматического управления, обеспечивающими пуск и остановку компрессора, продувку трубопроводов низкого и высокого давления, подачу воздуха к воздухохранителям с заданным давлением, работу смазочной системы и охлаждения компрессора в определённом режиме и аварийную защиту компрессора при предельных значениях контролируемых параметров.

В соответствии с требованиями Регистра РФ автоматическое включение воздушных компрессоров должно осуществляться при снижении давления в воздухохранителях не более чем на 30% номинального и выключение - при достижении 97-103% номинального давления.

Системы управления компрессорными установками строятся в основном по позиционному принципу. Функциональная схема автоматизации компрессорной установки приведена на рисунке 15.1.

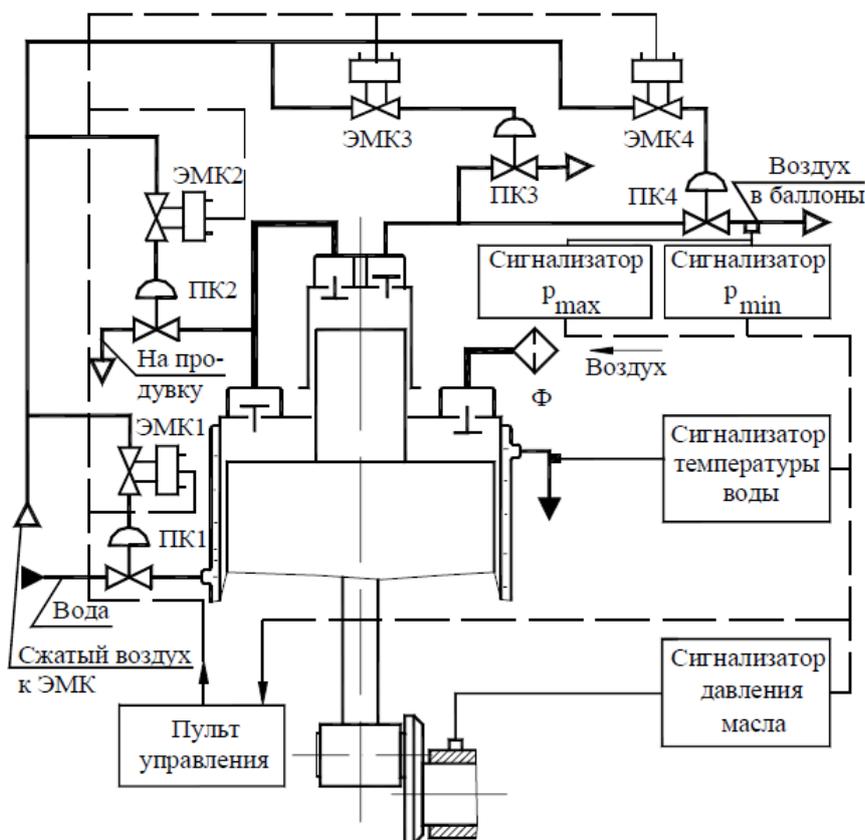


Рис.15.1. Функциональная схема автоматизации компрессорной установки

каются и компрессор запускается. При этом загорается сигнальная лампа СЛ включённая параллельно катушке Л.

После пуска компрессора в течение 12 с контакт РВ3 в цепи катушек электромагнитных клапанов ЭМК1, ЭМК4 замкнут, их катушки находятся под напряжением, а сами клапаны закрыты. Закрыты и пневмоклапаны ПК1, ПК4 в связи с чем охлаждающая вода не поступает в компрессор, а воздух из второй ступени компрессора - в воздухохранители. Контакт реле времени РВ2 в этот момент открыт, катушки ЭМК2, ЭМК3 обесточены, а пневматические клапаны ПК2, ПК3 открыты, чем обеспечивается продувка трубопроводов низкого и высокого давлений. Спустя 12 с блок реле времени размыкает контакты РВ1 и РВ3 и замыкает контакт РВ2.

