

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

Институт: Электронного обучения
 Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
 Кафедра Атомных и тепловых электростанций

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ эффективности замены сетевых подогревателей на пластинчатые теплообменники на ООО «УК и ТС» г. Гурьевск

УДК 697.328:66.045.128:65.011.46

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2А2	Чернов Владислав Вадимович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор кафедры АТЭС	Коротких А.Г.	д. ф.-м. н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры менеджмента	Н.Г. Кузьмина			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	М.В. Василевский	к.т.н., доцент		

Нормоконтроль

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

Томск – 2017 г.



Институт Электронного обучения
Направление подготовки (специальность) 13.03.01 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:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студентке:

Группа	ФИО
3-5Б2А2	Чернову Владиславу Вадимовичу

Тема работы:

Анализ эффективности замены сетевых подогревателей на пластинчатые теплообменники на ООО «УК и ТС» г. Гурьевска

Утверждена приказом зав. каедры (дата, номер)

2540/с 11.04.2017

Срок сдачи студентом выполненной работы:

8 июня 2017 года

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

Объект исследования – теплофикационная система ООО «УК и ТС» г. Гурьевска.

Режим работы – периодический (отопление), непрерывный (горячее водоснабжение).

Расчетная тепловая нагрузка – 14 МВт.

Давление греющего пара – 0.4 МПа.

Температура сетевой воды на входе – 70 °С

Температура сетевой воды на выходе – 130 °С

Климатические условия – г. Гурьевск, Кемеровская область.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><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. Представить описание, технические характеристики и схему включения сетевых подогревателей, график отпуска тепла потребителю. Указать проблемы эксплуатации сетевых подогревателей. 2. Сформулировать цели и задачи работы. 3. Провести анализ эффективности использования действующих сетевых подогревателей. 4. Представить технико-экономический анализ эффективности замены сетевых подогревателей на пластинчатые теплообменники. Определить марку и количество пластинчатых теплообменников. 5. Определить экономические затраты на покупку оборудования и выполнение работ. 6. Проанализировать рабочие места на предмет выявления основных опасностей и вредностей, оценить степень воздействия их на человека и природную среду. 7. Сформулировать основные выводы.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Схема включения и общий вид сетевых подогревателей, схема включения и общий вид пластинчатых теплообменников, графики тепловых нагрузок, температуры и расхода сетевой воды, результаты технико-экономического расчета.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Введение</p>	<p>Коротких А.Г., профессор кафедры АТЭС</p>
<p>1. Теплофикационная система предприятия</p>	<p>Коротких А.Г., профессор кафедры АТЭС</p>
<p>2. Техничко-экономический анализ эффективности замены сетевых подогревателей на пластинчатые теплообменники</p>	<p>Коротких А.Г., профессор кафедры АТЭС</p>
<p>3. Финансовый менеджмент</p>	<p>Кузьмина Н.Г., старший преподаватель кафедры менеджмента</p>
<p>4. Социальная ответственность</p>	<p>Василевский М.В., доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности</p>
<p>Заключение</p>	<p>Коротких А.Г., профессор кафедры АТЭС</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском языке:</p>	
<p>Введение</p>	
<p>1. Теплофикационная система предприятия</p>	
<p>2. Техничко-экономический анализ эффективности замены сетевых подогревателей на пластинчатые теплообменники</p>	
<p>3. Финансовый менеджмент</p>	
<p>4. Социальная ответственность</p>	
<p>Заключение</p>	
<p>Список литературы</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>25 января 2016 года</p>
--	-----------------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры АТЭС	Коротких Александр Геннадьевич	д. ф.-м. н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2А2	Чернов Владислав Вадимович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2А2	Чернову Владиславу Вадимовичу

Институт	Институт электронного обучения (ИнЭО)	Кафедра	Атомных и тепловых электростанций
Уровень образования	Бакалавр	Направление/ Специальность	«Теплотехника и теплоэнергетика», 13.03.01

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.</i>	Для расчета заработной платы принять среднемесячный оклад для руководителя-ассистента и инженера в размере 26300 руб. и 17000 руб. соответственно.
2. <i>Нормы, нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизации основных фондов: 20% Норма амортизации программных продуктов: 25%
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>Планирование работ и оценка времени их выполнения.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	2. <i>Организация и планирование НИР</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	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Кузьмина Наталия Геннадьевна			

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2А2	Чернов Владислав Вадимович		

Задание принял к исполнению студент:

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2А2	Чернов Владислав Вадимович

Институт	Институт электронного обучения (ИнЭО)	Кафедра	Атомных и тепловых электростанций
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»	
:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Гурьевская бойлерная
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<p>1. Вредные и опасные факторы</p> <p>А) шум</p> <p>Б) Освещение цеха</p> <p>2. Безопасность при работе с сосудами работающими под давлением</p> <p>3 Пожарная безопасность</p> <p>Электробезопасность</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (от- 	

<p>ходы);</p> <ul style="list-style-type: none"> – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Требования безопасности в аварийных ситуациях

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Василевский М.В	доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2А2	Чернов В.В		

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
Р1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
Р2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
Р3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
Р4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
Р5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
Р6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
Р8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
Р9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.

P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами, использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
<i>Специальные профессиональные</i>	
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

Реферат

Выпускная квалификационная работа на тему «Анализ эффективности замены сетевых подогревателей на пластинчатые теплообменники на ООО «УК и ТС» г. Гурьевск» содержит 65 страниц, 12 таблиц, 7 рисунков, 12 источников литературы.

Ключевые слова: центральный тепловой пункт, кожухотрубный теплообменник, пластинчатый подогреватель, отопление, горячее водоснабжение.

В выпускной квалификационной работе произведен анализ эффективности замены сетевых подогревателей на пластинчатые теплообменники в ЦТП с целью повышения экономичности работы предприятия. Выполнен тепловой, конструкторский расчёты и выбор пластинчатых подогревателей. Представлен технико-экономический анализ эффективности замены сетевых подогревателей на пластинчатые теплообменники, определены экономические затраты на покупку оборудования и выполнение работ. Проанализированы рабочие места на предмет выявления основных опасностей и вредностей, оценена степень воздействия их на человека и природную среду.

Список сокращений используемых в работе

ГВС- горячее водоснабжение

КПД – коэффициент полезного действия

КТО- кожухотрубчатые теплообменники

ООО «УК и ТС» - Общество с Ограниченной Ответственностью «Управление Котельных и Тепловых Сетей»

ОС-обратная сеть

ПП1 - пароводяной подогреватель с эллиптическими днищами

ПС-прямая сеть

ПТО-пластинчатые теплообменники

СО – Система отопления

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ЦТП-центральный тепловой пункт

Оглавление	
Введение	13
1 Теплофикационная система предприятия.....	14
1.1 Описание технологической схемы ЦТП.....	16
1.2 Цель работы	23
1.3 Задачи работы.....	23
2.1 Конструкция пароводяного кожухотрубного теплообменника	23
2.2 Конструкция пластинчатого теплообменного аппарата	27
2.3 Тепловой расчет подогревателей.....	29
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	41
3.1.Планирование работ и оценка времени их выполнения	41
3.2 Смета затрат на разработку проекта.....	42
3.3 Затраты на исследование проекта.....	46
3.4. Краткое описание проекта.....	46
3.5 Расчет экономической эффективности	48
4 Социальная ответственность.....	50
4.1 Вредные и опасные факторы.....	51
4.2 Шум.....	51
4.3 Освещение цеха	52
4.5 Безопасность при работе с сосудами работающими под давлением.....	53
4.6 Конструкция теплообменников.	54
4.7 Материалы.....	55
4.8 Гидравлическое испытание.	55
4.9 Документация.	55
4.10 Ремонт.....	59
4.11 Пожарная безопасность	59
4.12 Электробезопасность	61
4.13 Инструкции по охране труда для персонала обслуживающего ЦТП.....	63
4.13 Права и обязанности оператора бойлерной установки	63
4.14 Требования безопасности в аварийных ситуациях.....	64
Заключение.....	66
Список используемых источников	67

Введение

Для организации рационального энергоснабжения города особенно большое значение имеет теплофикация, являющаяся наиболее совершенным технологическим способом производства тепловой энергии. Теплофикационное оборудование ЦТП предназначено для подогрева воды на отопление и ГВС [1].

В водяных системах теплоснабжения основное теплофикационное оборудование котельной состоит из пароводяных подогревателей, сетевых насосов, деаэрационных устройств, аккумуляторов горячей воды и насосов подпитки тепло-сети. В совокупности это оборудование носит название подогревательной установки [1].

Пароводяной подогреватель – основной элемент подогревательной установки – представляет собой поверхностный рекуперативный теплообменный аппарат кожухотрубчатого типа. Он предназначен для подогрева сетевой воды, необходимой для нужд отопления и горячего водоснабжения [1].

В связи с истощением топливных ресурсов и ростом цен на них возникает проблема экономичного использования топлива. Эта проблема частично решается за счёт применения современного, более совершенного оборудования. В частности, при замене кожухотрубчатых подогревателей сетевой воды на пластинчатые, сокращается потребление пара подогревательной установкой, а, следовательно, снижается расход топлива на производство пара при одинаковых значениях его параметров.

Пластинчатый теплообменный аппарат – это аппарат поверхностного типа, теплопередающая поверхность которого образована из тонких штампованных гофрированных пластин. Его эффективность обусловлена более высоким, чем у кожухотрубчатого теплообменного аппарата, коэффициентом теплопередачи. Кроме того, пластинчатый теплообменный аппарат обладает рядом преимуществ: компактность, простота обслуживания [6].

1 Теплофикационная система предприятия

Предприятие ООО «Управление котельных и тепловых сетей» г. Гурьевска. Основным видом деятельности предприятия является оказание услуг по теплоснабжению и горячему водоснабжению граждан, проживающих в жилищном фонде города и юридических лиц [3].

