

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Электронного обучения
Специальность: 140101 Тепловые электрические станции
Кафедра: Атомных и тепловых электростанций

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы
ОБОБЩЕНИЕ ДАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА ПАРОВЫХ КОТЛОВ ЮЖНО-КУЗБАССКОЙ ГРЭС

УДК 621.184-192.001.5:621.311.21(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6301	Андрощук Анастасия Богдановна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры АТЭС	А.В. Воробьев	доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	А.А. Фигурко	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	А.А. Сечин	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
асс. кафедры атомных и тепловых электростанций	В.Н. Мартышев	-		

По разделу «Автоматизированные системы управления»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры атомных и тепловых электростанций	Ю.К. Атрошенко	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
атомных и тепловых электростанций	А.С. Матвеев	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения
Направление подготовки **140100 Теплоэнергетика и теплотехника**
Кафедра «Атомных и тепловых электростанций»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой АТЭС ЭНИН
А.С. Матвеев

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной работы

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
З-6301	Андрощук Анастасии Богдановне

Тема работы:

ОБОБЩЕНИЕ ДАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА ПАРОВЫХ КОТЛОВ ЮЖНО-КУЗБАССКОЙ ГРЭС	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25 мая 2016 года
--	-------------------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Целью работы является анализ работы поверхностей нагрева и повышение надежности ГРЭС.
--	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Общие сведения о ОАО «ЮК ГРЭС» 1.1. Характеристика основного установленного оборудования 1.2. Котлоагрегаты 1.2. Турбоагрегаты 1.3. Электрооборудование 2. Основные характеристики котла ПК-10 и его поверхностей нагрева 3. Организация обслуживания поверхностей нагрева. Методы диагностики оборудования. Мероприятия по обеспечению надежности поверхностей нагрева на станции 3.1. Мероприятия, обеспечивающие надежность работы поверхностей нагрева 4. Анализ и классификация основных причин аварийности котлов. Прогнозирование предполагаемых повреждений на основе статистико-аналитического подхода 5. Определение показателей надежности, характеристики надежности для элементов котлоагрегата ст.№7 5.1. Расчет структурных схем надежности для котла ПК-10п ст.№7 5.2. Расчет относительного времени нахождения котла в разных режимах (резерв, ремонт, останов, пуск и установленная мощность) 6. Разработка индивидуальной программы технического диагностирования и составление ведомостей объемов работ для котла ПК-1067 7. Экономическая эффективность актуализированной программы технического диагностирования котлов ПК-10 для ЮК ГРЭС70 Заключение
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Продольный и поперечный разрез котла ПК-10
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	
Социальная ответственность	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АТЭС	Воробьев В.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-6301	Андрощук А.Б.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-6301	Андрощук Анастасии Богдановне

Институт	Электронного обучения	Кафедра	АТЭС
Уровень образования	инженер	Направление/специальность	140101 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.03.16
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	А.А. Фигурко	К.Т.Н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6301	Андрощук А.Б.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-6301	Андрощук Анастасии Богдановне

Институт	Электронного обучения	Кафедра	АТЭС
Уровень образования	Инженер	Направление/специальность	140101 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

- Описание рабочего места на предмет возникновения вредных и опасных факторов производственной. - Воздействие на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) - Чрезвычайные ситуации (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) - Пожаровзрывобезопасность -Защита в чрезвычайных ситуациях	1. Описание рабочего дефектоскописта котельного цеха на предмет возникновения: - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу,) - возникновение чрезвычайных ситуаций на рабочем месте.
2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: - физико-химическая природа вредности - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);	1. Анализ вредных производственных факторов при проведении работ по дефектоскопии.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды, средства защиты	2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой - Воздействие опасных и вредных производственных факторов - Защита от опасных и вредных производственных факторов - Требования к персоналу
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	- пожаровзрывобезопасность (требования к помещениям котельного цеха, первичные средства пожаротушения)

3. Охрана окружающей среды: - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности	3. Охрана окружающей среды: - воздействие объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на атмосферу (дымовые газы); - методы, применяемые на станции для сокращения вредных выбросов в окружающую среду.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: - перечень возможных ЧС на объекте; - действия в чрезвычайных ситуациях:	4. Защита в чрезвычайных ситуациях: Действия в чрезвычайных ситуациях: - При аварийной остановке котла - При возникновении пожара - При несчастных случаях
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
28.02.16	

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	А.А. Сечин	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6301	Андрощук А.Б.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 84 с., рисунков 10, таблиц 21, источников 9, приложений 2, графического материала 2 листа.

Ключевые слова: тепловая электрическая станция, надежность, поверхности нагрева, паровые котлы, неразрушающий контроль металла.

Keywords: thermal electric station, reliability, heating surface, steam boiler, nondestructive testing of metal.

Ключевые слова: надежность, поверхности нагрева, паровые котлы, неразрушающий контроль металла.

Объектом исследования являются поверхности нагрева паровых котлов ОАО «Южно-Кузбасской ГРЭС».

Цель работы – исследование и обобщение данных о надежности поверхностей нагрева котлов станции.

В результате исследования был произведен анализ статистики повреждаемости паровых котлов на ОАО «Южно-Кузбасской ГРЭС». Разработана программа индивидуального контроля металла для оборудования станции, произведена оценка экономической эффективности контроля металла поверхностей нагрева.

Содержание

Введение.....	3
1. Общие сведения о ОАО «ЮК ГРЭС»	5
1.1. Характеристика основного установленного оборудования.....	9
1.2. Котлоагрегаты.....	9
1.3. Турбоагрегаты	10
1.4. Электротехническое оборудование.....	11
2. Основные характеристики котла ПК-10 и его поверхностей нагрева	13
3. Организация обслуживания поверхностей нагрева. Методы диагностики оборудования. Мероприятия по обеспечению надежности поверхностей нагрева на станции	21
4. Анализ и классификация основных причин аварийности котлов. Прогнозирование предполагаемых повреждений на основе статистико-аналитического подхода.....	33
5. Определение показателей надежности, характеристики надежности для элементов котлоагрегата ст.№7	44
5.1. Расчет структурных схем надежности для котла ПК-10п ст.№7.....	47
5.2. Расчет относительного времени нахождения котла в разных режимах (резерв, ремонт, останов, пуск и установленная мощность)....	54
6. Разработка индивидуальной программы технического диагностирования и составление ведомостей объемов работ для котла ПК-10.....	56

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

7. Экономическая эффективность актуализированной программы технического диагностирования котлов ПК-10 для ЮК ГРЭС.....	59
8. Автоматическое регулирование уровня воды в барабане.....	65
9. Социальная ответственность при проведении работ по диагностированию поверхностей нагрева котлоагрегатов.....	70
Заключение.....	83
Список использованной литературы.....	84

Приложение А - Основные сведения о эксплуатации и заменах поверхностей нагрева (на отдельных листах).

Приложение Б - Заключение 10/14 «Исследование металла поврежденных элементов оборудования» (на отдельных листах).

Графический материал (на отдельных листах):

ФЮРА.311085.002.ВО Котел паровой ПК-10(поперечный разрез).

ФЮРА.311085.003.С2 Барабан котла АСР уровня (схема функциональная).

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

ВВЕДЕНИЕ

Элементы поверхностей нагрева являются главными в котельном агрегате и их исправность в первую очередь определяет экономичность и надежность котельной установки.

Работоспособность тепловых электрических станций в значительной мере зависит от надежности котельного оборудования. Большинство отказов происходит из-за повреждений труб поверхностей нагрева. Основная причина повреждений заключается в тепловой неравномерности, перегревах и ускоренном исчерпании запаса длительной прочности металла. Тепловая неравномерность является следствием неравномерности тепловосприятия. Неравномерность тепловосприятия связана с неоднородными распределениями температуры и скорости продуктов сгорания и циркулирующего теплоносителя. Локальное или общее увеличение теплоотдачи от продуктов сгорания и снижение теплоотдачи к теплоносителю вызывают режимы ухудшенного теплообмена и перегревы металла выше расчетной или предельно допустимой температуры. Перегревы носят кратковременный или длительный характер, перегревы и колебания температуры инициируют микроструктурные изменения в металле, потерю защитных свойств оксидной пленки, ползучесть и коррозию. Для выявления утонения и мест наибольшей уязвимости металла поверхностей нагрева на станциях производят периодическое техническое диагностирование состояния металла.

Поверхности нагрева требуют особого внимания, т.к. по статистике именно их повреждаемость являются основной

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

причиной аварийности и останова паровых котлов на ГРЭС. Организацию и непосредственное проведение этой процедуры обеспечивает лаборатория неразрушающего контроля на ЮК ГРЭС. Неразрушающий контроль дает возможность применять различные методы, которые не ухудшают эксплуатационные характеристики оборудования.

Применяются виды и объёмы контроля энергооборудования, которые выявляли бы недопустимые дефекты в металле и сварных соединениях и обеспечивали его высокое качество и надёжность в эксплуатации. Однако, эти методы применяются на общих основаниях и инструкциях.

Если исследовать статистические данные по аварийности, наработке, зависимости количества аварийных остановов от пусков оборудования, то можно увидеть картину обобщенных данных по поверхностям нагрева конкретной станции. На основании этой картины можно разработать актуализированный алгоритм диагностирования металла, который поможет уменьшить вероятность отказов на исследуемом оборудовании, другими словами индивидуальную инструкцию по техническому диагностированию поверхностей нагрева и повышения надежности станции.