Катушка Л остаётся под напряжением, так как давление масла повысилось, катушки ЭМК1, ЭМК4 обесточиваются, а ЭМК2, ЭМК3 получают питание. В результате пневматические клапаны ПК2, ПК3 закрываются и продувка прекращается, клапаны ПК1 и ПК4 открываются, вследствие чего вода поступает на охлаждение компрессора, а воздух - в воздухохранители. Компрессор работает до тех пор, пока давление в баллонах не повысится до 3 Мпа и контакты сигнализатора максимального давления не обесточат катушку Л. Размыкание контакта сигнализатора минимального давления $p_{\text{мин}}$ при повышении давления не разорвёт цепь питания катушки Л, так как контакт сигнализатора заблокирован контактом Л5.

Отключение компрессора производится и системой аварийной защиты: при падении давления масла в системе смазки компрессора размыканием контакта сигнализатора минимального давления масла или при повышении температуры воды, охлаждающей компрессор, размыканием контакта сигнализатора максимальной температуры воды. При остановке компрессора сигнальная лампа СЛ гаснет.

При переходе на ручное управление переключатель П устанавливается в положение Р, а пуск и остановка компрессора осуществляются соответственно кнопками «ПУСК» и «СТОП».

Сепараторные установки предназначены для очистки топлива и масел от механических примесей и воды. Функциональная схема такой установки представлена на рисунке 15.3.

В цистерне расходного топлива (масла) 9 установлен сигнализатор уровня 7, с помощью которого осуществляется пуск и остановка всех элементов системы. При понижении уровня до определённого значения подаётся сигнал на щит управления, в котором вырабатывается команда на открытие электромагнитного клапана 2 с одновременным запуском электродвигателя насоса 4, включением теплонагревательных элементов (ТЭН) 8 подогревателя 5 и запуском электродвигателя сепаратора 6.

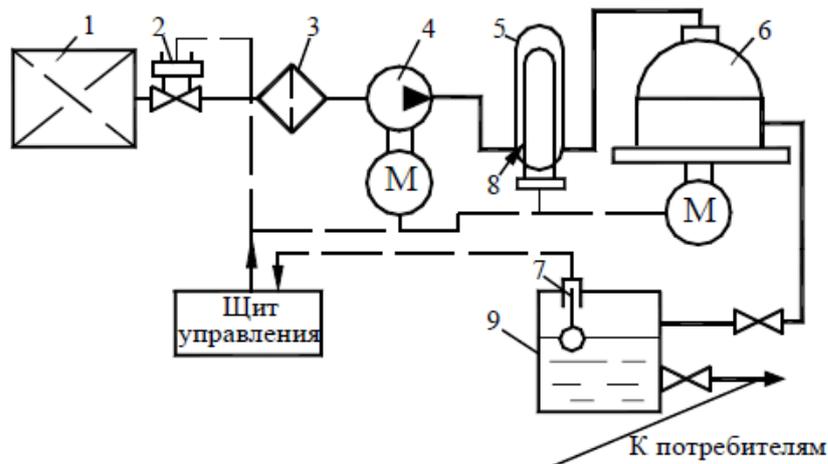


Рис.15.3. Функциональная схема сепаратора

Пуск системы производится в следующей последовательности:

- включается электродвигатель сепаратора и ТЭНы подогревателя;
- одновременно включается сигнализатор времени;
- через 60 - 75 с (в зависимости от вязкости очищаемого нефтепродукта) контакты сигнализатора времени включают электродвигатель насоса 4 и электромагнитный клапан 2. Очищаемая жидкость из цистерны 1 через клапан 2 и фильтр 3 забирается насосом 4 и через подогреватель 5 подаётся к сепаратору 6. При повышении уровня жидкости в расходной цистерне до верхнего значения происходит отключение всех перечисленных элементов системы. В схеме предусмотрено и ручное управление.

Наиболее важно автоматическое управление самоочищающимися сепараторами, которые могут быть с самоочищающимися барабанами и с барабанами соплового типа. В первом случае отсепарированный осадок выгружается из барабана через определённые промежутки времени без остановки сепаратора; во втором - осадок непрерывно выгружается из барабана через сопла, расположенные по периферии на стенке барабана. Большинство топливных и масляных систем судов в основном зарубежной постройки укомплектованы сепараторами с самоочищающимися барабанами шведской фирмы «Лаваль». Принцип действия сепаратора с самоочищающимися барабанами представлен на рисунке 15.4.

