

Министерство образования и науки  
Российской Федерации

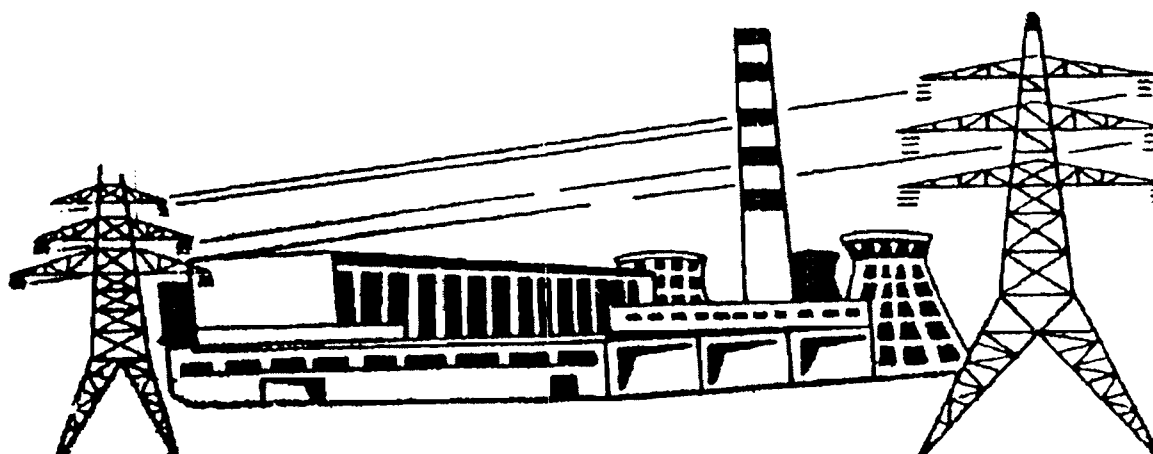
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический университет  
растительных полимеров»

Кафедра промышленной теплоэнергетики

**ПРОГРАММА**  
**ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ**  
**СТУДЕНТОВ V КУРСА**

Факультет промышленной энергетики

Специальности: 140 104 «Промышленная теплоэнергетика»  
140 105 «Энергетика теплотехнологий»



Санкт-Петербург, 2010

УДК 621.11(07)

Программа преддипломной практики студентов V курса /  
сост. А.П. Бельский, В.Н. Самойло, В.Г. Казаков, В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин,  
С.В. Антуфьев; ГОУВПО СПбГТУРП.СПб., 2010.-37 с.

В программе освещены вопросы, связанные с конструкцией и эксплуатацией основного и вспомогательного энергетического оборудования котельной, машинного зала, выпарных станций, содорегенерационных котлов, печных установок, сушильных установок, технологической и общеобменной вентиляции. Программа предназначена для студентов V курса факультета промышленной энергетики по специальностям: 140 104 «Промышленная теплоэнергетика» и 140 105 «Энергетика теплотехнологий».

Подготовлена и рекомендована к изданию кафедрой промышленной теплоэнергетики ГОУВПО Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров (протокол № 2 от 15.11.2010 г.).

Утверждена к изданию методической комиссией факультета промышленной энергетики ГОУВПО СПбГТУРП (протокол № 3 от 5.12.2010 г.).

© ГОУВПО Санкт-Петербургский  
государственный технологический  
университет растительных полимеров,  
2010

## **ВВЕДЕНИЕ**

Уважаемые студенты!

Энергетика – фундамент экономики, двигатель прогресса, показатель материальной культуры общества. Вы выбрали специальность инженеров эксплуатационно-наладочного профиля в области энергетики. Преддипломная практика предназначена для закрепления теоретических знаний, полученных при изучении специальных дисциплин, приобретения практических навыков работы на производстве, для подготовки к выполнению дипломного проекта.

Вы должны хорошо знать общее устройство парового котла, характер аэродинамических, гидравлических и физико-химических процессов в различных элементах котла, конструкции поверхностей, удовлетворяющих условиям оптимальной работы, конструкции топочных устройств, тенденции развития паровых котлов, вопросы экономичности их работы, вспомогательное оборудование, особенности содорегенерационных котлоагрегатов, теплотехнологическое оборудование целлюлозно-бумажной и других отраслей промышленности, вопросы автоматизации управления основного и вспомогательного энергетического оборудования котельной, машинного зала, цехов и цеховых теплоиспользующих установок.

### **ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ**

Цель преддипломной практики – подготовить квалифицированных специалистов-теплоэнергетиков. Задачи практики - закрепить теоретические знания, полученные студентами при изучении специальных и общеинженерных дисциплин, дать практические навыки работы на производстве, подготовить студентов к выполнению дипломного проекта. Это достигается благодаря практическому ознакомлению с конструкцией и эксплуатацией основного и вспомогательного энергетического оборудования котельной, машинного зала, с коммуникациями электростанций, цехов, цеховых теплоиспользующих установок.

Общее руководство производственной практикой осуществляется представителем кафедры. Непосредственное руководство практикой на рабочих местах, инструктаж, наблюдение за работой студентов осуществляет инженерно-технический персонал предприятия. Индивидуальные задания выдаются каждому студенту перед отъездом на практику.

## **ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКОМУ ОТЧЁТУ**

Результатом практики должен стать письменный отчет, включающий материалы по разделам настоящей программы, иллюстрированный схемами, эскизами, диаграммами и цифровыми данными. Студент должен работать над составлением отчёта в течение всей практики.

Отчёт должен быть составлен логично, написан грамотным техническим языком, состоять из разделов и подразделов, должен иметь оглавление и список литературных источников, которыми пользовался студент.

Студент должен получить зачёт по преддипломной практике у руководителя от предприятия и у руководителя дипломного проекта.

# ОБЪЕКТЫ ПРАКТИКИ И ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

## І. Парогенераторы\*

Характеристика потребляемого топлива, его элементарный и технический анализ. Приготовление топлива и транспортировка в котельную. Удельный расход топлива. Суточный расход топлива. Теплота сгорания.

Склад и запасы топлива. Схема подачи топлива и характеристика используемого оборудования.

Схема пылеприготовления. Характеристика оборудования. Удельный расход энергии на приготовление и подачу топлива. Установка, пуск и регулировка оборудования.

Присадки к топливу (мазуту).

