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

Институт: Энергетический
Специальность: 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Кафедра: Атомных и тепловых электростанций

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы
Влияние загрязнения теплообменных поверхностей конденсатора на эффективность работы АЭС

УДК 621.311.25:621.039.56.00124(470.61)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5012	Вдовин Дмитрий Эдуардович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АТЭС	Д.В. Гвоздяков	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	С.И. Сергейчик	К.Т.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Ю.А. Амелькович	К.Т.Н., доцент		

По разделу «Автоматизация технологических процессов и производств»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры автоматизации тепло- энергетических про- цессов	В.С. Андык	К.Т.Н., доцент		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры АТЭС	М.А.Вагнер	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
атомных и тепловых электростанций	А.С. Матвеев	К.Т.Н., доцент		

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг, специализация подготовки «Проектирование и эксплуатация атомных станций»

Код ре- зультата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
	Универсальные компетенции	
Р1	Использовать методологические основы современной картины мира для научного познания и творчества, выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК– 1, ПК–10), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR–ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р2	Анализировать социально–значимые процессы и явления, экономические проблемы и общественные процессы, ответственно участвовать в общественно–политической жизни, применять методы социального взаимодействия на основе принятых моральных и правовых норм	Требования ФГОС (ОК–2, 5, 9), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR–ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р3	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и публично защищать результаты, владеть методами пропаганды научных достижений	Требования ФГОС (ОК–3 – 5), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR–ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р4	Использовать системный подход в профессиональной деятельности, ставить цели и выбирать пути их достижения, обобщать, анализировать, критически осмысливать, систематизировать	Требования ФГОС (ОК–6, ПК–1), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR–ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р5	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию, развитию социальных и профессиональных компетенций, использовать полученные знания для обучения и воспитания новых кадров	Требования ФГОС (ОК–7 ПК–3), Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR–ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р6	К достижению должного уровня физической подго-	Требования ФГОС (ОК–8;

Код ре- зультата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
	товленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности и должного уровня безопасности жизнедеятельности, в том числе, защиты персонала и населения от последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	ОПК–1, ПК–7, 19), Критерий 5 АИОР (п. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR–ACE</i> и <i>FEANI</i>
P7	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе, многонациональном, принимать ответственность за свои решения, в том числе, нестандартные, управлять коллективом, находить организационно–управленческие решения в нестандартных ситуациях	Требования ФГОС (ОК–10, 13, 14, ПК–3), Критерий 5 АИОР (пп.2.3, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR–ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Использовать информационные технологии для работы с информацией, управления ею и создания новой информации; работать с информацией в глобальных компьютерных сетях, осознавать и соблюдать основные требования информационной безопасности	Требования ФГОС (ОК–12, ПК–2, 6, 13, 26, ПСК–1.5), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR–ACE</i> и <i>FEANI</i>
	Профессиональные компетенции	
P9	Понимать значимость своей специальности, стремиться к ответственному отношению к своей трудовой деятельности, демонстрировать особые компетенции, связанные с уникальностью задач, объектов в области проектирования и эксплуатации АС	Требования ФГОС (ПК–4), Критерий 5 АИОР (п. 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR–ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Использовать глубокие математические, естественнонаучные знания в профессиональной деятельности с применением математического моделирования объектов и процессов в области проектирования и эксплуатации АС	Требования ФГОС (ОК–1, ПК–9 – 11), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованные с требованиями международных стандартов <i>EUR–ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Проводить <i>инновационные</i> научные исследования систем и оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок, участвовать во внедрении результатов исследований	Требования ФГОС (ОПК–2, ПК–5, 9, 14, 15, 16), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR–ACE</i> и <i>FEANI</i>
P12	Анализировать и использовать научно–техническую информацию, формулировать цели	Требования ФГОС (ПК–12; 17, 20), Критерий 5 АИОР (п.