На балансе предприятия находятся 8 котельных, 3 центральных тепловых пункта (бойлерные), 43,2 км тепловых сетей. Основное топливо – уголь марки ДР, Караканского угольного разреза, поставщиком угля является ООО «БЕЛКОМ-МЕРЦ» [3].

Максимальный отпуск тепла, который осуществляется с теплового пункта 14,3 МВт при температуре -40°C . Тепловая мощность горячего водоснабжения остается постоянной на протяжении всего года и равна 1,46 МВт, кроме периода капитального ремонта, разница только в схеме отпуска. ГВС отпускается через 2 подогревателя марки ПП1-53,9-0,7-2, когда отпуск тепла на отопление производится через четыре подогревателя марки ПП1-53,9-0,7-2 [3].

Сведения об источниках тепловой энергии каждой системы теплоснабжения ООО «УК и ТС» представлены в таблице №1:

Таблица 1 - Источники тепловой энергии каждой системы теплоснабжения [3].

Количество котельных:	7
Количество ЦТП (бойлерные)	3
Количество котлов	17
Протяженность тепловых сетей в 2-х трубном выражении, км	43,2
Продолжительность отопительного сезона, суток	242
Продолжительность межотопительного сезона, суток	
для котельной № 3,4,5,6	0
для остальных	108

Продолжение таблицы 1

Система теплоснабжения	1. Котельные № 3,7 – открытая 2. Котельные № 1,2,2а,4,5,6 – закрытая 3. Бойлерные № 1,2,3 – закрытая
Основной вид топлива	Кузнецкие угли марок Др рядовые, добываемые на разрезах Беловского района.

Обслуживание котельных и ЦТП включает в себя обеспечение безостановочной выработки и подачи тепловой энергии для систем отопления и горячего водоснабжения на потребителя – жилого фонда, объектов соцкультбыта и общественного питания, школ, детских садов и магазинов. Соответственно некоторые источники теплоты и тепловые пункты эксплуатируются круглый год, за исключением плановой остановки оборудования для проведения профилактических ремонтов, продолжительность которых регламентировано [2].

Поставщиками электрической энергии для нужд теплоснабжения и горячего водоснабжения являются: ООО «Кузбассэнергосбыт» и ООО «Металлэнергофинанс» [3].

Поставщиками холодной технической и питьевой воды для нужд теплоснабжения являются: ОАО «Гурьевский металлургический завод» и участок водоснабжения ООО «Энергосервис» Поставщиком тепловой энергии (подача пара) для бойлерных № 1, 2, 3 является ООО «Гурьевский металлургический завод» [3]. График отпуска тепла от ЦТП «УК ТС» представлен на рисунке 1.

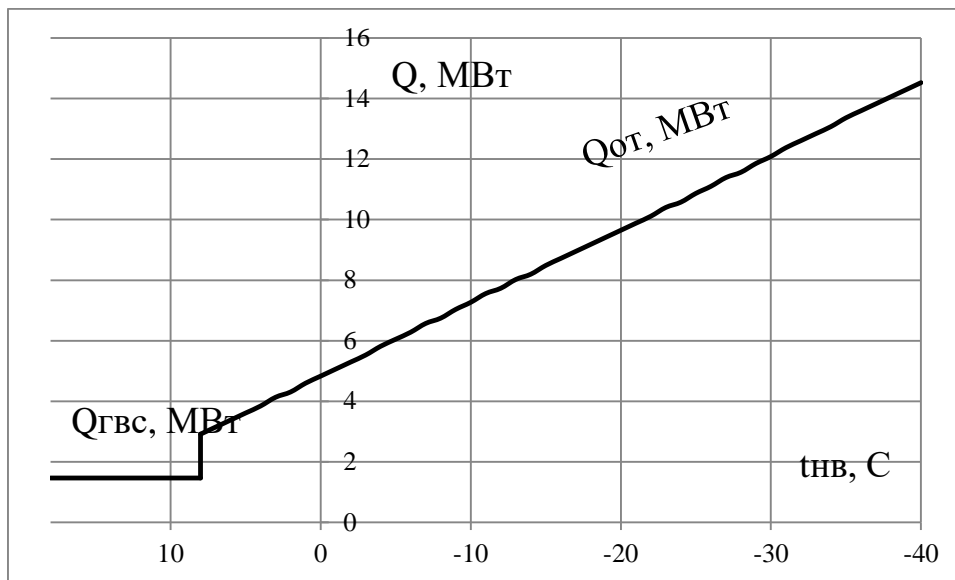


Рисунок 1- График отпуски тепла от ЦТП

Температурный график теплосети представлен на рисунке 2

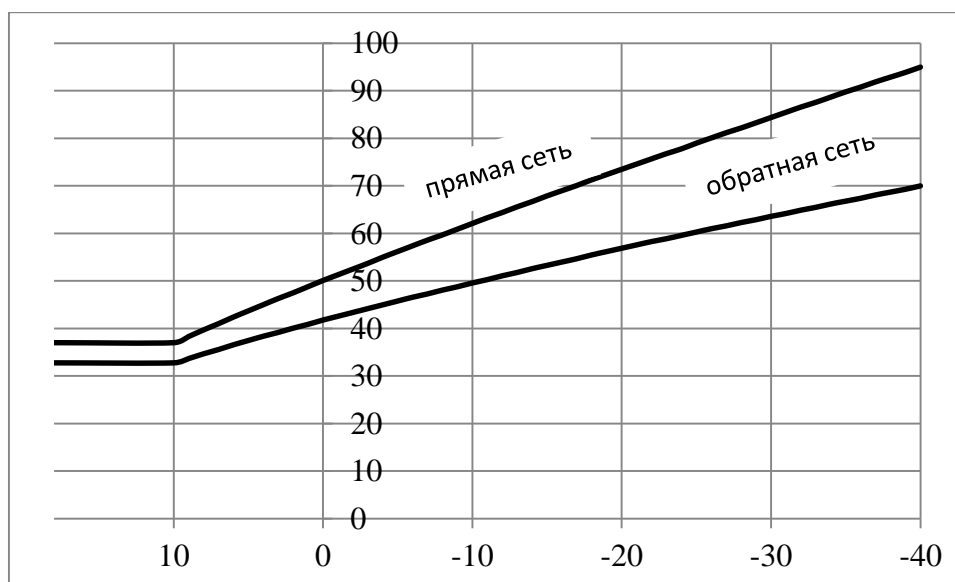


Рисунок 2 – Температурный график теплосети

1.1 Описание технологической схемы ЦТП

Теплоносителем для Централных тепловых пунктов: бойлерной № 1 и 2, и бойлерной № 3 является греющий пар с параметрами зависящими от температуры наружного воздуха, температура пара $t = 105-150^{\circ}\text{C}$, давлением $P = 1,2 - 4$ бар, поступающий с котельной ОАО «Гурьевского металлургического завода».

ЦТП № 1, 2

- система горячего водоснабжения (ГВС) -подогреватели сетевые типа ПП1-53,9-0,7-2, в количестве двух штук на каждой бойлерной;

- система отопления - подогреватели сетевые типа ПП1-53,9-0,7-2, в количестве четырех штук на каждой бойлерной.

В бойлерной № 1, 2 кроме пароводяных подогревателей типа ПП1-53,9-0,7-2 в системах отопления и горячего водоснабжения предусмотрены сетевые водоводяные подогреватели типа СВВП-1,4-273-400 в паре с подогревателями ПП1-53,9-0,7-2 [3].

ЦТП №3

-система ГВС – Пластинчатые теплообменники NT-150SV/CD – 10/22 общая теплопередающая поверхность 11,4 м² тепловая мощность – 1,1 ГКалл/час в количестве двух штук;

- система отопления – Пластинчатые теплообменники NT- 250SHV/B–10/115, в количестве трех штук общая теплопередающая поверхность 114,13 м² тепловая мощность – 6,3 Гкал/час [3].

В процессе теплообмена, пар отдавая свою теплоту, конденсируется и по магистральному конденсатопроводу возвращается на котельную ОАО «Гурьевского металлургического завода».

Сетевая вода, нагретая в соответствии с температурным графиком, подается в систему отопления и систему горячего водоснабжения (цикл замкнутый). Для подготовки исходной воды также используются Na – катионитовые фильтры. Баки запаса исходной и химически очищенной воды объемом по 50 м³ каждый [3].

К проектированию и разработке вопросов по замене пароводяных подогревателей типа ПП1-53,9-0,7-2 на пластинчатые теплообменники принимаем ЦТП №1, расположенной в здании теплового пункта по адресу: ул. Кирова. д.8, г. Гурьевск. Технологическая схемы ЦТП №1 до реконструкции приведен на рисунке 3.