### Котельный цех, топка

1. Система подготовки и распределения топлива.
2. Типы топок.  
Типы экранов, их конструктивное оформление, величина экранной поверхности, крепление коллекторов.
3. Конструкция горелок, их число и расположение.  
Регулирование горелок. Недостатки в работе.
4. Конструкция камерных и слоевых топок. Регулирование работы камерных и слоевых топок.  
Работа топок для сжигания коры.
5. Горение в топке, определение избытка воздуха во время эксплуатации.  
Влияние избытка воздуха на экономичность работы котла. Контроль процесса горения.
6. Условия шлакования в топке и методы борьбы с ним.
7. Тепловое напряжение решётки и топочного объёма.
8. Эксплуатационные неполадки в работе топочного устройства и мероприятия

по их устранению. Инструкции по эксплуатации топочных устройств.

9. Химический и механический недожог.
10. Способы шлакоудаления.
11. Тепловой баланс топочного процесса.
12. Устройство для предотвращения топочных взрывов.

### Котлоагрегат

1. Компоновочная схема котлоагрегата согласно дипломному проекту.
2. Конструкция и характеристика котлов и их элементов.
3. Максимальная производительность, параметры пара.
4. Гидродинамика и циркуляция воды в отдельных испарительных контурах.
5. Ступенчатое испарение.
6. Сепарирующие устройства. Напряжение зеркала испарения и парового пространства.
7. Продувка и контроль качества котловой воды.
8. Обмуровка или обшивка котлов, места уплотнения, проход экранов через стены, компенсация тепловых расширений.
9. Каркас котла, отдельные узлы и элементы. Потолочные перекрытия топки.
10. Тепловой баланс котлоагрегата.
11. Пароперегреватель. Конструкция и детали.

Прямоток, противоток и комбинированное включение. Схема движения пара и газа, температура пара и газа. Регулирование перегрева.

Влажность и загрязнённость пара солями в зависимости от продувки.

Пережог трубок пароперегревателя. Причины. Способы защиты.

Прочие дефекты в работе пароперегревателя и мероприятия по их устранению.

12. Воздухонагреватель. Тип, конструкция и компоновка в системе котлоагрегата. Движение газа и воздуха. Начальная и конечная температура газа и воз-

---

\* В дальнейшем изложении используются термины: парогенератор, котлоагрегат, котел.

духа.

Сопротивление газового и воздушного тракта. Механический износ частей воздухонагревателя.

Неполадки в работе. Мероприятия по устранению неполадок в работе.

Акт осмотра. Состояние поверхностей нагрева (загрязнение, коррозия и т.д.).

13. Экономайзер. Тип, конструкция и местоположение. Схема движения воды и газов. Начальная и конечная температура воды и газов. Дефекты в работе и мероприятия по их устранению. Состояние поверхности нагрева (загрязнение и золовое истирание). Составление акта.

14. Очистка наружных поверхностей нагрева. Способы очистки. Конструкция и расположение обдувочных аппаратов. Давление пара или воздуха перед аппаратом. Влияние обдувки на температуру уходящих газов.

Характеристика, схемы и оценка других способов очистки поверхности нагрева (виброочистка, дробеструйный метод, обмывка и т.д.).

15. Удаление накипи с внутренних поверхностей нагрева. Способы механической и химической очистки. Период времени между чистками.

16. Порядок пуска и остановки котлов.

Регулирование нагрузки, температуры, тяги, дутья, питания котла.

17. Способ и схема обработки питательной воды.

18. Тепловой баланс котлоагрегата.

19. Выполнение индивидуального задания.

## Паровые, водяные и газовые коммуникации

### Арматура

1. Схема паропроводов и питательных линий.

«Мёртвые» точки компенсатора, конденсатные горшки, изоляция трубопроводов, проводка главных трубопроводов (опорные конструкции или подвески).

2. Основная трубопроводная арматура котла. Принцип работы и местоположение предохранительных клапанов, вентиляей, задвижек, обратных клапанов, манометров, водомерных колонок, автоматических регуляторов, люков и шиберов на газоходах и воздуховодах.
3. Число и пределы настройки контрольных и рабочих предохранительных клапанов.

#### Тяга и дутье

1. Схема газоздушного тракта котлоагрегата.
2. Сопротивление котлоагрегата по газовой и воздушной сторонам.
3. Дымососы и вентиляторы. Конструкция и эксплуатационные характеристики. Способы регулирования. Удельный расход энергии на тягу и дутье. Влияние работы тягодутьевых устройств на производительность котлоагрегата.
4. Очистка дымовых газов.

#### Золоудаление и шлакоудаление

1. Золоудаляющие устройства и их конструкция. Степень очистки дымовых газов от летучей золы. Способы золоудаления.
2. Шлаковыводящие устройства. Система и схема шлакоудаления. Конструкция основного оборудования. Эксплуатационные недостатки. Контрольно-измерительная и регулирующая аппаратура.
  - 1) Измерение температуры:
    - воздуха и газов в отдельных точках;
    - питательной воды и пара.
  - 2) Измерение давлений на воздушной трассе и разрежения по газоходам котла.
  - 3) Измерение расхода пара.
  - 4) Измерение уровня воды в котле, давления пара и питательной воды.



- 5) Анализ дымовых газов.
- 6) Измерение электронагрузки на вспомогательное оборудование станции.
- 7) Автоматические регуляторы уровня воды в котле, расхода пара и давления.
- 8) Регулирование процесса горения.
- 9) Взрывные клапаны. Число и конструкция взрывных клапанов в топке и газоходах.

#### Библиографический список

Бузников Е.Ф., Роддатис К.Ф., Берзиньш Э.Я. Производственные и отопительные котельные. 2-е изд., перераб: - М.: Энергоатомиздат, 1984.

Роддатис К.Ф., Полтарецкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности /под ред. К.Ф. Роддатиса. - М.: Энергоатомиздат, 1989.

Хзмалян Д.М. Теория топочных процессов.- М.: Энергоатомиздат, 1990.

Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы: справочник / под общ. ред. А. В.Клименко и В.М. Зорина. - М.: МЭИ, 2000.

Тепловые и атомные электростанции: справочник / под общ. ред.

А.В. Клименко и В.М.Зорина. - М.: МЭИ, 2003.

## II. Содорегенерационные котлоагрегаты (СРК)

1. Общая характеристика процесса щёлочной варки. Натронная и сульфатная варка целлюлозы.

Схема варочного котла и вспомогательного оборудования. Режимные характеристики варки.

2. Состав белого щёлока. Расход активной щёлочи на варку. Степень каустизации, сульфидности и восстановления белого щёлока.

3. Чёрный щёлок – продукт щёлочной варки целлюлозы.

Особенности чёрного щёлока как топлива.

Теплота сгорания, физические свойства чёрного щёлока: удельная масса, влажность, зольность, плотность, вязкость, температура кипения, теплопроводность, теплоёмкость, температуропроводность. Органическая и минеральная части чёрного щёлока. Объём, температура и давление расходуемого щёлока. Отбор проб чёрного щёлока для анализа (за выпарной станцией, за каскадным испарителем, перед форсунками).

