

Федеральное агентство по образованию

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ГОУ ВПО «АмГУ»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой энергетики

_____ Н.В. Савина

« _____ » _____ 2007 г.

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

для специальности 140101 – «Тепловые электрические станции»

Составитель: асс. Литвиненко О.Е

Благовещенск

2007 г.

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
энергетического факультета
Амурского государственного
университета

Литвиненко О.Е

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Основы проектирования ТЭС» для студентов специальности 140101 «Тепловые электрические станции». – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2007. – 28с.

Учебно-методический комплекс предназначен для оказания помощи студентам специальности 140101 «Тепловые электрические станции» в изучении дисциплины «Основы проектирования ТЭС»: ознакомления студентов с действующей НТД в области проектирования энергетических комплексов.

© Литвиненко Олеся Евгеньевна

© Амурский государственный университет, 2007

АННОТАЦИЯ

В рамках направления 650800 «Теплоэнергетика» на кафедре Энергетики реализуется подготовка дипломированного специалиста по специальности 140101. Государственный образовательный стандарт подготовки инженера по специальности 140101 "Тепловые электрические станции" включает изучение дисциплины "Основы проектирования ТЭС" в разделе ОПД.Ф.09.

Согласно учебному плану специальности данная дисциплина изучается на пятом курсе обучения (девятый семестр), предусмотрены следующие виды занятий и формы контроля

Наименование	9-й семестр
Лекции	28
Практические занятия	14
Лабораторные занятия	-
Самостоятельная работа	+
Курсовая работа	-
Вид итогового контроля	зачет

Учебно-методический комплекс дисциплины «Основы проектирования ТЭС» включает в себя:

1. Настоящий учебно-методический комплекс.

В настоящем учебно-методическом комплексе приведен краткий конспект лекций (с указанием тем для самостоятельного изучения и вопросов для самопроверки), методические рекомендации и методические указания по проведению практических работ, материалы по контролю качества образования (методические указания по организации контроля знаний студентов, критерии оценки знаний студентов и фонды тестовых заданий).

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Государственный образовательный стандарт предусматривает изучение курса «Основы проектирования ТЭС» для специальности 140101 «Тепловые электрические станции».

1.1. Цель преподавания дисциплины

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

1.2. 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.

1.3. 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.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. 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.

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

Лекционный курс 28 часов

Тема 1. Ведение, предмет и задачи курса, связь курса с другими дисциплинами. Структурная схема проектных организаций, конструкторских бюро.(1 час)

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.