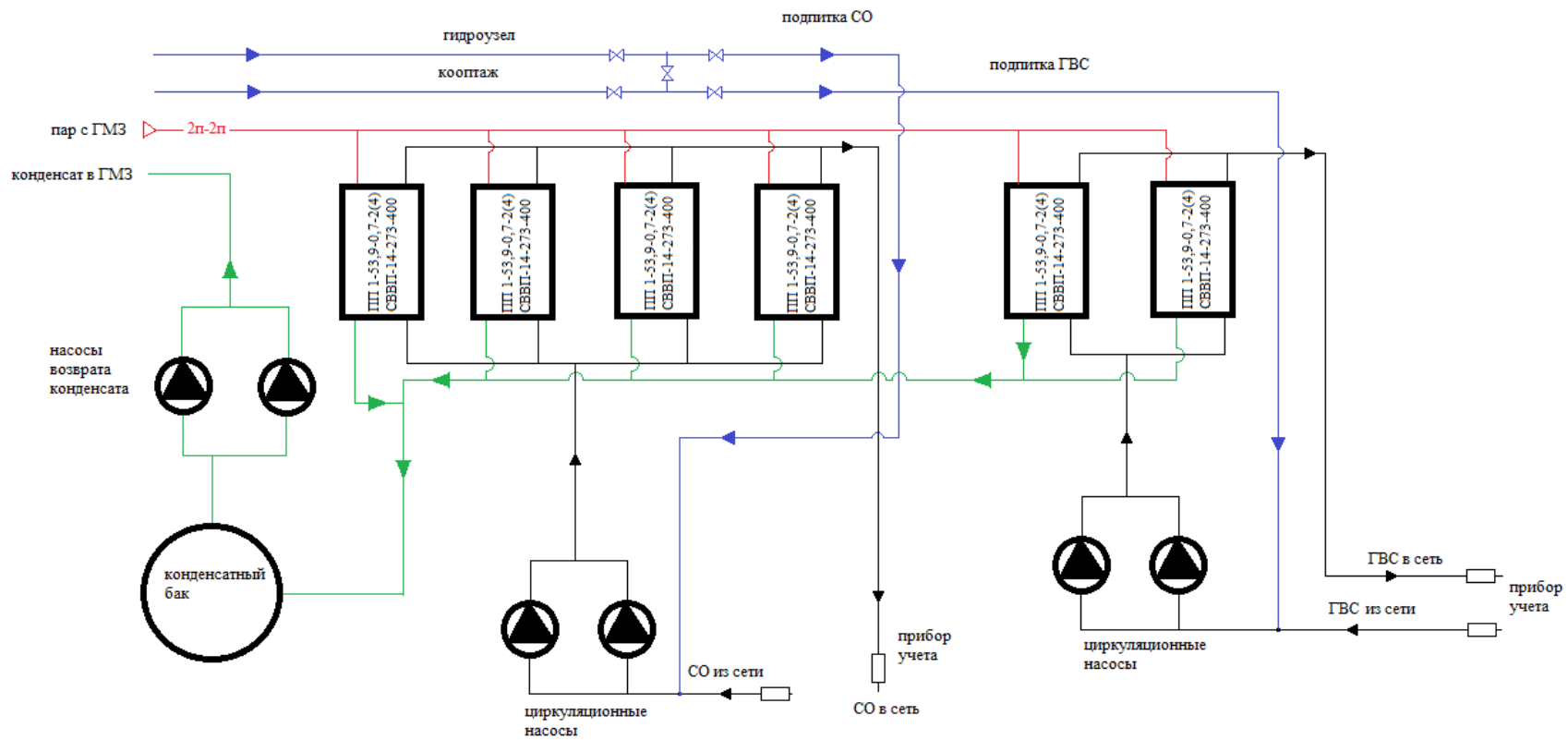


Рисунок 3- Технологическая схема ГВС и отопления ЦТП до реконструкции

Перечень теплофикационного оборудования, установленного в ЦТП, и его технические характеристики указаны в таблицах 2 и 3;

Таблица 2- Перечень теплофикационного оборудования, установленного в ЦТП

Тип подогревателя	Диаметр корпуса, мм	Длина, мм	Расчетная номинальная теплопроизводительность	
			МВт	Гкал/ч
Бойлерная №1 система ГВС:				
ПП1-53,9-0,7-2(4), 2 штуки	630	3915	10,7	9,2
Бойлерная №1- система отопления:				
ПП1-53,9-0,7-2(4), 4 штуки	630	3915	10,7	9,2

Таблица 3- Технические характеристики подогревателя

Обозначение и типоразмер подогревателя сетевой воды	Поверхность теплообмена м ²	Рабочее избыточное давление по пару, МПа	Рабочее избыточное давление по воде, МПа	Расчетная температура воды на входе, °С	Расчетная температура воды на выходе	Теплопроизводительность, ГКал/час
ПП1-53,9-0,7-2(4)	53,9	0,7	1,5	70	130	9,2

Технологическая схема ЦТП после реконструкции кожухотрубчатых пароводяных подогревателей на пластинчатые подогреватели марки NT приведена на рисунке 4.

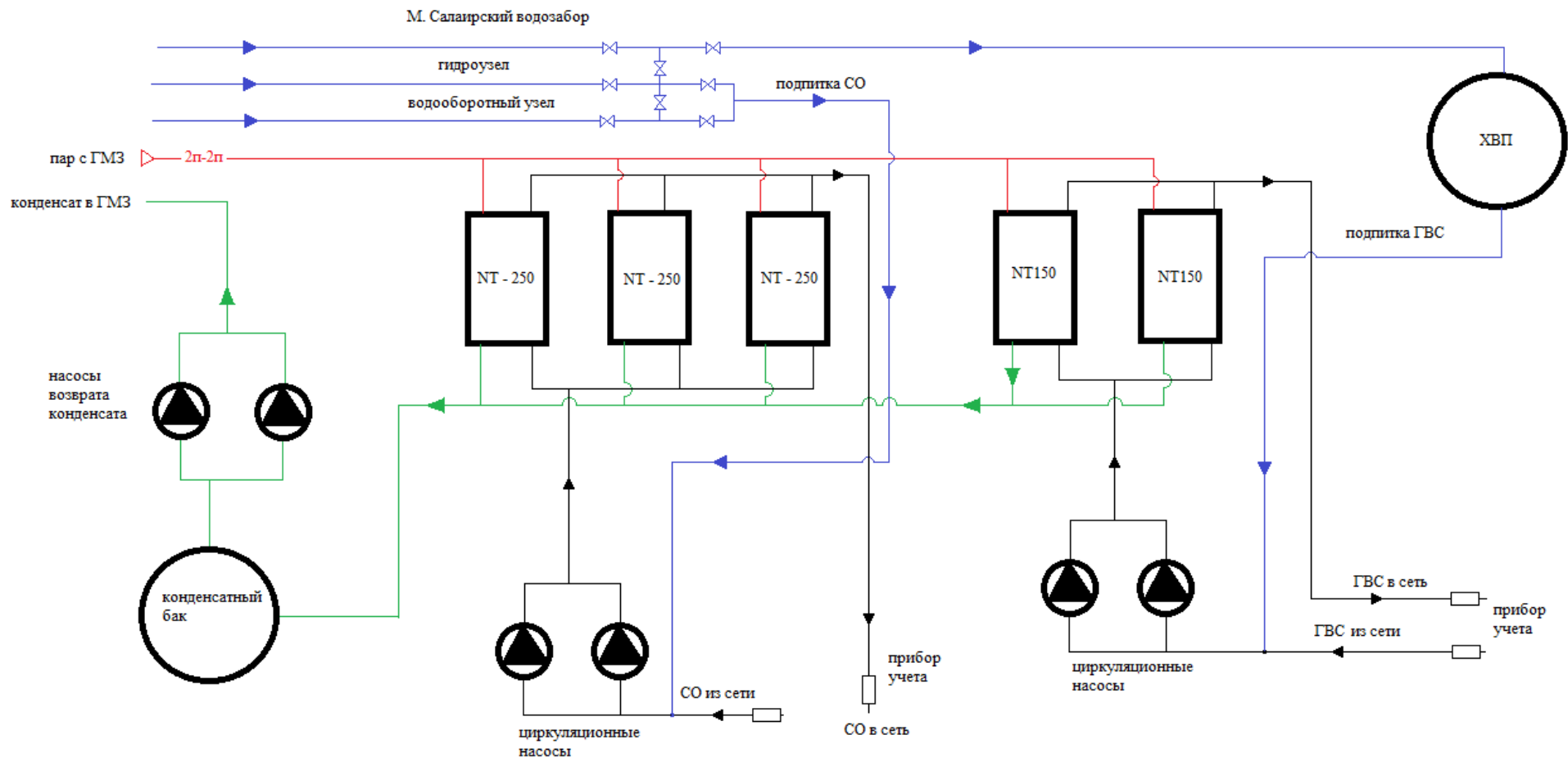


Рисунок 4- Технологическая схема ЦТП после реконструкции.

1.2 Цель работы

Провести технико-экономический анализ возможной замены сетевых подогревателей ПП1-53,9-0,7-2 на пластинчатые теплообменники в ЦТП.

1.3 Задачи работы

1. Провести анализ работы сетевых подогревателей в ЦТП.
2. Выполнить технико – экономический анализ эффективности замены сетевых подогревателей на пластинчатые теплообменники.
3. Сформулировать основные выводы.

2.1 Конструкция пароводяного кожухотрубного теплообменника

Пароводяные подогреватели изготавливаются в соответствии с [6]. Подогреватели изготавливаются с плавающей головкой. Трубная система изготавливается из латунной и нержавеющей трубки. Детали и сборочные единицы подогревателей изготавливаются из материалов и полуфабрикатов, предусмотренных "Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением", утвержденных РосТехНадзором.

Теплообменники состоят из корпуса, трубной системы, передней водяной камеры, задней водяной камеры, крышки. Корпус, камеры, крышки - стальные. Трубная система состоит из стальных трубных досок и пучка латунных трубок марки Л68, диаметром 16x1 мм, концы которых завальцованы в основной и плавающей трубных досках. В трубной системе имеется несколько промежуточных перегородок, которые служат опорами для трубок пучка и задают определенную траекторию движения пара в пучке, приближая его к поперечному. Нагреваемая сетевая вода движется внутри трубок, подводится и отводится через соответствующие патрубки на передней водяной камере.

В подогревателе нагреваемая вода движется по трубкам, а греющий пар через патрубков в верхней части корпуса поступает в межтрубное пространство, в котором установлены сегментные перегородки, направляющие движение парового потока. Конденсат греющего пара стекает в нижнюю часть корпуса и отводится

из подогревателя. Накапливающиеся в подогревателе неконденсирующиеся газы (воздух) отводятся через патрубок на корпусе аппарата.