В дипломной работе будут рассмотрены данные об оборудовании станции, а также разработан вариант индивидуальной программы диагностирования поверхностей нагрева для повышения надежности и отказоустойчивости котлов.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЮК ГРЭС

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Южно-Кузбасская ГРЭС – тепловая станция с поперечными связями на территории промышленной площадки города Калтан, расположенного в тридцати километрах от города Новокузнецка Кемеровской области. Электростанция обеспечивает потребности в электроэнергии, тепле и горячем водоснабжении потребителей городов Калтан и Осинники, поселков Постоянный и Шушталеп.

Состав основного оборудования приведен в таблице 1.

Таблица 1- Состав основного оборудования

Котлоагрегат	Кол-во	Турбоагрегат	Кол-во	Турбогенератор	Кол-во
ПК-10	11	К-50-90-2	5	Т2-50-2	2
-	-	Т-115-8,8	1	ТВ-50-2	2
-	-	Т-88/106-90	2	ТВФ-120-2УЗ	1
-	-		-	ТФ-110-2УЗ	1
-	-		-	ТВФ-110-2ЕУЗ	2

Состав и характеристики основного оборудования Южно-Кузбасская ГРЭС рассмотрены ниже:

Котлоагрегаты ст. №№ 1-11 типа П-10, завод-изготовитель Подольский машиностроительного завода (ЗИО),

паропроизводительность – 230 т/ч, давление и температура острого пара за котлом – 100 кгс/см² и 510°С.

Турбоагрегаты ст. №№ 1-4, 7 типа К-50-90-2, производства Ленинградского металлического завода (ЛМЗ), электрической и тепловой мощностью 53 МВт и 9 Гкал/час.

Турбоагрегат ст. № 5 типа Т-115-8,8, производства ЛМЗ, электрической и тепловой мощностью 113 МВт и 105 Гкал/час.

Турбоагрегаты ст. №№ 6, 8 типа Т-88/106-90, производства ЛМЗ, электрической и тепловой мощностью 88 МВт и 156 Гкал/час.

Генераторы ст. №№ 1, 2 типа Т2-50-2, производства завода «Электросила».

Генераторы ст. №№ 3, 7 типа ТВ-50-2 производства «Сибэлектротяжмаш» (СЭТМ).

Генератор ст. № 5 типа ТФ-110-2УЗ производства завода «ЭЛСИБ».

Генераторы ст. №№ 6, 8 типа ТВФ-110-2ЕУЗ производства «Сибэлектротяжмаш» (СЭТМ).

Источник водоснабжения электростанции – от водохранилища-охладителя на реке Кондома. Подача воды на электростанцию осуществляется по напорным циркуляционным водоводам от береговых насосных станций № 1 и № 2. Отведение охлаждающей воды в реку Кондова осуществляется по водоотводящему каналу, состоящему из закрытой и открытой частей.

Южно-Кузбасская ГРЭС выполняет диспетчерский график по производству электрической энергии, регламентируемый региональным диспетчерским управлением, которое задает режим

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

работы электростанции, согласованный с режимом работы энергосистемы.

Выдача мощности от электростанции осуществляется через распреустройства по линиям электропередач с напряжением 6, 35, 110 кВ.

Установленная тепловая мощность турбоагрегатов - 430 Гкал/час.

Южно-Кузбасская ГРЭС располагает четырьмя теплофикационными установками (бойлерными ст. №№ 1-3 и теплофикационной установкой № 5) для снабжения тепловой энергией потребителей городов Калтан и Осинники, поселков Постоянный и Шушталеп. Система горячего водоснабжения смешанного типа (открытого и закрытого).

Основное топливо – каменный уголь Кузнецкого бассейна марки Т.

Растопочное топливо – мазут. Мазутное хозяйство включает два наземных металлических резервуара емкостью 905 м³, три подземных резервуара емкостью по 100 м³ и мазутонасосную.

Уголь в годовом балансе сжигаемого станцией топлива составляет 99,6 %. Для приемки, разгрузки и дробления угля, доставляемого по железной дороге, сооружены:

- разгрузочное устройство (фронт выгрузки 10 полувагонов);
- повышенная эстакада (фронт выгрузки 17 полувагонов).

Выгрузка топлива производится ручным способом через люки полувагонов. Имеется дробильный корпус с двумя молотковыми дробилками, эстакады ленточных конвейеров, открытые угольные склады проектной емкостью 130 тыс.т. Фактическая емкость склада 300 тыс.т. Установленная

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

электрическая мощность составляет 554 МВт. Располагаемая электрическая мощность на начало года – 530,3 МВт.

Установленная тепловая мощность – 506 Гкал/ч, располагаемая – 506 Гкал/ч, в том числе по турбоагрегатам – 430 Гкал/ч.

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОГО УСТАНОВЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

а. КОТЛОАГРЕГАТЫ

Технические характеристики котлоагрегатов приведены в
таблице 2.

**Таблица 2 - Технические характеристики
котлоагрегатов**

Тип и марка оборудования	Завод-изготовитель	Давление, кгс/см ²	Температура свежего пара, воды, °С	Производительность, т/ч, Гкал/ч	Год ввода в эксплуатацию
ПК-10	ЗиО	100	510	230	1951
ПК-10	ЗиО	100	510	230	1951
ПК-10	ЗиО	100	510	230	1952
ПК-10	ЗиО	100	510	230	1953
ПК-10	ЗиО	100	510	230	1953
ПК-10	ЗиО	100	510	230	1953
ПК-10	ЗиО	100	510	230	1954
ПК-10	ЗиО	100	510	230	1954
ПК-10	ЗиО	100	510	230	1955
ПК-10	ЗиО	100			1955
ПК-10	ЗиО	100			1956

1.3 ТУРБОАГРЕГАТЫ

Технические характеристики турбоагрегатов приведены в таблице 3.

**Таблица 3 - Технические характеристики
турбоагрегатов**

ст. №	Тип и марка оборудования	Завод-изготовитель	Мощность, МВт	Год ввода в эксплуатацию
1	К-50-90-2	ЛМЗ	53	1951
2	К-50-90-2	ЛМЗ	53	1951
3	К-50-90-2	ЛМЗ	53	1952
4	К-50-90-2	ЛМЗ	53	1953
5	Т-115-8,8	ЛМЗ	113	2003
6	Т-88/106-90	ЛМЗ	88	1954
7	К-50-90-2	ЛМЗ	53	1954
8	Т-88/106-90	ЛМЗ	88	1956

1.4 ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Генераторы

Технические характеристики генераторов приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Технические характеристики генераторов

ст. №	Тип и марка оборудования	Завод-изготовитель	Мощность, МВт	Номинальное напряжение на клеммах генератора, кВ	Год ввода в эксплуатацию
ТГ-1	Т2-50-2	Электросила	53.50	10,5	1951
ТГ-2	Т2-50-2	Электросила	55.00	10,5	1951
ТГ-3	ТВ-50-2	Электросила	57.50	10,5	1952
ТГ-4	ТВФ-120 120-2	СЭТМ	120.00	10,5	1982
ТГ-5	ТФ-110-2УЗ	ЭЛСИБ	110.0	10,5	2003
ТГ-6	ТВФ-110 2ЕУЗ	СЭТМ	110.00	10,5	1992
ТГ-7	ТВ-50-2	Электросила	57.50	10,5	1955
ТГ-8	ТВФ-110 2ЕУЗ	СЭТМ	110.00	10,5	1994

Трансформаторы

Технические характеристики блочных трансформаторов
приведены в таблице 5.

**Таблица 5 - Технические характеристики
трансформаторов**

ст. №	Тип и марка оборудов ания	Завод- изготовит ель	Диспетчер ское наименова ние	Номинал ьное напряже ние, кВ	Номинал ьная мощност ь, МВА	Год ввода в эксплуата цию
С1ГТ	ТДГ- 72000/110	МТЗ	С1ГТ	10,5/121	72	1952
С2ГТ	ТДГ- 72000/110	МТЗ	С2ГТ	10,5/121	72	1954
С3ГТ	ТРДН- 80000/110	МТЗ	С3ГТ	10,5/115	80	1994
С4ГТ	ТДЦ- 125000/110	СВПО «Трансформ атор»	С4ГТ	10,5/121	125	1981
С5ГТ	TNERE 125000/121 PN	АББ	С5ГТ	10,5/121	125	2003
С6ГТ «а»	ТРДН- 63000/110	СВПО «Трансформ атор»	С6ГТ«а»	10,5/115	63	1992
С6ГТ «б»	ТРДН- 63000/110	СВПО «Трансформ атор»	С6ГТ«б»	10,5/115	63	1992
С7ГТ	ТДГ- 72000/110	МТЗ	С7ГТ	10,5/121	72	1954
С8ГТ «а»	ТРДН- 63000/110	СВПО «Трансформ атор»	С8ГТ«а»	10,5/115	63	1994

2 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОТЛА ПК-10 И ИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА