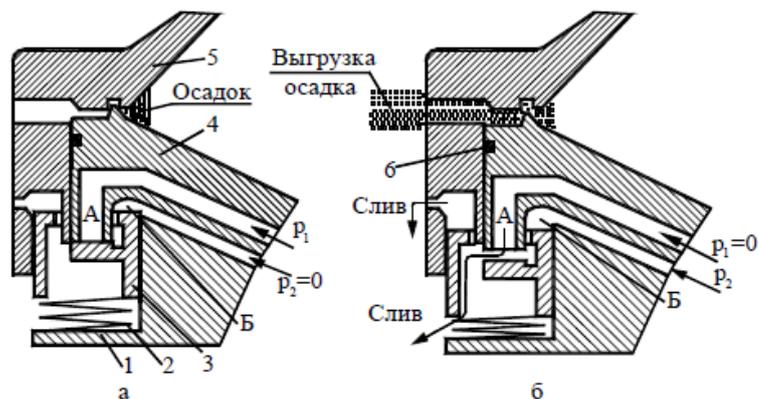


Рис.15.4. Самоочищающиеся барабаны сепараторов

При работе сепаратора нижний барабан 1 (рис. 15.4,а) подвижной поршневой частью 4 прижимается к верхнему барабану 5 за счёт давления воды, подводимой в полость А от напорного бака, установленного на высоте 1,5-2 м выше сепаратора. Рассмотренное устройство вращается от приводного электродвигателя. Сила от давления воды в полости А нижнего барабана превышает силу, которую создаёт очищаемая жидкость, находящаяся сверху нижнего барабана, из-за разности площадей нижней и верхней сторон барабана. Испарения и утечки воды из полости А непрерывно пополняются, так как она сообщена с напорным баком. Для опускания барабана во время работы сепаратора прекращается подача воды в полость А (снимается давление), а в полость Б подаётся вода под небольшим давлением. Вследствие этого пружинные клапаны 3, расположенные на дне нижнего барабана 1, опускаются, и вода из полости А уходит на слив (рис. 15.4,б). При понижении давления в полости А подвижная поршневая часть нижнего барабана давлением очищаемой жидкости переместится вниз, и осадок (примеси) под действием центробежных сил выйдет наружу через прорези в стенках барабана. Вода из полости Б частично сливается через верхнее отверстие небольшого диаметра, однако это не влияет на приток воды давлением р. Для закрытия барабана подачу воды в полость Б прекращают, и начинают подавать в полость А. В результате этого пружины 2 прижимают клапаны 3 к седлам полости А. Давлением воды, заполняющей полость А, подвижная поршневая часть нижнего барабана перемещается вверх, при этом клапаны 3 всё время прижаты к седлам, так как в полости Б давление воды равно 0. Уплотнительное кольцо 6 предотвращает возможные утечки воды через прорези нижнего барабана.

Автоматическое управление сепаратором обеспечивает регулирование последовательности операций по выгрузке осадка, закрытию барабана во время запуска сепаратора и его открытию в момент остановки, а также сигнализирует о неисправностях узлов. Однако настройка на требуемую подачу и периодичность разгрузки барабана задаётся вручную с учётом загрязнённости очищаемой жидкости.

Функциональная схема программной очистки сепаратора представлена на рисунке 15.5.

При работе сепаратора очищаемая жидкость от подогревателя поступает через трёхходовой пневмоклапан ПК в сепаратор, из которого после очистки отводится по трубопроводу в цистерну сепарированной жидкости или в расходную цистерну. Электромагнитные клапаны ЭМК1 - ЭМК4 обеспечивают автоматическое управление вышеописанными операциями. Клапаны приводятся в действие от щита управления, в котором расположен вал с 10 кулачками. Вал вращается от электродвигателя через редуктор с частотой один оборот за 180 с. Периодичность включения вала задаётся вручную часовым механизмом (в зависимости от степени загрязнения очищаемой жидкости) в пределах от 0,5 до 12 часов.

