

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Амурский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой энергетики  
\_\_\_\_\_ Ю.В. Мясоедов  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

## **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЭС**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

для специальности

140101.65 – «Тепловые электрические станции»

Составитель: Н.Е. Буйнов, А.Н. Козлов

Благовещенск  
2012 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация.....	2
Рабочая программа дисциплины.....	3
1. Содержание дисциплины .....	13
2. Практические задания.....	34
3. Самостоятельная работа.....	34
4. Перечень тем промежуточных форм контроля знаний .....	34
5. Критерии оценки знаний студентов .....	36

## **АННОТАЦИЯ**

В рамках направления 650800 «Теплоэнергетика» на кафедре Энергетики реализуется подготовка дипломированного специалиста по специальности 140101.65 «Тепловые электрические станции».

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – получение навыков в технико-экономической оптимизации принятия основных решений при определении структуры и параметров электростанции, ее тепловой схемы, и выбор основного и вспомогательного оборудования.

Основные задачи дисциплины – приобретение студентами знаний в области современных методов проектирования, реконструкции теплоэнергоснабжающих установок, экономически отвечающих новым конъюнктурным условиям развития энергетики, ознакомление студентов с действующей нормативно-технической документацией в области проектирования энергетических комплексов и новыми техническими решениями, принимаемыми в теплоэнергетике.

Базовыми для данной дисциплины являются курсы «Котельные установки», «Турбины тепловых и атомных электрических станций», «Теоретические основы теплотехники», «Экономика и управление энергетическими предприятиями».

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО:

Дисциплина «Основы проектирования ТЭС» является дисциплиной специализации для специальности 140101.65 и предусмотрена Государственным образовательным стандартом под шифром СД.ДС.Ф.4.

Изложение содержания дисциплины базируется на математической и общей теплотехнической подготовке и знаниях, полученных при изучении дисциплин: «Теоретические основы теплотехники», «Котельные установки», «Турбины тепловых и атомных электрических станций», «Тепломеханические и вспомогательное оборудование электростанций», «Экономика и управление энергетическими предприятиями».

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины студенты должны **знать**:

- основные принципы технико-экономического обоснования и выбора проектных решений энергоустановок в условиях перехода к рыночным отношениям;

. критерии и особенности технико-экономической оптимизации.

**Уметь**:

- применять усвоенные подходы и справочную литературу для определения термодинамических свойств рабочего тела, воздуха и продуктов сгорания;

- рассчитывать величины, характеризующие преобразование энергии при работе тепловых электрических станций;
- составлять тепловой и материальные балансы установок;
- анализировать влияние изменения характеристик топлива и термодинамических параметров рабочего тела на энергетическую эффективность установок.

**Владеть навыками:**

- разработки проектной и рабочей технической документации основных установок и систем тепловых электрических станций и котельных;
- оформления законченных проектно-конструкторских работ;
- контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;
- проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных решений.

#### **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЭС»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 74 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы				Формы текущего контроля
		Лекции (час.)	Практ. занят. (час.)	Лабор. работы (час.)	СРС (час.)	
<i>Семестр 9</i>						
1	<b>Раздел 1 «Основы технико-экономической оптимизации ТЭС»</b> 1.1 Критерии технико-экономической оптимизации 1.2 Замыкающие затраты на топливо и энергию	6	2		8	Посещение лекций. Отчеты по выполнению практических работ.
2	<b>Раздел 2 «Выбор основного оборудования ТЭС»</b> 2.1 Выбор единичной мощности и резерва мощности 2.2 Основное оборудование электростанций 2.3 Расчет трубопроводов 2.4 Особенности выбора	10	6		8	Посещение лекций. Отчеты по выполнению практических работ.

	основного оборудования ТЭЦ					
3	<b>Раздел 3 «Оптимизация теплосиловых циклов»</b> 3.1 Температура и давление пара 3.2 Регенеративный подогрев питательной воды	8	6		8	Посещение лекций. Отчеты по выполнению практических работ.
3	<b>Раздел 4 «Перспективные технологии в энергетике»</b> 4.1 Парогазовые установки в электроэнергетике 4.2 Энергоустановки на базе газификации угля	4	-		8	Посещение лекций. Рефераты по самостоятельной работе.

## 5. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 ЛЕКЦИИ

#### Семестр 9

#### *Раздел 1 «Основы технико-экономической оптимизации ТЭС»*

**Тема 1. Критерии технико-экономической оптимизации.** Структура стоимости электростанций и основные эксплуатационные расходы. Условия технико-экономической сопоставимости вариантов проектирования.

**Тема 2. Замыкающие затраты на топливо и энергию.** Особенности оптимизации характеристик оборудования электростанций. Учет вопросов унификации при технико-экономическом обосновании характеристик оборудования

#### *Раздел 2 «Выбор основного оборудования ТЭС»*

**Тема 3. Выбор единичной мощности и резерва мощности.** Технические решения при проектировании ТЭС, ТЭЦ и центральных котельных. Топливо для тепловых электростанций и котельных установок. Теплопотребление промпредприятий и жилого сектора.

**Тема 4. Основное оборудование электростанций.** Турбоагрегаты. Парогенераторы. Водогрейные котлы. Компоновка ТЭС, работающих на твердом топливе, газомазутных ТЭС.

**Тема 5. Расчет трубопроводов.** Выбор оптимальных скоростей среды и расчет потерь давления в трубопроводах.

**Тема 6. Особенности выбора основного оборудования ТЭЦ.** Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ. Основные требования по выбору оборудования и тепловых схем ТЭЦ. Методика расчета тепловых схем ТЭЦ.

### *Раздел 3 «Оптимизация теплосиловых циклов»*

**Тема 7. Температура и давление пара.** Оптимизация начальных и конечных параметров теплосиловых циклов.

**Тема 8. Регенеративный подогрев питательной воды.** Влияние регенеративного подогрева на экономичность паротурбинных установок. Оптимальная температура питательной воды. Выбор температурных напоров в поверхностных подогревателях. Выбор числа подогревателей.

### *Раздел 4 «Перспективные технологии в энергетике»*

**Тема 9. Парогазовые установки в электроэнергетике.** Компоновка парогазовых (ПГУ) и газотурбинных (ГТУ) установок. Основные преимущества ГТУ. Вопросы эксплуатации ПГУ.

**Тема 10. Энергоустановки на базе газификации угля.** Основные стадии процесса газификации. Используемое оборудование. Оценка эффективности установок. Вопросы экологии.

## **5.2 ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ**

На практических занятиях закрепляются теоретические знания студентов, полученные на лекциях.

В рамках часов отведенных эти занятия, могут быть выполнены следующие практические работы:

1. Выбор топлива для ТЭЦ.
2. Выбор вариантов теплоснабжения города.
3. Транспорт пара потребителям.
4. Составление принципиальной тепловой схемы ТЭЦ
5. Компоновка основного оборудования ТЭЦ работающей на угле.
6. Компоновка пиковой водогрейной котельной, топливо – мазут.
7. Выбор схемы мазутного хозяйства ТЭЦ, топливо основное.

## **6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная работа предусматривает подготовку студентов к лекционным и лабораторным занятиям.