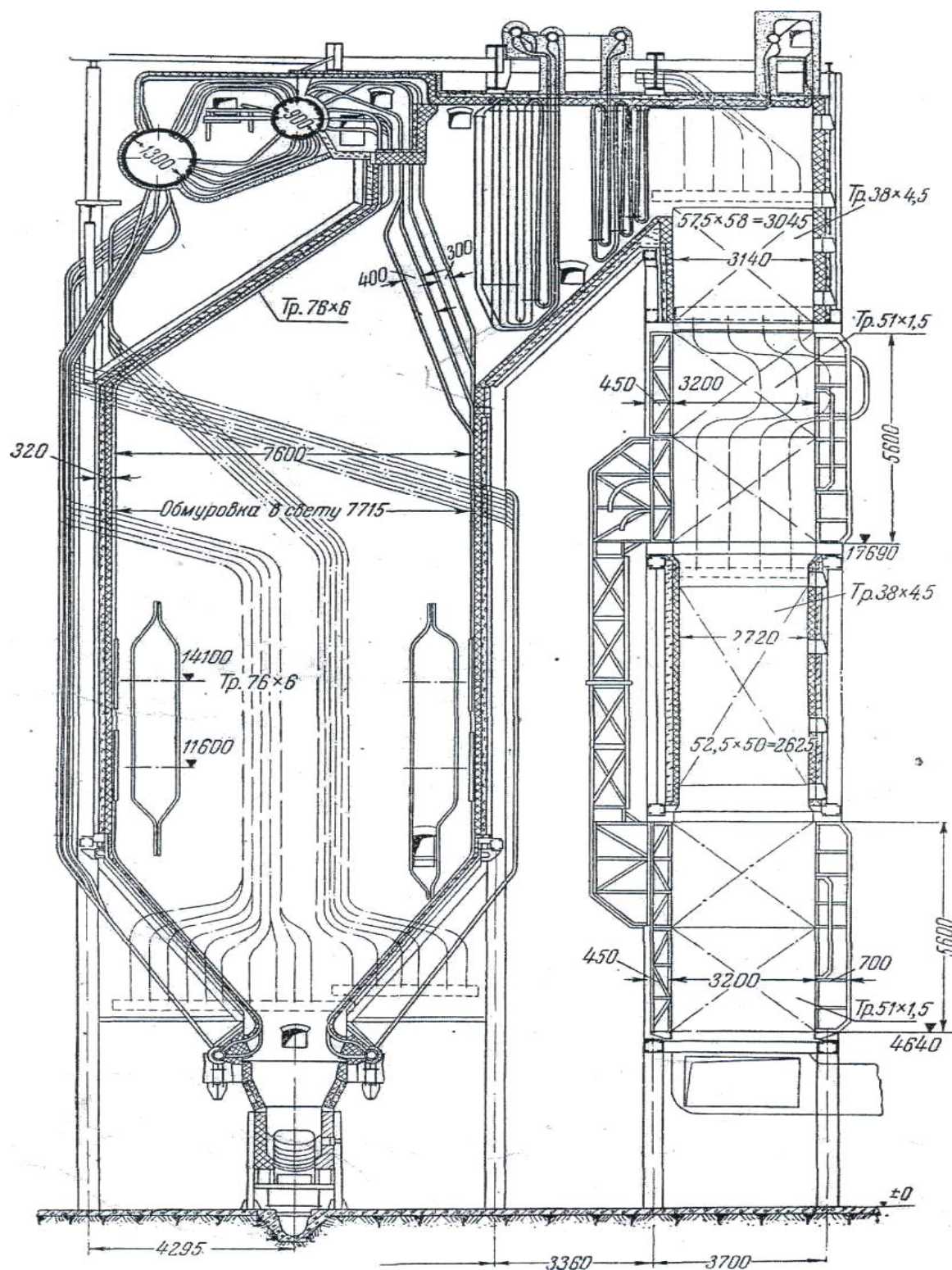


Рисунок 1 - Вид котла ПК-10 с торца

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФЮРА.311390.001.ПЗ

Лист

14

Таблица 6 - Сведения об основных элементах котла и материалах

Наименование основных элементов	Кол-во	Диаметр наружный (мм)	Толщина стенки (мм)	Длина, высота (мм)	Марка стали ГОСТ или ТУ на материал
Барaban основной	1	1490	95	12475	Молибден. сталь
Барaban предвключенный	1	1050	75	11775	Молибден. сталь
Камера экрана фронтного	1	273	35	9790	Ст20
Камера экрана заднего	1	273	35	9790	Ст20
Камера экрана переднего бокового нижнего	2	273	35	4750	Ст20
Камера экрана переднего бокового верхнего	2	273	35	4560	Ст20
Камера экрана заднего бокового	4	273	35	2955	Ст20
Камера пароперегревателя первая	1	325	35	10430	15М
Камера пароперегревателя вторая	1	273	35	10430	Ст20
Камера пароперегревателя третья	2	273	35	3125	Ст20
Камера пароперегревателя четвертая	1	325	50	10430	15М

Камера перегретого пара	1	325	40	5200	12X1МФ
Камера экономайзера нижняя входная	2	273	35	3535	Ст20
Камера экономайзера нижняя выходная	2	273	35	3400	Ст20
Камера экономайзера верхняя секция	4	273	35	3820	Ст20
Экранные трубы	360	76	6	30000	15М
Водоподводящие трубы	66	108	9	25000	Ст20
Пароперегреватель I хода пара	208	38	4.5	31015	Ст20
Пароперегреватель II хода пара	208	42	5	50000	12X1МФ
Экономайзер нижний	102	38		146337	Ст20
Экономайзер верхний	118	38		71524	Ст20
Трубопровод предохранительных клапанов левый	1	194			12ХМФ
Трубопровод предохранительных клапанов правый	1	219		10125	Ст20
Лев. предохран. клапан	1	Ду150			20ХМФЛ
Прав. предохран. клапан	1	Ду150			20ХМФЛ

Параметры котла:

- Давление в барабане-110 кгс/см²;
- Давление в пароперегревателе-100 кгс/см²;
- Температура перегретого пара- 510 °С;
- Паропроизводительность- 230 т/час;
- Температура питательной воды-215 °С.

Конструкция котлоагрегата

Котел состоит из следующих основных узлов: каркас, топка, барабаны, испарительная поверхность нагрева, пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель, газозахватачи и тягодутьевые установки.

Топочная камера

Котел ПК-10 снабжен экранной топкой камерного типа. Топочная камера представляет собой шахту с наклонным потолком в верхней части и холодной воронкой в нижней части.

- Объем топочного пространства 1210м³;
- Площадь поверхности топки 670,26 м²;
- Высота топки 22м;
- Ширина 9.9м;
- Теоретическая температура горения 1735 °С;
- Температура газов перед фестом 1131 °С;

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Температура газов перед 2 ступенью воздухоподогревателя 458 °С;

- Температура уходящих газов 163 °С.

В топочной камере имеются лазы и лючки для доступа внутрь топки при ремонте и для наблюдения за работой топки.

Стены топочной камеры оборудованы водяными экранами, составляющие систему циркуляции воды котла.

Барабаны и сепарационные устройства

В котле имеются два барабана в количестве двух штук (большой и малый, за пределы обогреваемой зоны, один из барабанов основной барабан, а другой предвключенный барабан).

Между осями барабанов расстояние в 1100 мм. Барабаны соединены между собой пучком пароводоперепускных труб диаметром 76х6мм.

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 7 - Основные данные о котле, барабанах

Тип технического устройства	Котел ПК-10п
Завод-изготовитель	ЗиО г. Подольск
Расчетные параметры в котле:	
давление расчетное	100 кгс /см ²
давление разрешенное	100 кгс/см ²
температура расчетная	510° С
температура разрешенная	510° С
паропроизводительность	230 /час
среда	Перегретый пар
Расчетные параметры среды барабана:	
давление расчетное	110 кгс/см ²
давление разрешенное	110 кгс/см ²
температура расчетная	317° С
температура разрешенная	317° С
среда	Пароводяная смесь

Таблица 8 - Основные размеры барабанов

Наименование оборудования	Кол во	Размеры в мм		
		D нар.	S	длина
Барабан основной	1	1470	85	11520
Барабан предвключен-ный	1	1030	65	11500

Пароперегреватель

Пароперегреватель парового котла состоит из вертикально-подвешенных змеевиков и выполнен из двух ступеней.

Первая ступень (по ходу пара) состоит из 104 сдвоенных змеевиков, выполненных из труб марки стали Ст.20 диам. 38х4.5мм.

Вторая ступень (по ходу пара) состоит из 104 змеевиков, выполненных из стали 12Х1МФ диаметром 42х5мм.

Насыщенный пар из основного барабана котла по трубам, поступает в две камеры пароохладителя, которые являются входными коллекторами пароперегревателя 1-й ступени. Из камер пароохладителя пар поступает в змеевики первой ступени пароперегревателя и пройдя их попадает в два выходных коллектора 1-й ступени.

Из этих коллекторов по пароперепускным трубам пар поступает в два входных промежуточных коллектора второй ступени пароперегревателя.

Из входных коллекторов 2-й ступени пароперегревателя пар поступает в два выходных коллектора перегретого пара и по трубам диаметром 108мм поступает в выходную камеру, из которой через главную паровую задвижку котла пар поступает в главный паропровод.

Водяной экономайзер

Водяной экономайзер кипящего типа, гладкотрубный, змеевиковый выполнен из двух ступеней, состоит из двух половин. Первая ступень водяного экономайзера расположена в газоходе котла между первой и второй ступенями воздухоподогревателя.

Змеевики в/экономайзера выполнены из труб диаметром 38х4,5. из малоуглеродистой стали марки СТ.20.

Воздухоподогреватель

Воздухоподогреватель трубчатого типа, двухступенчатый 4-х ходовой по воздуху. Обе ступени состоит из шести кубов, установленных в два яруса.

Трубные решетки подогревателя установлены на балках каркаса котла с расчетом на тепловое расширение.