Химический состав чёрного щёлока, содержание карбонатов, элементарный состав органической части щёлока ( $C^P$ ,  $H^P$ ,  $S_{CP}$ ,  $O^P$ ,  $N^P$ ), серы, общей щёлочности, содержание сульфатов, содержание серы в золе, щёлочности сульфидной, эффективной и по фенолфталеину.

### Технологическая схема содорегенерационного отдела

Число установленных содорегенерационных котлоагрегатов.

Схема, тип, конструкция и режимные характеристики установленного оборудования СРК. Каркас, обмуровка, габариты котла. Пуск и останов котла.

Компоновка основного и вспомогательного оборудования котлоагрегата.

Особенности пуска и останова СРК по сравнению с энергетическими котлами.

## Топочная камера

1. Назначение и особенности топочной камеры котлоагрегата. Тип и характеристика камеры. Ширина, глубина, высота и объём топки. Плавильная ванна для плава. Поперечное сечение плавильной ванны. Лётки для плава, число лёток.

Охлаждение пода ванны, тепловое напряжение пода. Конструкция пода (из огнеупорного бетона, слоя пластинчатой массы из хромитовой руды и т.д.).

Угол наклона пода.

2. Экранная система котла: передний, задний экраны и боковые экранные поверхности. Включение экранных поверхностей в общую систему циркуляции котла.

Разводка экранных труб в топочной камере. Ошиповка и плавники экранов.

Их назначение. Крепление экранов и коллекторов.

3. Расположение и число отверстий в топке для размещения щёлоковых форсунок, сопел первичного, вторичного и третичного воздуха, лючков, гляделок и взрывных клапанов.

Изоляция стен и потолка топочной камеры. Крепление обмуровки к каркасу котла.

4. Температура дымовых газов в зоне горения чёрного щёлока и на выходе из топки.

5. Гомогенное и гетерогенное горение. Особенности гетерогенного горения чёрного щёлока.

Стадии горения чёрного щёлока: зажигание, горение и догорание.

Условия полного сгорания топлива (обеспечение максимального контакта топлива и окислителя; увеличение времени пребывания чёрного щёлока в топочной камере; влияние подушки огарка на процесс горения).

Конструктивные мероприятия для стабилизации процесса горения чёрного щёлока (обеспечение необходимого распыла капель чёрного щёлока, надлежащего перемешивания щёлока с воздухом, рециркуляции дымовых газов и

подачи вспомогательного топлива).

6. Тепловые процессы, происходящие при сжигании щёлоков. Теплота испарения воды из щёлока; теплота эндотермических реакций (главным образом, восстановления сульфата); физическая теплота плава; теплота сгорания сухого остатка щёлока; потери теплоты с дымовыми газами; химическая неполнота сгорания (СО и Н<sub>2</sub> в газах); механическая неполнота сгорания (уголь в плаве и в золе); потери теплоты в окружающую среду; теплота парообразования в котле.

7. Химические процессы, происходящие при сжигании щёлоков. Карбонизация щёлочи, восстановление сульфата. Термохимические процессы в подушке огарка и в расплавленной минеральной части щёлока (в плаве).

Добавки в щёлок сульфата. Состав сульфатного плава. Его температура и количество.

Потери щёлочи и серы при сжигании.

Меры по обеспечению безопасной работы котлоагрегата (при попадании воды в плав; при образовании взрывоопасных концентраций газообразных веществ).

8. Конструктивные средства по безопасной работе топочной камеры (быстрый автоматический останов котла с последующим аварийным спуском воды из барабана котла, обеспечение стехиометрического состава топлива и окислителя в топочной камере, набрасывание на плав сульфата или бикарбоната натрия и пр.).

9. Состав дымовых газов в топке. Унос минеральной части щёлока.

Меры по уменьшению уноса солей (большая высота топочной камеры, правильная организация процесса горения чёрного щёлока, сепарационные и золоулавливающие устройства).

10. Барабан котла. Конструкция барабана котла. Толщина и материал стенки барабана.

Объём водяного и парового пространства барабана. Давление и температура

насыщенного пара.

Крепление экранных труб и труб конвективных поверхностей нагрева к барабану.

Устройство для аварийного сброса воды из барабана во избежание возникновения аварии и переполнения. Циркуляционные контуры котла. Опускные трубы.

Величина непрерывной продувки котла. Периодическая продувка.

Крепление барабана (опоры и подвески). Расширение барабана во время работы. Изоляция барабана. Аккумулирующая способность барабана.

11. Внутрибарабанные сепарационные устройства. Грубая и тонкая сепарация пара. Глухие, перфорированные и отбойные щитки.

Циклоны для тонкой сепарации пара.

Требования к качеству котловой воды: жесткость, щёлочность, окисляемость, содержание углекислоты в воде. Подача питательной воды в барабан котла.

Снижение солесодержания котловой воды.

Ступенчатое испарение.

Водный режим и особенности качества воды СРК.

Схема водоподготовки.

12. Щёлоковые форсунки. Расположение, число, тип и конструкция форсунок для щёлока. Угол качания форсунок в вертикальной плоскости. Давление щёлока перед форсунками. Характеристика работы форсунки (еёпроизводительность, вид и дисперсность распыла чёрного щёлока).

Меры по обеспечению бесперебойной работы форсунок.

Схема подачи чёрного щёлока к котлоагрегатам и основное оборудование.

13. Мазутные горелки. Расположение, число, тип и конструкция. Производительность каждой горелки.

Схема мазутопроводов в помещении содорегенерационного отдела. Мазутное хозяйство. Загрязнение испарительных поверхностей. Добавки к мазуту.

14. Подогреватели щёлока. Число, тип, конструкция и характеристика работы.

Особенности эксплуатации насосов. Схема подключения щёлоковых насосов.

Запорная и регулирующая арматура для чёрного щёлока. Щёлокопроводы.

15. Растворитель плава. Роль растворителя плава. Конструкция и устройство.

Вспомогательное оборудование. Назначение, конструкция и эксплуатация.

Использование теплоты от парогазовых выбросов растворителя.

Мероприятия по снижению шума, появляющегося при сливе плава из СРК.

Меры по безопасной эксплуатации растворителя.

16. Зелёный щёлок. Его состав, температура и расход. Отбор пробы зелёного щёлока. Использование зелёного щёлока в технологическом процессе производства целлюлозы.

17. Расходный и сливной баки. Назначение, конструкция, число и ёмкость баков.