№ п/п	№ раздела (темы) дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
<i>Семестр 9</i>			
1	<b><i>Раздел 1 «Основы технико-экономической оптимизации ТЭС»</i></b>	Подготовка отчетов по выполнению практических работ.	8

2	<b>Раздел 2 «Выбор основного оборудования ТЭС»</b>	Подготовка отчетов по выполнению практических работ.	8
3	<b>Раздел 3 «Оптимизация теплосиловых циклов»</b>	Подготовка отчетов по выполнению практических работ.	8
4	<b>Раздел 4 «Перспективные технологии в энергетике»</b>	Подготовка и защита рефератов.	8

## **7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Наилучшей гарантией глубокого и прочного усвоения дисциплины «Основы проектирования ТЭС» является заинтересованность студентов в приобретении знаний. Поэтому для поддержания интереса студентов к материалу дисциплины необходимо использовать различные образовательные технологии и задействовать все атрибуты процесса научного познания.

При преподавании дисциплины «Основы проектирования ТЭС» используется технология блочного обучения.

При чтении лекций по данной дисциплине используется такой неимитационный метод активного обучения, как «Проблемная лекция». Перед изучением раздела обозначается проблема, на решение которой будет направлен весь последующий материал раздела.

При выполнении практических работ используется прием интерактивного обучения «Кейс-метод»: задание студентам для подготовки к выполнению практической работы имитирует реальное событие; с преподавателем обсуждаются цели работы и ход ее выполнения; при защите работы - обсуждение и анализ полученных результатов; обсуждение теоретических положений, справедливость которых была установлена в процессе выполнения работы.

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

В процессе изучения дисциплины «Основы проектирования тепловых электрических станций» предусмотрены следующие виды промежуточного контроля знаний студентов:

Входной контроль по дисциплине – тестирование.

К промежуточным формам контроля знаний относятся блиц-опрос на лекциях, тестирование и проверочные работы, защита практических работ и рефератов.

### **8.1. Задания для самостоятельной работы:**

1. Годовой расход топлива на ТЭС
2. Что такое условное топливо?
3. Общие характеристики топлив.
4. Компоновка газомазутных ТЭЦ
5. Приведенные характеристики топлива.
6. Компоновки пиковых котельных.
7. Главные трубопроводы ТЭЦ. Компоновочные решения.
8. Теплообменная аппаратура. РОУ, БРОУ.

### **8.2 Вопросы к зачету.**

1. Цели, задачи выполнения проектов. Стандартность проектов.
2. Организационная структура проектной организации в теплоэнергетике. Краткая характеристика отделов.
3. Организация проектных работ в специализированных отделах (сектор, группа)
4. Что является исходными данными для проектирования ТЭЦ, что такое ТЭО.
5. Какие нормативные документы используются при проектировании ТЭС.
6. Основные принципы оборудования и тепловых схем ТЭЦ – котельное оборудование
7. Основные принципы оборудования и тепловых схем ТЭЦ – турбинное оборудование
8. Топливная схема ТЭЦ. Для чего она выполняется
9. Режимы работы ТЭС, определяющие выбор основного и вспомогательного оборудования.
10. Компоновка главного здания, что она предусматривает.
11. В каких случаях предусматривают закрытую, открытую, полуоткрытую компоновку.
12. Какие требования предъявляются к компоновке главного корпуса ТЭС.
13. Основные требования, предъявляемые к ТА при составлении принципиальной тепловой схемы ТЭЦ. Коэффициент теплофикации, его оптимальное значение
14. Основные требования, предъявляемые к КА при составлении тепловой схемы. Дубль – блоки, моноблоки, их особенности.
15. Для каких целей применяют схему ТЭЦ с поперечными связями.
16. Привязанная конденсационная мощность ТА, чем она обусловлена.
17. Особенности компоновки пиковых мощностей для покрытия тепловой нагрузки.
18. Какие виды топлив используются при проектировании ТЭЦ

19. Требования, предъявляемые к питательным насосам ТЭС не имеющих связи с энергосистемой.

20. Выбор системы золоудаления, шлакоудаления на ТЭЦ, основные принципы.

### **8.3 Пример теста входного контроля по дисциплине.**

1. Что является причиной возникновения свободной конвекции около нагретого тела, находящегося в воздухе?

1. Зависимость вязкости воздуха от температуры.
2. Различие теплопроводностей материала пластины и воздуха.
3. Зависимость плотности воздуха от температуры.
4. Зависимость теплопроводности воздуха от температуры.
5. Наличие градиента гидростатического давления.

2. Какое из перечисленных условий не является обязательным для возникновения гравитационной свободной конвекции?

1. Наличие силы тяжести.
2. Зависимость плотности от температуры.
3. Неравномерность температурного поля в жидкости.
4. Зависимость вязкости от температуры.

3. Какое из перечисленных ниже утверждений является неверным?

1. Коэффициент теплоотдачи зависит от теплофизических свойств жидкости.
2. Коэффициент теплоотдачи зависит от температур стенки и жидкости.
3. Коэффициент теплоотдачи является теплофизическим свойством теплоносителя.
4. Коэффициент теплоотдачи увеличивается при уменьшении вязкости жидкости.
5. Коэффициент теплоотдачи увеличивается при увеличении теплопроводности жидкости.
6. Все утверждения верны.

4. От какого из перечисленных параметров не зависит коэффициент теплоотдачи при свободной конвекции в газе у вертикальной изотермической пластины?

1. Удельная теплоемкость газа
2. Удельная теплоемкость пластины
3. Теплопроводность газа
4. Коэффициент объемного расширения газа
5. Высота пластины

5. При увеличении какого из перечисленных параметров уменьшается коэффициент теплоотдачи в условиях свободной конвекции в жидкости?

1. Теплопроводность жидкости
2. Коэффициент объемного расширения жидкости
3. Теплоемкость жидкости
4. Вязкость жидкости

6. Какой из параметров не является физическим свойством теплоносителя, а зависит от условий теплообмена?
1. Теплопроводность
  2. Динамическая вязкость
  3. Удельная теплоемкость
  4. Коэффициент объемного расширения
  5. Коэффициент теплоотдачи
7. В каких условиях происходит теплообмен поверхности со средой?
1. Свободная конвекция в воздухе
  2. Вынужденная конвекция в воздухе при скорости 10 м/с
  3. Свободная конвекция в воде
  4. Вынужденная конвекция в воде
8. Укажите неправильную единицу измерения:
1. Тепловой поток - Вт
  2. Теплопроводность - Вт/(м.К)
  3. Удельная теплоемкость - Дж/(кг.К)
  4. Плотность теплового потока - Вт/м\*\*2
  5. Тепловое сопротивление - Вт/К
  6. Коэффициент теплоотдачи - Вт/(м\*\*2.К)
9. Выберите правильную единицу измерения теплопроводности:
1. Дж/(м.К)
  2. Вт/К
  3. Вт/(м\*\*2.К)
  4. Вт/(м.К)
  5. Дж/(м\*\*2.К)
  6. Вт.К/м
10. Выберите правильную единицу измерения коэффициента теплоотдачи:
1. Дж/(м.К)
  2. Вт/К
  3. Вт/(м\*\*2.К)
  4. Вт/(м.К)
  5. Дж/(м\*\*2.К)
  6. Вт.К/м

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЭС»**

### **а) основная литература:**

1. Тепловые и атомные электрические станции [Текст] : учеб. / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. - 5-е изд., стер. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2010. - 464 с.
2. Теплогенерирующие установки [Текст] : учеб. / Г. Н. Десягин [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : БАСТЕТ, 2009, 2010. - 624 с.