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 9 - Поверхности нагрева котла

Поверхность нагрева	Площадь (м ²)
Конвективный пучок	146
Экраны	568
Пароперегреватель 1-й ступени	734
Пароперегреватель 2-й ступени	970
Водяной экономайзер 2-й ступени	859
Водяной экономайзер 1-й ступени	1738
Воздухоподогреватель 1-й ступени	5415
Воздухоподогреватель 2-й ступени	5415
Змеевики поверхностного пароохладителя	23

4 АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН АВАРИЙНОСТИ КОТЛОВ. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРЕДПОЛАГАЕМЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИКО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Состояние поверхностей нагрева, а также сведения о их замене, проведенном неразрушающем контроле и ремонте представлено в таблице «Основные сведения о эксплуатации и заменах поверхностей нагрева (Приложение А) на начало 2015года.

Прогноз повреждаемости можно сделать на основании обобщенных и наиболее полных данных о повреждения, исследований, заменах и наработке всех поверхностей нагрева котлов ПК-10п ЮК ГРЭС представленных в таблицах и диаграммах ниже.

Анализ данных Приложения А приведен в таблице 13.

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 13 - Анализ данных Приложения А

		Количество аварийных инцидентов, год замены поверхности нагрева											
Пов ерхн ость нагр ева	№ котл а, нара ботк а общ ая	1(36 1 тыс. ч)	2(36 6 тыс. ч)	3(33 0 тыс. ч)	4(37 1 тыс. ч)	5(37 2 тыс. ч)	6(37 0 тыс. ч)	7 (357 тыс. ч)	8(36 7 тыс. ч)	9(35 9 тыс. ч)	10(36 9 тыс.ч)	11(34 3 тыс.ч)	Итого
ВЭК верх.блок (водяной экономайзе р)		9 (200 4г)	13 (198 3г)	1 (200 0г)	10 (199 4г)	10 (199 2г)	17 (199 6г)	7 (200 3г)	6 (198 9г)	5 (199 5г)	8 (2008 г)	0 (2013 г)	86
ВЭК ниж		8 (198 8г)	14 (200 8г)	1 (200 0г)	8 (195 3г)	5 (195 3г)	2 (200 9г)	13 (195 4г)	14 (195 4г)	3 (199 5г)	6 (2002 г)	14 (2002 г)	88
ЗЭ (задний экран) отм. 4-9 м хол.вор		0 (201 1г)	0 (199 9г)	0 (199 8г)	0 (199 9г)	0 (201 0г)	0 (199 6г)	1 (200 3г)	0 (199 5г)	0 (201 2г)	1 (1997 г)	0 (2013 г)	2
ЗЭ 9-21		1 (201 1г)	1 (200 8г)	3 (199 8г)	0 (200 3г)	0 (201 0г)	0 (200 9г)	6 (198 7г)	1 (200 2г)	0 (201 2г)	0 (2002 г)	0 (2013 г)	12
ЗЭ - фестон (по барабан)		0 (201 1г)	3 (200 8г)	1 (195 2г)	4 (200 7г)	0 (201 0г)	0 (200 9г)	10 (200 3г)	2 (200 7г)	0 (201 2г)	3 (2002 г)	0 (2013 г)	23
ФЭ(фронто вой экран) отм. 4-9 м (холодная воронка)		0 (201 1г)	0 (199 9г)	0 (199 8г)	0 (199 9г)	0 (200 3г)	0 (200 1г)	1 (199 8г)	0 (198 2г)	0 (198 0г)	1 (1955 г)	1 (1990 г)	3
ФЭ отм. 9- 21 м		1 (195 1г)	2 (195 1г)	0 (199 8г)	0 (199 9г)	3 (195 3г)	0 (200 1г)	0 (195 4г)	1 (195 4г)	4 (195 5г)	4 (1955 г)	1 (1990 г)	16
ЛБПЭ (левый боковой экран)-		0 (199 4г)	0 (198 8г)	0 (199 8г)	0 (198 9г)	0 (199 2г)	0 (199 1г)	0 (199 3г)	0 (199 4г)	0 (199 0г)	0 (1997 г)	0 (1993 г)	0

холодная воронка, тр.1-48												
ЛБЗЭ-холодная воронка, тр.49-78	0 (1985г)	0 (1984г)	0 (1986г)	0 (1989г)	0 (1992г)	0 (1991г)	0 (1993г)	0 (1993г)	0 (1990г)	0 (1989г)	0 (1993г)	0
ЛБПЭ отм. 9-22 м, тр.1-48	2 (1951г)	3 (1951г)	3 (1998г)	1 (1953г)	1 (1953г)	0 (1953г)	1 (2003г)	0 (1954г)	2 (1955г)	0 (1955г)	2 (1956г)	15
ЛБЗЭ отм. 9-22 м, тр.49-78	0 (1951г)	1 (2008г)	8 (1998г)	1 (2009г)	0 (2010г)	2 (2001г)	0 (1954г)	0 (2000г)	0 (2000г)	0 (2008г)	0 (2013г)	12
ПБПЭ(правый боковой экран) - холодная воронка, тр.1-48	0 (1994г)	0 (1988г)	1 (1952г)	0 (1989г)	0 (1992г)	0 (1991г)	0 (1993г)	0 (1994г)	0 (1990г)	0 (1997г)	0 (1993г)	1
ПБЗЭ - холодная воронка, тр.41-78	0 (1985г)	0 (1988г)	1 (1986г)	0 (1989г)	0 (1992г)	0 (1991г)	0 (1993г)	0 (1994г)	0 (1990г)	0 (1991г)	0 (1993г)	1
ПБПЭ отм 9-22 м, тр.1-48	2 (1951г)	2 (1951г)	3 (1952г)	0 (1953г)	0 (1992г)	1 (1953г)	6 (1953г)	3 (1954г)	2 (1955г)	1 (1955г)	0 (1956г)	20
ПБЗЭ отм.9-22 м,тр.49-78	1 (2001г)	3 (2008г)	0 (1998г)	0 (2009г)	1 (2010г)	3 (2001г)	0 (2003г)	0 (2000г)	0 (2000г)	0 (2008г)	0 (2013г)	8
ПП (пароперегреватель) I ступени	0 (2004г)	4 (2004г)	3 (1998г)	0 (2010г)	0 (2003г)	3 (1953г)	1 (1954г)	0 (1954г)	3 (1955г)	1 (1955г)	4 (1956г)	19
ПП II ступени	3 (1980г)	8 (1978г)	1 (1998г)	0 (2010г)	1 (2010г)	1 (1976г)	4 (1977г)	0 (2000г)	3 (1983г)	1 (1995г)	0 (2013г)	22
Итого	27	54	26	24	21	28	50	27	23	26	22	328

Как видно из таблицы 13, наибольшее количество повреждений, а следовательно аварийных остановов, происходит в наиболее уязвимых местах представленным в диаграмме ниже рисунке 2:

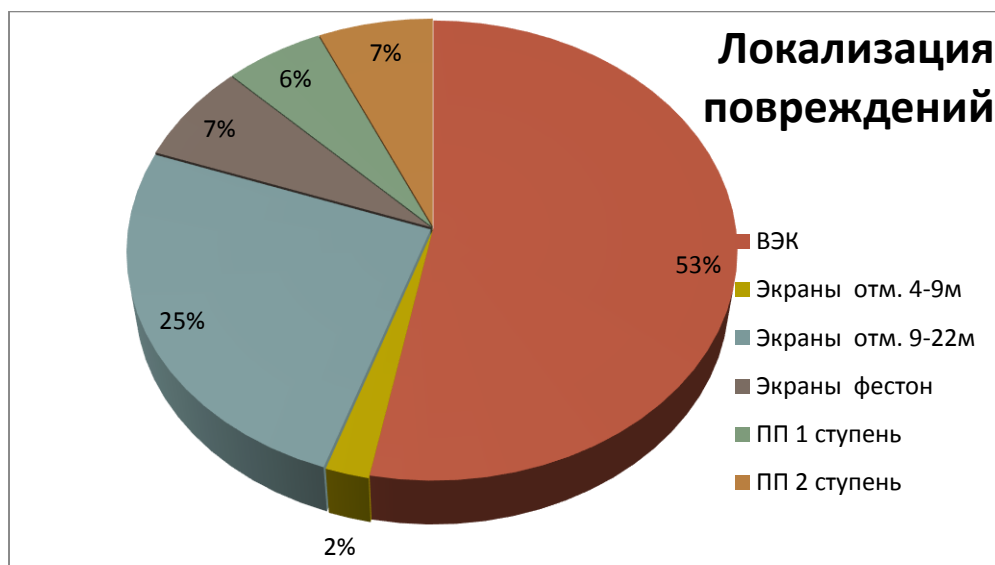


Рисунок 2 – Локализация повреждений поверхностей нагрева

В такой ситуации можно сделать выводы о поверхностях нагрева нуждающихся в более тщательном контроле, чтобы сократить количество аварийности на станции: трубы ВЭК, экранные трубы на отметках 9-22 метра, пароперегреватели.