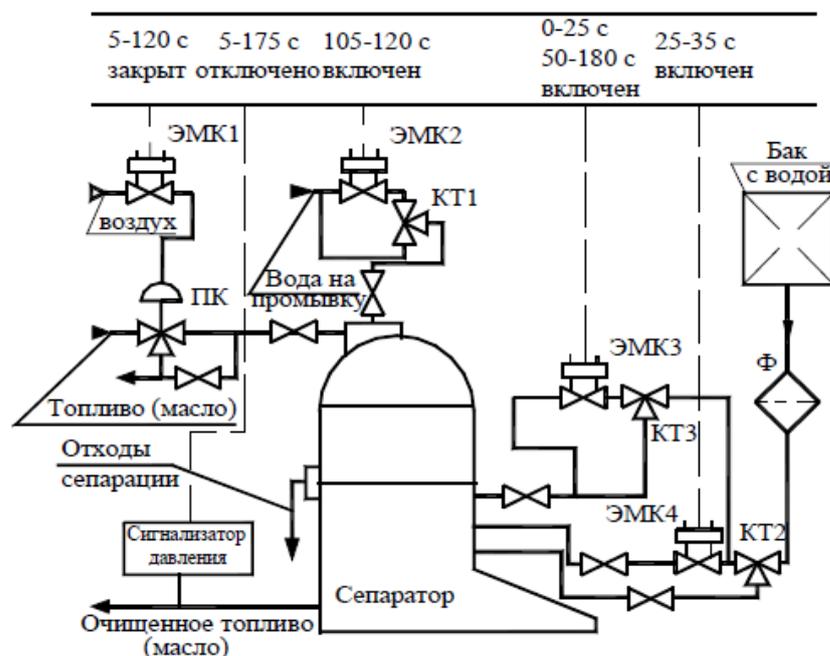


Рис.15.5. Функциональная схема программной очистки сепаратора

Согласно программе автоматической очистки сепаратора, приведённой на щите управления, операции осуществляются в следующей последовательности. На 5-й с обесточивается катушка ЭМК1, вследствие чего пневмоклапан ПК перекрывает подачу очищаемой жидкости на сепаратор и направляет её на рециркуляцию, отключается сигнализатор давления. Сепарируемая жидкость вырабатывается из сепаратора и удаляется в расходную цистерну. На 25-й с обесточивается ЭМК3 и получает питание ЭМК4, вследствие чего прекращается подача воды в полость А и начинается подача в полость Б. В результате нижний барабан начинает опускаться, и осадок через открывающиеся прорези барабана удаляется в цистерну' отходов сепарации. На 35 с ЭМК4 отключается и подача воды в полость Б прекращается. Клапаны 3 под действием пружин перемещаются к сёдлам, герметизируя полость А. На 50-й с получает питание ЭМК3. Вода из бака с определённым давлением через фильтр Ф поступает в полость А и перемещает нижний барабан вверх до конечного положения, которого он достигнет на 120-й с. На 105-й с включается ЭМК2, через который в сепаратор подаётся промывочная вода под давлением 0,2 - 0,4 МПа. окончательно очищающая внутреннюю полость сепаратора и уходящая в цистерну отходов. На 120-й с клапан ЭМК2 закрывается, прекращая подачу промывочной воды, и в это же время получает питание ЭМК1, открывая пневматический клапан ПК подачи сепарируемой жидкости. Сепаратор входит в режим очистки. На 175 с включается сигнализатор давления и, если сепаратор работает в нормальном режиме, аварийная защита не срабатывает. На 180 с кулачковый вал устанавливается в пусковое положение. Программное устройство вновь подготовлено к следующему циклу работы в режиме очистки.

Аварийная защита с исполнительной световой и звуковой сигнализацией срабатывает от сигнализатора давления при понижении давления в трубо-

проводе очищенной жидкости до 0,08 МПа. Все электромагнитные клапаны обесточиваются, подача очищаемой жидкости прекращается. Цикл очистки в этом случае может быть осуществлён вручную с помощью трёхходовых кранов КТ1 - КТ3 и проходных запорных клапанов, показанных на рисунке 15.5.

