



ПАО «Территориальная генерирующая компания №2»

И.о. технического директора

\_\_\_\_\_ С. В. Федоров

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

**Учебная программа  
для подготовки и повышения квалификации  
рабочих по профессии  
«Машинист котлов»**

*Код профессии 13785*

г. Ярославль

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящие учебные план и программа предназначены для обучения персонала ТЭЦ по профессии «Машинист котлов».

Учебная программа является документом, определяющим продолжительность и содержание обучения, соответствует задачам профессионального обучения рабочих.

Учебная программа разработана на основании квалификационных требований, указанных в Тарифно-квалификационном справочнике работ и профессий рабочих электроэнергетики по профессии «Машинист котлов», и профессионального стандарта «Работник по эксплуатации тепломеханического оборудования тепловой электростанции», а также с учетом особенностей технологических процессов конкретного производства и предусматривает:

- профессиональную подготовку на базе непрофильного образования;
- переподготовку на базе смежной профессии.

# **КВАЛИФИКАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИЯ – МАШИНИСТ КОТЛОВ**

**Код профессии - 13785**

## **ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТ**

Обслуживание, контроль за работой путем обхода, обеспечение надежной работы основного и вспомогательного котельного оборудования: пылеприготовительной установки, газовоздушной, газомазутной и дренажных систем, горелочных устройств, пароводяного тракта с установкой по вводу химических реагентов, систем продувок и устройств по обдуву поверхностей нагрева котла, редукционно-охладительной установки, бакового хозяйства, систем технической воды и сжатого воздуха, систем золоулавливания и золоудаления. Участие в ведении режима работы котлоагрегата. Пуск, останов, опробование, опрессовка обслуживаемого оборудования, переключения в тепловых схемах котельной установки. Выявление и устранение неисправностей в работе оборудования. Участие в ликвидации аварийных ситуаций.

## **ДОЛЖЕН ЗНАТЬ:**

устройство и технические характеристики котлов и вспомогательного оборудования; тепловые схемы и технологический процесс работы агрегатов; назначение и принцип работы автоматических регуляторов, тепловых защит, блокировок, сигнализации и средств измерений; нормы качества пара, питательной воды; характеристику сжигаемого топлива; свойства химических реагентов, вводимых в пароводяной тракт агрегата, и их дозировку; режимы нагрузки котлоагрегатов; основы теплотехники, основы электротехники, механики и водоподготовки.

Кроме работ, предусмотренных тарифно-квалификационной характеристикой, рабочие должны также выполнять работы, связанные с приемкой и сдачей смены, своевременной подготовкой к работе своего рабочего места, оборудования, инструмента и приспособлений, содержанием их в надлежащем порядке, ведением установленной технической документации, а также должен знать виды аварийных ситуаций, причины их возникновения и способы предупреждения и устранения.

Кроме требований к уровню теоретических и специальных знаний, изложенных в тарифно-квалификационной характеристике, рабочий должен знать: производственную (должностную) и эксплуатационные инструкции; технологические схемы, правила технической эксплуатации электрических станций и сетей; требования промышленной безопасности, пожарной безопасности и взрывобезопасности, охраны труда; правила внутреннего трудового распорядка ТЭС.

## ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

| №  | Содержание                                                                                          | Количество часов |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|    |                                                                                                     |                  |
|    | <b>Теоретическое обучение</b>                                                                       | <b>104</b>       |
|    | <b>I.Общетехнический курс</b>                                                                       | <b>10</b>        |
| 1. | Значение энергетики                                                                                 | 2                |
| 2. | Основные сведения из физики, гидравлики, химии и теплотехники                                       | 4                |
| 3. | Основы электротехники                                                                               | 1                |
| 4. | Материаловедение                                                                                    | 3                |
|    | <b>II.Специальный курс (спецтехнология)</b>                                                         | <b>94</b>        |
| 1. | Топливо и его сжигание                                                                              | 8                |
| 2. | Водоподготовка и водно-химический режим                                                             | 16               |
| 3. | Устройство котлов и вспомогательного котельного оборудования                                        | 16               |
| 4. | Средства контроля, измерений и автоматики                                                           | 12               |
| 5. | Эксплуатация котлов и вспомогательного котельного оборудования                                      | 24               |
| 6. | Охрана труда. Производственная санитария. Пожарная безопасность. Охрана окружающей среды            | 8                |
| 7. | Промышленная безопасность опасных производственных объектов                                         | 8                |
| 8. | Основные руководящие документы по экономической и безаварийной эксплуатации тепловых электростанций | 2                |
|    | <b>Производственное обучение (на рабочем месте)</b>                                                 | <b>320</b>       |
| 1. | Изучение технологического процесса тепловой электростанции                                          | 20               |
| 2. | Освоение приемов выполнения ремонтных работ                                                         | 20               |
| 3. | Освоение эксплуатации оборудования                                                                  | 200              |
| 4. | Стажировка (дублирование – пробная работа под наблюдением) на рабочем месте машиниста котлов        | 80               |
|    | <b>Консультации</b>                                                                                 | <b>6</b>         |
|    | <b>Экзамены</b>                                                                                     | <b>4</b>         |
|    | <b>Общее время обучения</b>                                                                         | <b>434</b>       |

# **ПРОГРАММА ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ ОБЩЕТЕХНИЧЕСКИЙ КУРС**

## **Тема 1. Значение энергетики**

Роль энергетики в развитии отраслей народного хозяйства Российской Федерации и регионов, в которых расположена данная тепловая станция.

Виды электрических станций: тепловые (с паровыми турбинами, с газовыми турбинами), парогазовые, атомные, ветровые, ГЭС, приливные, МГД-энергоустановки и др.

Тепловые электрические станции (ТЭС): конденсационные и теплоэлектроцентрали. Единичные мощности энергетических агрегатов, предельная суммарная мощность ТЭС. Параметры пара и горячей воды, применяемые на тепловых электростанциях с турбинами среднего, высокого и сверхкритического давлений. Тенденция повышения единичной мощности энергетических агрегатов и параметров свежего пара. Основные принципы размещения тепловых электростанций по территории страны.

## **Тема 2. Основные сведения из физики, гидравлики, химии и теплотехники**

Газы. Свойства газов. Основные законы. Давление. Атмосферное давление. Манометр. Барометр. Сжиженные газы. Транспортировка газов.

Жидкости. Движение жидкости. Основные свойства и законы. Растворы жидкостей и газов. Вода. Свойства воды. Агрегатные состояния: жидкое, твердое, газообразное. Движение жидкости в каналах, трубах. Взаимосвязь гидравлики и гидромеханики. Способы определения глубины и скорости потока. Истечение жидкости через отверстия и водосливы. Фильтрация жидкости через грунт. Безнапорное и напорное движение жидкости. Плотность жидкости. Перепад давления. Измерение перепада давления. Прикладное значение законов гидравлики. Гидравлическое сопротивление. Гидравлический удар, его причины и последствия.

Простые и сложные вещества. Химические знаки, формулы и уравнения. Стехиометрические законы. Строение вещества. Понятие о периодической системе Д.И.Менделеева. Окисление веществ. Горение. Взрыв. Влияние концентрации веществ на свойства смесей газов и жидкостей. Растворы жидкостей и газов. Электротехническая диссоциация.

Важнейшие химические соединения. Оксиды, кислоты, основания (щелочи), соли. Свойства основных химических веществ: водорода, кислорода, хлора, серы, фосфора, азота, кремния, углерода и их соединений. Щелочные металлы, их соединения и свойства.

Теплота как форма движения. Температура. Температурные шкалы. Абсолютная температура. Теоретическая теплотехника. Задачи. Термодинамика и ее законы. Измерение количества тепла в международной системе единиц (СИ).

Превращение воды в водяной пар при различных давлениях. Влажный, насыщенный и перегретый пар. Степень сухости водяного пара. Удельный объем, энтальпия, энтропия.  $PV$  – ,  $TS$  – и  $IS$  – диаграммы. Скрытая теплота парообразования и зависимость ее от давления. Графическое изображение процессов парообразования и дросселирование пара в зависимости от исходных и конечных параметров. Изменение свойств пара при переходе к высоким температурам и давлениям.

Критическая точка, ее параметры и особенности. За критические (сверхкритические) параметры пара.

Принципиальные схемы паросиловых установок. Изображение циклов паросиловых установок в PV – и IS – диаграммах. Конденсация пара. Влияние начальных и конечных параметров пара на коэффициент полезного действия (к.п.д.) паросиловой установки. Цикл с промежуточным перегревом пара. Регенеративный подогрев питательной воды. Термический к.п.д. паросиловой установки с регенеративным подогревом питательной воды. Потери тепла в паросиловой установке.

Общие сведения о теплопередаче. Способы передачи тепла: излучение, конвекция, теплопроводность. Радиационный теплообмен и его зависимость от температуры излучающих поверхностей. Конвекция как перенос тепла движущей средой. Практическое применение указанных способов передачи тепла. Теплопроводность твердых тел.