Рассмотрим зависимость аварийности от наработки котла:

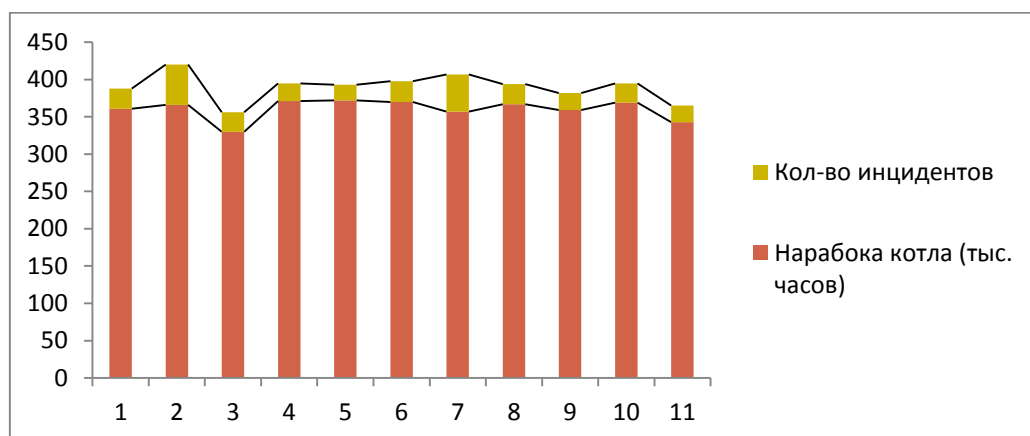


Рисунок 3 - Зависимость аварийности от наработки котла

Как видно из диаграммы, прослеживается не явная зависимость от общей наработки котла от его аварийности, т.к. имели место частичные замены поверхностей нагрева в разные годы его эксплуатации.

Можно представить диаграмму зависимости от замен поверхностей нагрева к аварийности котла для двух котлов с наибольшим и наименьшим количеством повреждений поверхностей нагрева рисунок 4, рисунок 5.

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

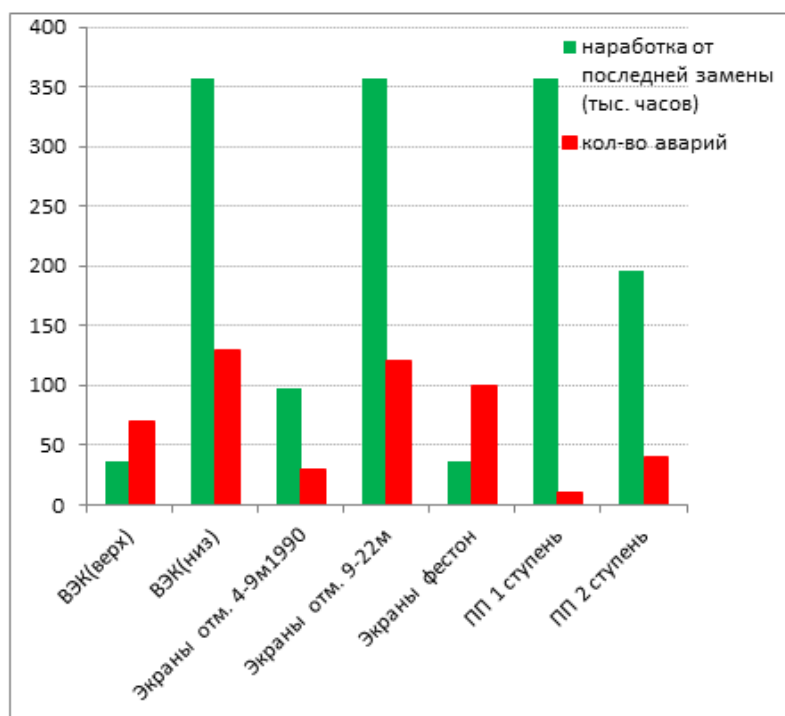


Рисунок 4 – Зависимость от замен поверхностей нагрева к аварийности котла (Котел №7)

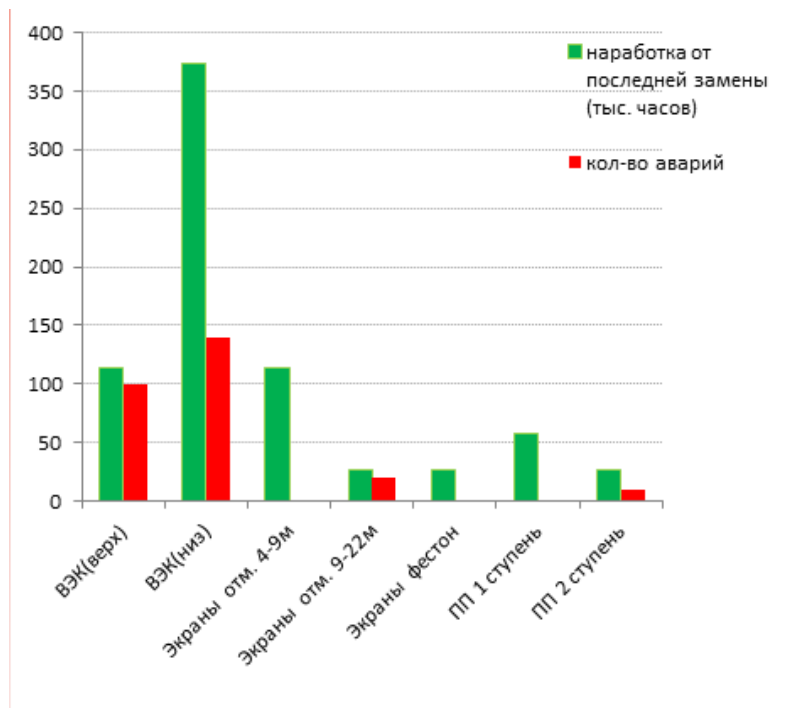


Рисунок 5 - Зависимости от замен поверхностей нагрева к аварийности котла (Котел№5)

Из диаграмм видно, что котел №5 менее подвержен аварийности в связи со своевременной заменой поверхностей нагрева. Примечание: реконструкция котла №7 планируется в 2016 году.



**Рисунок 6 – Характер повреждений или причина останова
котла**

Кроме того, необходимо учитывать зависимость отказов оборудования от количества пусков оборудования (Таблица 14).

Таблица 14 - Зависимость от количества пусков котлов

№ котла	Кол-во аварийных остановов	Кол-во аварийных остановов %	Общее кол-во пусков на 2013г	Кол-во пусков за 2013г
1	11	13.2	726	13
2	4	4.8	772	5
3	13	15.6	767	15
4	7	8.4	705	9
5	10	12	847	13
6	8	9.6	865	10
7	8	9.6	739	10
8	9	10.8	758	9
9	3	3.6	743	6
10	6	7.2	662	8
11	4	4.8	582	9
Всего	83			

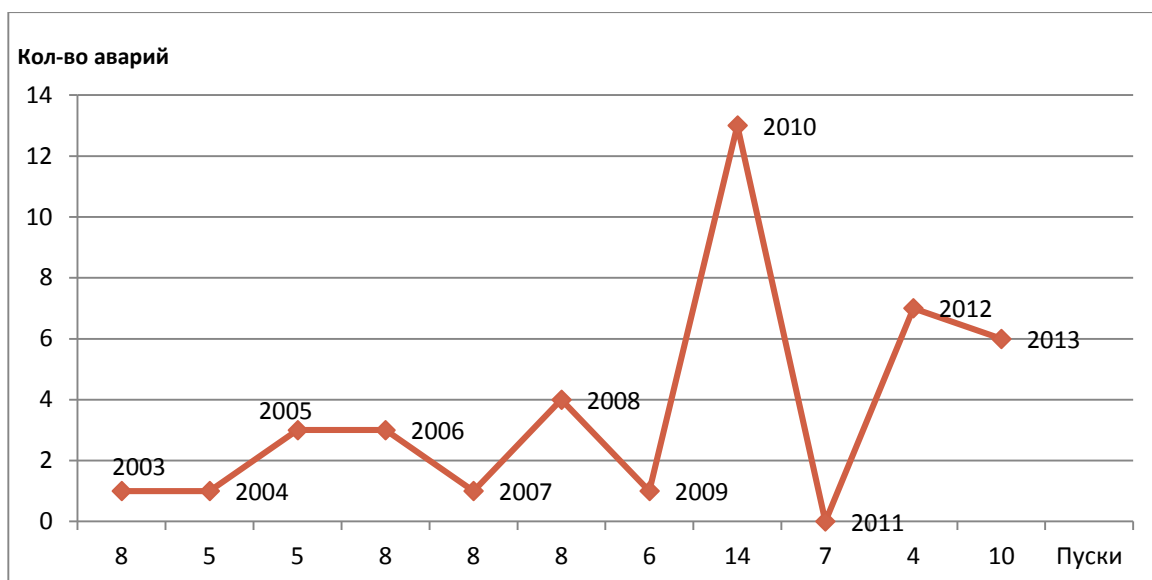


Рисунок 7 - Количество аварийных инцидентов в зависимости от количества пусков за период 10 лет котла ст.№7

По каждому инциденту аварийного останова колов ведутся расследования причин останова, что подразумевает вырезки поврежденных участков для исследования. Пример такого исследования представлен в Приложении 3. Его цель - выявление причин аварийного разрушения поверхностей нагрева.

Вывод: Исходя из данных статистики, наиболее частыми причинами повреждаемости являются: значительный износ поверхностей нагрева вследствие перегрева и нарушения циркуляции рабочей среды в котле, золовой износ. Учитывая статистику повреждаемости и значительный износ оборудования, можно сделать выводы о возможных повреждениях: наиболее уязвимыми местами металла поверхностей нагрева являются пароперегреватели, ВЭК и экраны котла на отметке 9-21метров.

Очевидно, что важную роль в статистике повреждаемости поверхностей нагрева играет наработка поверхности нагрева и котла

в целом, своевременная диагностика и замены. Также имеется зависимость аварийности котла от количества пусков.