Код ре- зультата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
	проекта, ставить и решать инновационные задачи <i>комплексного</i> инженерного анализа в области проектирования и эксплуатации АС	1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P13	Выбирать, создавать и использовать оборудование атомных электрических станций и ядерных энергетических установок, средства измерения теплофизических параметров и автоматизированного управления, защиты и контроля технологических процессов	Требования ФГОС (ОПК–3, ПК–18), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P14	Проводить предварительное технико–экономическое обоснование проектных разработок систем и оборудования АС и ядерных энергетических установок, готовить исходные данные для выбора и обоснования научно–технических и организационных решений, выполнять <i>инновационные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов с учетом принципов и средств обеспечения ядерной и радиационной безопасности	Требования ФГОС (ПК–20, 21, 23 – 25, ПСК–1.5, 1.6, 1.8, 1.10), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P15	Разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно–конструкторские работы в области проектирования АС	Требования ФГОС (ПК–22), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P16	Анализировать нейтронно–физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, диагностики, управления и защиты, проводить нейтронно–физические, теплогидравлические и прочностные расчеты оборудования АС и его элементов в стационарных и нестационарных режимах работы	Требования ФГОС (ПК–27, 28, ПСК–1.4), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P17	Делать оценку ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и другими отходами	Требования ФГОС (ПК–29), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Код ре- зультата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
P18	Применять основы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока АС в целом при пуске, останове, работе на мощности и переходе с одного уровня мощности на другой с соблюдением требований безопасности, выполнять типовые операции по управлению реактором и энергоблоком на функционально-аналитическом тренажере	Требования ФГОС (ПК– 28, 10, 11, , ПСК–1.14, 1.15), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR–ACE и FEANI
P19	Анализировать технологии монтажа, ремонта и демонтажа оборудования АС применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АС	Требования ФГОС (ПК– 13,14), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR–ACE и FEANI
P20	Осуществлять и анализировать технологическую деятельность как объект управления, организовывать рабочие места, обеспечивать их техническое оснащение, размещать технологическое оборудование, контролировать соблюдение технологической дисциплины и обслуживать технологическое оборудование, исследовать причины его неисправностей, принимать меры по их устранению	Требования ФГОС (ПСК– 1.9), Критерий 5 АИОР (п. 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов EUR–ACE и FEANI
P21	Составлять техническую документацию и организовывать экспертизу технической документации, составлять установленную отчетность по утвержденным формам, управлять малыми коллективами исполнителей, планировать работу персонала и фонды оплаты труда	Требования ФГОС (ПСК– 1.9), Критерий 5 АИОР (пп. 2.2, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR–ACE и FEANI
P22	Выполнять работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов ядерных энергетических установок, проводить анализ производственных затрат на обеспечение необходимого качества продукции	Требования ФГОС (ПСК– 1.11), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR–ACE и FEANI
P23	Составлять и использовать тепловые схемы и математические модели процессов и аппаратов ядерно-энергетических и тепломеханических установок различных типов АС, готовить исходные данные	Требования ФГОС (ПСК– 1.1, 1.3, 1.7), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR–

Код ре- зультата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
	для расчета тепловых схем	<i>ACE</i> и <i>FEANI</i>
P24	Проводить физические эксперименты на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом	Требования ФГОС (ПСК–1.2), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P25	Применять на практике принципы организации эксплуатации современного оборудования и приборов АС, понимать принципиальные особенности стационарных и переходных режимов реакторных установок и энергоблоков и причины накладываемых ограничений при нормальной эксплуатации, при её нарушениях, при ремонте и перегрузках	Требования ФГОС (ПК–8, ПСК–1.12, 1.13), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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

Институт: Энергетический
Специальность: 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
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, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5012	Вдовину Дмитрию Эдуардовичу

Тема работы:

Влияние загрязнения теплообменных поверхностей конденсатора на эффективность работы АЭС