Коэффициенты теплопередачи от среды к стенке и от стенки к среде. Их зависимость от конструктивных условий и физических характеристик рабочих сред. Коэффициент теплопередачи. Факторы, влияющие на его величину. Влияние состояния поверхностей нагрева. Теплопроводность. Реальный теплообмен в котельных агрегатах, рекуперативных воздухоподогревателях.

Топочные процессы. Теплонапряжение топочного объема. Тепловые потоки. Предельные значения этих величин для различных конструкций котлов.

Пути и способы дальнейшего совершенствования паросилового цикла, повышения его надежности и экономичности.

### **Тема 3. Основы электротехники**

Электрический ток. Законы постоянного тока. Параметры тока. Единицы измерения электрических и магнитных величин. Напряжение. Сила тока. Проводники электрического тока. Сопротивление. Проводимость. Закон Ома. Работа и мощность. Изоляция и изоляторы. Электроизоляционные материалы.

Однофазный переменный ток. Трехфазный ток. Его получение. Фазовое и линейное напряжения.

Полная электрическая цепь и ее элементы. Электродвигатели, трансформаторы, коммутационное оборудование. Типовые схемы электрических соединений. Электродвигатели. Принцип действия. Электродвигатели постоянного тока. Устройство и применение. Регулирование частоты вращения ротора. Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Устройство и применение. Параметры. Пусковой и рабочий токи. Маркировка двигателей.

Асинхронный двигатель с фазным ротором. Устройство и применение. Параметры. Маркировка.

Синхронные электродвигатели. Принцип работы, устройство, назначение. Система охлаждения электрических машин.

Принципиальная схема электроснабжения потребителей в котельном цехе (участке). Резервное питание ответственных потребителей.

Короткое замыкание в сети постоянного тока и в потребительской сети переменного тока. Причины, виды замыкания, последствия. Короткое замыкание в обмотках двигателя. Замыкание обмотки на металл статора.

Заземление и зануление. Области применения. Электродвигатели во взрыво- и взрывобезопасном исполнении. Электродвигатели приводов запорной арматуры и грузоподъемных механизмов.

## Тема 4. Материаловедение

Предмет материаловедение. Материалы, применяемые в энергомашиностроении.

Черные металлы и их сплавы. Конструкционные металлы, применяемые для энергомашиностроения и строительства электростанций.

Чугун. Свойства и классификация чугунов. Маркировка. Переработка чугуна в сталь.

Сталь. Классификация стали по способу получения, химическому составу, назначению, качеству.

Легирующие стали. Влияние легирующих элементов на свойства стали. Общие требования к стали, применяемой в котлостроении для изготовления арматуры, инструмента. Маркировка стали.

Коррозия металла в условиях работы котлоагрегата. Высокотемпературная, низкотемпературная, кислородная коррозия и причины их возникновения. Коррозионное растрескивание, межкристаллитная и транскристаллитная коррозия.

Эрозия элементов оборудования котлоагрегата (поверхностей нагрева, трубопроводов и др.).

Общие сведения о защите металла от коррозии и эрозии.

Механические и термические напряжения.

Пластическая деформация, хрупкость и упругость металла. Снятие остаточных напряжений.

Ползучесть стали. Релаксация напряжений. Прочностные характеристики стали. Предел прочности, предел текучести, ударная вязкость.

Требования к качеству металла, работающего в экстремальных условиях (высокие и низкие температуры, циклическая нагрузка и др.). Принципиальные основы методов контроля качества металла в условиях эксплуатации.

Цветные металлы и сплавы (свинец, олово, медь, алюминий, дюралюминий, латунь, бронза, баббит, силумин и др.), применяемые в энергомашиностроении, их свойства и условия работы.

Сварка металлов. Виды сварки. Сварочные материалы. Требования к ним. Конструкция сварных швов. Режимы сварки и термообработки. Возможные дефекты в сварных соединениях, их причины и влияние на надежность работы котельного оборудования и трубопроводов. Принципиальные основы контроля качества сварных соединений.

Смазочные материалы. Свойства минеральных масел и их изменения в условиях хранения и эксплуатации. Требования к качеству масел. Контроль качества и регенерация смазочных масел. Консистентные смазки, их свойства и области применения.

Уплотнительные (прокладочные) и набивочные (сальниковые) материалы для оборудования котельного цеха (участка) в зависимости от параметров рабочих сред.

Паронит, кожа, резина, асбест, металлические прокладки, войлок, фетр, льняная пакля, каболка. Области применения. Контроль качества перечисленных материалов.

Обмуровочные материалы (шамотный кирпич). Их свойства, классификация и области применения. Требования к хранению. Контроль качества. Фасонные изделия. Способы выполнения обмуровки, крепление обмуровки на котле. Проверка состояния обмуровки на эксплуатируемых котлоагрегатах.

Теплоизоляционные материалы, их свойства и области применения.

Конструкция изоляции оборудования и трубопроводов. Контроль за состоянием изоляции.

Бетон и его составляющие. Железобетон. Марки цемента.

Материалы для спецодежды и спецобуви персонала, обслуживающего котлоагрегаты.

## **СПЕЦИАЛЬНЫЙ КУРС (спецтехнология)**

### **Тема 1. Топливо и его сжигание**

Органическое топливо как энергоноситель. Основные месторождения ископаемого топлива. Состояния и перспективы развития топливной базы Российской Федерации.

Вторичные топливно-энергетические ресурсы как отходы перерабатывающих отраслей промышленности и их роль в народном хозяйстве.

Элементарный химический состав топлива, горючая часть, балласт, вредные примеси. Технологическая характеристика топлива: теплота сгорания, выход летучих веществ, свойства твердого остатка, количество и состав минеральных примесей, влажность, сернистость.

Влияние физико-химических свойств топлива на экономичность и надежность котлоагрегатов, а также на окружающую среду.

#### *КЛАССИФИКАЦИЯ ТОПЛИВ:*

Твердое котельное топливо: каменные и бурые угли, сланцы, торф, промотходы. Влажность топлива. Абсорбированная влага, капиллярная влага, коллоидная влага, гидратная влажность. Предельная величина влажности, характеризующая появления замизывания и потерю сыпучести топлива. Влияние влажности на угол естественного откоса. Горючая масса топлива. Зольность топлива. Состав золы. Температуры размягчения и плавления. Значение зольности топлива для выбора конструкции котла. Пересчет составляющих топлива на сухую горючую массу. Выход летучих веществ как одна из важнейших характеристик топлива. Условное топливо.

Предварительная подготовка твердого топлива. Сепарирование металла, попадающего в топливо при добыче, транспортировании и хранении топлива. Магнитные сепараторы. Удаление из угля древесной щепы и других неметаллических предметов. Грохоты, их назначение и устройство. Влияние процесса дробления, размола и очистки топлива на экономичность котельной установки. Мельница как сушильно-размольный агрегат. Производительность мельницы. Допустимые температуры сушильной среды по сушильно-размольному тракту. Влияние состава топлива на величину температуры сушильной среды. Сущность процесса размола твердого топлива в различных мельницах. Коэффициент размолоспособности топлива. Оптимальная тонина помола в зависимости от содержания летучих частиц в топливе. Пневматический транспорт топлива в системе пылеприготовления. Сепарация пыли. Пылесепарационные устройства, принцип действия и сфера применения. Пылевидное топливо. Свойства, характеристики. Текучесть. Хранение пыли. Способность пыли к самовозгоранию и взрыву. Меры по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности. Абсорбция влаги. Влияние влажности на свойства пыли.

Фракционный состав пыли – один из критериев оценки работы



пылесистемы и значение его рациональной организации процесса сжигания пыли. Применяемые технологические системы пылеприготовления. Сушка топлива в системах пылеприготовления и ее значение для размола и сжигания. Воздушно сухая влажность топлива. Выбор сушильного агента (воздух, уходящие газы). Предварительная подсушка топлива.

Тип горелочных устройств для сжигания пыли и их основные характеристики.

Процесс горения пылевидного топлива. Теоретически необходимое количество воздуха для полного сгорания топлива. Фактическое количество воздуха, подаваемого в топочное устройство. Коэффициент избытка воздуха по топочно - газовому тракту. Показатели, характеризующие процесс горения.

Характерные отличия камерного сжигания топлива от слоевого. Фазы горения пылевой частицы топлива: окисление горючей части, воспламенение, горение. Факторы, определяющие скорости сжигания. Продукты сгорания топлива: уходящие газы, зола, шлак. Состав уходящих газов, золы, шлака в зависимости от состава исходного топлива и топочного режима котла.

Энергетическая мощность котла. Ее определение и выражение в эксплуатационных показателях. Влияние коэффициента избытка воздуха и потерь тепла из-за механической и химической неполноты сгорания. Зависимость от работы пылеприготовительных установок.