**б) дополнительная литература:**

1. Тепловые электрические станции [Текст] : учеб. для вузов : доп. Мин. обр. РФ / под ред. В. М. Лавыгина, А. С. Седлова, С. В. Цанева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2007. - 466 с.
2. Липов, Юрий Михайлович. Компоновка и тепловой расчёт парового котла [Текст] : учеб. пособие: доп. Мин. высш. и сред. спец. обр. СССР / Ю. М. Липов, Ю. Ф. Самойлов, Т. В. Виленский . - М. : Энергоатомиздат, 1988. - 208 с.
3. Назмеев, Юрий Гаязович. Системы топливоподачи и пылеприготовления ТЭС [Текст] : справ. пособие / Ю. Г. Назмеев, Г. Р. Мингалеева. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2005. - 480 с.
4. Тепловые и атомные электростанции [Текст] : справ. / под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2003. - 648 с.
5. Немцев, Зенон Филимонович. Теплоэнергетические установки и теплоснабжение [Текст] : учеб. пособие: доп. Мин. высш. и сред. спец. обр. СССР / З. Ф. Немцев, Г. В. Арсеньев. - М. : Энергоиздат, 1982. - 400 с.
6. Водно-химические режимы ТЭС и АЭС [Текст] : учеб. пособие : доп. УМО / В. Н. Воронов, Т. И. Петрова. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2009. - 240 с. : ил. - Библиогр. : с. 235.
7. Основы проектирования тепловых электрических станций [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс для спец. 140101 "Тепловые электрические станции" / АмГУ, Эн.ф. ; сост. О. Е. Литвиненко. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007.
8. Парогазовые и газотурбинные установки тепловых электрических станций [Текст] : учеб.-метод. комплекс для спец. 140101 - Тепловые электрические станции / АмГУ, Эн.ф. ; сост. Н. Н. Храмцова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007. - 26 с.
9. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок [Текст] : справ. / под общ. ред. Ю. М. Бродова. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2008. - 480 с.

**в) периодические издания:**

1. «Электричество».
2. «Электрические станции».
3. «Энергетик».
4. «Промышленная энергетика».
5. «Электротехника».
6. «Электрика».
7. «Энергохозяйство за рубежом».
8. «Electrical Power and Energy Systems».
9. «IEEE Transactions. Power systems».

10. «Energy Policy».
11. «Вестник ИГЭУ».
12. «Вестник Московского энергетического института».
13. «Известия вузов. Электромеханика».
14. «Известия РАН. Энергетика».
15. «Новости электротехники»
16. «Амурский дилижанс».
17. «Вестник Амурского государственного университета».
18. «Энергетика. Сводный том».
19. «Электротехника. Сводный том»
20. «Теплоэнергетика»
21. «Энергосбережение»

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	<a href="http://www.iqlib.ru/">http://www.iqlib.ru/</a>	Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знаний.

**10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЭС»**

№ п/п	Наименование лабораторий, ауд.	Основное оборудование
1	2	3
1	105 (6) Лаборатория Гидрогазодинамики	Лабораторный комплекс для изучения тепловых процессов и процессов в газах
2	205(6) Лаборатория теплотехники	Лабораторный комплекс для изучения теплотехнического оборудования
3	107а (6) Пристройка к высоковольтной лаборатории	Учебная установка – паровая турбина и вспомогательное оборудование

## **1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основные сведения о структуре и принципах работы проектных организаций, проектных бюро.**

Стадии разработки проектной документации. Нормативно – технические документы регламентирующие деятельность проектных организаций. Технические решения по проектированию ТЭС.

**Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий. Принципы построения курса.**

**Ведение, предмет и задачи курса, связь курса с другими дисциплинами. Структурная схема проектных организаций, конструкторских бюро.**

*Цель преподавания дисциплины*

Целью дисциплины является подготовка инженеров технологов по проектированию тепловых электрических станций.

*Задачи изучения дисциплины*

Задачей изучения дисциплины является научить студентов современным методам проектирования, реконструкции теплоэнергоснабжающих установок экономически отвечающим новым конъюнктурным условиям развития энергетики, ознакомить студентов с действующей НТД в области проектирования энергетических комплексов и новыми техническими решениями, принимаемыми в теплоэнергетике.

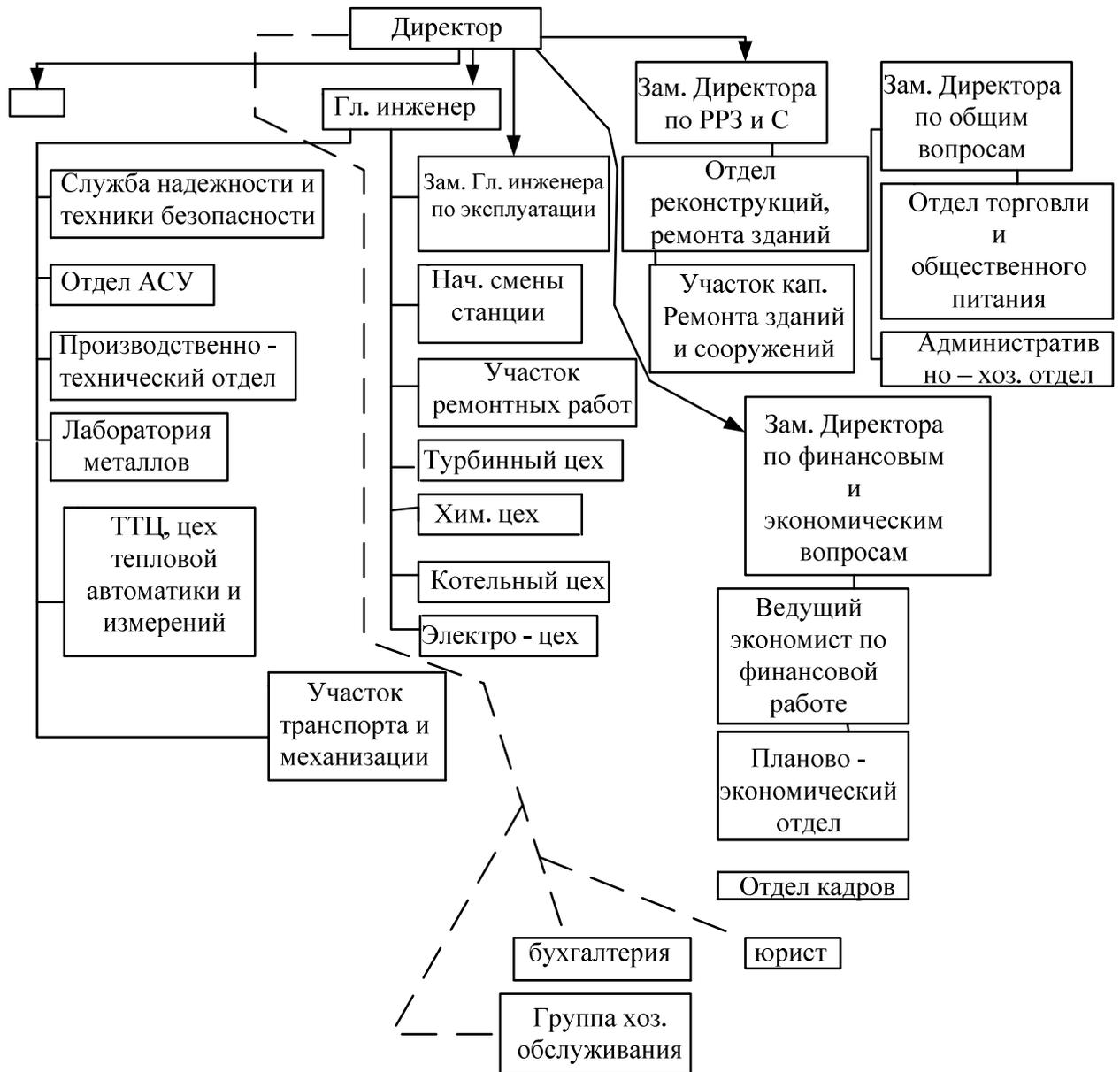
*Перечень дисциплин, освоение которых необходимо при изучении данной дисциплины*