Утверждена приказом директора (дата, номер) **11.11.2016 г. №9734**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>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></p>	<p>Объект исследования – Конденсатор паровой турбины К1000–60/1500–2 типа 1000КП–100800–3. Режим работы – непрерывный. Исходные данные для расчета – Основные технические характеристики 1000КП–100800–3 Прототип– 1000КП–100800–3 Климатические условия – г. Волгодонск.</p>
<p>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></p>	<ol style="list-style-type: none">1. Сформулировать цели и задачи.2. Расчет конденсатора3. Расчет эффективности работы турбоустановки К1000-60/1500-24. Расчет увеличения затрат электроэнергии на собственные нужды5. Сформулировать основные выводы работы.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Тепловая схема турбоустановки К-1000-60/1500-2 2. Конденсатор 1000КП-100800-3 3. Технологическая схема энергоблока ВВЭР-1000 4. Функциональная схема теплотехнического контроля параметров конденсатора
---	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
1. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Сергейчик С.И., доцент кафедры менеджмента
2. Социальная ответственность	Амелькович Ю.А., доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
3. Автоматизация	Андык В.С., доцент кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	22 июня 2016 г.
---	------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры АТЭС	Д.В. Гвоздяков	к.т.н.		22.06.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5012	Вдовин Дмитрий Эдуардович		22.06.2016

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 78 с., 6 рис., 12 табл., 19 источников, 1 прил.

Ключевые слова: конденсатор, теплообменный трубки, загрязнение, эффективность, паротурбинная установка.

Объектом исследования является конденсатор ПТУ АЭС.

Цель работы – оценка влияния загрязнения теплообменных поверхностей конденсатора на эффективность работы АЭС.

В процессе работы производились тепловой, конструкторский, поверочный, гидродинамический расчеты конденсатора, а также оценка экономического эффекта от загрязнения теплообменной поверхности конденсатора.

Достигнутые технико–экономические показатели: увеличение давления в конденсаторе, уменьшение термического КПД и мощности ПТУ.

Расчеты по дипломной работе производились для конденсатора ПТУ с ЭБ ВВЭР–1000.

Тема, рассмотренная в дипломной работе, является актуальной, в виду того, что в атомной промышленности используется для охлаждения конденсаторов природные воды, содержащие растворенные, коллоидные и грубодисперсные вещества, что приводит к загрязнению теплообменной поверхности конденсатора

Экономическая эффективность/значимость работы: обоснование целесообразности очистки теплообменной поверхности конденсатора.

					ФЮРА.693450.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

СПИСОК ПРИНЯТЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическими процессами;

АЭС – атомная электрическая станция;

БОУ – блочная обессоливающая установка;

БЩУ – блочный щит управления;

ВВЭР – водо–водяной энергетический реактор;

КПД – коэффициент полезного действия;

ПВ – питательная вода;

ПТУ – паротурбинная установка;

СТТК – система теплотехнического контроля;

ТВС – тепловыделяющая сборка;

ТПН – турбопитательный насос;

ТПС – термопреобразователь сопротивления;

ТЦ – турбинный цех;

ТЭС – тепловая электрическая станция;

ЭВМ – электронно–вычислительная машина;

ЭБ – энергоблок.

					ФЮРА.693450.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	16
1. РАСЧЕТ КОНДЕНСАТОРА.....	18
1.1. Конструкторский и тепловой расчет конденсатора турбины К-1000–60/1500–2.....	18
1.2. Поверочный расчет конденсатора турбины К-1000–60/1500–2.....	21
1.3. Гидродинамический расчет конденсатора турбины К-1000–60/1500–2	25
1.4. Расчет конденсатора турбины К-1000–60/1500–2 с появлением загрязнений.....	26
2. РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТУРБОУСТАНОВКИ К-1000-60/1500-2.....	32
3. РАСЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ ЗАТРАТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ.....	35
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	37
4.1. Расчет затрат на основные материалы.....	37
4.2. Расчет численности работающих по категориям.....	38
4.3. Расчет фонда заработной платы.....	39
4.4. Расчет увеличения общепроизводственных расходов.....	40
4.5. Расчет стоимости выработанной электроэнергии.....	41
4.6. Калькуляция.....	42
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	44
5.1. Производственная безопасность.....	46
5.2. Экологическая безопасность.....	59
5.3. Защита в чрезвычайной ситуации.....	60
5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасно- сти.....	61
5.5. Расчет освещения на рабочем месте машиниста обходчика.....	64