Жидкое котельное топливо. Сорта и маркировка жидкого топлива, применяемого в энергетических котлах. Краткие сведения о процессе получения жидкого топлива. Состав топлива. Физико-химические свойства. Подача жидкого топлива электростанциям, его приемка (разгрузка), хранение, подготовка к сжиганию и подача к котлам. Пожаро - и взрывоопасность жидкого топлива и оборудования, предназначенного для подготовки, транспортирования и сжигания жидкого топлива. Горелочные устройства для сжигания жидкого топлива. Особенности сжигания высокосернистых мазутов.

Газообразное котельное топливо (природные газы, газовые отходы металлургической и других отраслей промышленности (шахтный метан, различные газовые смеси и др.), их состав, физико-химические свойства и энергетическая ценность. Краткие сведения о процессах получения газообразного топлива и транспортирования его к месту сжигания. Магистральные газопроводы. Подача газа от магистральных коммуникаций к промышленным объектам-потребителям. Газораспределительные станции (ГРС) и потребительские газорегулирующие пункты (ГРП). Принципиальная схема ГРП электростанции. Принцип работы размещенного в ГРП оборудования (автоматических регуляторов, технологической защиты, арматуры и др.). Взрывоопасность газового топлива и газоснабжающего оборудования. Определение пределов взрываемости.

Требования нормативных документов к конструкции газовой арматуры, продувочных систем, штуцерам, фланцам и их взаимному расположению. Признаки утечки газового топлива.

*Примечание:* Дополнительно требования по объему эксплуатации газового оборудования даны в «Учебном плане и программе по обучению персонала котлотурбинных цехов, обслуживающего объекты газораспределения и газопотребления».

Организация контроля за процессом сжигания топлива с учетом

принципиальных различий твердого топлива (кускового и пылевидного), жидкого и газообразного. Требования к параметрам жидкого и газообразного топлива, подаваемого в топку котлов. Определение расхода топлива на электростанциях. Контроль за загазованностью воздуха в местах расположения газового оборудования и газопроводов. Принцип действия и устройство промышленных газоанализаторов.

Метод оценки возможности и целесообразности одновременного сжигания различных видов топлива. Понятие о режимной карте котла.

Неоднородность структуры и физико-химических свойств топлива одного вида, учет их влияния на работу котельной установки.

Основные направления экономии топлива на электростанциях в составе единой системы рационального использования топливно-энергетических ресурсов в народном хозяйстве. Совершенствование методов сжигания низкосортных видов топлива. Рационализация технологических коммерческих связей тепловых электростанций с предприятиями – поставщиками топлива и предприятиями – потребителями тепловой и электрической энергии.

## **Тема 2. Водоподготовка и водно-химический режим**

Основные задачи водоподготовки и рациональной организации водного режима котлов и тракта питательной воды. Обращение воды в рабочем цикле тепловой электростанции. Методы очистки и обработки природной воды. Оборудование водоподготовительной установки. Коррозия металла теплосилового оборудования и методы борьбы с ней, виды коррозии металлов. Коррозия элементов котлов. Коррозия парообразующих труб и барабанов котлов при эксплуатации: нитридная гальванокоррозия, подшламовая (ракушечная), щелочная, межкристаллитная, пароводяная. Коррозия пароперегревателей. "Стояночная коррозия" котлов.

Отложения в котлах и теплообменниках и способы их удаления. Состав, структура и физические свойства отложений. Образование отложений на внутренних поверхностях нагрева котлов с многократной циркуляцией. Условия образования твердой фазы солевых растворов и накипей. Образование отложений на внутренних поверхностях прямоточных котлов, удаление отложений с поверхности нагрева котлов, теплообменных аппаратов и тракта питательной воды.

Загрязнение пара, образование отложений по паровому тракту, способы их удаления. Причины загрязнения пара: капельный и избирательный унос отложений по паровому тракту. Общая и индивидуальная промывка пароперегревателей. Водно-химические режимы котлов на электростанциях. Водно-химический режим тракта питательной воды и обратных конденсатопроводов. Водно-химический режим котлов с многократной циркуляцией воды, предотвращение коррозии и накипеобразования. Непрерывная и периодическая продувка котлов с многократной циркуляцией. Нормирование качества питательной воды и котловой воды с многократной циркуляцией. Водно-химический режим прямоточных котлов. Нормы качества питательной воды прямоточных котлов. Проверка эффективности проводимых на электростанции водно-химических режимов и химический контроль за водоподготовкой и водным режимом, отбор проб воды и пара, приборы для химического контроля качества воды и пара. Установки для введения химических реагентов в пароводяной тракт котла.

Нейтрально-кислородный водный режим. Условия его применения.

Влияние водно-химического режима на прочность металла, работающего при параметрах сред котлов. Пусковые и эксплуатационные промывки внутренних поверхностей пароводяного тракта.

Термическая деаэрация воды. Принцип работы и конструкция деаэраторов. Фосфатирование котловой воды, сущность процесса, назначение, область применения. Схема ввода фосфата в котел. Режим фосфатирования. Амминирование питательной воды, сущность процесса. Амминирование как средство предупреждения коррозии питательного тракта.

Сульфитирование питательной воды, сущность метода и назначение.

Гидразинная обработка питательной воды, сущность метода, преимущества по сравнению с сульфитированием. Схема контроля за состоянием водно-химического режима на ТЭС.

### **Тема 3. Устройство котлов и вспомогательного котельного оборудования**

Типы котлов. Основные их характеристики. Котлы паровые и водогрейные, с естественной циркуляцией и прямоточные. Котлы на докритическое и сверхкритическое давление пара.

Барабанные котлы. Основные марки котлов, их назначение и конструктивные особенности. Барабаны котлов. Водяное и паровое пространство барабана. Сепарационные устройства. Подача питательной воды в барабан. Солёные отсеки. Места непрерывной и периодической продувки котла. Контур естественной циркуляции. Подъемные и опускные трубы, способы крепления труб в барабанах и коллекторах. Понятие о естественной циркуляции воды в котле. Движущий напор циркуляции, полезный напор, скорость циркуляции. Сопротивление подъемных труб. Кратность циркуляции, ее предельно допустимое значение. Показатели естественной циркуляции воды в котле. Причины нарушения циркуляции, возможные последствия. Нарушения в работе опускных труб. Образование пара в опускных трубах вследствие падения давления во входном сечении трубы. Попадание пара из барабана котла в опускные трубы. Опрокидывание циркуляции. Работа неподогреваемых водоопускных труб.

Гидравлическая схема и работа контуров с принудительной циркуляцией.

Устройство для контроля за положением уровня воды в барабанах. Нижний и верхний допустимые уровни.

Схема продувки, опорожнения и дренажа котлов. Расположение продувочных трубопроводов относительно остального оборудования. Расширители продувки, их конструкция.

Прямоточные котлы. Принцип их работы и отличия от барабанных котлов. Прямоточные котлы докритического и сверхкритического давления.

Гидродинамика котлов докритического и сверхкритического давления. Понятие о весовой скорости рабочей среды, используемой при оценке гидродинамической устойчивости работы поверхности нагрева.

Отечественные прямоточные котлы для сжигания различных видов топлива. Компоновка топочных экранов. Работа топочных экранов при изменении нагрузки котла. Отказ на ряде котлов от специальных поверхностей нагрева зоны максимальной теплоемкости (переходной зоны). Назначение и компоновка пароперегревательных поверхностей нагрева. Пароперегреватели радиационные и конвективные. Условия работы. Вертикальные и горизонтальные ширмы. Назначение и особенность работы обвязочных змеевиков. Колы с газоплотными экранами. Применение наддува.

Водогрейные котлы. Основные марки котлов, назначение и их конструктивные различия. Основной и пиковый режимы котла. Пароводогрейные котлы, особенности их конструкции.

Рассмотрение и разъяснение понятия "Эксплуатационный диапазон нагрузки котла" в зависимости от конструкции, вида используемого топлива и схемы включения (блочная или с поперечными связями).

Сведения о нормировании требований к качеству материалов и полуфабрикатов, применяемых для изготовления элементов котлов.

Расчетный ресурс котла и его основных элементов: барабанов, коллекторов, трубопроводов и др.

Устройства для контроля за тепловыми перемещениями элементов котла.

Топки и процесс горения топлива, превращение химической энергии топлива в тепловую энергию. Основные виды топочных процессов. Виды топок для сжигания жидкого, газообразного и твердого (пылевидного) топлива. Конструкция топочных камер. Открытые топки, топки с пережимом, топки с циклонными предтопками, вихревые. Конструкция лазов, лючков в коллекторах, крышек и топочных дверцев.

Применение топок с пережимом при сжигании твердого (пылевидного) топлива. Зажигательный пояс, особые требования к нему в топках с пережимом. Преимущества и недостатки топок с пережимом.