#### Фестон котла

Назначение и характеристика фестона (число и расположение труб, их диаметр, продольный и поперечный шаги, поверхность нагрева). Температура дымовых газов до и после фестона.

#### Ширмовый пароперегреватель

1. Назначение и размещение. Шаг между ширмами. Крепление коллекторов и ширм пароперегревателя к горизонтальным балкам каркаса.

Схема и движение пара по отношению к потоку газов. Материал труб, из которых изготовлены секции пароперегревателя. Температура пара и дымовых газов до и после пароперегревателя. Давление перегретого пара.

Паропроводы острого пара. Использование перегретого пара. Занос поверхности пароперегревателя солями и борьба с ним. Схема промывки пароперегревателя.

2. Пароохладитель. Размещение, тип и конструкция пароохладителя. Поверхность охлаждения.

Хладоноситель. Схема работы пароохладителя. Температура пара после пароохладителя. Диаметр труб пароохладителя.

### Конвективные поверхности нагрева котла

Назначение. Циркуляционные контуры воды и паровоздушной смеси. Размещение в газоходе котла. Крепление труб конвективных пучков к барабанам и коллекторам. Шаги между трубами. Диаметр и материал труб конвективных пучков. Поверхность нагрева.

Схема движения газов в пучке. Температура газов до и после конвективных пучков.

Борьба с загрязнениями поверхностей нагрева пучков. Обдувка поверхностей нагрева паром и воздухом.

Бункер для улавливания отсепарированной золы.

### Водяной экономайзер

1. Назначение. Расположение в газоходе котла, компоновка, подключение и схема водяного экономайзера. Путь движения воды. Тип, конструкция и крепление водяного экономайзера. Поверхность нагрева.

Температура питательной воды и дымовых газов до и после экономайзера.

2. Очистка поверхностей нагрева от наружных загрязнений паровыми обдувочными аппаратами. Конструкция и работа обдувочных аппаратов.

Дробеочистка поверхностей нагрева экономайзера. Схема движения дробы в дробеструйной установке. Промывка и ручная очистка поверхностей экономайзера. Особенности подключения экономайзера при растопке котла. Растопочный обводной газоход.

Обслуживание экономайзера.

## Паровые калориферы для подогрева воздуха

Тип, конструкция, число и размещение паровых калориферов. Температура воздуха до и после калориферов. Поверхность нагрева калориферов. Параметры греющего пара и конденсата.

## Воздухоподогреватель

1. Расположение, тип, компоновка и конструкция. Поверхность нагрева. Шаги и диаметр труб. Температура воздуха и дымовых газов до и после воздухоподогревателя.
2. Схема воздушного тракта котлоагрегата. Компоновка и размещение, тип основного и вспомогательного оборудования воздушного тракта. Забор воздуха. Конструкция воздухопроводов. Потoki воздуха (первичного, вторичного и третичного). Расход воздуха на первичные, вторичные и третичные сопла воздушного дутья. Скорость воздуха в воздухопроводах и на выходе из сопел.
3. Дутьевые вентиляторы, соединенные последовательно и параллельно. Вентиляторы первичного, вторичного и третичного дутья. Тип, конструкция, число, производительность и напор дутьевых вентиляторов. Регулирование производительности вентиляторов с помощью направляющих аппаратов.
4. Коэффициент избытка воздуха и теоретический расход воздуха, подаваемого в топочную камеру.

## Электрофильтры

1. Назначение, тип, число, конструкция и размещение в газоходе котла.
2. Сухой способ функционирования пластинчатого электрофильтра с горизонтальным ходом газа.



3. Число полей фильтра. Расстояние между пластинами, размеры пластин.  
Корпус и каркас камеры. Кислотостойкость каркаса. Крепление и встряхивание электродов.
4. Характеристика работы электрофильтра: напряжение постоянного тока, подведенного к электродам (45-75 кВ); расход и температура дымовых газов, степень очистки и скорость газов.
5. Сухое удаление скопившейся золы. Зольники под электрофильтрами. Смыв золы чёрным щёлочком. Комбинированный способ удаления собранной пыли.
6. Конденсация водяных паров. Слипание осадка. Начальное и конечное содержание пыли в газах.

#### Каскадный испаритель

1. Назначение, тип, конструкция, число и расположение каскадных испарителей.  
Трубчатый испаритель.  
Пластинчатый каскадный испаритель лабиринтного типа. Эффективность упаривания чёрного щёлочка и улавливания минеральных частиц, содержащихся в газах. Конструкция ротора испарителя. Движение газа в испарителе. Скорость движения, расход и температура газов до и после испарителя. Возрастание плотности щёлочка в аппарате.
2. Общая схема уплотнения щёлочка в содорегенерационном отделе. Назначение, конструкция и характеристика основного и вспомогательного оборудования по схеме уплотнения чёрного щёлочка.
3. Система подачи щёлочка и сульфата. Элеватор для подачи сульфата. Бункер и транспортёр для сульфата. Дозатор и вибратор сульфата. Смеситель. Приёмник щёлочка из испарителя. Назначение и характеристика указанного оборудования. Возврат уноса сульфата. Подача щёлочка к форсункам.

## Скрубберы

### 1. Схема улавливания уноса.

Назначение и характеристика основного и вспомогательного оборудования по улавливанию уноса.

Состав уноса с дымовыми газами (частицы огарка, сульфата, золы и натриевые соединения). Возврат золы из зольников котлоагрегата в растворитель или в топочную камеру. Процент уноса частиц.

### 2. Скрубберы – аппараты для улавливания уноса. Конструкция, число, компоновка и характеристика скрубберов. Движение дымовых газов и орошающей жидкости в скруббере.

Слабый белый щёлочек как орошающая жидкость.

Степень улавливания уноса.

Температура газов до и после скруббера.

Использование теплоты газов для упаривания чёрного щёлока.

### 3. Скрубберы насадочного и разбрызгивающего типа. Фракционный состав улавливаемого уноса. Конденсация водяных паров в скруббере.

Тип, конструкция и характеристика насоса для обеспечения непрерывной циркуляции орошающей воды. Утилизация вторичной теплоты дымовых газов.

## Дымососы

### 1. Число, тип, конструкция дымососов. Характеристика работы дымососа: производительность, напор, КПД, число оборотов, запас по производительности.

Эксплуатация и ремонт дымососов. Направляющий аппарат.

Температура дымовых газов перед дымососом. Истирание лопаток дымососа.

### 2. Газовый тракт содорегенерационного котлоагрегата. Сопротивление отдельных участков газового тракта. Разрежение в топочной камере.

Выбор типа и числа дымососов.

Коэффициент избытка воздуха на выходе из котельного агрегата.