Технология процесса очистки сепараторов других конструкций существенно не отличается от рассмотренной, изменяется количество контролируемых параметров, тип управляемой рабочей среды, способ подачи и выдержки временных интервалов. При использовании микропроцессорной техники габариты программного устройства могут быть значительно уменьшены.

Контрольные вопросы к практическому занятию 15

1. Для чего предназначены вспомогательные механизмы.
2. Поясните работу функциональной схемы автоматизации компрессорной установки.
3. Поясните работу функциональной схемы управления компрессором сжатого воздуха.
4. Предложите способы модернизации принципиальной схемы автоматизированного дистанционного управления электроприводом компрессора пускового воздуха.
5. Для чего предназначены судовые сепараторные установки.
6. Поясните работу функциональной схемы сепараторной установки.
7. Опишите алгоритм пуска и работы сепаратора.
8. Какой конструкции могут быть самоочищающиеся сепараторы. Опишите принципы действия самоочищающихся барабанов.
9. Опишите работу функциональной схемы программной очистки сепаратора.

Практическое занятие 16

Автоматизация систем общесудового назначения

К механизмам общесудовых систем относятся: пожарные, водоотливные, балластные, трюмные, санитарные, зачистные, грузовые насосы; трюмные, каютные, рефрижераторные вентиляторы; компрессоры, используемые в холодильных и климатических установках, а также механизмы для снабжения сжатым воздухом других судовых потребителей.

Режим работы механизмов общесудового назначения определяется режимом работы установки или системы, для которой предназначены эти механизмы. Электроприводы насосов и вентиляторов в основном работают в длительном режиме с неизменной нагрузкой.

Небольшая часть насосов общесудового назначения работает эпизодически, в кратковременном режиме. При первом уровне автоматизации автоматическое управление широко применяют для электроприводов санитарных насосов; насосов пресной воды, питающих гидрофоры; насосов, пополняющих различные расходные цистерны.

Автоматизация управления электроприводами вспомогательных механизмов повышает надежность их работы, облегчает эксплуатацию, сокращает численность обслуживающего персонала и, кроме того, позволяет уменьшить размеры и вес установки благодаря сокращению объема расходных цистерн. Принимая во внимание многочисленность насосов, вентиляторов и компрессоров на судах, можно сделать вывод о важности скорейшей автоматизации управления всеми электроприводами этих механизмов.

Рассмотрим несколько *типовых схем управления судовыми санитарными насосами*. На рисунке 16.1 дана принципиальная схема автоматического и дистанционного управления электроприводом санитарного насоса на постоянном токе.