Применение циклонных предтопок для сжигания пылевидного топлива на газомазутных котлах. Материал шипов, набивка ошипованных поверхностей. Котлы с кипящим слоем твердого топлива. Циркулирующий и кипящий слой. Условия применения.

Особенности топок котлов, работающих под наддувом. Газоплотные экраны.

Расчетные характеристики топочных устройств, тепловая мощность, удельная нагрузка топки. Образование шлака в топке и удаление его (сухое и жидкое).

Эффективность выхода жидкого шлака в зависимости от нагрузки топки котла. Накопление шлака при пониженной нагрузке, режим повышения нагрузки при накоплении шлака.

Особенности конструкции топок для сжигания газообразного топлива.

Горелки их конструкция и производительность. Прямоточные, турбулентные горелки. Многоярусное расположение горелок. Конструкция выходных патрубков горелок, обгорание насадок. Пылегазовые горелки. Сброс запыленного воздуха. Газомазутные горелки. Мазутные форсунки. Газовые электрозапальники. Устройства для продувки газопроводов котла.

Передача тепла в топке и газоходах поверхностями нагрева.

Продукты полного и неполного сгорания. Теоретически необходимое количество воздуха для горения. Действительное количество воздуха. Коэффициенты избытка воздуха при различных видах топлива и на различных режимах. Реакция горения. Контроль за процессом полного сгорания топлива.

Содержание углекислоты и кислорода в уходящих газах и способы их измерения. Особенности сжигания различных видов топлива и совместное сжигание двух видов (газ и мазут, газ и твердое топливо, мазут и твердое топливо).

Баланс тепла в котле. Уравнение теплового баланса. Виды потерь тепла в котле. Потери тепла с уходящими газами ( $q_2$ ). Потеря тепла от химического недожога ( $q_3$ ). Потеря тепла от механического недожога ( $q_4$ ). Потери тепла от наружного охлаждения во внешнюю среду ( $q_5$ ). Зависимость потерь тепла от видов сжигаемого топлива, способов

шлакоудаления, конструкции топки, избытков воздуха, нагрузки и других факторов. Испарительная способность топлива. Расход топлива. Коэффициент полезного действия (к.п.д.) котла по прямому и обратному балансу.

Промежуточный перегрев пара. Принципиальная схема установки с промежуточным перегревом пара. Промежуточные пароперегреватели. Назначение промежуточного перегрева пара. Термический к.п.д. цикла в установках с промежуточным перегревом пара. Выбор начальных параметров пара, отводимых на промежуточный перегрев. Влияние отдельных факторов на тепловую экономичность цикла с промежуточным перегревом пара. Общее повышение тепловой экономичности от промежуточного перегрева пара. Влияние его на стоимость установки. Компоновка вторичных пароперегревателей.

Паропроводы в системе промежуточного перегрева пара. Металл, применяемый в системе промежуточного перегрева пара. Изменение свойств металла в процессе эксплуатации.

Регулирование температуры пара промежуточного перегрева. Рециркуляция газов. Эксплуатационные особенности системы циркуляции газов. Изменение положения факелов в топке.

Байпасирование газов. Схема раздвоенных газоходов. Байпасирование пара в газовой ступени вторичного пароперегревателя. Передача тепла от первичного пара ко вторичному. Паровые теплообменники (ППТО). Регулирование температуры пара промежуточного перегрева.

Промежуточный перегрев пара на теплоэлектроцентралях.

Применение двукратного промежуточного перегрева пара.

Преимущества и недостатки применяемых схем регулирования температуры свежего пара и пара промперегрева. Экономическая нецелесообразность регулирования температуры пара промперегрева впрыском, недопустимости его применения на малых нагрузках.

Предохранительные устройства, предотвращающие повышение давления в котле выше допустимого.

Устройства для ввода в котел питательной воды, химических реагентов при внутрицикловой обработке и промывках.

Выравнивание температуры пара.

Паспорт котла, его назначение и порядок пользования.

Воздухоподогреватели. Типы воздухоподогревателей. Трубчатые и регенеративные вращающиеся воздухоподогреватели, их преимущества и недостатки.

Конструкции регенеративных вращающихся воздухоподогревателей (РВП), уплотнение РВП. Пути снижения присосов и перетоков воздуха в РВП. Защита РВП от коррозии. Очистка РВП.

Энергетические калориферы, применение их в газомазутных котлах. Конструкции калориферов, их назначение.

Обмуровка котлов (стен, топочной камеры, потолочного перекрытия, хвостовых поверхностей нагрева), ее назначение, конструктивное исполнение. Меры по предупреждению присосов воздуха через обмуровку котла. Требования к тепловой изоляции и обмуровке котлов.

Устройства для наружной очистки поверхностей нагрева. Обдувочные аппараты, дробеочистка, виброочистка, устройства паровой "пушечной" обдувки. Их назначение, конструкция, область применения и режимы эксплуатации.

Конструктивные меры, препятствующие взрывоопасному скоплению газов в газоходах, а также допускающие очистку газоходов от отложений продуктов сгорания. Взрывные предохранители устройства топок и газоходов. Их размещение и устройство. Запорная арматура котла.

Требования к ее расположению и системе управления ею. Расположение площадок и лестниц.

Очистка дымовых газов от золы и сернистого ангидрида. Конструкции электрофильтров, батарейных циклонов, мокروطочковых золоуловителей. Принцип их действия и режимы работы. Влияние их работы на надежность дымососов и на к.п.д. котла.

Прогрессивные способы очистки дымовых газов от золы и сернистого ангидрида. Устройства и технологические схемы снижения концентрации окислов азота в дымовых газах.

Тягодутьевые машины, назначение их и принцип работы. Тяги естественная и искусственная. Устройство тягодутьевой машины (ротор, улитка, вал, подшипники, соединительная муфта). Различные конструктивные исполнения этих узлов, характерные для дымососов, дутьевых вентиляторов и вентиляторов горячего дутья. Устройства для регулирования производительности тягодутьевых машин (регулирующие шиберы, направляющие аппараты различных конструкций, применение двухскоростных электродвигателей дутьевых вентиляторов). Автономная и принудительная смазка подшипников вращающихся механизмов. Особенности осевых машин.

Золошлакоудаление. Совместное и раздельное удаление шлака и золы. Разомкнутый и замкнутый циклы смывной воды. Шлакодробилки. Механическая, пневматическая и гидравлическая системы удаления золы и шлака от котлоагрегатов на золоотвалы. Преимущества гидравлической системы удаления золы и шлака. Оборудование и сооружения гидрозолоудаления (ГЗУ). Багерные и шламовые насосы. Отложения в трубопроводах ГЗУ. Работа золоотвалов.

Оборудование систем пылеприготовления. Питатели сырого угля: дисковые, скребковые, ленточные, барабанно-скребковые и др. Устройство, их работа, система смазки, регулирование производительности. Применяемые типы мельниц в зависимости от вида угля. Шаровые, барабанные, молотковые мельницы. Марки мельниц. Режимы эксплуатации мельниц. Методы получения необходимой тонины помола. Пути снижения расхода электроэнергии на пылеприготовление. Питатели пыли, их типы и конструктивное исполнение, режим работы. Бесступенчатое регулирование подачи пыли.

Условия, определяющие компоновку схемы пылеприготовления (технологический процесс и применяемое оборудование). Основные требования к выбранной в каждом конкретном случае схеме – надежность и экономичность в работе. Применяемые схемы пылеприготовления: с замкнутым и разомкнутым процессами сушки; с промежуточным бункером пыли, с прямым вдуванием пыли в топку; с сушкой воздухом; с сушкой газами.

Сушильные установки различных типов, устройство их, работа и характеристики. Применение различных сушильных агентов (газа, воздуха, пара).

Процесс размола. Процесс сушки. Прохождение топлива через мельницу. Допустимые температуры сушильного агента на входе и на выходе из мельницы. Системы смазки. Маслонасосы мельниц (шестеренчатые, центробежные).

Пылевые сепараторы, их назначение. Конструкция центробежного сепаратора воздушно-проходного типа, вращающегося центробежного сепаратора и др. Принцип их работы и область применения.

Пылевые циклоны, назначение их и принцип действия. Конструктивное устройство циклона ЦККБ, циклона НИИОГАЗ и других.

Мельничные вентиляторы, особенности их и конструктивное исполнение.

Схемы мазутонасосной. Оборудование мазутонасосной. Хранилища мазута надземные и подземные. Насосы мазутного хозяйства: шестеренчатые, центробежные. Вертикальные и горизонтальные многоступенчатые насосы. Устройство насосов, характеристики, система смазки, система охлаждения.

Фильтры грубой и тонкой очистки. Мазутоподогреватели. Схемы подачи мазута в баки, в котельную. Удаление воды из мазута. Подготовка к сжиганию обводненного мазута при отсутствии возможности отделить воду.