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 РАЗРАБОТКА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И СОСТАВЛЕНИЕ ВЕДОМОСТЕЙ ОБЪЕМОВ РАБОТ ДЛЯ КОТЛА ПК-10

Одним из современных методов профилактики является прогнозирование отказов, позволяющее своевременно заменить так называемые критические элементы и тем самым исключить их отказы. Естественно, что полностью исключить отказы в рабочий период не удастся, поэтому необходимо проектировать систему и правила ее эксплуатации таким образом, чтобы обеспечить минимальное время восстановления отказавшей системы. В этой связи большое значение имеет разработка схем проверки и обнаружения отказов (системы диагностирования).

Из эксплуатационных факторов важная роль в поддержании высокой надежности систем принадлежит обслуживающему персоналу, его технической подготовке, опыту и другим качествам.

На основе статистических данных, в разделе 4 были выявлены наиболее уязвимые к повреждениям поверхности нагрева: трубы ВЭК, экранные трубы на отметках 9-22 метра, пароперегреватели. Поэтому в следующей таблице 17 разработан вариант актуальной программы обследования поверхностей нагрева. Главным отличием от текущей схемы обследования (таблица12) является проведение толщинометрии в наиболее уязвимых местах поверхностей нагрева в текущие ремонты, т.е. каждые 25000 тыс. часов. Целью дополнительного измерения толщины труб поверхностей нагрева

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

является повышение надежности и предупреждение отказов системы.

Таблица 17 - Объемы контроля поверхностей нагрева котла ПК-10

Наименование узла	Типо-размер, мм	Ориентиров. наработка после последнего контроля, час/год	Периодичность контроля, час.	Вид контроля	Количество элементов для контроля	Примечание
Пароперегреватель II ступени						
Лобовые гибы	42x5	25000	Каждый кап.ремонт, текущий ремонт	УЗТ-100%	520 точек	Инструкция по контролю металла трубопроводов поверхностей нагрева котлов ПК-10 ЮКГРЭС
Вырезка гибов и прямых участков I ступени, II ступени	Вырезки производить по результатам ВК, УЗТ (только в кап. ремонт)					
Пароперегреватель I ступени						
		25000		ВК	100%	

Гибы со стороны ВЭВД	38x4,5		Каждый кап.ремонт, текущий ремонт	УЗТ	По результатам ВК	Инструкция по контролю металла трубопроводов поверхностей нагрева котлов ПК-10 ЮКГРЭС
Экраны котла		25000				
Трубы по поясам креплений, в местах приварки проушин и дистанционных планок на отм.8м, 16м, 20м	76x6	25000	Каждый кап.ремонт, текущий ремонт	ВК, УЗТ	Не менее 50% труб каждого экрана	Инструкция по контролю металла трубопроводов поверхностей нагрева котлов ПК-10 ЮКГРЭС
Трубы заднего экрана в районе обдувочного аппарата	76x6	25000	Каждый кап.ремонт, текущий ремонт	ВК	100%	
				УЗТ	По результатам ВК	
Трубы фронтального и заднего экранов холодной воронки	76x6	25000	Каждый кап.ремонт, текущий ремонт	ВК, УЗТ	Не менее 50% труб каждого экрана	Инструкция по контролю металла трубопроводов поверхностей нагрева котлов ПК-10 ЮКГРЭС
Вырезка труб для определения остаточного ресурса	76x6	50000	Каждый кап.ремонт	С каждой поверхности нагрева по результатам УЗТ	8 труб	

ВЭВД						
Прямые трубы и гибы	38х4 ,5	25000	Каждый кап.ремонт, текущий ремонт	ВК	100%	Инструкция по контролю металла трубопроводов поверхностей нагрева котлов ПК-10 ЮКГРЭС
		УЗТ		100%		
		50000	Каждый кап.ремонт	Вырезка	8 труб (по 2шт. с каждого блока)	

7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АКТУАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОГРАММЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КОТЛОВ ПК- 10 ДЛЯ ЮК ГРЭС

Анализ аварийности паровых котлов ПК-10 на станции в результате повреждения трубных поверхностей нагрева показал, что число аварийных остановов по причине повреждения металла и сварных соединений труб за 2013 год составляет около 40% от общего количества (всего 83 аварийных останова) аварийных остановов (глава 4).

При выявлении дефектов труб и своевременной их замене количество аварийных остановов котлоагрегатов по причине дефектов трубных поверхностей нагрева может сократится до 50%, т.к. частота контроля наиболее уязвимых участков увеличится вдвое.

Обосновать экономическую эффективность дополнительной программы обследования поверхностей нагрева (выявление уязвимых мест по индивидуальной программе) можно на основании следующих расчетов:

-Стоимость аварийного останова котла (складывается из суммы простоя, расхода мазутного топлива на пуск котла, замены поврежденного участка трубы, вырезки на исследования поврежденного участка, необходимости входного контроля сварных соединений в зоне варки нового участка трубы, недовыработка мощности котлом) (таблица 18);

-Стоимость дополнительного технического обследования поверхностей нагрева в объеме представленном в таблице 17: УЗТ - 100% каждые 25000 часов (таблица 19).

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Таблица 18 - Сметный расчет №1

Стоимость аварийного останова котла				
Наименование	Ед. изм	Кол-во	Цена за ед. руб.	Сумма, руб.
Расход мазута на растопку котла ¹	тонна	21	7288	153048
Замена поврежденного участка (работа)	стык	2	300	600
Новый участок трубы (d76x6 мм, ст.20) ²	метр	1	976	976
Исследование поврежденного участка	шт.	1	567	567
Входной контроль сварных соединений нового участка (УЗТ)	стык	2	246	492
Итого, руб.:				155683
¹ Примечание: расход мазута на растопку котла ПК-10 приведен из РД 34.10.504-90 (Табл.1) ² Примечание: цена складывается в зависимости от типа поврежденной трубы (диаметр, марка стали). В данной смете указана экранная труба d76x6 мм, ст.20, т.к. ее повреждаемость наиболее распространена.				

Таблица 19 - Сметный расчет №2

Стоимость дополнительного технического обследования поверхностей нагрева				
Наименование	Ед. изм	Кол-во	Цена за ед. руб.	Сумма, руб.
Ультразвуковая толщинометрия змеевиков пароперегревателя 1-ой и 2-ой ступеней	точка	416	43	17888
Ультразвуковая толщинометрия труб ВЭК	точка	221	43	9503
Ультразвуковая толщинометрия труб фронтального экрана	точка	102	43	4386
Ультразвуковая толщинометрия труб заднего экрана	точка	102	43	4386
Ультразвуковая толщинометрия труб боковых экранов	точка	156	43	6708
Итого, руб.:				42871

Таким образом можно получить экономию в результате своевременной замены труб:

В год затрачено на аварийные остановки котла:

$155683 \times 33,2 = 5168675,6$ руб, где 33,2-количество аварийности по причине дефектности, 155683 руб. - затраты на аварийный останов-пуск котла.

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

В год будет затрачено на реализацию программы дополнительного обследования котлоагрегатов в количестве 11 шт.:

$$42871 \cdot 11 = 471581 \text{ руб.},$$

При снижении аварийности, за счет программы дополнительного обследования количество затрат на аварийные остановки котлов:

$$155683 \cdot (33,2/2) = 2584337,8 \text{ руб.},$$

Таким образом годовой доход составляет 2584337,8 руб.

Срок окупаемости.

Сумма доходов за первый и второй год принимаем, что количество аварий будет одинаково каждый расчетный год. Тогда:

$2584337,8 \cdot 2 = 5168675$ руб., что равно сумме 5168675 руб. затрачиваемой на аварийные остановки котла за годовой период.

Тогда возмещение первоначальных расходов произойдет за два года.

Как видно из представленных смет, пуск аварийно-остановленного котла очень затратен, к тому же время простоя и внеплановый ремонт может отразиться на мобильности станции и несвоевременной потери нагрузки. Таким образом, избежать полностью аварийных остановов оборудования невозможно, т.к. существует множество причин, но возможно сократить подобные инциденты своевременным выявлением наиболее уязвимых мест поверхностей нагрева, заменой таких поверхностей нагрева в капитальные или текущие ремонты, что значительно улучшит экономическую эффективность станции в целом.

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

8 АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ УРОВНЯ ВОДЫ В БАРАБАНЕ

Постановка задачи АКиР объекта

Целью данного раздела является разработка системы автоматического регулирования уровня воды в барабане парового котла и выбор оптимальной схемы регулирования.

При автоматизации уровня воды в барабане котла основной задачей является регулирование уровня питательной воды.

Изменение уровня воды в барабане сверх допустимых пределов может повлечь серьезные аварии. Необходимый уровень воды должен поддерживаться в пределах водомерного стекла, в случае снижения уровня считается «упуском» воды, а при превышении – «перепиткой»

Принципиальная схема работы котла ПК-10 рассматривается во второй главе данной работы.

Выбор оптимальной схемы АКиР объекта

Для регулирования уровня воды в барабане котла применяются одноимпульсные, двухимпульсные и трехимпульсные схемы регулирования. На современных барабанных парогенераторах производительностью 20 т/ч и выше применяются только трехимпульсные АСР.