					ФЮРА.693450.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

6. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КОНДЕНСАТОРА.....	66
6.1. Контроль работы конденсационной установки.....	67
6.2. Разработка структуры и схемы системы теплотехнического контро- ля конденсатора.....	69
6.3. Выбор технических средств и составление заказной специфика- ции.....	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	74
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	76

ГРАФИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ:

ФЮРА.311115.001 ТЗ – Тепловая схема турбоустановки К-1000-60/1500-2.

ФЮРА.693450.002 СБ – Конденсатор 1000КП-100800-3.

ФЮРА.311000.003 Т6 – Технологическая схема энергоблока ВВЭР-1000.

ФЮРА.421000.004 С2 – Функциональная схема теплотехнического контроля параметров конденсатора.

					ФЮРА.693450.001 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

ВВЕДЕНИЕ

Двухконтурные АЭС с ВВЭР являются основой развития атомной энергетики и промышленности в целом, в России.

Одним из важнейших показателей эффективности работы АЭС является КПД.

Современные ПТУ тепловых электростанций это сложнейшая система, состоящая из огромного количества элементов. Важное место в составе таких систем занимают теплообменные аппараты. Как правило, теплообменные аппараты:

- дорогостоящи;
- крупногабаритные;
- металлоемки.

Конденсаторы ПТУ относятся к числу наиболее ответственных и крупных аппаратов. Данное теплообменное оборудование определяет надежность и эффективность работы турбоустановок. При поддержании эффективной работы теплообменных аппаратов ПТУ на номинальном уровне, приводит к тому, что капитальные затраты на строительство станции окупаются в минимальные сроки и дает существенный экономический эффект.

Во время эксплуатации конденсационной установки происходит загрязнение трубок теплообменной поверхности. Загрязнение труб в трубном пучке, как правило, вызвано использованием для охлаждения конденсаторов природных вод, содержащих растворенные, коллоидные и грубодисперсные вещества.

Загрязнение конденсаторов с водной стороны приводит к:

- увеличению давления в конденсаторе ПТУ;
- к увеличению расхода топлива;
- уменьшению мощности турбины;
- уменьшению КПД ПТУ.

					ФЮРА.693450.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Отложения, образующиеся в конденсаторах, приводят к интенсификации коррозионных процессов в металле трубок.

Борьба с загрязнением конденсаторов ПТУ включает в себя следующие методы:

- механическую очистку охлаждающей воды, а также химические и физические методы её очистки;
- различные способы профилактики и очистки загрязнения конденсатора.

Цель работы заключается в оценке влияния загрязнения теплообменной поверхности конденсатора ПТУ АЭС на показатели эффективности работы АЭС в целом.

В процессе работы производились тепловой, конструкторский, поверочный, гидродинамический расчеты, расчет с появлением загрязнений конденсатора, а также оценка экономического эффекта.

Оценку по состоянию поверхности теплообмена может производиться на действующих паротурбинных установках энергоблоков ВВЭР-1000, в период планового ремонта. Оценку эффективности работы АЭС можно производить в течение всего срока ее службы.

					ФЮРА.693450.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

При эксплуатации конденсационной установки происходит загрязнение трубок поверхности теплообмена. Загрязнение трубок может происходить как с наружной, так и с внутренней стороны.

Загрязнение периферийных трубок в трубном пучке конденсатора с паровой стороны, как правило, не отражается на его работе.