Газовое хозяйство. Схемы газоснабжения ТЭЦ. Сигнализация. Подземные газопроводы и сооружения. Устройство ГРС и ГРП. Различные конструкции регуляторов давления газа, быстродействующих клапанов, запорной арматуры. Схемы подачи газа в котельную. Расположение арматуры на газопроводах.

Краткие сведения о технологии монтажа и ремонта современных котлов, трубопроводов и вспомогательного оборудования.

#### **Тема 4. Средства контроля, измерений и автоматики**

Метрология. Система тепловой автоматики и измерений в пределах котлоагрегата. Измерение температур и применяемые для этой цели приборы. Термометры ртутные. Термометры сопротивления. Понятие о термопаре. Возникновение разности потенциалов в спае двух разных металлов. Поправки, которые необходимо учитывать при изменении температур различными термометрами. Пределы применения различных термоизмеряющих устройств и правила установки их в протоках пара, воздуха, горячей воды.

Измерения давления и разряжения. Применяемые для этих целей приборы. Устройство манометров, мановакууметров и тягомеров. Приборы U – образные с заполнением ртутью или водой, пружинные, сильфонные.

Приборы, применяемые для измерения расхода различных сред. Мерные участки трубопроводов, воздухопроводов, газопроводов. Дроссельные шайбы, измерительные шайбы, сопла.

Схемы расположения датчиков контрольно-измерительных приборов на котле, на котельно-вспомогательном оборудовании, на оборудовании топливоприготовления (мазутном хозяйстве, системах пылеприготовления, ГРП и газопроводах).

Принципиальные схемы управления котлами, функции их элементов (технологический контроль, автоматическое регулирование, дистанционное управление, защита, блокировка, сигнализация) и их взаимосвязь.

Автоматическое регулирование работы котлов. Понятие о динамических характеристиках барабанных и прямоточных котлов докритического и закритического давлений. Основные задачи системы автоматического регулирования работы котлов. Регулирование температуры свежего пара и пара промежуточного перегрева. Регулирование давления свежего пара (регулятор "до себя"). Регулирование процесса горения (топливо, воздух, тяга). Особенности процессов регулирования в зависимости от типа котла, вида сжигаемого топлива, топливоподающих устройств, выбранных импульсов.

Пусковые регуляторы котлов. Регулирование уровня в сосудах. Регулирование температуры за охладителями редукционных установок (применение клапанов постоянного расхода). Регулирование производительности насосов, тягодутьевых машин.

Технологические защиты котельных агрегатов. Порядок управления

ими в рабочих условиях. Ввод защит в работу и вывод из работы.

Классификация защит по действию на останов или на снижение нагрузки. Технологические защиты, действующие на останов котла, на снижение нагрузки котла, на перевод котла на растопочную нагрузку.

Автоблокировки и сигнализация, назначение и принцип действия. Управление электродвигателями собственных нужд. Технологические блокировки. Автоматическое включение резерва (АВР) вспомогательного оборудования.

Объем контролируемых параметров котла и технологических процессов, подлежащих автоматическому регулированию. Понятие об автоматических системах управления технологическими процессами (АСУТП) с системами отображения информации (СОИ). Информационные и управляющие функции. Метод работы с ЭВМ. Цифровой контроль работы котла по вызову дежурного персонала. Работа машиниста котлов, как оператора ЭВМ.

Щиты управления. Компонировка различных типов щитов управления. Оперативная и неоперативная части щита. Щиты управления энергетическими блоками ТЭС. Местные щиты котла и вспомогательного оборудования. Принципы размещения приборов, ключей управления, сигнальных кнопок, пакетных выключателей и переключателей сигнальной арматуры.

Средства оперативной связи. Размещение их относительно рабочих мест обслуживающего персонала. Пользование средствами связи. Требования к освещению оборудования и приборов, расположенных на щитах управления.

Возможные аварийные ситуации из-за неисправностей в цепях управления, автоматики и сигнализации. Действия машиниста котлов в этих аварийных ситуациях.

Тренажеры. Учебно-тренировочные модули: регулирование параметров барабанных и прямоточных котлов, технологические защиты котлоагрегатов. Локальные тренажеры отработки навыков поиска неисправностей.

## **Тема 5. Эксплуатация котлов и вспомогательного котельного оборудования**

*Примечание:* Программой предусматривается изучение эксплуатации различных типов котлов и вспомогательного оборудования, установленного на тепловых электростанциях. При прохождении темы приоритет дается тому оборудованию, на котором будут работать обучающиеся. Прочее преподается в порядке ознакомления и общего развития.

Тепловые и пусковые схемы электростанций блочного типа и с поперечными технологическими связями между котлоагрегатами. Распределение технологического оборудования между цехами и участками ТЭС.

Структурная схема организации эксплуатации котлов и вспомогательного оборудования на электростанции. Организация рабочих мест машиниста котлов и подчиненного ему персонала.

Перечень технологических схем, производственных (должностных) и эксплуатационных инструкций и оперативных документов, обязательно находящихся на рабочем месте машиниста котлов. Требования к схемам и инструкциям. Права и обязанности машиниста котлов. Квалификационные



требования к его производственно-техническим знаниям и подготовке.

Прием и сдача смены. Порядок осмотра оборудования и ознакомления с оперативной документацией при приемке смены. Подготовка к сдаче смены. Сдача смены в аварийных ситуациях. Порядок ведения оперативной документации и оперативных переговоров с руководящими работниками, диспетчерской службой и подчиненным дежурным персоналом.

Основные формы состояния оборудования: в эксплуатации, в ремонте, в резерве. Горячий и холодный резерв котлов.

Периодические осмотры оборудования в течение смены. График опробования резервного оборудования. Содержание осмотров и результаты опробования.

Допуск на площадки обслуживания котлов лиц, не имеющих непосредственного отношения к эксплуатации котлов.

Порядок допуска ремонтного и наладочного персонала к работам на оборудовании. Приемка оборудования из ремонта и наладки. Перечень ремонтных работ, которые допускаются на работающем котле. Основная ремонтная документация.

Процедуры пуска на котле и вспомогательном оборудовании. Распоряжение на пуск котла. Осмотр оборудования, проверка работы арматуры, сборка технологических схем: пароводяного тракта котла, трубопроводов питательной воды, паропроводов (основных и собственных нужд), подачи топлива в горелки котла, дренажей и воздушников котла и паропроводов, газовоздушного тракта котла, золоудаления, шлакоудаления и пожаротушения. Заполнение барабана котла деаэрированной водой. Время заполнения котла. Допустимая температура при заполнении котла.

Заполнение водой прямооточного котла, удаление из него воздуха, промывка от загрязнений на участке до встроенных в тракт котла задвижек при сепараторном режиме растопки или по всему тракту при прямооточном режиме растопки.

Порядок включения в работу котельно-вспомогательного оборудования. Растопка котла и его нагружение в соответствии с графиком-заданием растопки. Контроль за равномерным прогревом стенок барабана, коллекторов, паропроводов, перемещением элементов котла и паропроводов. Предотвращение "хлопков" при растопке котла на газе или включение пылесистемы. Контроль за состоянием факела. Действие при обрыве пламени факела топки. Проверка манометров, водоуказательных приборов, предохранительных клапанов во время растопки котла. Постоянная и периодическая продувка котлов с естественной циркуляцией. Прогрев паропроводов. Порядок включения котла, в коллектор главных паропроводов. Набор нагрузки на котле.

Особенности растопки котлов с промежуточным перегревом пара.

Особенности пуска котлов на скользящих параметрах блочной компоновки.

Особенности растопки котла из неостывшего и горячего состояний.

Регулирование температуры пара по тракту котла с помощью ввода впрысков (пароохладителей) или рециркуляцией дымовых газов.

Обслуживание котлов во время их работы. Контроль за состоянием элементов котлоагрегатов по штатным приборам.

Растопка и эксплуатация водогрейного котла в основном и пиковом режимах.

Особенности растопки и эксплуатации паро-водогрейного котла.

Ведение базового режима котлов в соответствии с режимной картой. Переход с одного вида топлива на другой. Способы определения места и размера повреждений поверхностей нагрева (свищей, разрывов и т.д.). Обслуживание вспомогательного оборудования в соответствии с

инструкциями по эксплуатации этого оборудования.

Обдувка поверхностей нагрева, ее периодичность и продолжительность в зависимости от сжигаемого топлива и режима работы котла. Устройства обдувочных аппаратов и пользование ими. Контроль за режимом работы котла во время обдувки. Организация режимов сжигания топлива со снижением выбросов оксидов азота. Сжигание смеси топлив.

Эксплуатация котла при переводе турбоагрегата в режим холостого хода (в блочных установках).

Принципы распределения нагрузки между работающими котлоагрегатами.

Экономичный режим работы котла. Тепловые потери при пусках и остановах котла.