В качестве теплообменного оборудования в ЦТП №1 и 2 установлены сетевые пароводяные скоростные проточные подогреватели типа ПП1-53,9-0,7-2. Общий вид подогревателя изображен на рисунке 5.

Сборка основных узлов подогревателя осуществляется с помощью разъемного фланцевого соединения, обеспечивающего возможность профилактического осмотра и ремонта.

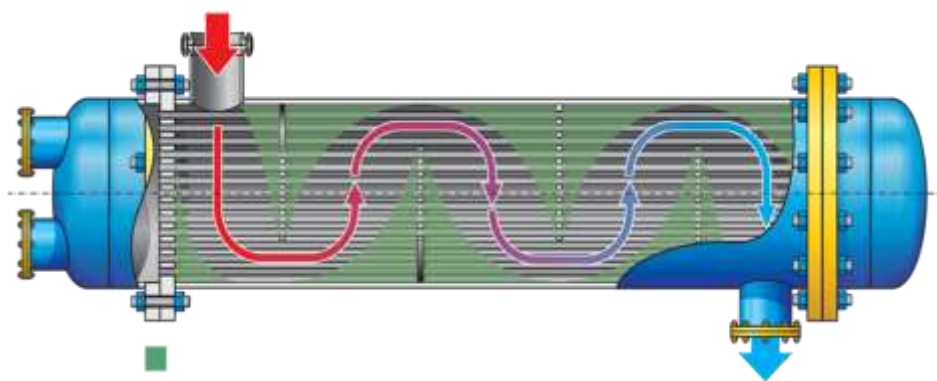


Рисунок 5 - Общий вид подогревателя типа ПП.

Для предохранения трубного пучка от воздействия динамического напора потока пара и эрозии их каплями воды, поступающими с влажным паром из отбора турбины, а также для увеличения периметра натекания пара в трубный пучок служит пароотбойный щиток, устанавливаемый в месте ввода греющего пара. На патрубках отвода греющего пара, а также подвода и отвода сетевой воды устанавливаются гильзы для манометров, а на паровом патрубке имеется штуцер для присоединения манометра. В нижней части корпуса подогревателя устанавливается водоуказательное стекло для измерения уровня конденсата. Рядом с ним имеется штуцер для присоединения импульсного устройства для автоматического регулирования уровня конденсата в подогревателях.

Поперечное обтекание паром трубного пучка обеспечивается установкой горизонтальных направляющих сегментных перегородок, каждая из которых перекрывает немного более половины площади горизонтального сечения корпуса подогревателя. Общее количество горизонтальных перегородок по высоте корпуса подогревателя определяется на основе теплового и вибрационного расчетов и

может достигать шести. Горизонтальные перегородки и вертикальный паробойный щиток крепятся электросваркой на шести каркасных трубах, соединяющих верхнюю и нижнюю трубные доски.

Верхняя водяная камера снабжается перегородкой, обеспечивающей двухходовое движение воды в подогревателе. Нижняя водяная камера выполняет функцию поворотной. Увеличение числа ходов воды до четырех приводит к увеличению длины пути воды в аппарате и коэффициента теплоотдачи, что позволяет получить экономию на капиталовложениях (меньше поверхность нагрева и затраты металла на подогреватель). Одновременно увеличивается гидравлическое сопротивление подогревателя по сетевой воде, что приводит к перерасходу электроэнергии на привод сетевых насосов и, следовательно, к росту эксплуатационных расходов. Оптимальное решение находится с помощью технико-экономических расчетов.

Трубная система является одной из основных систем в работе теплообменника, именно в трубной системе происходит процесс теплообмена: между греющим паром и нагреваемой средой. Поэтому становится понятно, что, определив техническое состояние Трубной системы пароводяного подогревателя, можно сказать, насколько эффективно работает сам пароводяной подогреватель. Основной причиной неисправностей пароводяных подогревателей является накипь, отложения которой забивают трубки что уменьшает пропускные способности подогревателей, а также оседая на трубках накипь, образует дополнительные сложности при передаче тепловой энергии между греющей и нагреваемой средами. Для продления срока эксплуатации пароводяных теплообменников рекомендуется проводить регламентные работы по чистке трубных систем не реже чем указано в руководстве по эксплуатации Пароводяных подогревателей. Возможность замены только трубной системы ПП1-53,9-0,7-2 дает реальную экономию в приобретении нового оборудования, но это с учетом того что кожух пароводяного подогревателя не имеет повреждений.

Для систем теплоснабжения, а также для ветхих тепловых сетей, которых часто в отопительные сезоны происходят утечки воды из-за свищей, рекомендуем

применять пластинчатые теплообменники вместо трубчатых теплообменников классической конструкции. К использованию пластинчатых теплообменников во всем мире пришли в результате сравнительного анализа различных типов теплообменников. Среди теплообменников всех типов именно пластинчатые теплообменники обладают самой высокой теплообменной способностью. Они имеют также целый ряд других существенных преимуществ по сравнению с другими типами теплообменного оборудования: – благодаря турбулентному потоку теплообмен проходит наиболее интенсивно, загрязнение теплообменных поверхностей минимально; – пластинчатые теплообменники очень компактны (малая металлоемкость на 1Гкал), не требуют устройства специальных фундаментов; – простота в обслуживании: легко открываются для обслуживания и ремонта, очистка пластинчатых теплообменников требует во много раз меньше затрат труда, чем теплообменников других типов; – объем воды небольшой, вследствие чего регулирование осуществляется быстро; – теплообменники могут быть гибко подобраны по мощности, а впоследствии их мощность легко может быть изменена; – в качестве материала пластин может использоваться нержавеющая или кислотостойкая сталь (обычный материал- сталь AISI 316), отсутствует опасность коррозии благодаря возможности правильно подобрать материал; – в трубчатых теплообменниках по истечении определенного времени на внутренних поверхностях появляются «свищи» и теплоноситель внутреннего и внешнего контуров смешивается, в результате чего происходит засорение и образование накипи на внутренних поверхностях труб котлов. Особый сплав пластинчатых теплообменников не поддается коррозии, что позволяет надежно использовать их длительное время, а вода внутреннего теплового контура не может перемешаться с водой внешнего контура; – стоимость пластинчатого теплообменника из расчета на 1 Гкал (с учетом затрат на приобретение, установку, обслуживание) меньше трубчатого теплообменника. Сравнение кожухотрубного теплообменника и пластинчатого теплообменника

Сравнительная Техническая характеристика по мощности кожухотрубных и пластинчатых теплообменников представлена в таблице 4

Таблица 4 – Сравнительная техническая характеристика одинаковых по мощности кожухотрубных и пластинчатых теплообменников [12]

Характеристика	КТО	ПТО
Коэффициент теплопередачи (условно)	1	3-5
Разность (возможная) температур теплоносителя и нагреваемой среды на выходе	Не менее 5-10 °С	1 - 2 °С
Изменение площади поверхности теплообмена	Невозможно	Допустимо, кратно количеству пластин
Соединение при сборке	Сварка, вальцовка	Разъемные
Доступность для внутреннего осмотра и чистки	Неразборный, труднодоступен, простая замена частей невозможна; возможна только промывка	Разборный. Легко доступный осмотр, обслуживание и замена любой части, а так же механической промывки пластин.
Время разборки	90 - 120 мин.	15 мин.
Материал	Латунь или медь	Нержавеющая сталь
Уплотнения	Неразборный. Простая замена невозможна	Уплотнения можно менять на новые. Жестко зафиксированы в каналах пластины. Отсутствие протечек после механической чистки и сборки
Обнаружение течи	Невозможно обнаружить без разборки	Немедленно после возникновения, без разборки
Чувствительность к вибрации	Чувствителен	Не чувствителен
Теплоизоляция	Необходима	Не требуется
Ресурс работы до капремонта	5 - 10 лет	15 - 20 лет
Специальный фундамент	Требуется	Не требуется

2.2 Конструкция пластинчатого теплообменного аппарата

Пластинчатые теплообменные аппараты представляют собой аппараты поверхностного типа, теплопередающая поверхность которых образована тонкими штампованными гофрированными пластинами.

Рабочие среды в теплообменнике движутся в щелевых каналах сложной формы между соседними пластинами. Каналы для греющей и нагреваемой среды

чередуются между собой. Движение теплоносителя в каналах пластинчатого теплообменника приведен на рисунке 6.

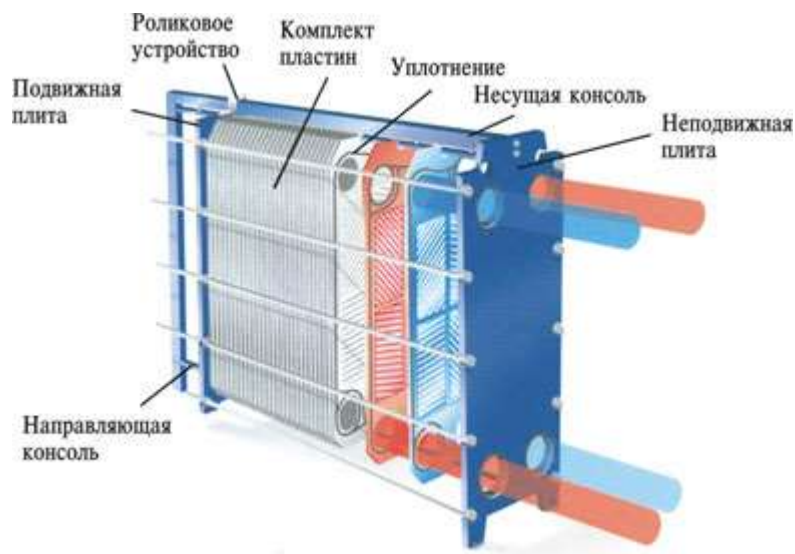


Рисунок 6 – Движение теплоносителей в каналах

Высокая эффективность теплопередачи достигается за счёт применения тонких гофрированных пластин, которые являются естественными турбулизаторами потока и вследствие своей малой толщины обладают малым термическим сопротивлением.