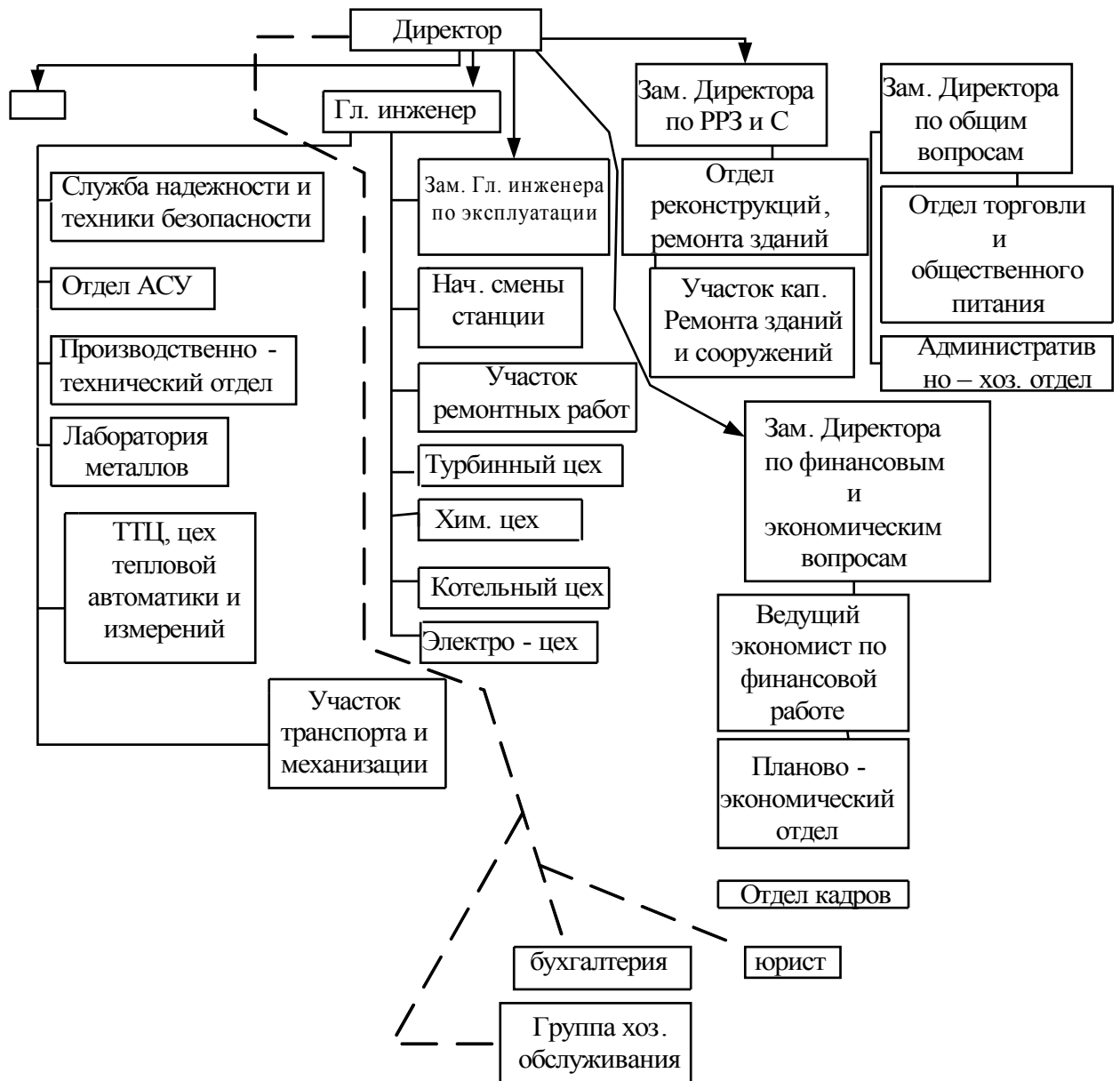
Перечень дисциплин, освоение которых необходимо при изучении данной дисциплины

- 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.



Тема 2. Нормирование труда работников занятых технологическим проектированием. Основные требования по организации труда работников проектных организаций. (2 часа)

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.

Тема 3. Технические решения применения ТЭЦ и центральных котельных, топливо для тепловых электростанций и котельных установок. (1 час)

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

Непрерывность 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 энергоблоки 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

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

- 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 °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 $Fe S_2$), поэтому она называется условной горючей массой.

В уравнениях через $S_{\text{л}}$ обозначена летучая сера, представляющая собой сумму колчеданной и органической серы, способной к окислению в топке:

$$S_{\text{л}} = S_{\text{к}} + S_{\text{о}}.$$

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.

Тема 4. Теплопотребление промпредприятий и жилого сектора, режимы потребления тепловой энергии.(1час), [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/см². 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°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

Тема 5. Технические решения по транспорту тепловой энергии, определение расчетных расходов тепловой энергии, определение выходных параметров теплоносителей.(2 часа),[1] 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

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

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

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

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;

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

Годовой отпуск теплоты на производственно – технологические нужды

$$Q_{II}^G = Q_{II}^P * h_{TЭЦ}^{II} \quad (3)$$

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

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

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

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

Коммунально-бытовое теплоснабжение:

Расчетные тепловые нагрузки

Расчетная нагрузка отопления

$$Q_o^P = Q_o^Ж + Q_o^{ОБ} \text{ МВт и ГДж/ч} \quad (5)$$

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

q – удельный расход теплоты на отопление жилых зданий, Вт/м²;

f – норма жилой площади на одного жителя; $f=13 \text{ м}^2/\text{чел.}$

$Q_O^{OB} = k * Q_O^Ж$ - 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., (принимается 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

Тема 6. Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ, основные требования по выбору оборудования и тепловых схем ТЭЦ. Методика расчета тепловых схем ТЭЦ. (4часа), [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

Тема 7. Годовая выработка пара котлоагрегатами; годовая выработка электроэнергии и годовой расход топлива на ТЭЦ. Удельный расход условного топлива на отпущенное топливо и электроэнергию.(2 часа)

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

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

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.