Останов котла в резерв и в ремонт. Порядок остановки отдельных механизмов котла. Неисправности и повреждения, требующие аварийного останова котла. Повреждения, требующие останова котла в кратчайший срок.

Способы и длительность расхолаживания котла. Контроль за состоянием котла, отведенного в кратковременный резерв.

Стояночная коррозия котлов. Способы консервации остановленных котлов. Режим тепловой консервации.

Контроль за состоянием котла, находящегося в консервации.

Влияние пуска и останова пылеприготовительного оборудования на топочный режим. Переход с одного вида топлива на другой.

Применение в эксплуатации "Типовых бланков регистрации эксплуатационным персоналом процедур при пуске и останове энергетического оборудования" и "Руководящих указаний по анализу качества пуска (останова) основного теплоэнергетического оборудования ТЭС".

Потенциально возможные случаи отказов и аварий на котлах и вспомогательном оборудовании. Общий порядок действий персонала при ликвидации аварий и выявлении их причин. Повреждения испарительных поверхностей котлов. Неисправности и аварийные ситуации, происходящие из-за нарушения циркуляции в испарительных поверхностях котлов. Причины нарушения циркуляции барабанных котлов (пуск воды, зашлаковка экранов, забивание труб посторонними предметами, неравномерность топочного режима, отложения на внутренних поверхностях труб и пр.). предупреждение аварийных ситуаций, связанных с нарушением циркуляции на испарительных поверхностях. Действия персонала при ликвидации аварийных ситуаций из-за нарушения циркуляции в котле. Действия персонала при разрыве гибов необогреваемых труб котлов.

Возможные неисправности и повреждения пароперегревателей, происходящие из-за нарушения топочного режима (недопустимое повышение температуры газов в районе пароперегревателя, золовой износ труб, окалинообразование). Предупреждение аварий пароперегревателей. Действия персонала при аварийных ситуациях.

Возможные повреждения экономайзеров из-за дефектов изготовления труб и монтажа котлоагрегата, золового износа труб, неправильной эксплуатации устройств внешней очистки (дробеструйных установок, обдувочных аппаратов), коррозии металла. Предупреждения повреждений экономайзеров. Действие персонала при ликвидации аварийных ситуаций.

Возможные неполадки и повреждения воздухоподогревателей. Возможные неисправности трубчатых воздухоподогревателей. Занос проходного сечения со стороны дымовых газов. Коррозия в местах

выпадения росы. Золовой износ. Возможные неисправности приводов, подшипников РВП. Выход из строя набивки РВП. Признаки неисправностей, предупреждение повреждений РВП. Влияние неисправностей воздухоподогревателей на режим работы котельной установки.

Пуск и останов пылесистем, как режимы, требующие тщательного контроля. Причина возгорания и взрывов пыли. Предельное значение содержания кислорода в пылевоздушной смеси. Нарушение плотности пылесистемы. Забивание пылеприводов, циклонов, сепараторов. Предотвращение отложений пыли на внутренних поверхностях оборудования. Другие неисправности и повреждения, их причины. Параметры работы пылесистемы, контролируемые при пуске, работе и останове.

Возможные неисправности в работе мазутного хозяйства. Снижение подогрева мазута, его влияние на топочный режим. Неисправности фильтров очистки мазута, попадание неочищенного мазута в форсунки. Падение давления мазута перед горелками, его причины. Меры по обеспечению надежности работы котла.

Возможные неисправности в работе газового хозяйства котла. Возможные причины выхода из строя газового оборудования котла.

Возможные неисправности в работе котельно-вспомогательного оборудования и систем шлакоудаления. Выход из строя дутьевых вентиляторов, дымососов и других вращающихся механизмов. Неисправности воздушных шиберов и шиберов тракта дымовых газов. Влияние неисправностей котельно-вспомогательного оборудования на режим работы котельной установки. Возможные неисправности золоулавливающих установок, механической части электрофильтров, мокрых скрубберов, циклонов. Типичные неисправности шлакоудаления: забивание золовых бункеров, зашлаковка леток на котлах с жидким шлакоудалением. Предупреждение этих неполадок.

Расчетный ресурс трубопроводов. Возможные повреждения трубопроводов и неисправности арматуры. Причины разрыва трубопроводов: неправильное включение в работу, недостаточность компенсации тепловых удлинений, несоответствие металла деталей трубопроводов условиям их работы, неудовлетворительная работа дренажной системы и пр. Типичные неисправности арматуры: выбивание сальников, пробой прокладок, свищи в корпусе, эрозийный износ, разъедание уплотняющих поверхностей. Требования к правильной эксплуатации трубопроводов и арматуры. Эксплуатационный контроль за состоянием паропроводов, трубопроводов питательной воды и др. Действие персонала при выявлении неисправностей различной арматуры и трубопроводов.

Источники возникновения пожаров в районе расположения оборудования котлоагрегатов. Общие методы пожарной профилактики и ликвидации пожаров в котельном цехе (участке).

Совершенствование эксплуатации котельных агрегатов. Изучение производится по материалам испытаний котлов, выполненных в последнее время научными и наладочными организациями. Результаты испытаний можно изучать в виде обзора статей журналов: "Электрические станции", "Теплоэнергетика", "Энергетик".

Обучение на тренажерах ТЭС с поперечными связями и блочными установками. Пуски, остановки, аварийные ситуации, штатные переменные режимы котлов.

## **Тема 6. Охрана труда. Производственная санитария. Пожарная безопасность. Охрана окружающей среды**

Охрана труда как юридически узаконенный и технически осуществляемый комплекс мер по обеспечению надежности обслуживаемого оборудования, климато-психологических условий на рабочем месте и нормативно оформленных технических приемах ведения всех предусмотренных данной технологией приемов работ.

Законодательство по охране труда и система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Иерархическая структура обеспечения охраны труда на электростанциях Минэнерго РФ. Организация обучения персонала методам безопасной работы. Курсовое обучение. Производственные инструктажи. Производственный травматизм и профессиональные заболевания – как результат нарушения нормативно-технической документации (НТД) по основной технологии и охране труда. Общие требования к производственным процессам на тепловых электростанциях.

Порядок расследования аварий и несчастных случаев с персоналом на теплоэнергетическом оборудовании

Аттестация рабочих мест. Потенциально опасные факторы, которые необходимо учитывать при организации эксплуатации оборудования котельного цеха. Оценка опасности основных технологических процессов, контролируемых обслуживающим персоналом.

Безопасность труда при эксплуатации оборудования котельного цеха. Безопасность труда при эксплуатации пылеприготовительных установок, мазутопроводов и газопроводов котельного цеха. Безопасность труда при работе в бункерах топлива, внутри топок, газоходов, воздухоходов, в барабанах котлов и на дымовых трубах. Безопасность труда при проведении работ внутри теплообменных аппаратов.

Требования безопасности при химических и других промывках котлов. Удельные весовые нагрузки площадок обслуживания оборудования.

Безопасность труда при эксплуатации электроприводов котельного оборудования. Помещения, опасные в отношении поражения электрическим током. Помещения повышенной опасности. Особо опасные помещения. Классификация условий работы по степени электробезопасности. Правила безопасности при работе ручными электрическими машинами общепромышленного назначения при проведении работ. Правила поведения персонала в зоне действия электрооборудования, машин и аппаратов, находящихся под напряжением.

Порядок передвижения по котельному цеху лиц, не имеющих непосредственного отношения к обслуживанию оборудования.

Безопасность труда при обслуживании газопроводов и оборудования газового хозяйства, при работе в загазованных местах (колодцах, ГРП).

Правила проведения слесарных работ в газоопасных местах и на газопроводах. Эксплуатация и техническое обслуживание оборудования газового хозяйства.

Места, опасные в отношении загазованности. Контроль за загазованностью воздуха в помещениях.

Опасность профзаболеваний при обслуживании электронной техники щита управления. Предупреждение профзаболеваний.

Требования безопасности при проведении ремонтных работ. Система нарядов-допусков. Требования к ремонтному персоналу. Противогазы, их устройство и применение. Предохранительные пояса. Взрывобезопасный

слесарный инструмент. Газоопасные работы и правила их проведения. Работы в колодцах. Требования безопасности при погрузочно-разгрузочных работах и перемещении тяжестей. Требования к лесам, подмосям, площадкам и другим приспособлениям при работе на высоте. Допускаемые напряжения электрического освещения для различных видов работ.

Требования безопасности при работе кранового оборудования и другого грузоподъемного оборудования котельного цеха.

Средства защиты работающих, их назначение и применение. Средства индивидуальной защиты, предусмотренные типовыми нормами бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений.

Требования пожарной безопасности на электростанциях. Причины возникновения пожаров в цехах и на территории электростанций, возможные последствия. Требования пожарной безопасности и профилактические мероприятия, направленные на предотвращение загораний в цехе и на территории электростанции. Правила применения открытого огня на производстве.