Герметичность каналов и распределение теплоносителей по каналам обеспечивается с помощью резиновых уплотнений, расположенных по периметру пластины. Уплотнение крепится к пластине с помощью клипс.

Уплотнение, расположенное по периметру пластины, охватывает два угловых отверстия, через которые входит поток рабочей среды в межпластинный канал и выходит из него. Через два других отверстия, изолированных дополнительно кольцевыми уплотнениями, встречный поток проходит транзитом. Вокруг этих отверстий имеется двойное уплотнение, которое гарантирует герметичность каналов. Уплотнительные прокладки крепятся к пластине таким образом, что после сборки и сжатия пластины в аппарате образуют две системы герметичных каналов для греющей и нагреваемой сред. Каждая пластина повернута на 180° в плоскости её поверхности относительно смежных с ней, что создаёт равномерную сетку пересечения взаимных точек опор вершин гофр и обеспечивает жёсткость пакета пластин.

Обе системы межпластинных каналов соединены со своими коллекторами и далее со входом и выходом на неподвижной плите теплообменника.

Пакет пластин размещается на раме теплообменника. Рама теплообменного аппарата состоит из неподвижной плиты, опорного штатива, верхней и нижней направляющих, подвижной плиты и комплекта стяжных болтов, установочных пяток. На неподвижной плите расположены фланцевые соединения и шпильки для присоединения ответных фланцев.

Верхняя и нижняя направляющие крепятся к неподвижной плите и к стойке. На направляющие навешивается подвижная плита и пакет пластин. Неподвижная и подвижная плиты стягиваются болтами.

Для крепления теплообменника к строительным конструкциям на неподвижной плите и стойке предусмотрены монтажные пятки.

2.3 Тепловой расчет подогревателей

2.3.1 Тепловой расчет для пароводяного кожухотрубчатого подогревателя

Исходные данные для расчета подогревателя приведены в таблице 5

Таблица 5 – Исходные данные для расчета пароводяного кожухотрубчатого подогревателя

Давление пара, МПа	0,4
Степень сухости пара, %	100
Температура воды на входе, °С	70
Температура воды на выходе, °С	130
Расход воды, кг/с	11,52
Давление воды, МПа	0,9

Расчет ведем в соответствии с методикой [4, стр 67-69]

Температура насыщения в подогревателе

$$t_s = f(P_{II} = 0,4 \text{ МПа}) = 143,6^{\circ} \text{C}.$$

Температура воды на выходе из подогревателя

$$t_{B.БЫХ} = 130^{\circ}\text{C}.$$

Энтальпии пара и воды:

Пара на входе в подогреватель

$$h_{II} = f(P_{II} = 0,4\text{МПа}) = 2738 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Конденсата пара на выходе из подогревателя:

$$h' = f(P_{II} = 0,4\text{МПа}) = 604,7 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Воды на выходе из подогревателя

$$h_{B.БЫХ} = f(P_B = 0,9\text{МПа}, t_{B.БЫХ} = 130^{\circ}\text{C}) = 546,8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Воды на входе из подогревателя

$$h_{B.ВХ} = f(P_B = 0,9\text{МПа}, t_{B.ВХ} = 70^{\circ}\text{C}) = 293,7 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Из уравнения теплового баланса подогревателя:

$$Q = G_n \cdot (h_{II} - h') \cdot \eta_n = G_g \cdot (h_{B.БЫХ} - h_{B.ВХ})$$
$$G_n = \frac{G_g \cdot (h_{B.БЫХ} - h_{B.ВХ})}{(h_n - h') \cdot \eta_n} = \frac{11,52 \cdot (546,8 - 293,7)}{(2738 - 604,7) \cdot 0,98} = 1,39 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Тепловая мощность подогревателя

$$Q = 11,52 \cdot (546,8 - 293,7) = 2915,7 \text{ кВт}.$$

где η - коэффициент учитывающий потери теплоты в окружающую среду

(равен 0,98-0,99)

Средняя температура воды в трубках

$$t_{B.СР} = (t_{B.БЫХ} + t_{B.ВХ}) / 2 = (130 + 70) / 2 = 100^{\circ}\text{C}.$$

Параметры нагреваемой воды как $f(P_B = 0,9\text{МПа}, t_{B.СР} = 100^{\circ}\text{C})$:

Удельный объем:

$$\rho_B = 0,001043 \text{ м}^3 / \text{кг} .$$

Коэффициент динамической вязкости:

$$\mu_B = 0,000282 \text{ Па}\cdot\text{с}.$$

Коэффициент теплопроводности:

$$\lambda_B = 0,6782 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}).$$

Критерий Прандтля:

$$Pr_B = 1,752.$$

Коэффициент кинематической вязкости:

$$\nu_B = 2,941 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2 / \text{с} .$$

Средний температурный напор

$$\Delta t_{CP} = \frac{\Delta t_B - \Delta t_M}{\ln \frac{\Delta t_B}{\Delta t_M}}, \text{ } ^\circ\text{C} ,$$

Где

$$\Delta t_B = t_s - t_{B.BX} = 143,6 - 70 = 73,6, \text{ } ^\circ\text{C} - \text{большой температурный напор.}$$

$$\Delta t_M = t_s - t_{B.BbIX} = 143,6 - 130 = 13,6, \text{ } ^\circ\text{C} - \text{меньший температурный напор.}$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{73,6 - 13,6}{\ln \frac{73,6}{13,6}} = 35,53 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Внутренний диаметр трубок:

$$d_{BH} = d_H - 2 \cdot S = 16 - 2 \cdot 1 = 14 \text{ мм}.$$

Где,

$$d_H = 16 \text{ мм} - \text{наружный диаметр трубки [4]}$$

$$S = 1 \text{ мм} - \text{толщина стенки [4]}$$

Принимаем скорость воды в трубках:

$$\omega_B = (1,6 \div 1,9), \text{ м}/\text{с} \text{ принимаем } 1,6 \text{ м}/\text{с}.$$

Число ходов воды $Z=1$.

Расчетное число трубок в одном ходе воды:

$$N = \frac{4 \cdot G_B \cdot \rho_B}{Z \cdot \pi \cdot d_{BH}^2 \cdot \omega_B} = \frac{4 \cdot 11,52 \cdot 0,001043}{3,14 \cdot 0,014^2 \cdot 1,6} = 49.$$

Критерий Рейнольдса для воды:

$$Re_B = \frac{d_{BH} \cdot \omega_B}{\nu_B} = \frac{0,014 \cdot 1,6}{2,941 \cdot 10^{-7}} = 76164.$$

Критерий Нуссельта при $Re > 10^4$:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr_B^{0,4} = 0,023 \cdot 76164^{0,8} \cdot 1,752^{0,4} = 231,4.$$

Принимаем поправку на длину трубы $\varepsilon_L = 1$ с дальнейшим уточнением. Коэффициент теплоотдачи от трубок к воде:

$$\alpha_2 = \frac{Nu \cdot \lambda_B}{d_{BH}} \cdot \varepsilon_L = \frac{231,4 \cdot 0,6782}{0,014} \cdot 1 = 11214 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}.$$

По температуре насыщения $f(t_s = 111,4^\circ C)$ определяем для конденсата:

Удельный объем:

$$\nu_K = f(t_s) = 0,001084 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Коэффициент динамической вязкости:

$$\mu_K = 0,0001912 \text{ Па}\cdot\text{с}.$$

Коэффициент теплопроводности:

$$\lambda_K = 0,6846 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}).$$

Критерий Прандтля

$$Pr_K = 1,199.$$

Коэффициент кинематической вязкости:

$$\nu_K = \mu_K \cdot \nu_K = 0,001084 \cdot 0,0001912 = 2,07 \cdot 10^{-7}, \text{ м}^2/\text{с}.$$

Удельная теплота парообразования:

$$r_K = 2133 \text{ кДж}/\text{кг}.$$

Принимаем коэффициент теплопередачи:

$$K'=(2,5\dots5)=4,63 \text{ кВт}/(\text{м}^2\cdot\text{К}). \text{ [4, стр 68]}$$

Удельный тепловой поток

$$q = K' \cdot \Delta t_{cp} = 4,63 \cdot 35,53 = 164,5 \text{ кВт}/(\text{м}^2\cdot\text{К}).$$

Число Рейнольдса для пленки конденсата на горизонтальных трубах:

$$\text{Re}_K = \frac{q \cdot \pi \cdot d_n \cdot m}{\mu_k \cdot r_k} = \frac{164,5 \cdot 3,14 \cdot 0,016 \cdot 14}{0,0001912 \cdot 2133} = 283,7.$$

где m – среднее число труб в вертикальном ряду трубного пучка между лотками отвода конденсата. Примем $m=14$.