Загрязнения теплообменной поверхности конденсатора оказывает негативное влияние на эффективность работы АЭС:

- увеличение термического сопротивления за счет загрязнения;
- повышение гидравлического сопротивления;
- перерасход топлива;
- ограничение мощности турбины.

Так же отложения, образующиеся в конденсаторах, интенсифицируют коррозионные процессы в металле трубок и вызывают эрозионно–коррозионный износ трубок. Тем самым уменьшая срок службы конденсатора.

4.1. Расчет затрат на основные материалы

Найдем стоимость необходимых для модернизации трубок:

$$Ст.тр = N \cdot L \cdot Ст.м.тр. = 24928 \cdot 14,3 \cdot 427,9 = 152,5 \cdot 10^6 \text{ руб.},$$

где $Ст.м.тр = 427,9$ рублей, стоимость за метр гладких трубы из титана марки ВТ 1–0;

Так как в дипломной работе был произведен только конструкторский расчет теплообменной поверхности конденсатора, то оценочно примем стоимость корпуса, трубных досок, водяных камер, зная рыночную себестоимость материалов:

$$Ст.мат = 200 \cdot 10^6 \text{ руб.}$$

					ФЮРА.693450.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Материальные затраты на изготовление конденсаторов составят:

$$\begin{aligned} \text{Мат.зат} &= (\text{Ст.тр} + \text{Ст.мат}) \cdot N_{\text{конд}} = (152,5 \cdot 10^6 + 200 \cdot 10^6) \cdot 3 = \\ &= 1,058 \cdot 10^9 \text{ руб.} \end{aligned}$$

где $N_{\text{конд}} = 3$ число конденсаторов на АЭС.

Затраты на транспортно–заготовительные расходы составили 9% от расходов на основные материалы:

$$\text{Зат.трансп} = \text{Мат.зат} \cdot 0,09 = 1,058 \cdot 10^9 \cdot 0,09 = 95,18 \cdot 10^6 \text{ руб.}$$

Всего затраты на основные материалы составили:

$$\begin{aligned} \text{Ос.мат} &= \text{Мат.зат} + \text{Зат.трансп} = 1,058 \cdot 10^9 + 95,18 \cdot 10^6 = \\ &= 1,153 \cdot 10^9 \text{ руб.} \end{aligned}$$

4.2. Расчет численности работающих по категориям

Расчет численности основных рабочих участвующих в замене конденсаторов:

$$P_{\text{раб}}^{\text{осн}} = \frac{T_{\text{д}}}{F_{\text{ДР}}},$$

где $T_{\text{д}}$ – трудоемкость, чел/час;

$F_{\text{ДР}}$ – действующий фонд рабочего времени одного рабочего, час.

$$P_{\text{раб}}^{\text{осн}} = \frac{10000}{500} = 20 \text{ чел.}$$

Списочная численность:

$$P_{\text{сп}}^{\text{осн}} = P_{\text{раб}}^{\text{осн}} \cdot k = 20 \cdot 1,1 = 22 \text{ чел.},$$

где $k = 1,1$ – коэффициент, учитывающий не выходы на работу по уважительным причинам.

Кроме основных рабочих, в замене конденсаторов принимают участие и вспомогательные рабочие, ИТР и служащие.

Численность вспомогательных рабочих определяется, в размере 28–32% от численности основных рабочих:

$$P^{всп} = P_{раб}^{осн} \cdot 32\% = 7 \text{ чел.}$$

Численность ИТР и служащих определяется в размере 8–12% от численности всех рабочих (основных и вспомогательных):

$$P^{ИТР} = (P_{раб}^{осн} + P^{всп}) \cdot 12\% = 4 \text{ чел.}$$

Таким образом, общая численность работающих при замене конденсаторов составляет:

$$P_{общ} = P_{раб}^{осн} + P^{всп} + P^{ИТР} = 33 \text{ чел.}$$

4.3. Расчет фонда заработной платы

Основная заработная плата производственных рабочих отражает заработную плату рабочих и инженерно–технических работников, непосредственно участвующих в модернизации:

$$ЗП_{осн} = ЗП_{ср.мес.} \cdot P_{общ} \cdot 3мес = 18825 \cdot 33 \cdot 3 = 1,864 \cdot 10^6 \text{ руб.},$$

где $ЗП_{ср.мес.}$ – средняя месячная заработная плата одного производственного работающего.