- Тепловые электрические станции;
- Режимы работы ТЭС;
- Турбинные установки;
- Котельные установки;
- Ремонт, испытание котлотурбинного оборудования;

- Топливное хозяйство и золоудаления;
- Тепломеханическое и вспомогательное оборудование;
- Основы централизованного теплоснабжения;
- Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС;
- Методы расчета на ЭВМ;
- Основы научных исследований, методы оптимизации.

Лицом, ответственным за общее состояние и эксплуатацию ТЭС является главный инженер. Конкретная структура управления определяется руководством предприятия, исходя из местных условий.

*Структурная схема проектных организаций.*



## **Нормирование труда работников занятых технологическим проектированием. Основные требования по организации труда работников проектных организаций.**

Надежная и безопасная работа технического оборудования и систем в значительной мере зависит от качества подготовки эксплуатационного персонала и систематической работы с ним.

Основные задачи персонала, эксплуатирующего теплоэнергетический комплекс предприятия:

1. Персонал должен обеспечить:
  - исправное состояние оборудования, систем;
  - безопасную эксплуатацию;
  - надежное снабжение тепловой энергией потребителей.
2. Персонал должен соблюдать технологическую дисциплину и правила трудового распорядка, содержать в чистоте и порядке рабочие места.

Персонал должен четко разделяться:

- на административно – технический;
- дежурный;
- оперативно – ремонтный.

Ответственность персонала за выполнение «Правил Котлонадзора», «Правил эксплуатации», правил техники безопасности должна содержаться в должностных инструкциях, утвержденных в установленном порядке.

Ответственные за исправное состояние и безопасную эксплуатацию предприятия и его подразделений обязаны обеспечить:

- содержание установок и сетей в работоспособном и технически исправном состоянии и их эксплуатацию в соответствии с требованиями «Правил» и нормативно – технической документации, относящимися к этим установкам и сетям;
- соблюдение тепловых и гидравлических режимов, рациональное расходование теплоносителей, разработку, выполнение и анализ норм расхода тепловой энергии;

- внедрение автоматизированных систем и приборов контроля режимов и учета потребляемой тепловой энергии;
- современное и качественное обслуживание и ремонт;
- ведение установленной статической отчетности;
- подготовку персонала и проверку знаний «Правил», техники безопасности, должностных и производственных инструкций, технических знаний и т.д.

Государственный надзор за выполнением требований «Правил» и другой нормативно – технической документации осуществляют Котлонадзор и Госэнергонадзор по своим направлениям.

Эксплуатацию установок и сетей предприятий должен осуществлять подготовленный персонал: специалисты должны иметь образование, соответствующее должности, а рабочие – подготовку в объеме квалификационных требований.

На предприятии должна проводиться систематическая работа по повышению квалификации персонала, предупреждению аварийности и травматизма.

Дежурный и оперативно ремонтный персонал должен пройти:

- подготовку к новой должности и стажировку, проверку знаний «Правил», инструкций и других НТД, знание которых предусмотрено должностными инструкциями;
- дублирование;
- инструктирование по безопасности труда и пожарной безопасности;
- противоаварийные тренировки;
- профессиональное и экономическое обучение.

Лица, обслуживающие объекты, подконтрольные органам Госгорнадзора России, должны пройти обучение, аттестацию, проверку знаний и стажировку в соответствии с требованиями Госгорнадзора.

Квалификационная проверка знаний должна производиться:

Первичная – перед допуском к самостоятельной работе после обучения и подготовки к новой должности, а также при переходе с другой работы (должности);

Периодическая – для дежурного и оперативно ремонтного персонала, а также для рабочих занятых ремонтом – 1 раз в год; для административно – технического персонала 1 раз в 3 года;

Внеочередная – при нарушении правил и инструкций; по требованию надзорных органов и профсоюза; по заключению комиссий, расследующих происшествие; по требованию вышестоящих организаций; при вводе в действие новых правил или НТД;

Требования к объему знаний устанавливаются в должностных инструкциях. Проверка знаний должна проводиться индивидуально, результаты проверки оформляются в журнале установленного образца и заносятся в квалификационное удостоверение.

Получившие неудовлетворительную оценку не допускаются к самостоятельной работе и обязаны пройти повторную проверку знаний в течении 1 месяца.

Допуск персонала к дублированию оформляется распорядительным документом после успешной проверки знаний, в котором обязательно должен быть указан срок дублирования и ответственный за подготовку дублера. Срок – не менее двух недель; за действия дублера несут равную ответственность основной работник и дублер.

Работник допускается к самостоятельной работе только после успешной квалификационной проверки, дублирования и оформления квалификационного удостоверения. Допуск оформляется распорядительным документом.

Инструктаж по технике безопасности (вводный, первичный, повторный, внеплановый, текущий) проводится для всего персонала, кроме административно – технического. Порядок проведения инструктажей

определен ГОСТ 12.0.004 – 90 «ССБТ. Организация обучения безопасности труда».

Контрольные вопросы

1. Кто осуществляет надзор за правильностью эксплуатации?
2. Виды квалификационных проверок знаний.
3. Порядок инструктажа по технике безопасности.

**Технические решения применения ТЭЦ и центральных котельных, топливо для тепловых электростанций и котельных установок.**

Основное назначение электрических станций – снабжение электроэнергией промышленных предприятий, сельскохозяйственного производства, электрифицированного транспорта и населения. Тепловые электроцентрали наряду с этим обеспечивают паром и горячей водой предприятия и жилые здания.

Неразрывность производства и потребления энергии предъявляет весьма высокие требования к основной характеристике электростанции – надежности.

Второе основное требование к электростанциям – экономичность. В общем случае экономичность электростанции может характеризоваться целым рядом показателей:

- коэффициентом полезного действия электростанции;
- удельным расходом топлива на выработанную электрическую (тепловую) энергию;
- стоимостью отпущенной тепловой или электрической и тепловой энергии, относительной величиной потерь в тепловых и электрических сетях;
- удельными капитальными вложениями на создание энергообъекта;
- удельной численностью персонала.

Для удовлетворения быстропеременных нагрузок электростанции энергоблока должны обладать маневренностью т.е. способностью быстрого

набора и снятия нагрузки, быстрого пуска из нерабочего состояния и остановки, без ущерба для надежности и долговечности.

Обязательным требованием предъявляемым к электростанции является требование безопасности работы на ней обслуживающего персонала и условий, необходимых для ремонта оборудования. Наряду, с перечисленными требованиями, предъявляемыми к электростанции, важнейшим является условие ее экологической безопасности, включающее охрану окружающей среды, воздушных водных бассейнов. Экологичность электростанции должна заключаться в том, что отработанное тепло, зола и шлак, дымовые газы и другие побочные продукты производственной деятельности не должны приносить вред населению, животному и растительному миру.