Коэффициент теплоотдачи при конденсации пара на горизонтальных трубах в $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, для $40 < \text{Re} < 400$:

$$\alpha_1 = 0,19 \cdot \text{Pr}_K^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{g}{(\nu_k)^2} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \lambda_k = 0,19 \cdot 1,199^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{9,8}{(2,07 \cdot 10^{-7})^2} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot 0,6846 = 8454 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}.$$

Коэффициент теплопередачи:

$$K = \frac{1}{d_{cp} \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1 \cdot d_n} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{mp}} \cdot \ln \left(\frac{d_n}{d_{вн}} \right) + \frac{1}{\alpha_2 \cdot d_{вн}} \right)},$$

где

$$d_{cp} = (d_{вн} + d_n) / 2 = (14 + 16) / 2 = 15 \text{ мм} = 0,015 \text{ м} \text{ средний диаметр трубки}$$

$\lambda_{mp} = 105 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{град})$ - коэффициент теплопроводности латунной трубки [3, стр 67]

$$K = \frac{1}{0,015 \cdot \left(\frac{1}{8454 \cdot 0,016} + \frac{1}{2 \cdot 105} \cdot \ln \left(\frac{0,016}{0,014} \right) + \frac{1}{11214 \cdot 0,014} \right)} = 4,63 \text{ кВт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$$

Относительная погрешность определения коэффициента теплопередачи составляет.

$$\delta K = \frac{K' - K}{K'} 100 = \frac{4,63 - 4,63}{4,63} 100 = 0\% .$$

Площадь поверхности теплообмена в м²:

$$F = \frac{Q_n}{K \cdot \Delta t_{CP}} = \frac{2915,7}{4,63 \cdot 35,53} = 17,72 \text{ м}^2 .$$

2.3.2 Тепловой расчет пластинчатого подогревателя.

Пластинчатые теплообменники бывают различных конструкции, применяются в основном, когда коэффициенты теплообмена для обоих теплоносителей приблизительно равны. В настоящее время эти теплообменники очень компактны и по технико-экономическим и по эксплуатационным показателям превосходят большинство кожухотрубных теплообменников. Однако эксплуатировать эти аппараты при сверх высоких давлениях и температурах значительно сложнее (а многие из них и вовсе невозможно) по сравнению с кожухотрубными.

Условное обозначение теплообменного пластинчатого аппарата: первые буквы обозначают тип аппарата - теплообменник Р (РС) разборный (полусварной); следующее обозначение - тип пластины; цифры после тире - толщина пластины, далее - площадь поверхности теплообмена аппарата (кв.м), затем - конструктивное исполнение.

При высоких давлениях целесообразнее применение теплообменников РС 0,5Пр, поскольку эти теплообменники надежно работают при рабочем давлении до 1,6 МПа (16 кгс/кв.см). Я же для своего расчета выбираю теплообменник с пластинами типа 0,6р, так как эти пластины большей площади (0,6 кв.м) и сам теплообменный аппарат получается меньше по габаритам.

Исходные данные для расчета подогревателя приведены в таблице 6

Таблица 6 – Исходные данные для расчета пароводяного пластинчатого подогревателя

Давление пара, МПа	0,4
Степень сухости пара, %	100
Температура воды на входе, °С	70
Температура воды на выходе, °С	130
Расход воды, кг/с	11,52
Давление воды, МПа	0,9

1 Соотношение числа ходов для греющей X_1 и нагреваемой X_2 воды находится по формуле:

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{G_{гр}}{G_{нагр}} \right)^{0,636} \cdot \left(\frac{\Delta P_{гр}}{\Delta P_{нагр}} \right)^{0,364} =$$

$$\frac{1000 - t_{ср}^{нагр}}{1000 - t_{ср}^{гр}} = \left(\frac{1,39}{11,52} \right)^{0,636} \cdot \left(\frac{40}{100} \right)^{0,364} \cdot \frac{1000 - 100}{1000 - 143,6} = 0,196$$

Для пластинчатого теплообменника в большинстве случаев принимается $\Delta P_{гр} = 40 \text{ кПа}$ и $\Delta P_{нагр} = 100 \text{ кПа}$.

Полученное соотношение ходов не превышает 2, значит для повышения скорости воды и, следовательно, для эффективного теплообмена целесообразна симметричная компоновка.

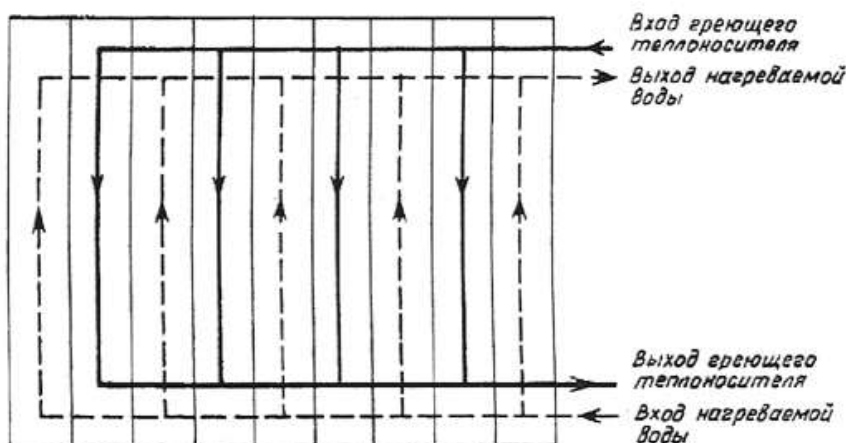


Рисунок 7 – Симметричная компоновка пластинчатого водоподогревателя

2. При расчете пластинчатого водоподогревателя оптимальная скорость воды в каналах принимается по ГОСТ 15515 равной $w_{опт} = 0,4 \text{ м/с}$. Теперь по оптимальной скорости находим требуемое количество каналов по нагреваемой воде

$m_{нагр}$:

$$m_{нагр} = \frac{G_1}{\omega_{опт} f_k \rho_1} = \frac{11,52}{0,4 \cdot 0,00245 \cdot 934,8} = 12,6 \approx 13$$

где f_k - живое сечение одного межпластинчатого канала. Для выбранного теплообменника $f_k = 0,00245 \text{ м}^2$, тогда

Плотность воды и ее расход здесь и при дальнейших расчетах будет представляться из расчетов, сделанных для кожухотрубного теплообменника.

3. Компоновка водоподогревателя симметричная, т.е. $m_{cp} = m_{нагр}$.

Общее живое сечение каналов в пакете по ходу греющей и нагреваемой воды:

$$f_{cp} = f_{нагр} = m_{нагр} \cdot f_{к} = 13 \cdot 0,00245 = 0,03185 \text{ м}^2$$

4. Находим фактические скорости греющей и нагреваемой воды, м/с

$$\omega_{cp} = \frac{G_1}{f_{cp} \rho_1} = \frac{1,32}{0,03185 \cdot 934,8} = 0,044 \text{ м/с}$$

$$\omega_{нагр} = \frac{G_2}{f_{нагр} \rho_2} = \frac{11,52}{0,03185 \cdot 922} = 0,386 \text{ м/с}$$

5. Коэффициент теплоотдачи $\alpha_1, \text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ от греющей воды к стенке пластины определяется по формуле [9]

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 1,16A[23000 + 283t_{1cp} - 0,63t_{1cp}^2] \cdot \omega_{cp}^{0,73} = \\ &= 1,16 \cdot 0,492[23000 + 283 \cdot 129 - 0,63 \cdot 129^2] \cdot 0,3966^{0,73} = 1724367 \end{aligned}$$

где A - коэффициент, зависящий от типа пластин, для типа выбранных пластин A=0,492.

6. Коэффициент тепловосприятия $\alpha_2, \text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ от стенки пластины к нагреваемой воде принимается по формуле [9]

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= 1,16A[23000 + 283t_{2cp} - 0,63t_{2cp}^2] \cdot \omega_{нагр}^{0,73} \\ \alpha_2 &= 1,16 \cdot 0,492[23000 + 283 \cdot 143,6 - 0,63 \cdot 143,6^2] \cdot 0,044^{0,73} = 946852 \end{aligned}$$

7. Коэффициент теплопередачи $k \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ определяется по формуле:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}}}$$

где β - коэффициент, учитывающий уменьшение коэффициента теплопередачи из-за термического сопротивления накипи и загрязнений на пластине, в зависимости от качества воды принимается равным 0,7-0,85. Толщина пластины и коэффициент теплопроводности пластины для пластинчатых теплообменников по ГОСТ 15518 равны соответственно

$$\delta_{cm} = 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м} \text{ и } \lambda_{cm} = 16 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{1724367} + \frac{1}{946852} + \frac{0,001}{25}} = 4911 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}.$$

8). Теперь определим необходимую поверхность нагрева F_{mp} по формуле:

$$F_{mp} = \frac{Q}{k\Delta t} = \frac{2915,7}{4,91 \cdot 35,53} = 16,7 \text{ м}^2.$$

9). Количество ходов в теплообменнике X :

$$X = \frac{F_{mp} + f_{nl}}{2mf_{nl}} = \frac{16,7 + 0,6}{2 \cdot 13 \cdot 0,6} = 1,1.$$

где f_{nl} - поверхность нагрева одной пластины, кв.м.

Число ходов округляется до целой величины, в нашем случае до 1.

В одноходовых теплообменниках четыре штуцера для подвода и отвода греющей и нагреваемой воды располагаются на одной неподвижной плите.

10. Действительная поверхность нагрева всего водоподогревателя определяется по формуле

$$F = (2mX - 1)f_{nl}$$

$$F = (2 \cdot 13 \cdot 1 - 1) \cdot 0,6 = 15 \text{ м}^2.$$

11. Потери давления ΔP кПа в водоподогревателях следует определять по формулам:

для нагреваемой воды

$$\Delta P_{нагр} = \varphi B(33 - 0,08t_{2cp}) \omega_{нагр}^{1,75} \cdot X = 1,5 \cdot 3 \cdot (33 - 0,08 \cdot 100) \cdot 0,3384^{1,75} \cdot 1 = 20,27 \text{ кПа} ,$$

где φ - коэффициент, учитывающий накипеобразование, который для греющей сетевой воды равен единице, а для нагреваемой воды должен приниматься по опытным данным, при отсутствии таких данных можно принимать $\varphi = 1,5 - 2$.

В результате проведенных расчетов, можно сделать вывод, что пластинчатый теплообменник эффективнее чем кожухотрубчатый за счет большего коэффициента теплопередачи, компактности, поэтому занимает меньшую производственную площадь. Он проще в эксплуатации тем, что очистка поверхности нагрева этого подогревателя от загрязнения (занимает порядка 2 часа), когда очистка кожухотрубчатого занимает около 10 часов и для этого требуется специальное оборудование. Единственный недостаток у пластинчатых теплообменников является хрупкое уплотнение пластин и при несвоевременном промывании может привести к выводу пластин из строя.