К дополнительной заработной плате относятся оплата очередных и дополнительных отпусков, компенсации за неиспользуемый отпуск, оплата перерывов в работе кормящих матерей, оплата за время, использованное работником на выполнение государственных и общественных обязанностей, и другие выплаты, предусмотренные трудовым законодательством, за не проработанное на производстве время.

Дополнительная заработная плата берется 9% от основной заработной платы:

$$ЗП_{доп} = ЗП_{осн} \cdot 9\% = 1,864 \cdot 10^6 \cdot 9\% = 167700 \text{ руб.}$$

В случае превышения заработной платы работников над нормативной, для последующих расчетов берется нормативная заработная плата с пересчетом превышения.

Отчисления на социальные нужды начисляются с основной и дополнительной заработной платы:

$$Z_{отч} = (3\Pi_{осн} + 3\Pi_{доп}) \cdot 30,2\% = (1,864 \cdot 10^6 + 167700) \cdot 0,302\% = 613,5 \cdot 10^3 \text{ руб},$$

где 30,2– коэффициент, учитывающий отчисления:

- в пенсионный фонд – 22%;
- в соцстрах – 2,9%;
- в медицинское страхование – 5,1%;
- отчисление от несчастного случая – 0,2%.

4.4. Расчет увеличения общепроизводственных расходов

Найдем мощность циркуляционных насосов при номинальных параметрах работы конденсаторов и чистой поверхности теплообмена:

$$N_{чист} = \frac{\Delta P_v \cdot G_B}{\rho_v \cdot \eta_{насос}} \cdot N_{насос} = \frac{80,13 \cdot 15700}{997 \cdot 0,75} \cdot 3 = 5,047 \text{ кВт},$$

где $\eta_{насос} = 0,75$ – КПД циркуляционных насосов;

$N_{насос} = 3$ – число циркуляционных насосов.

Найдем мощность циркуляционных насосов при номинальных параметрах работы конденсаторов и загрязненной поверхности теплообмена:

$$N_{загр} = \frac{\Delta P_v \cdot G_B}{\rho_v \cdot \eta_{насос}} \cdot N_{насос} = \frac{80,81 \cdot 15700}{997 \cdot 0,75} \cdot 3 = 5,09 \text{ кВт}.$$

Найдём расход электроэнергии на собственные нужды за год при номинальных параметрах работы конденсаторов и чистой поверхности теплообмена:

$$Q_{насос} = N_{чист} \cdot \tau = 5,047 \cdot 7560 = 38,16 \cdot 10^4 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

					ФЮРА.693450.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Найдём расход электроэнергии на собственные нужды за год при номинальных параметрах работы конденсаторов и загрязненной поверхности теплообмена:

$$Q_{\text{насос}} = N_{\text{чист}} \cdot \tau = 5,09 \cdot 7560 = 38,48 \cdot 10^4 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определяем время работы оборудования в течение года:

$$\tau = \tau_2 - \tau_{\text{ППР}},$$

где τ_2 – количество часов в году.