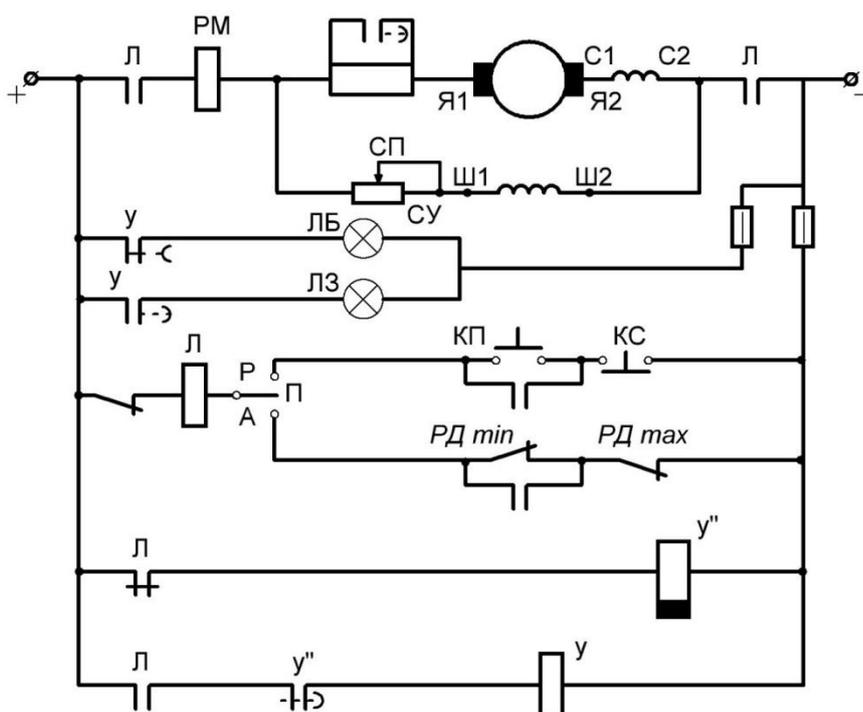


Рис. 16.1. Принципиальная схема автоматического и дистанционного управления электроприводом санитарного насоса на постоянном токе.

Электропривод состоит из электродвигателя со смешанным возбуждением, пускового (СП) и установочного (СУ) сопротивлений, кнопок управления, магнитной станции с линейным контактором Л, таймтактором У, максимально-токовым реле РМ и другой аппаратуры. Переход с дистанционного управления на автоматическое осуществляется переключателем П. Чувствительным элементом установки является манометрическое реле РД,

смонтированное в верхней части герметически закрытой расходной цистерны. При подаче напряжения на схему загорается белая лампа *ЛБ* и получает питание удерживающая катушка таймтактора *У*, предупреждающая его преждевременное срабатывание.

Кнопочное ручное дистанционное управление осуществляется с помощью кнопок «ПУСК», «СТОП».

Рассмотрим автоматическое управление, при котором переключатель *П* ставится в нижнее положение *А*.

По мере расхода воды уровень ее в цистерне понижается и давление воздуха в верхней части цистерны становится ниже заранее установленного предела (0,75 ат). В это время замыкается контакт *РД_{min}*, и катушка линейного контактора получает питание. Контактор подключает к сети двигатель, который разгоняется с включенным в цепь якоря сопротивлением *СП*. По истечении выдержки времени таймтактора *У* сопротивление *СП* шунтируется, и двигатель выходит на естественную характеристику. Окончание пуска вызывает загорание зеленой лампы *ЛЗ* и погасание белой лампы *ЛБ*. Двигатель работает, подавая воду в цистерну до тех пор, пока давление воздушной подушки над жидкостью не достигает верхнего предела (2,5—5 ат). При этом размыкается контакт *РД_{max}*, и двигатель останавливается. По мере заполнения цистерны водой давление воздуха в ней увеличивается. Чтобы предупредить отключение двигателя при неполной цистерне контакт *РД_{min}* шунтируется блок-контактом *Л*.

Схема предусматривает максимально-токовую и минимальную защиту, а также защиту от коротких замыканий в цепях управления и сигнализации.

На рис. 16.2 изображена электрическая принципиальная схема электропривода санитарного насоса на переменном токе.

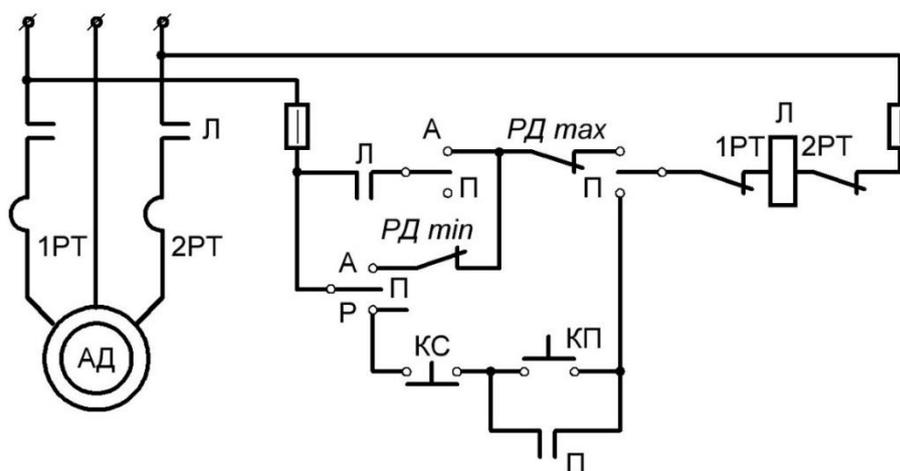


Рис. 16.2. Электрическая принципиальная схема автоматического управления электроприводом санитарного насоса на переменном токе