В качестве энергетических топлив электростанций наибольшее значение имеют: твердое – каменные и бурые угли и отходы их переработки, антрацит и полуантрацит; жидкое – мазут; газовое – природный газ.

#### ***Химический состав.***

Органическая часть твердых и жидких топлив состоит из большого количества сложных химических соединений, в состав которых в основном входят пять химических элементов: углерод С, кислород О, водород Н, сера S, и азот N. Кроме того топливо содержит минеральные примеси А, попавшие в исходную залежь в основном извне, и влагу W.

Поэтому химический состав твердых и жидких топлив определяют не по количеству соединений, а по суммарной массе химических элементов в топливе в процентах от 1 кг, т.е. устанавливают элементарный состав топлива.

Различают следующие пять основных элементарных масс топлива:

- рабочая масса топлива

$$C^P + H^P + O^P + N^P + S^P + A^P + W^P = 100\%$$

- аналитическая масса топлива

$$C^A + H^A + O^A + N^A + S_{\text{н}}^C + A^A + W^A = 100\%$$

- сухая масса топлива

$$C^C + H^C + O^C + N^C + S_{\text{л}}^C + A^C = 100\%$$

- условная горючая масса топлива

$$C^G + H^G + O^G + N^G + S_{\text{л}}^G = 100\%$$

- органическая масса топлива

$$C^O + H^O + O^O + N^O + S^O = 100\%$$

Рабочей считается масса топлива в том виде, в каком она поступает на ТЭС. Рабочее топливо, измельченное до порошкообразного состояния и доведенное в лабораторных условиях до воздушно – сухого состояния, теряет внешнюю влагу, и масса его называется аналитической. Оставшуюся влагу топлива, связанную с его исходным веществом, называют чаще гигроскопической.

Если топливо нагреть до 102- 105<sup>0</sup>С, то испарится вся влага и тогда получится сухая масса топлива. В горючую массу топлива входят химические элементы исходного органического вещества; кроме того, сюда причисляют серу минеральных горючих соединений ( например, серного колчедана Fe S<sub>2</sub> ), поэтому она называется условной горючей массой.

В уравнениях через S<sub>л</sub> обозначена летучая сера, представляющая собой сумму колчеданной и органической серы, способной к окислению в топке: S<sub>л</sub> = S<sub>к</sub> + S<sub>о</sub>.

Органическая масса отличается от горючей только отсутствием колчеданной серы. Кроме указанных двух видов серы, существует еще сульфатная сера, которая входит в состав высших окислов и дальнейшему окислению не подвергается. Схема элементарного состава различных масс твердого топлива приведена на рис.1. В составе топлива различают внешний балласт, состоящий из влаги и минеральной части, и внутренний балласт, входящий в исходное органическое вещество топлива. К нему относятся кислород и азот.

Горючими элементами топлива являются углерод, водород и сера. Углерод является основным горючим элементом топлива. Он имеет высокую теплоту сгорания (34,1 МДж/кг) и составляет большую часть рабочей массы топлива (50-075% в твердых топливах и 83- 85% в мазутах). Водород имеет высокую теплоту сгорания ( 120,5 МДж/кг), но его количество в твердых топливах невелико 2-4%, в жидких 10- 11%. Сера 9,3 МДж/кг и содержится в топливах в малых количествах 0,3-4%.

### ***Технические характеристики твердых топлив***

Обеспечение экономичного сжигания топлив в паровых котлах зависит от знания и правильного учета ряда определяющих характеристик топлива, к которым, кроме теплоты сгорания, относятся зольность, влажность, выход летучих веществ.

**Зольность.**

Процентное количество золы по отношению к навеске натурального топлива называют зольностью топлива.

**Влажность.**

Одним из основных качественных показателей топлива является влажность. Влага, содержащаяся в топливе, подразделяется на внутреннюю и внешнюю. Внутренняя связана с органическим веществом топлива и его минеральными примесями. Внешняя влага является результатом попадания ее в топливо из окружающей среды в процессе добычи, транспортирования, хранения и обогащения мокрым способом.

С внешней влажностью топлива связано такое отрицательное явление, как ухудшение сыпучести. Топливо с повышенным содержанием внешней влаги обладает высокой вязкостью, что приводит часто к сводообразованию и зависанию его в бункерах, замазыванию и забиванию пересыпных коробов, накапливанию топлива на движущихся элементах транспортирующих машин (конвейерной ленте) и т.д.

Повышение влажности до гигроскопической не влияет существенно на сыпучесть топлива, и только при достижении определенной величины (для

каждого вида топлива) наблюдается постепенная потеря сыпучести. Эту влажность принято именовать критической или предельной.

С влажностью топлива связано и другое крайне отрицательное явление – смерзаемость топлива при низких температурах, в большой степени усложняющая эксплуатацию, снижающая надежность и производительность машин и механизмов системы топливоподачи. На смерзаемость топлива влияет в основном присутствие в нем внешней влаги, которая замерзает при температуре минус 2 - 4° С; при этом происходит смерзание отдельных частиц топлива в крупные куски и глыбы. Внутренняя влага может находиться в переохлажденном состоянии при температуре минус 40 - 50°С и не приводит к смерзанию топлива.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте основные требования, которым должна удовлетворять современная электростанция.
2. Виды топлив.
3. Характеристики твердого топлива.

**Теплопотребление промпредприятий и жилого сектора, режимы потребления тепловой энергии. [2] стр. 118 – 122.**

Тепловая энергия отпускается теплоэлектроцентралями двум основным видам потребителей – промышленным и коммунальным. В промышленности тепловая энергия используется для технологических процессов. Тепло для этой цели отпускают в виде перегретого пара давлением 5 – 115 кг/см<sup>2</sup>. Минимальный перегрев должен обеспечивать надежный транспорт пара к потребителю, подача насыщенного пара связана с опасностью гидроударов в трубопроводах.

Коммунальное потребление включает расход тепла на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий и на бытовые нужды. Эти виды потребления покрываются горячей водой с максимальной температурой в

теплосети до 170<sup>0</sup>С. Для отопления и вентиляции производственных зданий используют часть технологического пара или горячую воду.

Показатели режимов теплового потребления:

- число часов использования максимума тепловой нагрузки в году  
(час/год)

$$T_{T_{\max}} = \frac{Q_{\text{год}}}{Q_{\max}} = \frac{D_{\text{год}}}{D_{\max}},$$

где  $Q_{\text{год}}$  - годовой отпуск тепла (на отопление или производство);

$Q_{\max}$  - максимальная часовая тепловая нагрузка;

$D_{\text{год}}$  - годовой расход пара;

$D_{\max}$  - максимальный часовой расход пара на производство.

Тепло для отопления отпускается в основном из теплофикационных отборов турбин, а в период максимума (пика) нагрузок еще и от специальных « пиковых » источников тепла (пиковые водогрейные котлы или пиковые бойлера). Таким образом

$$Q_{\max} = Q_{\max}^{\text{отб}} + Q_{\max}^{\text{пик}}$$

$$T_{T_{\max}}^{\text{отб}} = Q_{\text{год}}^{\text{отб}} / Q_{\max}^{\text{отб}}$$

Чем больше доля горячего водоснабжения (круглогодичного бытового потребления тепла), тем экономичнее работа теплофикационной установки и ТЭЦ.