$\tau_{\text{ППР}}$ – время проведения ППР.

$$\tau = 8760 - 1200 = 7560 \text{ ч}.$$

Определим стоимость расхода электроэнергии за год при номинальных параметрах работы конденсаторов и чистой поверхности теплообмена:

$$C_{\text{чист}} = Q_{\text{насос}} \cdot C_{\text{отп}} = 38,16 \cdot 10^4 \cdot 2 = 76,32 \cdot 10^3 \text{ руб.}$$

Определим стоимость расхода электроэнергии за год при номинальных параметрах работы конденсаторов и загрязненной поверхности теплообмена:

$$C_{\text{загр}} = Q_{\text{насос}} \cdot C_{\text{отп}} = 38,48 \cdot 10^4 \cdot 2 = 76,96 \cdot 10^3 \text{ руб.}$$

где $C_{\text{отп}} \approx 2$ – отпускная цена за 1 кВт·ч на АЭС, руб.

Увеличение стоимости расхода электроэнергии за год:

$$\Delta C = C_{\text{загр}} - C_{\text{чист}} = 76,96 \cdot 10^3 - 76,32 \cdot 10^3 = 640 \text{ руб.}$$

4.5. Расчет стоимости выработанной электроэнергии

Так как при загрязнении теплообменной поверхности конденсатора ПТУ давление в конденсаторе увеличилось до $P_{\text{к}}^{\text{загр}} = 0,00504 \text{ МПа}$, то мощность ПТУ снизилась до $N_{\text{загр}} = 989,21 \text{ МВт}$.

					ФЮРА.693450.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Таким образом, находим выработку электроэнергии за год при номинальных параметрах работы конденсаторов и чистой поверхности теплообмена:

$$Q_{\text{чист}} = N_{\text{ном}} \cdot \tau = 1000 \cdot 1000 \cdot 7560 = 7,56 \cdot 10^9 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где $N_{\text{ном}} = 1000$ – номинальная мощность турбоустановки К–1000–60/1500–2, МВт.

Найдем выработку электроэнергии за год при номинальных параметрах работы конденсаторов и загрязненной поверхности теплообмена:

$$Q_{\text{загр}} = N_{\text{загр}} \cdot \tau = 989,21 \cdot 1000 \cdot 7560 = 7,48 \cdot 10^9 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Недовыработка электроэнергии:

$$\Delta Q = Q_{\text{чист}} - Q_{\text{загр}} = 7,56 \cdot 10^9 - 7,48 \cdot 10^9 = 82 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определяем выручку от выработанной электроэнергии:

$$Pr = C_{\text{отп}} \cdot Q_{\text{Э}},$$

где $Q_{\text{Э}}$ – количество выработанной электроэнергии за год.

$$Pr_{\text{чист}} = C_{\text{отп}} \cdot Q_{\text{чист}} = 2 \cdot 7,56 \cdot 10^9 = 15,12 \cdot 10^9 \text{ руб};$$

$$Pr_{\text{загр}} = C_{\text{отп}} \cdot Q_{\text{загр}} = 2 \cdot 7,48 \cdot 10^9 = 14,96 \cdot 10^9 \text{ руб}.$$

Найдем уменьшение выручки от выработки электроэнергии за год:

$$\Delta Pr = Pr_{\text{чист}} - Pr_{\text{загр}} = 15,12 \cdot 10^9 - 14,96 \cdot 10^9 = 16 \cdot 10^6 \text{ руб}.$$

4.6. Калькуляция

В таблице 3 приведена калькуляция полученных экономических показателей.

					ФЮРА.693450.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Таблица 3 – Калькуляция полученных экономических показателей

Наименование статей	Размерность	Показатели
Сырье и основные материалы	руб.	$1153 \cdot 10^6$
Транспортно–заготовительные расходы	руб.	$95,18 \cdot 10^6$
Основная зарплата	руб.	$1,864 \cdot 10^6$
Дополнительная зарплата	руб.	$0,1677 \cdot 10^6$
Отчисления на социальные нужды	руб.	$0,6135 \cdot 10^6$
Итого: капиталовложения	руб.	$1251 \cdot 10^6$
Увеличение эксплуатационных расходов в год	руб.	640
Недовыработка электроэнергии	кВт·ч	$82 \cdot 10^6$
Уменьшение выручки в год	руб.	$16 \cdot 10^6$