Насос приводится в движение асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Управление - кнопочное дистанционное и дискретное автоматическое, осуществляемое с помощью манометрического реле. Схема

работает аналогично рассмотренной выше схеме электропривода на постоянном токе.

В установках большой мощности необходимо применять схемы, способные ограничивать пусковые токи асинхронных двигателей. Основными элементами схемы являются асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, пусковые сопротивления, включенные в цепь статора, магнитная станция и два кнопочных поста управления, один из которых вместе с выключателем цепей управления находится на магнитной станции. Система работает по разомкнутому принципу прохождения управляющего сигнала.

Система автоматического осушения машинного отделения особенно необходима при его безвахтенном обслуживании. Кроме откачивания всех жидкостей, скапливающихся в сточных колодцах машинного отделения, эта система сигнализирует об излишне длительной работе автоматизированного осушительного насоса. На рисунке 16.2 приведена схема электропривода осушительного насоса.

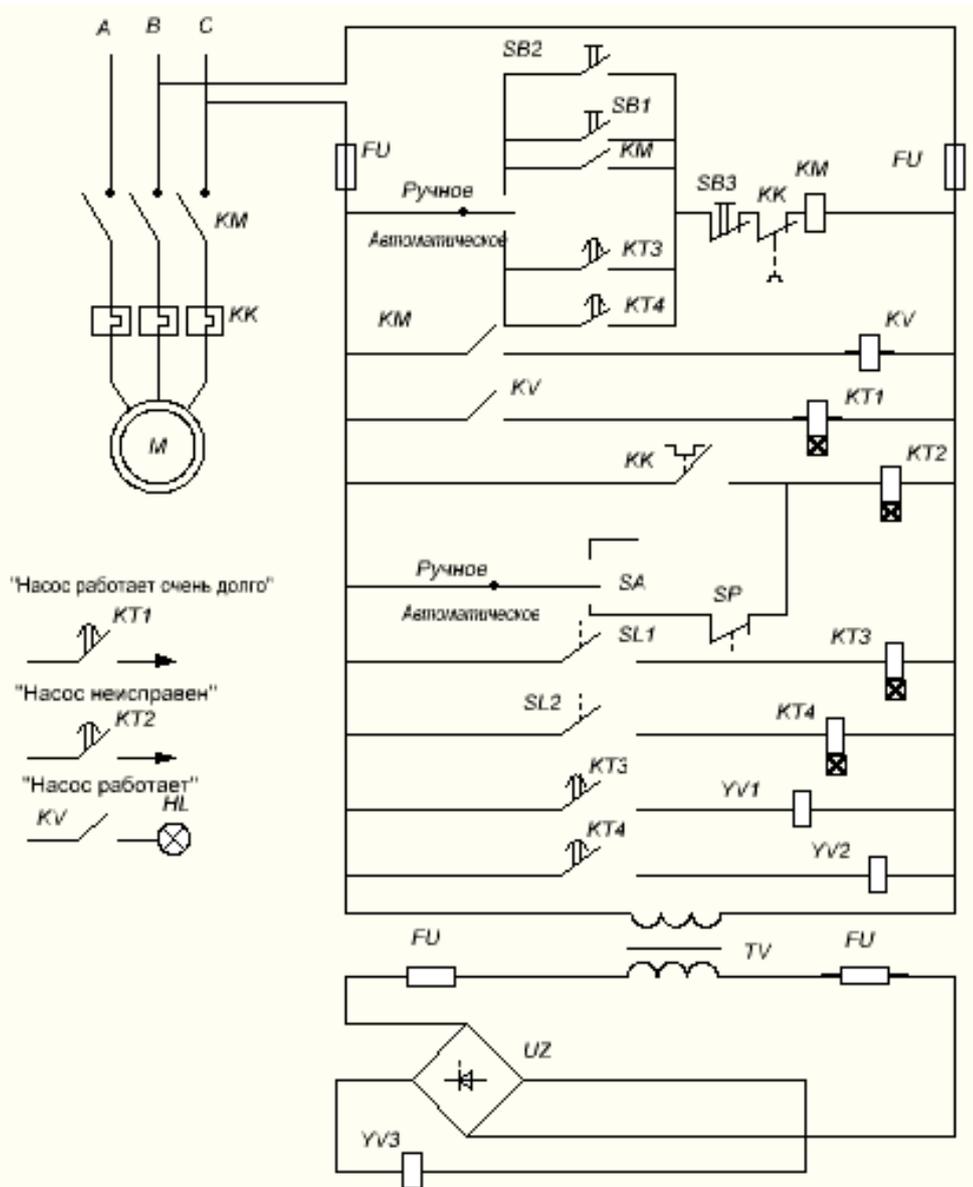


Рис.16.2. Принципиальная схема автоматического управления электроприводом осушительного насоса

Системой с помощью переключателя *SA* предусматривается ручное и автоматическое управление. Ручное включение осуществляется пусковой кнопкой, а при автоматическом управлении роль пусковой кнопки выполняют датчики уровня *SL1* и *SL2*. При верхнем уровне воды в каком-либо из колодцев срабатывает один из датчиков уровня (*SL1* или *SL2*), подключая катушку соответствующего реле времени *KT3* или *KT4*. При срабатывании реле времени включаются линейный контактор *KM* и электромагнитный клапан (*YV1* или *YV2*) соответствующего колодца. Осушительный насос начинает работать, откачивая воду из колодца через открытый электромагнитный вентиль сброса *YV3*, который подключается при подаче напряжения на схему. Датчики уровня имеют большой дифференциал между включением и отключением, и работа ЭД происходит до размыкания контактов *SL1* или *SL2*; что соответствует минимальному уровню воды в колодцах. В схеме последовательно с контактами датчиков уровня включены реле времени *KT3* и *KT4*, которые предотвращают ложные срабатывания этих контактов при колебании уровня в колодцах во время качки.