Контрольные вопросы

1. Теплопотребление промпредприятий
2. графики тепловых нагрузок
3. режимные показатели теплопотребления

**Технические решения по транспорту тепловой энергии, определение расчетных расходов тепловой энергии, определение выходных параметров теплоносителей. стр. 90 - 108.**

Теплота на технологические нужды подается потребителю обычно с паром,

отбираемым либо непосредственно от паротурбинной установки (из производственного отбора или из потока отработавшего пара турбин с противодавлением), либо от специальных аппаратов, называемых паропреобразователями.

В схемах с паропреобразователями отбираемый от турбины пар конденсируется в греющих элементах этих аппаратов, а образовавшийся конденсат возвращается в систему регенеративного подогрева питательной воды станции. Потребителю теплоты при этом подается вторичный пар, который генерируется в паропреобразователе из поступающей в него химически обработанной (умягченной) воды.

Годовой отпуск теплоты от ТЭЦ определяется отдельно для производственно – технологических и коммунально-бытовых потребителей. Нужды производственно – технологических потребителей покрываются технологическим паром, а коммунально-бытовых потребителей - сетевой (горячей) водой. Для правильного выбора оборудования ТЭЦ необходимо учесть санитарную нагрузку производственно – технологических потребителей, которая покрывается сетевой водой и добавляется к коммунально-бытовой нагрузке.

Производственно – технологическое теплоснабжение:

Расчетная производственно – технологическая нагрузка определяется по формуле

$$Q_{II}^P = D_{II}^P * [i_{II} - \beta_{OK} * (i_{OK} - i_{X3}) - i_{X3}] \text{ [ кВт (МВт) и ГДж/ч]}, \quad (1)$$

где  $i_{II}, i_{OK}, i_{X3}$  - энтальпии технологического пара, обратного конденсата и холодной воды зимой (принимаются по известному давлению и температуре, причем для холодной воды зимой температура  $t_{X3} = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$ , давление  $p_{X3} = 0,4 \text{ МПа}$ ), кДж/кг.

$$Q_{II}^P = 350000 * [2828.1 - 0.55(397.99 - 21.2) - 21.2] = 909.882 \text{ ГДж/ч}$$

Годовой отпуск пара на производственно – технологические нужды

$$D_{II}^r = D_{II}^p * h_{TЭЦ}^{II} \quad \text{т}, \quad (2)$$

где  $D_{II}^p$  - в тоннах на час (т/ч).

-расчетная тепловая нагрузка производственно - технологического потребителя;

$h_{TЭЦ}^{II}$  - годовое число часов использования максимума производственно - технологической нагрузки;

$$D_{II}^r = 350 * 4500 = 1575000 \quad \text{т}$$

Годовой отпуск теплоты на производственно – технологические нужды

$$Q_{II}^r = Q_{II}^p * h_{TЭЦ}^{II} \quad (3)$$

где  $Q_{II}^p$  - расчетная производственно - технологическая нагрузка, (ГДж/ч)

На основе проделанных расчетов строится годовой график производственно – технологического теплоснабжения. Каждая ордината графика подсчитывается по формуле

$$Q_{IIi} = \bar{Q}_{IIi} * \frac{Q_{II}^r}{\sum_{i=1}^{12} \bar{Q}_{IIi}} \quad (4)$$

где  $Q_{IIi}$  - отпуск теплоты за текущий месяц, ГДж;

$\bar{Q}_{IIi}$  - то же в относительных величинах по графику производственно - технологического теплоснабжения по отраслям промышленности

Коммунально-бытовое теплоснабжение:

Расчетные тепловые нагрузки

Расчетная нагрузка отопления

$$Q_o^p = Q_o^ж + Q_o^{об} \quad \text{МВт и ГДж/ч} \quad (5)$$

где  $Q_o^ж = q * m * f$  - тепловая нагрузка жилых зданий;

q – удельный расход теплоты на отопление жилых зданий, Вт/м<sup>2</sup> ;

f – норма жилой площади на одного жителя; f=13 м<sup>2</sup>/чел.

$Q_O^{OB} = k * Q_O^Ж$  - тепловая нагрузка общественных зданий;

$k$  – коэффициент, учитывающий расход теплоты на отопление общественных зданий ( принимается равным 0,25 ).

Расчетная нагрузка вентиляции

$$Q_B^P = k_1 * Q_O^{OB} \quad \text{МВт и ГДж/ч} \quad (6)$$

где  $k_1$  - коэффициент, учитывающий расход теплоты на вентиляцию общественных зданий ( принимается равным 0,4).

Расчетная нагрузка горячего водоснабжения

$$Q_{ГВ}^P = q_{ГВ} * m \quad \text{МВт и ГДж/ч} \quad (7)$$

где  $q_{ГВ}$  - укрупненный показатель среднечасового расхода теплоты на горячее водоснабжение в расчете на одного человека, Вт/чел., (принимаем для жилых домов с ваннами 1,5 – 1,7 м и душами  $q_{ГВ} = 378$ ).

Расчетная нагрузка коммунально-бытовых потребителей

$$Q_K^P = Q_O^P + Q_B^P + Q_{ГВ}^P \quad \text{МВт и ГДж/ч} \quad (8)$$

Контрольные вопросы:

1. Тепловые нагрузки электростанций
2. Отпуск теплоты промышленным предприятиям на технологические нужды
3. Отпуск теплоты на отопление, вентиляцию, бытовые нужды

**Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ, основные требования по выбору оборудования и тепловых схем ТЭЦ. Методика расчета тепловых схем ТЭЦ. [2] стр. 167 – 186**

Принципиальная тепловая схема электростанции определяет основное содержание технологического процесса преобразования тепловой энергии на электростанции. Она включает основное и вспомогательное теплоэнергетическое оборудование, участвующее в осуществлении этого процесса и входящее в состав пароводяного тракта электростанции.

На чертеже, изображающем ПТС, показывают теплоэнергетическое оборудование вместе с линиями (трубопроводами) пара и воды (конденсата), связывающими это оборудование в единую установку.

Составлению принципиальной тепловой схемы электростанции предшествует решение следующих существенных вопросов, определяющих профиль электростанции:

1. На основании данных об энергетических нагрузках выбирают энергетический тип электростанции – чисто конденсационный или теплофикационный.

2. Для конденсационной электростанции устанавливают общую электрическую мощность, тип и мощность отдельных энергоблоков, определяют начальные параметры пара, число ступеней и параметры пара промежуточного перегрева.

3. При проектировании ТЭЦ устанавливают электрическую и тепловую ее мощность, намечают тип и число теплофикационных турбоагрегатов, уточняемые в результате расчета ПТС.

4. Выбирают тип парогенератора: при докритическом давлении пара барабанный или прямоточный; при сверхкритическом давлении – прямоточный.

5. В зависимости от вида топлива выбирают способ его подготовки.

На основе принятых решений по профилю электростанции и основного ее оборудования переходят непосредственно к разработке принципиальной тепловой схемы.

Принципиальную тепловую схему электростанции нового типа разрабатывают на основе имеющихся теоретических исследований, опыта эксплуатации действующих электростанций, новых технических предложений и результатов технико – экономических расчетов.