Выбранный в программе Ридан [11] подогреватель представлен в таблице 7. Так как мощность кожухотрубчатого подогревателя составляют порядка 2,9 МВт, то в программе Ридан был подобран похожий пластинчатый теплообменник на такие же параметры. Поэтому при их замене количество подогревателей не изменится.

Таблица 7- Характеристики пластинчатого теплообменника НН-43-10

НН-43-10		
	Горячая сторона	Холодная сторона
Среда	Водяной пар	Вода
Массовый расход, т/ч	4,45	41,47
Температура на входе, С	144,0	70,0
Температура на выходе, С	90,0	130,0
Потери давления, м.в.с.	1,30	2,82
Скорость каналы/порты, м/с	20.14 / 16.64	0.39 / 0.34
Давление пара на входе (абс.), ата	4,00	
Сухость входного и выходного пара	1,00 / 0,00	
Тепловая нагрузка, кВт	2915	
Коэф-т теплопередачи, ккал/ч*м ² *К	4512	
Запас,% / Фактор загр.,м ² К/МВт	15.5 / 0	
Поверхность теплообмена, м ²	16,56	
Кол-во пластин / компоновка пластин	38-TL	
Компоновка каналов	1 x 18 + 0 x 0	1 x 19 + 0 x 0
Толщина, материал пластин	0,5 мм AISI316	
Материал прокладок	EPDM	
Расчетное/пробное давление,кг/см ²	4/15	
Расчетная температура, С	150	
Масса нетто, кг *	880	
Объем, л	23	25
Патрубки	Фланцы Ду 200	

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе рассчитывается себестоимость исследования «Эффективности замены кожухотрубчатого подогревателя на пластинчатые» на предприятии ООО «УК и ТС» г. Гурьевска. Как показали технические расчеты, пластинчатый теплообменник более эффективен, за счет большего коэффициента теплопередачи.

3.1. Планирование работ и оценка времени их выполнения

Для выполнения работы, составляется план, в нем подсчитывается по пунктам трудоемкость работ, количество исполнителей участвующих в проекте, расходы и текущие затраты: заработная плата, социальные отчисления.

Поэтапный список работ, работающие исполнители, оценка объема трудоемкости отдельных видов работ сведена в таблице № 8

Таблица №8 - Перечень работ и оценки времени их выполнения

	Наименование работ	Время для выполнения задания в днях	
		Инженер	Руководитель
1	Составление задания	1	1
2	Краткая характеристика котельной	9	
3	Анализ работы котельной	10	
4	Расчет кожухотрубчатого подогревателя и пластинчатого	15	1
5	Проверка руководителем проделанной работы	1	1
6	Социальная ответственность и финансовый менеджмент исследования	14	1
7	Проверка исправлений и замечаний	6	
8	Утверждение ВКР руководителем		1
9	Итого	56	5

3.2 Смета затрат на разработку проекта.

Обычно затраты на любой вид деятельности рассчитываются по следующим элементам расходов с последующим суммированием:

1. Материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов).
2. Затраты на оплату труда.
3. Отчисления на социальные нужды (страховые взносы).
4. Амортизация основных фондов и нематериальных активов.
5. Прочие затраты.
6. Накладные расходы

Затраты на расчет проект

$$K_{np} = K_{mat} + K_{am} + K_{zn} + K_{co} + K_{np} + K_{nr}$$

Где :

K_{mat} – материальные затраты, руб.;

K_{am} – затраты на амортизацию, руб.;

K_{zn} – затраты на заработную плату, руб.;

K_{co} – затраты на социальные отчисления, руб.;

K_{np} – прочие затраты, руб.;

K_{nr} – накладные расходы, руб.

3.2.1. Материальные затраты при проведении работы

В ходе работы была истрачена: бумага формата А-4, А-1 для принтеров, краска на принтере, канцелярские товары.

Материальные затраты принимаем 1000руб.

3.2.2. Амортизация основных фондов и нематериальных актив.

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер, ноутбук) и печатающее устройство (принтер), данные приведены в таблице № 9

Таблица № 9

Вид техники	Количество	Стоимость техники, Цк.т.	Норма амортизации, Там.	Иам.
Компьютер	1	25000руб.	20%	767руб.
Принтер	1	8000руб.	20%	21,9 руб.

$$K_{ам} = \frac{T_{исп.к.т}}{T_{кал.дней}} \cdot Ц_{к.т} \cdot \frac{1}{T_{ам}}$$
$$K_{ам.Комп} = \frac{55}{365} \cdot 25000 \cdot \frac{1}{5} = 767 \text{ руб.}$$

$$K_{ам.Прин.} = \frac{5}{365} \cdot 8000 \cdot \frac{1}{5} = 21,9 \text{ руб.}$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$K_{ам.осн}^{\Sigma} = K_{ам.комп} + K_{ам.прин.} = 767 + 21,9 = 788,9 \text{ руб.}$$

3.2.3 Расчет фактической заработной платы

В состав затрат на оплату труда включаются:

- выплаты заработной платы за фактически выполненную работу, исходя из должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии нормами и системами оплаты труда;
- выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда (выплаты по районным коэффициентам);
- оплата в соответствии с действующим законодательством очередных ежегодных и дополнительных отпусков (компенсация за неиспользованный отпуск);

Фактическая заработная плата рассчитывается по формуле

$$K_{\text{факт.зп}} = \frac{ЗП_{\text{мес.пл}} \cdot n}{21}$$

Где:

21 – число рабочих дней в месяце = 21 день;

n – количество фактически затраченных дней,

для инженера n = 55 дней, а для руководителя n = 5 дней.

Определяем месячную заработную плату исполнителей

$$ЗП_{\text{мес.з.п.ин}} = ЗПО \cdot K1 \cdot K2$$

Где:

Зпо – заработная плата в месяц (Оклад инженера – 17000руб.;

Оклад доцента – 26300руб);

K1=1,1(10%) – коэффициент, учитывающий отпуск;

K2=1,3(30%) – районный коэффициент;

Расчет зарплаты инженера и руководителя:

$$K_{\text{мес.зп.ин}} = 17000 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 24310 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{мес.зп.рук}} = 26300 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 37609 \text{ руб.}$$

Расчет фактической заработной платы

$$K_{\text{факт.зп.ин}} = \frac{24310}{21} \cdot 55 = 64826 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{факт.зп.рук}} = \frac{37609}{21} \cdot 5 = 8954 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{зп}} = K_{\text{факт.зп.ин}} + K_{\text{факт.зп.рук}}$$

$$K_{\text{зп}} = 64826 + 8954 = 73780 \text{ руб.}$$

3.2.4 .Социальные отчисления

Отчисления на социальные нужды» отражаются обязательные отчисления по установленным законодательным нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования от элемента «затраты на оплату труда» (30% с 2012 г)

$$K_{соц.} = 30\% \cdot K_{зпл}$$

$$K_{соц.} = 0,3 \cdot 73780 = 22134 \text{ руб.}$$

3.2.5 Прочие затраты

К элементу «Прочие затраты» себестоимости продукции (работы, услуг) относятся налоги, сборы, отчисления в специальные внебюджетные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества, платежи за предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ; вознаграждения за изобретения и рационализаторские предложения; затраты на командировки; плата сторонним организациям за пожарную и сторожевую охрану; за подготовку кадров; оплата услуг связи, вычислительных центров, банков; плата за аренду; представительские расходы; затраты на ремонт.

Прочие затраты это $10\% \cdot \sum$ всех предыдущих затрат.

$$K_{пр} = 10\% \cdot (K_{mat} + K_{ам} + K_{зн} + K_{соц})$$

$$K_{пр} = 0,1 \cdot (1000+788,9+73780+22134)=9770 \text{ руб.}$$

3.2.6 Накладные расходы

При выполнении проекта на базе НИТПУ, в стоимости проекта учитываются накладные расходы, включающие в себя затраты на аренду помещений, оплату тепловой и электрической энергии, затраты на ремонт зданий и сооружений, заработную плату административных сотрудников и т.д. Накладные расходы рассчитываются как 200% от затрат на оплату труда.

$$K_{HP} = 2 \cdot K_{3II}^{\Sigma}$$

$$K_{HP} = 2 \cdot 73780 = 147560 \text{ руб.}$$

3.3 Затраты на выполнение проекта

$$K_{np} = 1000 + 788,9 + 73780 + 22134 + 9770 + 147560 = 255032 \text{ руб.}$$

Таблица 10 - Затраты на выполнение проекта.

Затраты	Сумма, руб
Накладные расходы	147560
Прочие затраты	9770
Социальные отчисления:	22134
Фактическая заработная плата	73780
Амортизационные отчисления по основным фондам	788,9
Материальные затраты	1000
Итого	255032

В результате проведенных расчетов, можно сделать вывод, что пластинчатый теплообменник эффективнее чем кожухотрубчатый за счет большего коэффициента теплопередачи. Он компактнее, поэтому занимает меньшую производственную площадь. Он проще в эксплуатации тем, что очистка поверхности нагрева этого подогревателя от загрязнения занимает порядка 2 часа, когда очистка кожухотрубчатого занимает около 10 часов и для этого требуется специальное оборудование. Единственный недостаток у пластинчатых теплообменников является хрупкое уплотнение пластин и при несвоевременном промывании может привести к выводу пластин из строя.