Состав дымовых газов по газовому тракту СРК. Анализ дымовых газов.

Гидравлический режим работы котла. Связь гидравлического и теплового режимов работы котла.

Дурнопахнущие газы. Обезвреживание дурнопахнущих газов.

Мероприятия по уменьшению вредных и дурнопахнущих газов на выходе из содорегенерационных агрегатов.

### Дымовая труба

1. Назначение и конструкция дымовой трубы. Ее высота, диаметр в устье. Расход и температура газов на входе в трубу.
2. Самотяга. Рассеивание газов в окружающую среду.
3. Санитарные нормы и правила по загрязнению окружающей среды.
4. Совместная работа нескольких котлов на одну трубу.
5. Газоходы котлов к дымовой трубе. Конструкция, опоры и обмуровка газоходов.
6. Удаление дымовой трубы от здания содорегенерационных котлов и от жилищного массива.
7. Влияние высоты трубы на загрязнение окружающей среды.

### Библиографический список

Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы: справочник / под общ. ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина. - М.: МЭИ, 2000.

Тепловые и атомные электростанции: справочник / под общ. ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина. - М.: МЭИ, 2003.

### III. Выпарные станции

1. Характер основного производства и показатели работы комбината.

Сырье, его характеристики. Первичная обработка сырья.

Варка целлюлозы, промывка, отбеливание. Приготовление массы.

Изготовление конечного продукта. Характеристика и производительность оборудования.

Технологические схемы побочных производств. Спиртовое производство, производство дрожжей.

2. Технологическая схема оборота щёлоков и химикатов в производстве целлюлозы. Варка, промывной отдел, окисление, предварительный отстой мыла, укрепление, выпарка, промежуточное мылоотделение, газо- или воздухоконтактный испаритель, содовый котёл, растворитель плава, каустизация. Режимы и основные химические реакции перечисленных этапов оборота щёлоков и химикатов.

3. Принципиальная схема выпарной станции.

Параметры греющего пара, вакуум в последнем корпусе, число корпусов, возможные схемы движения щёлока в соответствии с рабочими схемами трубопроводов, концентрация слабого и упаренного щёлока, проектные показатели работы.

4. Рабочая схема выпарной станции.

Порядок питания корпусов щёлоком, параметры пара, щёлока и конденсата по корпусам. Концентрация и температурные напоры по корпусам.

Составление режимной карты работы выпарной станции по корпусам с указанием расходов и параметров всех теплоносителей.

Недостатки в работе станции, нарекания обслуживающего персонала.

5. Схема сбора и использования теплоты конденсата и вторичного пара. Схема использования острого пара. Перепуски конденсата, очистка грязного конденсата, устройство конденсатоотводчиков и расширителей.

6. Конструкция и работа корпусов выпарных аппаратов и их отдельных узлов.  
Устройство греющей камеры, сепаратора, каплеотделителя, организация циркуляции щёлоча, назначение всех штуцеров, приборы теплового измерения и контроля. Регулирование концентрации, температуры и других параметров работы корпуса.
7. Система регенеративного подогрева щёлоча. Схема использования теплоты пара для предварительного и промежуточного подогрева щёлоча, цели подогрева, его технико-экономическая эффективность. Устройство и параметры работы теплообменников.
8. Конденсационное оборудование. Назначение, конструкция и характеристики работы конденсаторов, эжекторов, вакуум-насосов. Сравнительные недостатки и преимущества струйных и поверхностных конденсаторов.  
Расходы охлаждающей воды, количество сточных вод, отбор пара перед конденсатором на подогрев технологической воды.
9. Сдувки, сброс дурнопахнущих веществ и грязного конденсата. Система удаления воздуха и неконденсирующихся газов из корпусов выпарных аппаратов и вспомогательных теплообменников.  
Очистка газов от дурнопахнущих и токсичных составляющих. Система сброса грязного конденсата и сточной воды из барометрического ящика. Очистка сточных вод. Меры по уменьшению загрязнения окружающей среды.
10. Загрязнения выпарных аппаратов. Основные причины загрязнения поверхности нагрева, химические операции процессов, влияние загрязнения на работу оборудования. Ухудшение параметров работы станции по корпусам в интервалах между промывками из-за загрязнения (по оперативному журналу).
11. Промывка выпарной станции. Периодичность, последовательность промывки корпусов, моющие реагенты, длительность и эффективность промывки. Схема и режимная карта промывки.
12. Тепловой контроль и автоматика. Перечень измеряемых и регулируемых параметров, конструкция приборов измерения и датчиков, принципы и схемы

регулирования отдельных параметров. Система регулирования выпарной станции.

13. Эксплуатация станции. Инструкция по эксплуатации, последовательность пуска и останова, управление работой станции.
14. Расширение производства. Перспективы расширения основного производства. Связанное с предстоящим расширением необходимое увеличение производительности выпарной станции и возможные пути ее реконструкции.

#### **IV. Сушильные установки и вентиляция**

1. Основные характеристики вырабатываемой продукции: вид материала; масса  $1\text{ м}^2$  в граммах по ТУ или по ГОСТ; толщина материала; сухость: начальная, по длине сушильной части машины и конечная; ширина вырабатываемой продукции (обрезная и необрезная).

Принципиальная технологическая схема производства данного вида материала.

Основные показатели, по которым контролируется качество продукции.

2. Основные характеристики установленного теплотехнологического оборудования (бумаго-картоноделательные и сушильные машины, конвективные, радиационно-конвективные и другие установки): производительность, кг/ч и скорость, м/мин.

Конструкция сушильных и сукносушильных цилиндров. Число и диаметр сушильных и сукносушильных цилиндров. Толщина стенки сушильного цилиндра. Холодильные цилиндры. Привод сушильных цилиндров. Регулирование скорости между группами.

Характеристика сушильных сукон или сеток: материал, толщина, структура, воздухопроницаемость, масса  $1\text{ м}^2$ , ширина полотна. Конструкция конвективных и радиационно-конвективных установок. Конструкция подающих и транспортирующих устройств, а также устройств, обеспечивающих выгрузку готовой продукции.

3. Схема пароконденсатной системы бумагоделательной (картоноделательной, сушильной) машины. Принцип разделения сушильных цилиндров на отдельные паровые группы.

Избыточное давление пара в группах, температура пара, обеспечение необходимых перепадов давления между паровыми группами.

Промышленная трубопроводная арматура: задвижки, вентили, обратные клапаны, предохранительные клапаны, воздухоотводчики, дросселирующие шайбы.

Параллельное и последовательное пароснабжение в пароконденсатной системе.