Контрольные вопросы

1. Принцип составления тепловых схем

2. Значение тепловых схем электростанций

### 3.Методика расчета тепловых схем

**Годовая выработка пара котлоагрегатами; годовая выработка электроэнергии и годовой расход топлива на ТЭЦ. Удельный расход условного топлива на отпущенное топливо и электроэнергию.**

*Годовая выработка электроэнергии на ТЭЦ*

Годовая выработка электроэнергии на ТЭЦ складывается из выработки на производственном теплоснабжении и теплоснабжении по сетевой воде ( или отопительном теплоснабжении, так как отпуск теплоты по сетевой воде осуществляется из отборов турбин типа Т и ПТ, называемых отопительными).

Годовая выработка электроэнергии на производственном теплоснабжении

$$\mathcal{E}_{\Pi}^{\Gamma} = (\mathcal{E}_{\Pi}^{\Gamma})_{\text{ПТ}}$$
$$(\mathcal{E}_{\Pi}^{\Gamma})_{\text{ПТ}} = \bar{\mathcal{E}}_{\Pi}^{\text{ПТ}} * \frac{D_{\Pi}^{\text{ПТ}}}{D_{\Pi}^{\text{ПТ,Р}}} * \alpha_{\Pi}^{\Gamma} * Q_{\Pi}^{\Gamma} * k_{\text{ав}}^{\text{ПТ}} * k_{\text{р}}^{\text{ПТ}} \quad [\text{кВт ч}]$$

Где  $\bar{\mathcal{E}}_{\Pi}$  - среднегодовая величина удельной выработки электроэнергии на производственном теплоснабжении для турбины типа ПТ, (кВт ч) /ГДж.

$D_{\Pi}^{\text{ПТ}}$  - отпуск пара из производственных отборов выбранных турбин типа ПТ, кг/с.

$\alpha_{\Pi}^{\Gamma}$  - годовой коэффициент теплофикации производственно - технологических потребителей, т.е. доля производственных отборов турбин в годовом отпуске теплоты на производственные нужды от ТЭЦ.

$k_{\text{ав}}, k_{\text{р}}$  - коэффициенты аварийного и ремонтного простоя турбины типа ПТ.

Годовая выработка электроэнергии на отопительном потреблении

$$\mathcal{E}_{\text{СВ}}^{\Gamma} = (\mathcal{E}_{\text{СВ}}^{\Gamma})_{\text{Т}} + (\mathcal{E}_{\text{СВ}}^{\Gamma})_{\text{ПТ}} \quad [\text{кВт ч}]$$
$$(\mathcal{E}_{\text{СВ}}^{\Gamma})_{\text{Т}} = \bar{\mathcal{E}}_{\text{СВ}}^{\text{Т}} * \frac{Q_{\text{СВ}}^{\text{Т}}}{Q_{\text{СВ}}^{\text{Т,ПТ}}} * \alpha_{\text{СВ}}^{\Gamma} * Q_{\text{СВ}}^{\Gamma} * k_{\text{ав}}^{\text{Т}} * k_{\text{р}}^{\text{Т}} \quad [\text{кВт ч}]$$

$$(\mathcal{E}_{CB}^{\Gamma})_{ПТ} = \bar{\mathcal{E}}_{ПТ} * (1 - \frac{Q_{CB}^{\Gamma}}{Q_{CB}^{\Gamma, ПТ}}) * \alpha_{CB}^{\Gamma} * Q_{CB}^{\Gamma} * k_{ас}^{ПТ} * k_p^{ПТ} \quad [\text{кВт ч}]$$

где  $\bar{\mathcal{E}}_{CB}$  - среднегодовая величина удельной выработки электроэнергии на отопительном теплоснабжении для турбин типа Т и ПТ, (кВт ч)/ГДж.

$Q_{CB}^{\Gamma}$  - отпуск теплоты из отопительных отборов выбранных турбин типа Т, МВт;

$\alpha_{CB}^{\Gamma}$  - годовой коэффициент теплофикации потребителей по сетевой воде.

Годовая выработка электроэнергии на ТЭЦ ( $\mathcal{E}^{\Gamma}$ ) равна сумме выработок на производственном и отопительном теплоснабжении.

#### *Годовой расход топлива на ТЭЦ*

Годовой расход топлива на ТЭЦ рассматривается как сумма расходов топлива на выработку электроэнергии и отпуск теплоты. Причем, расход топлива определяется в пересчете на условное топливо с низшей теплотворной способностью 29300 кДж/кг у.т.

Годовой расход условного топлива на выработку электроэнергии

$$B_{\mathcal{E}}^{\Gamma} = (e_{\mathcal{E}} * \mathcal{E}^{\Gamma})_T + (e_{\mathcal{E}} * \mathcal{E}^{\Gamma})_{ПТ} \quad [\text{кг у.т.}]$$

где  $\mathcal{E}^{\Gamma}$  - годовая выработка электроэнергии на ТЭЦ турбогенераторами соответствующего типа, кВт ч

$e_{\mathcal{E}}$  - удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии для турбогенераторов соответствующего типа, (кг/у.т.)

Годовой расход условного топлива на отпуск теплоты

$$B_T^{\Gamma} = e_T^{\Pi} * \alpha_{\Pi}^{\Gamma} * Q_{\Pi}^{\Gamma} + e_T^{POY} * (1 - \alpha_{\Pi}^{\Gamma}) * Q_{\Pi}^{\Gamma} + e_T^{CB} * \alpha_{CB}^{\Gamma} * Q_{CB}^{\Gamma} + e_T^{ПВК} * (1 - \alpha_{CB}^{\Gamma}) * Q_{CB}^{\Gamma}$$

(кг/у.т.)

Где  $e_T^{\Pi}$ ,  $e_T^{POY}$  - удельный расход условного топлива на отпуск теплоты по технологическому пару от турбин и РОУ, кг у.т./ГДж;

$\epsilon_T^{CB}$ ,  $\epsilon_T^{ПВК}$  - то же по сетевой воде от турбин и пиковых водогрейных котлов, кг у.т./ГДж;

Годовой расход условного топлива на ТЭЦ

$$B^r = B_{\text{с}}^r + B_T^r$$

Контрольные вопросы

1. Годовой расход топлива на ТЭЦ
2. Что представляет собой условное топливо

**Выбор основного оборудования ТЭЦ (турбоагрегаты, парогенераторы, водогрейные котлы), компоновка оборудования ТЭЦ работающих на твердом топливе; компоновка газомазутных ТЭЦ. [2] стр. 215; [1] стр.220, 299**

Основным оборудованием ТЭС являются паровые котлы, турбины, генераторы, трансформаторы. При выборе предпочтение отдается стандартным агрегатам.

На выбор агрегатов существенное влияние оказывает тепловая схема ТЭС.

Тип и количество основного оборудования должны соответствовать заданной мощности электростанции и предусмотренному режиму ее работы.

Основными характеристиками, по которым выбираются паровые котлы, являются: вид топлива, параметры пара, производительность, компоновочная и технологическая схемы, способ удаления шлака, габаритные размеры.

Номенклатура выпускаемых турбин и генераторов согласована по шкале мощности.

Задачей выбора оборудования пылеприготовительных установок является: определение типа пылесистемы, количества и типоразмера мельниц, количества и емкости бункеров пыли и сырого угля, количества, типоразмера, производительности питателей пыли и сырого угля.