Методы ликвидации пожаров и загорания на электростанциях. Действия персонала при загорании горюче-смазочных материалов. Средства тушения пожаров и загорания в цехе. Устройство стационарных и переносных средств пожаротушения. Пожарная сигнализация и связь. Правила пользования пожарными рукавами, песком, матами, пенными и углекислотными огнетушителями.

Ознакомление с правилами оказания первой помощи пострадавшим от электрического тока, при ранении, кровотечении, вывихах, ушибах и растяжении связок, при ожогах, обмороживании, обмороках и отравлениях. Перевязка и переноска пострадавшего.

Требования, предъявляемые к устройству и содержанию производственных помещений, составу и качеству воздуха, его температуре.

Действие на организм человека паров, газов, тепловых и электромагнитных излучений, пыли и других факторов опасности.

Воздух рабочей зоны. Ознакомление с предельно-допустимыми концентрациями (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Контроль за соблюдением ПДК.

Шум. Общие требования безопасности. Допустимые уровни шума и методы их измерения. Защита от шума. Вибрация. Причины. Действия на организм человека и меры предупреждения отрицательного влияния.

Нормы естественной и искусственной освещенности на рабочих местах котельного цеха.

Оптимальные параметры микроклимата (температура и относительная влажность) на рабочем месте машиниста котлов. Вентиляционное оборудование рабочих мест обслуживающего персонала.

Местные инструкции по обеспечению безопасности при обслуживании оборудования котельной установки, газового хозяйства, мазутного хозяйства и других объектов котельного цеха. Структура инструкций. Порядок проверки знаний инструкций. Пересмотр инструкций.

Охрана воздушного бассейна. Выброс вредных веществ с дымовыми газами в атмосферу. Выброс углекислого газа, окислов серы, азота, их воздействие на человека и окружающую природу. Золоулавливание. Устройство, эксплуатация и наладка режимов работы золоуловителей, электрофильтров. Организация работ по интенсификации золоулавливания. Предельно-допустимые выбросы (ПДВ) в атмосферу для тепловых электростанций. Нормирование выбросов в атмосферу для тепловых электростанций и котельных. ПДК основных вредных веществ в воздухе

населенных пунктов. Методы определения содержания вредных веществ в выбрасываемых котлами дымовых газах.

Охрана водного бассейна. Сброс воды от системы гидрозолоудаления, от обмылок РВП. Сброс воды с примесями масла и замазученных вод. Предельно-допустимые сбросы (ПДС) вредных веществ, поступающих в водные источники со сточными водами. Установки для очистки производственных сточных вод на электростанциях.

## **Тема 7. Промышленная безопасность опасных производственных объектов**

Основная цель государственной политики в области промышленной безопасности опасных производственных объектов (ОПО). Снижение риска возникновения аварий на ОПО, локализация и ликвидация последствий аварий.

Требования промышленной безопасности – условия, запреты, ограничения, содержащиеся в федеральных законах, нормативных и технических документах, которые принимаются в установленном порядке и соблюдение которых обеспечивает промышленную безопасность.

Перечень теплоэнергетического оборудования, контролируемого Ростехнадзором по специальным требованиям промышленной безопасности. Оборудование, работающему под избыточным давлением.

Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением".

*Назначение и область применения правил.*

Требования к установке, размещению и обвязке оборудования под давлением. Общие требования. Установка, размещение и обвязка котлов и вспомогательного оборудования котельной установки. Установка, размещение и обвязка сосудов. Прокладка трубопроводов.

*Порядок ввода в эксплуатацию, пуска (включения) в работу и учета оборудования.*

Требования промышленной безопасности к эксплуатации оборудования, работающего под давлением. Требования к организации, осуществляющей эксплуатацию оборудования, под давлением, и к работникам этой организации. Требования к эксплуатации котлов. Требования к эксплуатации сосудов под давлением. Требования к эксплуатации трубопроводов. Порядок действия в случаях аварии или инцидента при эксплуатации оборудования под давлением.

Техническое освидетельствование, экспертиза промышленной безопасности, техническое диагностирование оборудования под давлением. Общие требования. Техническое освидетельствование котлов. Техническое освидетельствование сосудов. Техническое освидетельствование трубопроводов. Экспертиза промышленной безопасности и техническое диагностирование оборудования, работающего под давлением.

Дополнительные требования промышленной безопасности к освидетельствованию и эксплуатации баллонов. Общие требования. Освидетельствование баллонов. Эксплуатация баллонов.

## **Тема 8. Основные руководящие документы по экономической и безаварийной эксплуатации тепловых электростанций**

Перечень документов пересматривается ежегодно.

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, утвержденные приказом Минэнерго РФ от 19.06.2003 №229 и зарегистрированные в Минюсте РФ 20.06.2003 № 4799. СО 153-34.20.501-2003.
2. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей. РД 34.03.201-97, ред. 22.02.2000.
3. Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий. РД 153-34.0-03.301-00 (ВППБ 01-02-95\*) (издание третье с изменениями и дополнениями).
4. Сборник распорядительных документов по эксплуатации энергосистем (Теплотехническая часть). Москва. 2000.
5. Правила взрывобезопасности при использовании мазута в котельных установках. РД 34.03.351-93.
6. Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации, утвержденные приказом Минтопэнерго РФ от 19.02.2000 №49 и зарегистрированные в Минюсте РФ 16.03.2000, рег.№ 2150. ПРП-2000.
7. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления, утвержденные приказом Федеральной службы экологического, технологического и атомного надзора от 15.11.2013г. N 542 и зарегистрированные в Минюсте РФ 31.12.2013г. № 30929.
8. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением, утвержденные приказом Федеральной службы экологического, технологического и атомного надзора от 25.03.2014г. N 116 и зарегистрированные в Минюсте РФ 19.03.2014г. № 32326.

# ПРОГРАММА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБУЧЕНИЯ

## Тема 1. Изучение технологического процесса тепловой электростанции

Полная принципиальная технологическая схема электростанции с учетом фактически установленного оборудования. Изучение правил внутреннего трудового распорядка. Организация и техническое оснащение рабочего места машиниста котлов. Зоны обслуживания персонала, оперативно подчиненного машинисту котлов.

Изучение производственных инструкций по охране труда для всех рабочих мест обслуживания котельного цеха.

Практическая работа над составлением технологических схем различных узлов и оборудования котельного цеха с обозначением трубопроводов, арматуры, теплообменных аппаратов, контрольно-измерительных приборов, мест забора импульсов.

Подробное изучение чертежей котла: компоновочных со вспомогательным оборудованием, схемы циркуляции, паропроводов главных и промперегрева, трубопроводов питательной воды, дренажей, воздушников, промывочных.

Техническая характеристика котлов и вспомогательного оборудования. Эксплуатационные инструкции котлов и вспомогательного оборудования. Расположение оборудования и арматуры по месту.

Ознакомление с оборудованием топливно-транспортного цеха и технологией подготовки и схемы подачи топлива (твердого) в котельный цех.

Изучение системы пылеприготовления. Расположение оборудования и пылевоздухопроводов. Схема контроля за взрывоопасностью пылеприготовительной установки.

Компановка оборудования мазутонасосной станции. Конструкция и установка мазутных насосов, подогревателей, фильтров. Трассировка мазутопроводов. Система обогрева мазутопроводов.

Схема подачи пара на мазутонасосную станцию и к мазутным форсункам котла. Регулирование расхода мазута. Измерение расхода мазута.

Ознакомление с оборудованием водоподготовки. Изучение схем эксплуатационных промывок пароводяного тракта, внутрицикловой обработки воды, расположения и схемы ввода реагентов в котел, пробоотборных точек химанализа.

Ознакомление с паротурбинным оборудованием, регенеративным подогревателем и питательными насосами, деаэраторами.

Конструкция и размещение оборудования газорегулировочных пунктов (ГРП). Трассировка стационарных и цеховых газопроводов. Расположение изолирующих фланцев, контрольных трубок, конденсатоотводчиков. Изучение инструкции по эксплуатации ГРП, газопроводов, порядок перехода на резервное оборудование. Приобретение навыка в определении мест утечки газа. Пользование вентиляционной установкой ГРП. Контроль за состоянием систем отопления и освещения. Проверка технического состояния конструкций помещения ГРП. Проверка работоспособности отключающей арматуры и регуляторов на ГРП.

Расположение быстродействующих клапанов-отсекателей на подаче газа к горелкам и проверка их работоспособности. Продувочная схема газового хозяйства.

Подача воздуха в котел, отвод дымовых газов, рециркуляция дымовых газов. Контроль за работоспособностью взрывных клапанов.



Расположение средств пожаротушения в котельном цехе и правила пользования ими. Техническое водоснабжение тепловой электростанции. Расположение арматуры в котельном цехе.