α_{Π}^{Γ} - 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

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{СВ}}^{\Gamma} &= (\mathcal{E}_{\text{СВ}}^{\Gamma})_{\text{Т}} + (\mathcal{E}_{\text{СВ}}^{\Gamma})_{\text{ПТ}} \quad [\text{кВт ч}] \\ (\mathcal{E}_{\text{СВ}}^{\Gamma})_{\text{Т}} &= \bar{\mathcal{E}}_{\text{СВ}}^{\text{Т}} * \frac{Q_{\text{СВ}}^{\text{Т}}}{Q_{\text{СВ}}^{\text{Т},\text{ПТ}}} * \alpha_{\text{СВ}}^{\Gamma} * Q_{\text{СВ}}^{\Gamma} * k_{\text{ав}}^{\text{Т}} * k_{\text{р}}^{\text{Т}} \quad [\text{кВт ч}] \\ (\mathcal{E}_{\text{СВ}}^{\Gamma})_{\text{ПТ}} &= \bar{\mathcal{E}}_{\text{ПТ}} * (1 - \frac{Q_{\text{СВ}}^{\text{Т}}}{Q_{\text{СВ}}^{\text{Т},\text{ПТ}}}) * \alpha_{\text{СВ}}^{\Gamma} * Q_{\text{СВ}}^{\Gamma} * k_{\text{ав}}^{\text{ПТ}} * k_{\text{р}}^{\text{ПТ}} \quad [\text{кВт ч}] \end{aligned}$$

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

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

α_{CB}^T - годовой коэффициент теплофикации потребителей по сетевой воде.

Годовая выработка электроэнергии на ТЭЦ (\mathcal{E}^T) 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

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

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

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

Годовой расход условного топлива на отпуск теплоты

$$B_T^T = \epsilon_T^{П} * \alpha_{П}^T * Q_{П}^T + \epsilon_T^{POY} * (1 - \alpha_{П}^T) * Q_{П}^T + \epsilon_T^{CB} * \alpha_{CB}^T * Q_{CB}^T + \epsilon_T^{ПВК} * (1 - \alpha_{CB}^T) * Q_{CB}^T$$

(кг/у.т.)

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

ϵ_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

$$B^T = B_{\mathcal{E}}^T + B_T^T$$

Контрольные вопросы

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

Тема 8. Выбор основного оборудования ТЭЦ (турбоагрегаты, парогенераторы, водогрейные котлы), компоновка оборудования ТЭЦ работающих на твердом топливе; компоновка газомазутных ТЭЦ. (2 часа), [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 выбирают 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

Тема 9. Компоновки пиковых водогрейных котельных, газоздухопроводы, золоуловители, дымовые трубы. Оборудование водопитательной установки.(2 часа), [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

Тема 10. Теплофикационное оборудование, теплообменная аппаратура. РОУ, БРОУ. Выбор и компонование решения.(2 часа),

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.

Тема 11. Главные трубопроводы ТЭЦ. Компонентные решения.(1 час), [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

Тема 12. Топливоснабжения ТЭЦ работающих на твердом топливе, шлакозолоудаление. Топливоснабжение ТЭЦ работающих на газообразном топливе.(2 часа), [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) внутристанционного 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

Тема 13. Водоподготовка на ТЭЦ, техводоснабжение.(2 часа), [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

Тема 15. Основные технические решения по организации ремонта оборудования. Маслохозяйство ТЭЦ, технико – экономические показатели.(2 часа), [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

3. 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)

4. Самостоятельная работа

1. Годовая выработка пара котлоагрегатами и электрической энергии. Годовой расход топлива на ТЭС.
2. Компоновка газомазутных ТЭЦ.
3. Компоновки пиковых котельных. Технико – экономические показатели.

5. Перечень тем промежуточных форм 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.

6.Критерии оценки знаний студентов

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.