Применение трехимпульсной АСР объясняется чрезвычайно жесткими требованиями, предъявляемыми к качеству регулирования. Снижение уровня ниже допустимых пределов приводит к нарушению циркуляции в экранных трубах и как

следствие – к перегосу труб. При значительном повышении уровня в барабане возможен захват частиц воды паром, вынос ее в пароперегреватель и турбину, что вызывает занос пароперегревателя солями, что приводит к перегосу труб пароперегревателя.

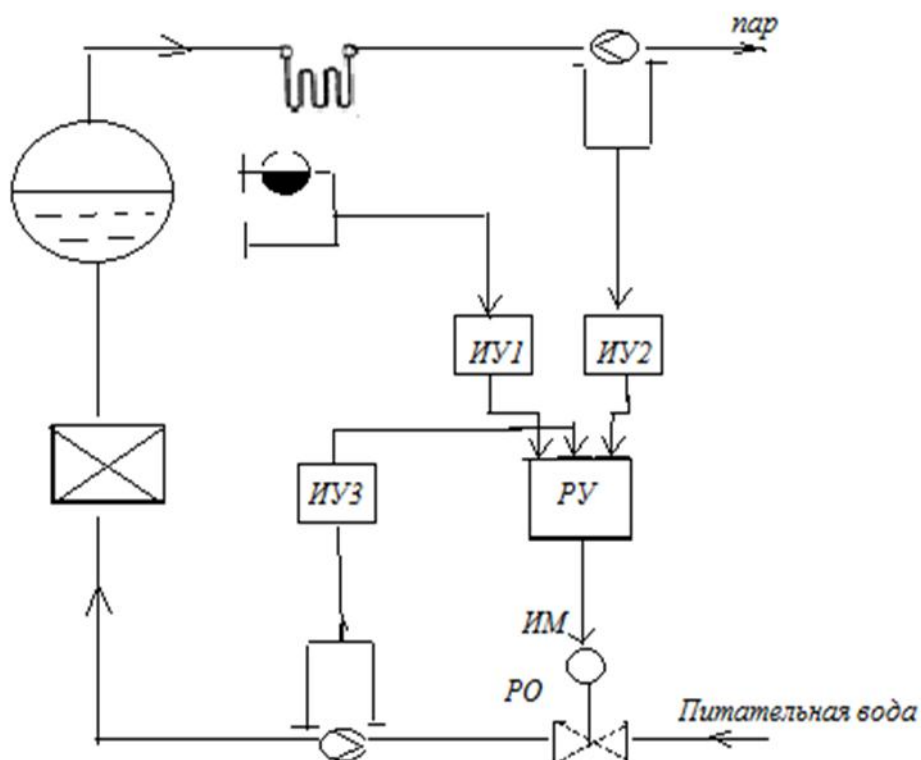


Рисунок 10 - Принципиальная схема регулирования уровня воды в барабане котла:

ИУ1- датчик уровня в барабане; ИУ2- датчик уровня расхода пара; ИУ3- датчик уровня расхода воды до экономайзера; РУ- регулирующее устройство; РО-регулирующий орган; ИМ- исполнительный механизм.

В рассматриваемой системе в качестве импульсов используются величины уровня в барабане котла, расхода пара после пароперегревателя, расхода воды до экономайзера, измеряемые датчиками ИУ1, ИУ2, ИУ3. При изменении одной из величин

регулирующее устройство РУ, действующее через исполнительный механизм ИМ на регулирующий орган РО и изменяет расход воды на котел для сохранения материального баланса и заданного уровня.

Разработка функциональной схемы автоматизации уровня воды в барабане котла

Функциональные схемы являются основным техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации.

При разработке функциональной схемы автоматизации технологических процессов решаются следующие задачи:

- 1) получение первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- 2) непосредственное воздействие на технологический процесс для управления им;
- 3) стабилизация технологических параметров процесса;
- 4) контроль и регистрация технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

Функциональная схема выполняется в виде чертежа, на котором схематически условными изображениями показывают средства автоматизации, аппаратуру всех систем контроля, регулирования, управления и сигнализации, относящуюся к данной технологической установке. Схема выполняется с изображением приборов по ГОСТ 21.404-85. На схеме приводят:

- приборы по месту;

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

- МЩУ (местный щит управления);
- пульт оператора.

Функциональная схема регулирования уровня воды в барабане котла представлена на листе графической части ФЮРА.421000.001.С2.

Разработка заказной спецификации на приборы и средства регулирования

На основе функциональной схемы составлена заказная спецификация на приборы и средства автоматизации, которая приведена в таблице 21.

Таблица 21- Заказная спецификация на приборы

№ п/п	№ позиции	Наименование и техническая характеристика приборов и средств автоматизации, завод-изготовитель	Тип и марка приборов	Количество
1	2	3	4	5
1	1а	Сосуд уравнильный, условное давление 6,3 МПа. ПГ «Метран», г. Челябинск.	СУ-6,3-2-А	1
2	1б, 2б, 3б	Преобразователь измерительный разности давлений. Верхний предел измерения 2,5МПа. Питание 36В, выходной сигнал 0—5 мА Завод Манометр г. Москва	Сапфир22ДИ 2150-А-01-УХЛ-3,1-0,25/2,5Па-0,5-В-К-1/2	3
3	2а, 3а	Диафрагма камерная, условное давление 10 МПа, условный диаметр 100 мм. ПГ «Метран», г. Челябинск	ДКС 10-100	2
4	4а	Задатчик ручной. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.	РЗД-12	1

5	5а	Устройство регулирующее, входные сигналы 4...20 мА. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары	РП4-У-М1	1
6	5б	Блок ручного управления. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.	БРУ-22	1
7	5в	Пускатель бесконтактный реверсивный. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары	ПБР-2М	1

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

9 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ ПО ДИАГНОСТИРОВАНИЮ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА КОТЛОАГРЕГАТОВ

Анализ вредных и опасных производственных факторов при проведении работ по дефектоскопии представлен в таблице 20.

Таблица 20 - Анализ вредных производственных факторов при проведении работ по дефектоскопии.

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Группы	Опасные и вредные производственные факторы	
1	2	3	4
Дефектоскопия энергетического оборудования	физические	повышенная температура поверхностей оборудования	СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
		повышенная температура воздуха рабочей зоны	СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
		повышенный уровень шума на рабочем месте	ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности,

			СНиП П-12-77. Защита от шума СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав России, 1997.
		повышенный уровень вибрации	ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования, СН 2.2.4/2.1.8.556–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 1997
		Повышенный уровень электромагнитных излучений.	ГОСТ 12.1.006–84.ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
		недостаток естественного света	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных

			зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
		повышенный уровень ультразвука	ГОСТ 12.1.001–89 ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности.
	Психофизиологические	напряженность труда (интеллектуальная и сенсорная нагрузки, монотонность труда)	Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценки факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: Минздрав России, 1999
		тяжесть труда	Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценки факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: Минздрав России, 1999
	травмоопасные	движущиеся и вращающиеся части машин и механизмов	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности, ГОСТ 12.1.002-84 «Электрические поля промышленной частоты.
		повышенное значение напряжения в электрической цепи,	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни

		замыкание которой может произойти через тело человека	напряжений прикосновения и токов, ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление
		нарушение герметичности паропроводов, трубопроводов и оборудования, воздействие на человека носителей с высокой температурой и давлением	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности, ГОСТ 12.1.002-84 «Электрические поля промышленной частоты.
		разрушающиеся конструкции элементов оборудования	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности, ГОСТ 12.1.002-84 «Электрические поля промышленной частоты.
		расположение рабочего места на высоте, относительно поверхности пола	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности, ГОСТ 12.1.002-84 «Электрические поля промышленной частоты.

**Таблица 21 - Воздействие опасных и вредных
производственных факторов**

Опасные и вредные факторы	Действие фактора
повышенная температура поверхностей оборудования	ожоги незащищенных участков тела
повышенная температура воздуха рабочей зоны	нарушение процессов обмена.
повышенный уровень шума на рабочем месте	снижение остроты слуха, нарушение функционального состояния сердечно-сосудистой системы и нервной системы.
повышенный уровень вибрации	изменения, которые могут привести к вибрационной болезни.
недостаток естественного света	световое голодание организма человека.
повышенный уровень ультразвука	заболевания органов зрения и нервной системы.
повышенный уровень электромагнитных излучений.	может вызвать нарушения деятельности сердечно-сосудистой системы, эндокринной системы, нервной системы и др. заболевания.
напряженность труда (интеллектуальная и сенсорная нагрузки, монотонность труда)	заболевания сердечно-сосудистой системы, нервной системы.
тяжесть труда	заболевания органов опорно-двигательного аппарата, опущение внутренних органов, сосудистые и др. заболевания
движущиеся и вращающиеся части машин и механизмов	возможное травмирование работника.
повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	локальные и общие поражения организма человека электрическим током
нарушение герметичности паропроводов, трубопроводов и оборудования, воздействие на	возможное травмирование работника.

человека носителей с высокой температурой и давлением	
разрушающиеся конструкции элементов оборудования	возможное травмирование работника.
расположение рабочего места на высоте, относительно поверхности пола	

Защита от опасных и вредных производственных факторов

Основными методами борьбы с опасными и вредными факторами при проведении дефектоскопии энергетического оборудования являются:

- средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест;

- средства нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест;

- средства защиты от повышенного уровня ионизирующих излучений;

- средства защиты от повышенного уровня инфракрасных излучений;

- средства защиты от повышенного уровня электромагнитных излучений;

- средства защиты от повышенной напряженности магнитных и электрических полей;

- средства защиты от повышенного уровня шума;

- средства защиты от повышенного уровня вибрации;

- средства защиты от повышенного уровня ультразвука;
- средства защиты от поражения электрическим током;
- средства защиты от повышенных или пониженных температур поверхностей оборудования, материалов, заготовок;
- средства защиты от повышенных или пониженных температур воздуха и температурных перепадов;
- средства защиты от воздействия механических факторов;
- средства защиты от падения с высоты.