Способ золошлакоудаления. Расположение оборудования: газоочистных аппаратов (скрубберов, электрофильтров), багерных насосов, азрожелобов.

Оборудование очистки наружных поверхностей нагрева. Схема обдувки, режим работы котла в момент расшлаковки и обдувки, дробевой и импульсной очистки.

Электрооборудование котельного цеха. Характеристики электродвигателя. Особенности эксплуатации электроприводов арматуры. Расположение контроля состояния электродвигателей. Допустимые токовые нагрузки.

Составление скелетной схемы автоматики и технологических защит котла. Ознакомление с номинальными фактическими технико-экономическими показателями котлов.

Изучение графиков –заданий пуска и останова котла и блока, состава режимных карт и принципов их разработки. Ознакомление с режимно-наладочными испытаниями, результатами других испытаний, программами их проведения и внедрения результатов испытаний в совершенствование эксплуатации основного и вспомогательного оборудования.

Ознакомление с причинами повреждений оборудования и методами их предотвращения на основании данных ремонтных подразделений и цеха наладки.

## **Тема 2. Освоение приемов выполнения ремонтных работ**

Перечень ремонтных работ, выполняемых дежурным персоналом на работающих котлах, находящихся в горячем резерве. Организация рабочих мест при производстве ремонтных работ. Оснащение рабочих мест инструментами, ремонтной оснасткой и приспособлениями.

Изучение инструкции по безопасному ведению ремонтных работ.

Осмотр и проверка состояния отдельных узлов и деталей котельного агрегата. Составление ведомостей дефектов.

Типичные повреждения котельного оборудования. Освоение несложных ремонтных работ и самостоятельное выполнение заданий по замене прокладок на фланцевых соединениях трубопроводов и арматуры, по набивке сальников, замене водоуказательных стекол и др. Проверка отремонтированной арматуры на плотность. Регулировка арматуры.

Участие в ремонте различных узлов котлоагрегата в составе ремонтных бригад (в период ремонта оборудования).

Продувка манометров при помощи трехходовых кранов. Проверка исправности манометров.

Разборка и сборка водомерных колонок. Замена стекол.

Разборка и осмотр предохранительных клапанов. Профилактические осмотры оборудования ГРП.

Порядок отключения в ремонт участка газопровода. Продувка воздухом. Анализ пробы.

Определение дефектных участков на газопроводах.

## **Тема 3. Освоение эксплуатации оборудования**

Изучение расположения вторичных приборов теплового контроля,

ключей и кнопок управления, автоматических и блокирующих устройств, средств дистанционного управления и технологической сигнализации.

Внешний осмотр и проверка исправности узлов и деталей арматуры: внешний осмотр, проверка герметичности установки прокладок, резьбовых соединений, проверка герметичности сальника, наличие смазки, работа привода.

Порядок применения дополнительных усилий при закрытии арматуры. Наиболее типичные неисправности задвижек и вентилей. Правила подтяжек сальника. Проверка на плотность.

Последовательность действий (операций) при подготовке котла к растопке. Подготовка газопровода и газовоздушных схем к растопке котла. Порядок вентиляции. Растопка барабанного котла из различных тепловых состояний. Проведение действий (операции) по контролю за температурой металла различных частей котла (барабанов, пароперегревателей и др.), за расширением экранов и коллекторов в период растопки. Режим подъема давления и температуры пара котла во время растопки котла. Контроль за уровнем воды в барабане котла, давлением, температурой перегретого пара в ходе растопки.

Безопасность при розжиге горелки котлагрегата. Работа защитно-запального устройства (ЗЗУ). Осуществление контроля за факелом.

Опробование автоматических, блокирующих и защитных устройств котлоагрегата. Настройка и опробование предохранительных клапанов (после ремонта).

Включение котла в коллектор главных паропроводов.

Последовательность действий (операций) при пуске прямоточного котла.

Подготовка растопочной схемы, горячая отмывка тракта до встроеной задвижки.

Пуск котла на скользящем давлении блочной компоновки.

Ведение режима работы котла по показаниям приборов. Переход с растопочного топлива на основное (при сжигании двух и более видов топлива), работа на смеси топлив.

Настройка режима работы котлоагрегата в соответствии с режимной картой.

Ведение режима работы котла с включенными автоматическими регуляторами. Эксплуатация котлоагрегата в переходных режимах.

Ведение оперативной информации машинистом котлов в документации.

Последовательность действий (операций) при подготовке, порядок растопки и порядок нагружения должны осуществляться в соответствии с рабочими бланками регистрации пусковых операций, разработанных на основании "Типовых бланков регистрации эксплуатационным персоналом операций при пуске и останове энергетического оборудования" РД 153-34.0-01.211-98.

Действия машинистов котлов при работе устройств внешней очистки поверхностей нагрева и периодического золоудаления.

Переход на работу резервного оборудования с опробованием АВР (в соответствии с графиками работы вспомогательного оборудования и опробования АВР).

Порядок останова основного и вспомогательного котельного оборудования.

Аварийный останов котла и вспомогательного оборудования.

Тренировка действий машиниста котлов в аварийных ситуациях при эксплуатации котлоагрегата.

Отключение оборудования для вывода его в ремонт. Вывод в ремонт и приемка оборудования из ремонта.

По итогам производственного обучения квалификационная комиссия предприятия проводит экзамен по усвоению программы производственного обучения.

#### **Тема 4. Стажировка (дублирование – пробная работа под наблюдением) на рабочем месте машиниста котлов**

Допуск к стажировке (дублированию) на должность машиниста котлов оформляется распоряжением по цеху после приема квалификационной комиссией предприятия экзамена по усвоению программы производственного обучения.

Стажировка (дублирование) заключается в выполнении правильных действий при эксплуатации основного и вспомогательного котельного оборудования под наблюдением инструктора с соблюдением требований местных инструкций по эксплуатации оборудования, правил технической эксплуатации оборудования и правил безопасности предприятия.

По разрешению администрации предприятия вновь подготавливаемый машинист-обходчик по котельному оборудованию в период стажировки (дублирования) может работать на рабочих местах дежурного слесаря, моториста багерных насосов, и др. Время пребывания на рабочих местах должно определяться администрацией.

После сдачи квалификационного экзамена, прохождения стажировки (дублирования) и контрольной противоаварийной тренировки машинист-обходчик по котельному оборудованию приказом (распоряжением) по предприятию допускается к самостоятельной работе.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Рыжкин В.И. Тепловые электрические станции. Электроатомиздат, 1987.
2. Резников М.И., Липов Ю.М. Паровые котлы тепловых электростанций. Энергоиздат, 1981
3. Рихтер Л.А., Елизаров Д.П., Лавыгин В.М. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций - Энергоатомиздат, 1987.
4. Маргулова Т.Х., Мартынова О.И. Водные режимы тепловых и атомных электростанций. Высшая школа, 1981.
5. Гладышев Г.П. и др. Безопасная эксплуатация паровых и водогрейных котлов, М., Энергоиздат, 1995.
6. Деев Л.В., Балахничев Н.А. Котельные установки и их обслуживание, М., «Высшая школа», 1990.
7. Галкин В.И., Куликов В.Е. Эксплуатация и ремонт котельных установок, М., Энергоатомиздат, 1983.
8. Исаченков В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача, Энергоатомиздат, 1981.
9. Кириллов В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика - Энергоатомиздат, 1983.
10. Плетнев Г.П., Автоматизированное управление объектами тепловых электростанций Энергоиздат, 1981.
11. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Теплотехнические измерения и приборы. Энергоатомиздат, 1984.
12. Мещерский Н.А. Эксплуатация водоподготовительных установок электростанций высокого давления. Энергоатомиздат, 1984.
13. Федеральный закон от 30.12.2009 №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
14. «Технический регламент о безопасности машин и оборудования», утвержденный Постановлением Правительства РФ от 15.09.2009 №753.
15. «Технический регламент о безопасности сетей газораспределения и газопотребления», утвержденный Постановлением Правительства РФ от 29.12.2010 №870.
16. Технический регламент таможенного союза. ТР ТС 032/2013 «О безопасности оборудования, работающего под давлением» (Решение совета евразийской экономической комиссии от 06.07.2013г. №41).
17. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением" (Приказ Федеральной службы экологического, технологического и атомного надзора от 25 марта 2014 г. N 116).

18. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления" (Приказ Федеральной службы экологического, технологического и атомного надзора от 15 ноября 2013 г. N 542).

19. СО 153-34.20.501-2003 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. Утверждены Приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 19 июня 2003 № 229. Введены в действие с 30 июня 2003 г. М.: СПО ОРГРЭС, 2003.

20. Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве, М., ГАЛО, 2007.

Составил:

Начальник отдела планирования,  
подбора и обучения персонала

Т. В. Резуева

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник управления технологической  
безопасности

А. В. Муравьев