Водоотделители. Конструкция водоотделителей и принцип работы. Водомерные стекла водоотделителей.

Конденсатоотводчики, устройство конденсатоотводчиков и принцип действия.

Расходы пара по отдельным паровым группам. Конденсатные насосы, использование резервных конденсатных насосов.

Холодильник - конденсатор, конструкция и поверхность теплообмена. Бак сбора конденсата, гидрозатвор.

Схема автоматического управления и регулирования работы сушильной части. Конструкция регулирующих клапанов, датчики и исполнительные механизмы.

Режимы работы регулирующих клапанов при изменении производительности машины.

Порядок пуска и останова сушильной части машины.

4. Пароснабжение контактных, конвективных и радиационно-конвективных сушильных установок. Пароконденсатная система. Паровые задвижки и конденсатные устройства. Конденсатный бак. Характеристики конденсатных насосов.

5. Подача пара в цилиндры и отвод пароконденсатной смеси.

Конструкция паровых головок.

Устройство черпаков, вращающихся и неподвижных сифонов.

Применяемые зазоры между внутренней поверхностью цилиндра и сифоном.

6. Дополнительные устройства для интенсификации сушки: колпаки скоростной сушки, продувные валики, инфракрасные излучатели, системы Гревина, устройства для обдувки сукон и сеток и т.д.

Конструкция данных устройств, место установки в сушильной части, температура, скорость, давление и расход воздуха, подаваемого в данные устройства.

Оборудование для нагрева и подачи воздуха: калориферы, вентиляторы, сопла и т.д.

Характеристика оборудования, схема воздухопроводов.

7. Технологическая вентиляция.

Схема, параметры сушильного и отработанного воздуха.

Калориферы, тип и поверхность нагрева. Вентиляторы: марка, производительность, напор.

Теплорекуперационные агрегаты (ТРА и ВРА).

Поверхность нагрева, тип теплообменного аппарата. Диаметр и число труб теплообменника или характеристики профильной поверхности пластин.

Скрубберные установки, схема подачи и отвода воды.

#### Общеобменная вентиляция зала машин

Характеристика здания, габариты машинного зала. Источники тепловыделений и влаговыведений.

Схема установок для вентиляции зала. Производительность и напор вентиляторов. Организация потоков воздуха в зале.

Контроль за работой вентиляции.



## Исследовательские работы

1. Измерение температуры поверхности сушильных цилиндров с лицевой и приводной сторон.
2. Измерение расхода, температуры и влажности воздуха, подаваемого под машину и выбрасываемого в атмосферу.
3. Снятие показаний щитовых приборов: скорость машины, скорость бумаги, расход, давление и температура пара в главном паровом коллекторе и по паровым группам, давление пара в водоотделителях групп, уровень конденсата в водоотделителях, температура конденсата и температура воды на входе и выходе конденсатора, давление или вакуум в конденсаторе, характеристика вакуумных и конденсатных насосов (данные должны записываться в течение двух смен с интервалом в 1 ч.). Изменение сухости и толщины бумаги по длине сушильной части.

Данные лаборатории машинного зала.

4. Измерение влажности воздушно-паровой смеси в межцилиндровых пространствах и под колпаком-укрытием сушильной части на уровне обслуживания с лицевой и приводной сторон.

Влажность определяется по таблицам в зависимости от температуры воздуха по сухому и смоченному термометру, определяемой в каждой контрольной точке. При измерении температуры под колпаком необходимо соблюдать правила техники безопасности: студент должен быть защищён от воздействия высокой температуры тёплой одеждой и тёплым головным убором.. Все замеры, которые студент производит на машине, должны производиться только с разрешения руководителя практики от предприятия, с ведома и разрешения руководства машины и совместно с сушильщиками.

5. Составление теплового и материального балансов по результатам обследования сушильной части машины.
6. Определение количества испаряемой воды с  $1 \text{ м}^2$  активной поверхности сушильных цилиндров.

7. Расчёт термодинамического коэффициента полезного действия сушильной части машины.
8. Построение процессов изменения состояния воздуха в сушильной части под колпаком на  $h - d$  диаграмме.
9. Расчёт расхода воздуха для ассимиляции испаряемой воды.
10. Построение графика распределения температуры и давления пара по паровым группам для фактических режимов работы.
11. Измерение температуры воздуха по сухому и смоченному термометрам на уровне обслуживания в основных рабочих местах (у пультов, в начале и в конце сушильной части). Определение относительной влажности и влагосодержания воздуха в обследуемых участках.
12. Измерение температуры наружной поверхности колпака – укрытия на стороне обслуживания и с приводной стороны сушильной части машины.

#### Библиографический список

Бельский А.П. Расчёт и проектирование сушильной части бумагоделательных машин: учебное пособие /СПб ГТУ РП. - СПб, 2000.

Бельский А.П., Лотвинов М.Д. Вентиляция бумагоделательных машин. - М.: Лесная промышленность, 1990.

Самойло В.Н. Оценка тепловой эффективности работы бумагоделательной машины // Химическое и нефтяное машиностроение, 1988. №7. С.13-15.

Самойло В.Н., Лотвинов М.Д. Оптимизация тепловых затрат в широкоформатных бумагоделательных машинах: Обзорная информ. Сер. ХМ-8. Целлюлозно-бумажн. машиностроение / ЦИНТИхимнефтемаш, М., 1984.

Способы повышения тепловой эффективности и интенсивности контактной сушки / В.Н. Самойло, М.Д. Лотвинов: Экспресс-информ. Сер. ХМ-3 / ЦИНТИхимнефтемаш. - М., 1984. № 3. С. 1-20.

Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы: справочник / под общ. ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина. - М.: МЭИ, 2000.

## V. Квартальные отопительные котельные

1. Основное и резервное топливо. Его состав, теплотворная способность, суточный расход. Хранение жидкого топлива. Схема мазутного хозяйства котельной. Применяемые присадки.

Основные затраты теплоты на отопление и вентиляцию, на горячее водоснабжение, на потери в сетях, на собственные нужды котельной.

Описание схемы теплоснабжения.

2. Выбор основного оборудования с учётом покрытия тепловой нагрузки для четырех режимов:

- а) максимального зимнего теплопотребления при расчётной температуре наружного воздуха  $t = - 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- б) при средней температуре наиболее холодного месяца (февраль)  $t = -7,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- в) при средней температуре за отопительный период  $t = -2 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- г) летнего.

3. Обоснование выбора котлоагрегатов (типа ДКВр или ПТВМ или комбинированная установка).