Требования к персоналу

Персонал, проводящий неразрушающий контроль, должен быть обучен и аттестован в специализированных аттестационных центрах в соответствии с установленным порядком. Дефектоскописты подвергаются обязательной периодической аттестации (теоретической и практической).

Результаты контроля фиксируются в отчётной технической документации (журналах, формулярах, заключениях, актах, протоколах и т.д.).

Организация и подготовка оборудования к контролю возлагается на техническое руководство ГРЭС.

Все работы по дефектоскопии с использованием источников ионизирующего излучения должны проводиться в соответствии с требованиями норм радиационной безопасности, НРБ-96.

К работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний к выполнению данной работы.

Персонал при приеме на работу проходит вводный инструктаж и первичный инструктаж, проверку знаний и инструкций по охране труда, инструкции по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве, по применению средств защиты, необходимых для безопасного выполнения работ, правила техники безопасности правил пожарной безопасности. Повторные инструктажи персонал обязан проходить один раз в месяц.

Проверку знаний инструкций по охране труда – один раз в год. При нарушении правил техники безопасности проводится внеплановый инструктаж. Для защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов необходимо применять средства защиты и спецодежду.

Охрана окружающей среды

ОАО «Южно-Кузбасская ГРЭС» относится к промышленным объектам, оказывающим негативное воздействие на окружающую среду. Основные загрязнители — выбросы в атмосферный воздух с дымовыми газами (окислы углерода, азота, серы, сероводорода) и загрязнения вод бассейна реки Кондома, связанные с охлаждением основного оборудования в процессе его эксплуатации. От станции в водоёмы непрерывно поступает поток воды с температурой на 10-12⁰С превышающей температуру воды в водоёме.

Для сокращения вредных выбросов в атмосферу на станции сегодня проводится замена золоуловителей на всех котлах, предусмотренных первоначальным проектом, на современные

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

золоуловители типа батарейных эмульгаторов 2-го поколения конструкции Панарина, с КПД эффективности очистки уходящих газов не менее 99,4%. Эти мероприятия уже в ближайшее время позволят значительно сократить выбросы в атмосферу.

Технические показатели работы батарейных эмульгаторов II поколения:

- степень золоочистки— 99,0÷99,5% (при снижении нагрузки котла до 80% – КПД золоулавливания падает на 0,3,0,4%), в зависимости от начальной запыленности;

- аэродинамическое сопротивление эмульгатора 180 мм.вод.ст.;

- удельный расход воды »0,2,0,22л/нм³, используется любая вода, в том числе, осветленная вода из золоотвала;

- расход горячего воздуха на подогрев очищенных газов (во избежание коррозии на выходных газоходах и дымососах) »3÷8% от расхода газов;

- подавление окислов серы до 5-15% (в зависимости от угля) без всяких присадок.

Повышение аэродинамического сопротивления эмульгатора II поколения по отношению к аэродинамическому сопротивлению традиционной схемы (труба Вентури и скруббер. используемые ранее) – незначительно и не требует работ по реконструкции дымососов (как правило, дымососы остаются в штатном режиме работы).

Пожаровзрывобезопасность

Устройство цехов станции должно отвечать техническим требованиям по взрывопожаробезопасности:

1. Перед пуском котла после монтажа, ремонта или длительной остановки должны быть проверены и подготовлены к работе все вспомогательные механизмы, средства защиты, управления, измерения, блокировки, связи и систем пожаротушения воздухоподогревателей, а также пожарные краны на основных отметках обслуживания у котла.

2. Пуск оборудования и растопка котла должны проводиться под руководством должностного лица, имеющего опыт его пуска и эксплуатации.

Запрещается начинать операции по растопке котла в следующих случаях:

- Технологическое оборудование имеет дефекты, не позволяющие обеспечить номинальный режим, а также могущие вызвать пожар;
- Не работают контрольно-измерительные приборы (в том числе регистрирующие), определяющие основные параметры работы котла;
- Имеются неисправности цепей управления, а также технологических защит и блокировок, действующих на останов котла;
- Не обеспечен номинальный режим в сети противопожарного водоснабжения и не готовы средства пожаротушения;

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

- Перед растопкой топка и газоходы должны быть провентилированы;

- Персонал обязан строго контролировать соблюдение установленного топочного режима котельных установок, что обеспечивает безопасность работы.

Средства пожаротушения

Для обозначения мест расположения первичных средств пожаротушения следует устанавливать специальные знаки, отвечающие требованиям НПБ 160-97 «Цвета сигнальные. Знаки пожарной безопасности. Виды, размеры, общие технические требования», на видных местах.

Огнетушители могут устанавливаться на полу, с обязательной фиксацией от возможного падения при случайном воздействии. Огнетушители не должны создавать препятствий при перемещении людей в помещениях.

На пожарных щитах должны размещаться только те первичные средства тушения пожара, которые могут применяться в данном помещении в котельном цехе станции. Средства пожаротушения и пожарные щиты должны быть окрашены в соответствующие цвета по действующему Государственному стандарту.

Порядок обслуживания и применения огнетушителей должен соответствовать техническим условиям предприятий-изготовителей, требованиям «Типовой инструкции по содержанию и применению первичных средств пожаротушения на объектах энергетической отрасли» и НПБ 166-97 «Пожарная техника. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Выбор типа огнетушителей, их размещение, эксплуатация и проведение регламентных работ по техническому обслуживанию должны соответствовать требованиям НПБ 166-97 «Пожарная техника. Огнетушители. Требования к эксплуатации».

Действия в чрезвычайных ситуациях

Котел должен быть немедленно остановлен (аварийно) если:

-перестало действовать более 50% предохранительных клапанов или заменяющих их устройств;

-давление в котле повысилось более чем на 10% против допустимого и продолжает расти, несмотря на прекращение подачи топлива, уменьшения тяги и дутья и усиленное питание водой;

-произошла утечка воды из котла;

-уровень воды быстро снижается, несмотря на усиленное питание котла водой;

-уровень воды поднялся выше допустимого и продувкой котла не удастся снизить его;

-прекращено действие всех питательных устройств;

-прекращено действие всех водоуказательных приборов;

-в основных элементах котла обнаружены трещины, вспучивание, пропуски в сварных швах, обрывы двух или более находящихся рядом связей;

-возник пожар в цехе.

При аварийной остановке котла необходимо:

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

-прекратить подачу топлива и воздуха, резко ослабить тягу;

-отключить котел от паропровода.

При возникновении пожара:

-немедленно вызвать пожарную охрану, сообщить об этом руководству и принять меры по тушению пожаров;

-если пожар в котельной не удастся быстро ликвидировать остановить котлы в аварийном порядке, усиленно питая их водой;

-при остановке котла из-за загорания сажи или уноса топлива немедленно прекратить подачу топлива и воздуха в топку, перекрыть тягу, остановив дымососы и вентиляторы и полностью перекрыть воздушные и газовые заслонки.

При несчастных случаях:

- Немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в медицинскую организацию;

- Принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной или иной чрезвычайной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;

- Сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью других лиц и не ведет к катастрофе.

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

В дипломной работе подробно рассмотрены данные о повреждаемости поверхностей нагрева паровых котлов ПК-10п ОАО «Южно-Кузбасской ГРЭС». Эти данные отражают надежность работы котлов и станции в целом.

Собран материал по статистике об аварийности котлов, наработках различных элементов поверхностей нагрева, заменах и ремонтах оборудования. Произведен анализ этих данных.

На примере одного из котлов рассчитаны основные показатели надежности: наработка на отказ. Время восстановления, коэффициенты готовности, вероятности отказов оборудования. Выполнен расчет относительного времени нахождения котла в различных режимах.

На основании анализа статистических данных предложен вариант дополнительной диагностики наиболее уязвимых к повреждениям поверхностей нагрева.

Произведен сметный расчет, на основании которого можно обосновать актуальность разработанной программы дополнительного контроля.

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Нормы расхода газомазутного топлива при сжигании каменных углей с выходом летучих веществ от 20 до 30% на тепловых электростанциях РД 34.10.504-90(МИНЭНЕРГО,1990).
2. Надежность теплооборудования ТЭС. Ноздренко Г.В., Зыков В.В.– Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1996. – 72 с.
3. СТО 1723082.27.100.005-2008 Основные элементы котлов, турбин и трубопроводов ТЭС. Контроль состояния металла. Нормы и требования Москва 2008-634с.
4. ПБ 10-574-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов (утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 11 июня 2003 г. N 88)-141с.
5. СО 153-34.17.469-2003 Инструкция по продлению срока безопасной эксплуатации паровых котлов -80с.
6. Типовая инструкция по контролю металла и продлению срока службы основных элементов котлов, турбин и трубопроводов тепловых электростанций. РД-10-577-03 (Москва,2003).
7. Методические указания о порядке проведения работ при оценке индивидуального ресурса паровых турбин и продление срока их эксплуатации сверх паркового ресурса. РД 34.17.440-96. (М., АООТ, "ВТИ", 1996).
8. Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте оборудования электростанций. РД 153-34.-003-01 (РТМ-1с).

					ФЮРА.311390.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61