Контрольные вопросы

1. Что влияет на выбор основного оборудования
2. Принцип выбора парогенератора
3. Компоновка оборудования ТЭЦ

**Компоновки пиковых водогрейных котельных, газоздухопроводы, золоуловители, дымовые трубы. Оборудование водопитательной установки.[4], стр.139 -142; 168 -189; 190 – 194.**

Газовоздушный тракт является важной составной частью тепловой электростанции, сооружение которого связано с большими трудностями и большим расходом материалов. В газовоздушном тракте наряду с паровым котлом, тягодутьевыми машинами и газоздухопроводами все большее значение приобретают газоочистные устройства и дымовые трубы, рассеивающие дымовые газы в атмосфере.

В данном разделе необходимо рассмотреть:

- характеристики тягодутьевых машин;
- основы золоулавливания;
- золоуловители;
- типы дымовых труб;
- внешние газоходы.

Контрольные вопросы

1. Назначение газоздушного тракта
2. Характеристики тягодутьевых машин
3. Типы дымовых труб
4. Типы золоуловителей, принцип работы их

**Теплофикационное оборудование, теплообменная аппаратура. РОУ, БРОУ. Выбор и компонование решения.**

Принципиальная тепловая схема электростанции отражает все этапы технологического процесса преобразования энергии, в электрическую и тепловую. ПТС содержит все основное и вспомогательное технологическое

оборудование от котельной установки до турбины по паровым и водяным линиям, а также все оборудование, служащее для отпуска теплоты внешним потребителям и др.

В данной теме необходимо рассмотреть регенеративные подогреватели, деаэраторы, питательные насосы, конденсационные насосы, сетевые подогреватели, БРОУ, РОУ.

Контрольные вопросы

1. Назначение теплообменного оборудования
2. Принцип работы и конструкция регенеративных подогревателей
3. Принцип работы и конструкция деаэратора, типы деаэраторов.

**Главные трубопроводы ТЭЦ. Компонентные решения. [4] стр.83 - 103.**

Трубопроводы в соответствии с Правилами Госгортехнадзора подразделяются на четыре категории в порядке убывающих параметров.

При выборе трубопроводов пользуются понятиями рабочего, условного и пробного давлений.

В этом разделе рассматриваются следующие вопросы:

- понятие рабочего, условного и пробного давления;
- расчет трубопровода на прочность;
- опоры трубопроводов;
- трубопроводная арматура.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение рабочего, условного и пробного давления
2. Виды опор трубопроводов
3. Классификация трубопроводной арматуры, назначение

**Топливоснабжения ТЭЦ работающих на твердом топливе, шлакозолоудаление. Топливоснабжение ТЭЦ работающих на газообразном топливе. [2] стр. 307 -321, 347 – 360.**

Топливо – транспортное хозяйство современных тепловых электростанций представляет собой комплекс сооружений, машин и механизмов, предназначенных для:

- 1) приема поступающих и отправке разгруженных железнодорожных маршрутов;
- 2) размораживание топлива в полувагонах перед разгрузкой, если поступает смерзшееся топливо;
- 3) разгрузки поступивших железнодорожных маршрутов;
- 4) внутростанционного транспорта топлива к бункерам парогенераторов или на склад;
- 5) хранения и выдачи топлива со склада;
- 6) дробление топлива до установленного нормами размера кусков;
- 7) распределения топлива по бункерам парогенераторов.

Кроме того, в тракте топливоподачи устанавливают механизмы для улавливания и удаления металлических и древесных предметов из потока топлива с целью предохранения технологического оборудования от поломок, пробоотборные и проборазделочные установки, а также контрольно – измерительные приборы измеряющие количество поступающего топлива.

#### Контрольные вопросы

1. Типы топливных складов
2. Технологическая схема топливоподачи ТЭЦ
3. Принципиальная схема газоснабжения ТЭС
4. Виды систем золошлакоудаления

#### **Водоподготовка на ТЭЦ, техводоснабжение. [2] стр. 289 – 304.**

Задачей проектирования технического водоснабжения ТЭС является решение следующих вопросов:

- определение необходимого расхода технической воды на станцию;
- выбор системы технического водоснабжения;

- выбор сооружений и устройств систем водоснабжения с определением их характеристик.

Контрольные вопросы

1. Источники и системы водоснабжения
2. Сущность прямоточной системы водоснабжения
3. Обратное водоснабжение с градирнями
4. Водный баланс электростанции

**Основные технические решения по организации ремонта оборудования. Маслохозяйство ТЭЦ, технико – экономические показатели. [1] стр. 383; [2] стр. 391-392**

*Для самостоятельного изучения*

Маслохозяйство ТЭЦ.

Контрольные вопросы

1. Виды ремонта оборудования, характеристика каждого вида
2. Технико – экономические характеристики

## **2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

Тема 1. Выбор топлива для ТЭЦ.(1 час)

Тема 2. Выбор вариантов теплоснабжения города. (2 часа)

Тема 3. Транспорт пара потребителям.(1 час)

Тема 4. Составление принципиальной тепловой схемы ТЭЦ. (4 часа)

Тема 5. Компоновка основного оборудования ТЭЦ работающей на угле (2 часа)

Тема 6. Компоновка пиковой водогрейной котельной топливо мазут (2 часа).

Тема 7. Выбор схемы мазутного хозяйства ТЭЦ топливо основное. (2 часа)

## **3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

1. Годовая выработка пара котлоагрегатами и электрической энергии.

Годовой расход топлива на ТЭС.

2. Компоновка газомазутных ТЭЦ.

3. Компоновки пиковых котельных. Техничко – экономические показатели.

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

К промежуточным формам контроля знаний относятся:

- Блиц –опрос на лекциях по пройденному материалу.
- Тестирование.
- Аттестация.

##### 5.1. Вопросы к зачету

1. Цели, задачи выполнения проектов. Стандартность проектов.
2. Организационная структура проектной организации в теплоэнергетике. Краткая характеристика отделов.
3. Организация проектных работ в специализированных отделах (сектор, группа).
4. Что является исходными данными для проектирования ТЭЦ, что такое ТЭО.
5. Какие нормативные документы используются при проектировании ТЭС.
6. Основные принципы оборудования и тепловых схем ТЭЦ – котельное оборудование.
7. Основные принципы оборудования и тепловых схем ТЭЦ – турбинное оборудование.
8. Топливная схема ТЭЦ. Для чего она выполняется.
9. Режимы работы ТЭС, определяющие выбор основного и вспомогательного оборудования.
10. Компоновка главного здания, что она предусматривает.
11. В каких случаях предусматривают закрытую, открытую, полукрытую компоновку.
12. Какие требования предъявляются к компоновке главного корпуса ТЭС.
13. Основные требования, предъявляемые к ТА при составлении принципиальной тепловой схемы ТЭЦ. Коэффициент теплофикации, его оптимальное значение.

14. Основные требования, предъявляемые к КА при составлении принципиальной тепловой схемы ТЭЦ. Дубль – блоки, моноблоки, их особенности.
15. Для каких целей применяют схему ТЭЦ с поперечными связями.
16. Привязанная конденсационная мощность ТА, чем она обусловлена.
17. Особенности компоновки пиковых мощностей для покрытия тепловой нагрузки.
18. Какие виды топлив используются при проектировании ТЭЦ.
19. Выбор системы золоудаления, шлакоудаления на ТЭЦ, основные принципы.

## **5. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТА**

Итоговой формой контроля знаний студентов по данной дисциплине является зачет. Зачет включает вопросы по изученному курсу. В ответах студентов на зачете знания и умения оцениваются как «зачет» и «незачет». При этом учитываются: глубина и полнота знаний, владение необходимыми умениями, осознанность и самостоятельность применения знаний, логичность изложенного материала.