### Тепловая схема котельной

1. Тепловой расчёт котельного агрегата:

- а) расчётные характеристики топлива;
- б) объёмы воздуха и продуктов сгорания;
- в) выбор коэффициента избытка воздуха;
- г) средние характеристики продуктов сгорания в поверхностях нагрева;
- д) расчёт энтальпии продуктов сгорания и составление таблицы;
- е) тепловой баланс и расход топлива;
- ж) расчёт теплообмена в топке;

- з) расчёт пучка;
  - и) расчёт водяного экономайзера (для котлов типа ДКВр).
2. Аэродинамический расчёт котельного агрегата:
    - а) расчёт дымовой трубы;
    - б) расчёт борова;
    - в) расчёт тяги;
    - г) расчёт дутья;
    - д) выбор тягодутьевого оборудования.
  3. Деаэрационно-питательная установка котельной.
  4. Водоподготовка паровых котлов:
    - а) основные данные по анализу воды;
    - б) расчёт оборудования химводоочистки.

#### Библиографический список

Сморозин С.Н., Иванов А.Н. Тепловой и аэродинамический расчёт котельных установок: учеб.пособие / СПбГТУРП, - СПб., 2004.

Сморозин С.Н., Иванов А.Н. Тепловой расчёт котельного агрегата: учеб.пособие / СПбГТУРП, - СПб., 2004.

#### **VI. Теплоснабжение варочного и отбельного цехов**

1. Технологическая схема варки и отбелики целлюлозы по хвойному и лиственному потокам. Расходы целлюлозы в каждом потоке по абсолютно сухой массе.
2. Потребители тепловой энергии (потребляющие пар, горячую и теплую воду).
3. Схема теплоснабжения. Расходы и параметры теплоносителей на каждый поток целлюлозы.
4. Часовые расходы целлюлозы, пара и горячей воды по технологической карте варки или отбелики целлюлозы или по журналу наблюдений вахтенного персонала (за целый месяц).

5. Тепловые балансы по хвойному и лиственному потокам.
6. Баланс теплой и горячей воды по отбельному цеху.
7. Баланс щёлоков по варочному цеху.
8. Потери целлюлозы по варочному и отбельному цехам.
9. Удельные расчётные расходы пара и теплоты на единицу выпускаемой целлюлозы.
10. Нормативные удельные расходы пара и теплоты.
11. Фактические удельные расходы пара и теплоты (за целый месяц).
12. Сравнение расчётных удельных расходов с фактическими и нормативными значениями удельных расходов пара и теплоты.
13. Основные мероприятия по снижению удельных расходов пара и теплоты.  
Усовершенствование схемы теплоснабжения.
14. Возврат конденсата на ТЭЦ.

#### Чертежи

1. Технологическая схема варки или отбелки.
2. Схема теплоснабжения соответствующего цеха.
3. Строительные чертежи с установкой теплотехнического оборудования (план и 2 разреза).
4. Чертёж подогревателя щёлока или воды.
5. Чертёж парового двухканального смесителя (по отбельному цеху).
6. Чертёж теплообменника (пластинчатого или трубчатого).

#### Библиографический список

Непенин Ю.Н. Технология целлюлозы. В 3 т. Т.2. Производство сульфатной целлюлозы: учебное пособие для вузов. - 2 изд., перераб. – М.: Лесная промышленность, 1990.

Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. ПБ 03-576-03. Постановление №91. Утв. Госгортехнадзором России 11.06.2003.

## **VII. Химические методы обработки воды**

### Общие сведения

1. Значение химических методов обработки воды и водного режима тепловых электростанций и котельных для обеспечения их надежной и экономичной эксплуатации. Обращение воды в рабочем цикле тепловых электростанций или котельных.
2. Примеси природных вод и показатели качества воды: содержание взвешенных веществ, сухой и минеральный остаток воды, общая жесткость, карбонатная и некарбонатная жесткость, общая щёлочность, стабильность воды, содержание органических веществ.
3. Коррозия металла паросилового оборудования и методы борьбы с ней. Электрохимическая, химическая коррозия. Механизм и условия протекания коррозионных процессов. Коррозия тракта питательной воды и конденсаторов, коррозия элементов парогенераторов: парообразующих труб, барабанов, пароперегревателей. Коррозия паровых турбин, конденсаторов, тепловых сетей.
4. Отложения в парогенераторах и теплообменниках и способы их удаления. Накипь, шлам. Состав, структура и физические свойства отложений. Условия образования отложений на внутренних поверхностях нагрева парогенераторов и теплообменников. Удаление отложений с поверхности нагрева. Способы очистки, предпусковая химическая и эксплуатационная очистки парогенераторов и тракта питательной воды.

### Предочистка воды

1. Удаление из воды грубодисперсных и коллоидных примесей. Коагуляция воды. Свойства коллоидных систем. Электрокинетический потенциал. Устойчивость коллоидных систем.

Коагулирующие реагенты и процессы, происходящие при введении их в воду. Факторы, влияющие на эффективность процесса коагуляции. Коагуляция воды в осветлителях. Конструкция осветлителей.

2. Известкование и магниальное обескремнивание воды. Реакции, протекающие при известковании и магниальном обескремнивании. Необходимая доза реагента. Факторы, влияющие на эффективность этих процессов.
3. Совмещение процессов коагуляции, известкования и магниального обескремнивания.
4. Осветление воды фильтрованием. Фильтрование пленочное и адгезионное. Основы теории работы фильтрующего слоя. Факторы, влияющие на процесс фильтрования воды. Фильтрующие материалы и их характеристика. Классификация осветлительных фильтров. Конструкции и эксплуатация фильтров насыпного и намывного типов.  
Оптимизация процесса фильтрования.

#### Обработка воды методами ионного обмена

1. Физико-химические основы процесса ионного обмена. Классификация ионообменных материалов. Технологические показатели ионообменных материалов. Марки ионитов.  
Эквивалентность и обратимость обмена ионов. Селективность и селективные ряды для ионов. Изотермы адсорбции. Фронт фильтрования. Связь фронта фильтрования с изотермой адсорбции. Выходные кривые ионитных фильтров. Полная и рабочая обменные ёмкости ионообменных материалов. Регенерационные растворы. Способы регенерации.
2. Натрий и H-катионирование воды. Реакции, протекающие при катионировании воды и регенерации отработанного катионита. Выходные кривые при катионировании. Влияние качества исходной воды и режима регенерации на эффект умягчения. Технология катионирования в фильтрах первой и второй ступеней. Конструкция фильтров. Вспомогательное оборудование катиони-

товых установок. Эксплуатация катионитных фильтров. Комбинированные схемы Н-катионирования.

Требования к катионитам.

Технико-экономические показатели комбинированных схем и область их применения.