Работа электропривода осушительного насоса контролируется с помощью контакторов. При включенном линейном контакторе получает питание катушка промежуточного реле *KV*. Контакты этого реле включают лампу *HL*, сигнализирующую о работе насоса, и получает питание реле времени *KT1*, контролирующее время работы насоса. Если насос работает в течение времени, превышающего уставку реле (50 мин), то при замыкании контактов *KT1* формируется сигнал «Насос работает очень долго». При ненормальной работе насоса в случае срабатывания теплового реле *KK*, отключающего ЭД, или при отсутствии давления откачиваемой воды, когда замыкается контакт реле давления *SP*, подключается реле времени *KT2*, которое формирует сигнал «Насос неисправен».

3. ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Тимофеев Ю.К. Системы управления судовыми энергетическими и технологическими процессами. - С.- П.: Судостроение, 1994.-312 с.

Дополнительная литература

2. Цыркин М. И. Автоматизированное управление судовыми дизельными установками. - Л. «Судостроение», 1977- 264 с.
3. Алексеев Н.А., Макаров С.Б., Портнягин Н.Н. Микропроцессорные системы управления электроэнергетическими установками промысловых судов. – М.:Колос, 2008.- 424с.
4. Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы: Учебник для вузов.2-е изд.,перераб. и доп.- СПб.: Судостроение, 2005.- 528с.
5. Белоусов В.В., Волкогон В.А. Судовая электроника и электроавтоматика.-М: Колос, 2008.- 645с.
6. Правила классификации и постройки морских судов. - Л.:Транспорт, 2010-280 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

7. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
8. Кузнецов Е.В. Системы управления главными судовыми дизелями. Учебное пособие. — Новороссийск: ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова, 2015. -168 с. - **Режим доступа:** [twirpx.com>file/2672173/](http://twirpx.com/file/2672173/)