3. Анионирование воды. Реакции, протекающие при анионировании. Обменная емкость анионитов. Регенерация анионитных фильтров.

4. Химическое обессоливание воды. Принцип химического обессоливания – комбинирование Н-катионирования и ОН-анионирования воды.

Повышение экономичности химического обессоливания воды.

Применение противоточного и ступенчато-противоточного Н-катионирования и ОН-анионирования.

Схемы обессоливания воды и область их применения. Качество воды, получаемой по этим схемам.

Процесс совместного Н-ОН ионирования.

Технология регенерации ФСД. Особенности конструкции ФСД.

Область применения ФСД. Проблемы технологии ионообменной обработки воды.

#### Библиографический список

Берне Ф., Кордонье Ж. Водочистка. - М.: Химия, 1997.

Кострикин Ю.М., Мещерский Н.А., Коровина О.В. Водоподготовка и водный режим энергоблоков низкого и среднего давления: справочник. - М.: Энергоиздат, 1990.

Николадзе Г.И. Технология очистки природных вод. - М.: Высшая школа, 1987.

Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение. - М.: Стройиздат, 1995.

Сутоцкий Г.П. Повреждения энергетического оборудования, связанные с водно-химическим режимом / АО НПО ЦКТИ.- СПб. 1992.



## VIII. Промышленные печи

### 1. Технология термической обработки материала.

Основные характеристики сырья и вырабатываемого продукта.

Способ обработки исходных материалов до подачи в печь.

Влажность исходных материалов.

Физико-химические процессы, протекающие при нагреве материала. Технологическая кривая нагрева и обжига.

Требования, предъявляемые к качеству получаемого материала.

Влияние состава дымовых газов и золы на физико-химические свойства материала.

Эксплуатационная производительность печи.

Основные показатели, по которым контролируется производительность печи. Основные показатели, по которым контролируется качество вырабатываемой продукции.

### 2. Конструкция печной установки в целом и ее отдельных узлов. Способ загрузки и транспортировки обрабатываемого материала. Металлическая конструкция и обмуровка печи в отдельных зонах. Термическая и физико-химическая устойчивость изоляционных материалов. Характеристика обмуровки печи как тепловой изоляции.

Конструкция транспортных устройств.

### 3. Характеристика используемого топлива. Способ сжигания топлива.

Конструкция горелок. Движение продуктов сгорания в печи. Тепловая работа печи в отдельных зонах. Использование воздуха, нагреваемого в зоне охлаждения. Аэродинамическая схема движения воздуха и продуктов сгорания.

### 4. Утилизация теплоты удаляемых дымовых газов. Очистка дымовых газов.

Тягодутьевые устройства. Затраты энергии на тягодутьевые машины и транспортные устройства.

### 5. Эксплуатационные характеристики печи. Тепловой баланс установки. Удель-

ный расход топлива на единицу продукции. Возможные мероприятия по снижению удельного расхода топлива.

Неравномерность температур по сечению печи и способы ее снижения.

### Контрольно-измерительная и регулирующая аппаратура

1. Измерение температур газового потока и материала.
2. Измерение расходов топлива, воздуха и дымовых газов.
3. Анализ дымовых газов в отдельных зонах печи.
4. Регулирование процесса горения.
5. Анализ состава и запыленности уходящих дымовых газов.

### Библиографический список

Жучков П.А. Огнетехнические установки целлюлозно-бумажного производства / ЛТА. - Л., 1978.

Жучков П.А. Расчёт и проектирование высокотемпературных установок ЦБП / ЛТА. Л., 1979.

### Безопасность объектов

В программу преддипломной практики входит сбор и анализ сведений, позволяющих в дальнейшем разработать следующие три части данного раздела

1. Производственная безопасность.
2. Факторы, влияющие на экологическую безопасность.
3. Безопасность в условиях чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени.

Студент может получить эту информацию в отделе техники безопасности, экологической службе и штабе гражданской обороны того предприятия, на котором он проходит преддипломную практику.

## Автоматизация и теплотехнический контроль

1. Общая организация управления технологическими процессами промышленной ТЭС и технологическими процессами ЦБК.
2. Задачи, решаемые цехом, отделом, лабораторией КИП и автоматики.
3. Назначение и расположение пультов управления, щитов управления, щитов автоматических регулирующих приборов и теплотехнического контроля основного и вспомогательного оборудования тепловой части ТЭС и технологических процессов ЦБК.

---

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
Цель и задачи преддипломной производственной практики .....	-
Требования к техническому отчёту .....	4
Объекты практики и дипломного проектирования .....	5
I. Парогенераторы и их реконструкция .....	-
Котельный цех, топка .....	-
Котлоагрегат .....	6
Паровые, водяные и газовые коммуникации. Арматура. ....	7
Тяга и дутье .....	8
Золоудаление и шлакоудаление .....	-
Библиографический список .....	9
II. Содорегенерационные котлоагрегаты (СРК).....	10
Технологическая схема содорегенерационного отдела .....	-
Топочная камера .....	11
Фестон котла .....	14
Ширмовый пароперегреватель .....	-
Конвективные поверхности нагрева котла .....	15
Водяной экономайзер .....	-
Паровые калориферы для подогрева воздуха .....	16
Воздухоподогреватель.....	-
Электрофильтры .....	-
Каскадный испаритель .....	-
Скрубберы .....	17
Дымососы .....	18
Дымовая труба .....	19
Библиографический список .....	-

III. Выпарные станции.....	20
IV. Сушильные установки и вентиляция.....	22
Общеобменная вентиляция зала машин .....	24
Исследовательские работы .....	25
Библиографический список .....	26
V. Квартальные отопительные котельные.....	27
Тепловая схема котельной .....	-
Библиографический список .....	28
VI. Теплоснабжение варочного и отбельного цехов.....	-
Чертежи .....	29
Библиографический список .....	-
VII. Химические методы обработки воды.....	30
Общие сведения .....	-
Предочистка воды .....	31
Обработка воды методами ионного обмена.....	-
Библиографический список .....	32
VIII. Промышленные печи.....	33
Контрольно-измерительная и регулирующая аппаратура .....	34
Библиографический список.....	-
Безопасность объектов.....	35
Автоматизация и теплотехнический контроль.....	-

Редактор и корректор В.А. Басова

Техн. редактор Л.Я. Титова.

Темплан 2010 г., поз.129.

Подп. к печати 14.12.2010.

Формат 60x84/16. Бумага тип. №1.

Печать офсетная. Объем 2,25 печ. л., 2,25 уч.-изд. л. Тираж 200 экз.

Изд. № 129. Цена «С». Заказ

Ризограф ГОУВПО Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров,  
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.