3.4. Краткое описание проекта

Бойлерная, состоящая из двух блоков № 1, расположенная по ул. Кирова 8, предназначенная для снабжения теплом и горячей водой «Заводского» района города Гурьевск. В блоке располагается пять бойлерных групп подогревателей (одна бойлерная группа состоит из одного пароводяного подогревателя и одного-двух водоводяного подогревателя). Из них четыре бойлерные группы предназначены для подачи тепла и две для подачи горячей воды. В работе в летний период для подачи горячей воды работают по одной бойлерной группе в каждом блоке. С

началом отопительного периода подключают дополнительно по одной бойлерной группе. При температуре наружного воздуха от -10 °С до -25 °С подключают еще по одной группе для отопления. Понижение температуры свыше -25 °С, приводит к подключению еще одной группы подогревателей.

На основании ведомости дефектов состояние бойлеров, установленные в 1996-1998 г. выпуска, критическое. Чтобы сохранить стабильную работу бойлерной ежегодно производится химическая и механическая промывка бойлеров. В результате образования накипи на трубках теплообменных аппаратов (химическая и механическая промывка бойлеров желаемых результатов не дает), снижение затрат на электроэнергию и покупную тепловую энергию происходит только в первые два – три месяца после замены блока, дальнейшая эксплуатация подогревателей ведет к увеличению затрат. В связи с отсутствием насосно-фильтровальной станции, дальнейшее приобретение кожухотрубных подогревателей любого исполнения и характеристик не целесообразно. С каждым отопительным сезоном все сложнее выдерживать температурный график систем отопления и ГВС, неся колоссальные затраты на замену и содержание бойлеров в работоспособном состоянии. Оптимальным вариантом до внедрения насосно-фильтровальной станции и после, является установка разборных пластинчатых теплообменников, что даст возможность, производить механическую очистку теплообменного оборудования, без каких либо существенных затрат. Так же, данный вид теплообменного оборудования очень компактен, что позволит задействовать освободившееся площади для создания ремонтного цеха, поверочной установки приборов учета, тарировки предохранительных клапанов на котлы, либо участок балансировки оборудования, обслуживания, просушки электродвигателей и.т.п.

Основными целями замены сетевых кожухотрубчатых подогревателей на пластинчатые теплообменники являются улучшение качества предоставляемых услуг и снижение их себестоимости.

Программа предусматривает три основных направления:

1. Уменьшение объемов покупной тепловой энергии и снижение финансовой зависимости от ОАО «ГМЗ» за счет замены подогревателей;

2. Улучшение качества теплоснабжения и ГВС для потребителей;
3. Снижение себестоимости услуг за счет энергосберегающих мероприятий по снижению потерь тепловой энергии и снижения затрат на ремонт тепловых сетей и ГВС, оборудования.
4. Снижение потребления энергоресурсов: электроэнергии, угля, воды;
5. Улучшение условий труда.

3.5 Расчет экономической эффективности

Расчет основывается на технологической и экономической эффективности. Эксплуатационные проблемы в работе сетевых кожухотрубчатых подогревателей: накипь на стенках подогревателя приводит к следующим последствиям:

- ✓ повышенный расход электроэнергии сетевыми насосами из-за увеличения гидравлического сопротивления. По данным Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова, г. Москва перерасход электроэнергии сетевыми насосами составляет до 7% на 1 мм отложений;
- ✓ пережег топлива вызванный накипью. По данным Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова, г. Москва на 1 мм накипи перерасходуется до 10% топлива;
- ✓ снижение сроков службы котлов, теплообменников, сетей разводящих и внутридомовых, увеличение амортизации;
- ✓ постоянный ремонт и замена участков труб в системах теплоснабжения вследствие коррозии;
- ✓ недогрев, из-за накипи и отложений в системах, ухудшение теплопередачи снижается температура нагрева теплоносителя по сравнению с проектной;
- ✓ снижение надежности и качества поставок тепловой энергии потребителям;
- ✓ снижение КПД системы, теплообменников

Технологическая эффективность – основное снижение затрат на: электроэнергию, покупную тепловую энергию, приобретение кожухотрубчатых подогревателей, ремонт (химическую, механическую чистку) бойлеров.

3.6. Экономическая эффективность

Планируемые затраты на приобретение 5(пяти) пластинчатых теплообменников согласно прайс-листа Поставщика - марка НН 43-10 5шт.х982тыс.руб. =3464тыс.руб. Всего на приобретение 3464тыс.руб.

Приобретение вспомогательных материалов для врезки в тепловые сети планируем 10% от приобретения теплообменников: $3464\text{тыс.руб.} \times 0,10 = 346,4\text{тыс.руб.}$

Демонтаж сетевых кожухотрубчатых подогревателей в количестве 5 штук, каждый весом 1514кг, по расценке ГЭСН06-03-005-02 с коэффициентом 0,5: $1,514\text{т} \times 5 = 9,84\text{т} \times 25,4 \times 0,5 = 124,47\text{ чел.час}$

- Монтаж пластинчатых теплообменников в количестве 5 штук, весом: $5 \times 677 + 2 \times 357 = 3385\text{кг}$, по расценке ГЭСН06-03-005 с коэффициентом сложности монтажа $k=1,3$: $3,385\text{т} \times 25,4 \times 1,3 = 112\text{ чел.час}$. Всего трудозатраты 236,47 чел.час. Средний разряд 3,4 с тарифом 58 руб/час: зарплата с районным коэффициентом $58 \times 1,3 \times 236,47 = 17900\text{руб.}$ Итого затрат: $3464 + 346,4 + 17,9 = 3828,3\text{ тыс.руб.}$

Стоимость электроэнергии в 2017г составит -3,25руб/квт.ч;

Стоимость покупной тепловой энергии в 2017г составит – 992,5 руб/Гкал.

Валовой экономический эффект – 3113,03 тыс.руб.

за счёт:

- расход пара на бойлерную № 1 составляет 32786,5 Гкал/год $\times 10\% \times 992,5\text{ руб.} = 3043,45\text{ тыс.руб.}$

- электроэнергии – потребление электроэнергии составляет 310707,5кВт/год $\times 7\% \times 3,25\text{руб} = 69,58\text{тыс. руб.}$

Срок окупаемости проекта составляет $3828,305 / 3113,03 = 1,23\text{ года}$.

4 Социальная ответственность

Сложившаяся в настоящее время в России ситуация делает корпоративные социальные программы, в частности, и активное участие компаний в общественном развитии, вообще, необходимым условием устойчивого ведения бизнеса и — одновременно — фактором повышения социальной стабильности и уровня жизни.

В классическом понимании социальная ответственность включает в себя:

- добросовестную деловую практику;
- развитие персонала предприятия;
- охрану здоровья и безопасные условия труда;
- охрану окружающей среды и использование ресурсосберегающих технологий;

В последнее время подход к бизнесу в реалиях России начинает меняться, он уходит от «просто делания денег» И идет по пути заботы о сотрудниках и обществе.

Если компания стремится стать лидером в отрасли, то для них ведение социально ответственного бизнеса становится конкурентным преимуществом. В этом случае компании демонстрируют информационную открытость и прозрачность для всех заинтересованных сторон по всему спектру деятельности в области КСО, что позволяет им укрепить лидерские позиции в отрасли.

В то же время человек, работающий в компании несет индивидуальную ответственность перед предприятием. Своим отношением, своей работой и своими показателями. Под индивидуальной ответственностью понимается- основа дисциплины и своеобразный предохранитель от ошибочных решений. По социально-психологическим факторам воздействия на деятельность человека ответственность может быть моральной и материальной. Материальная ответственность основывается на материальных интересах человека или экономических интересах коллектива. Она предполагает материальный ущерб в случаях невыполнения обязательств, неполучения необходимого результата деятельности, уклонения от реализации своих функций.

Существует также моральная ответственность. Во многих случаях она оказывает более сильное воздействие. Но этот тип ответственности в значительной степени зависит от проявления общественного сознания, которое является частью индивидуального сознания. В этой ответственности проявляется социальная сущность человека и понимание им особенностей социальной среды, в которой он существует и работает, и его зависимость от социальной среды.

Исследовательская работа «замена кожухотрубчатого подогревателя и пластинчатый на Гурьевской Бойлерной» дает большую практическую значимость, так как их эксплуатация более безопаснее. Они более компактны и с ними не возникнет опасных ситуаций.

4.1 Вредные и опасные факторы

Вредными и опасными факторами сопутствующими работу ЦТП являются: высокий уровень шума, недостаточная освещённость рабочего места, работа оборудования под давлением, дополнительные потери с поверхности тело-изоляции оборудования.

4.2 Шум

При работе оборудования возникает фоновый шум.

Шум отрицательно воздействует на организм человека и в первую очередь на его центральную нервную и сердечно-сосудистую системы.

Производственный шум нарушает информационные связи что вызывает снижение эффективности и безопасности деятельности человека так как высокий уровень шума мешает услышать предупреждающий сигнал опасности. Кроме того шум вызывает обычную усталость. При действии его снижаются способность сосредоточения внимания точность выполнения работ связанных с приёмом и анализом состояния и производительность труда.

По частоте шумы подразделяются на низкочастотные (максимум звукового давления в диапазоне частот ниже 400 Гц) среднечастотные (400...1000 Гц) и высокочастотные (свыше 1000 Гц)

Органы слуха человека воспринимают звуковые волны с частотой 16...20000 Гц. Колебания с частотой ниже 20 Гц (инфразвук) и выше 20000 Гц (ультразвук) не вызывают слуховых ощущений но оказывают биологическое воздействие на организм.

По временным характеристикам шум подразделяется на постоянный и непостоянный.

ГОСТ 12.1.003-83 устанавливает предельно допустимые условия постоянного шума на рабочих местах при которых шум действуя на работающего в течение восьмичасового рабочего дня не приносит вреда здоровью.

Шум отрицательно воздействуя на слух человека может вызвать повреждение органов слуха или мгновенную глухоту. Уровень звука в 130 дБ вызывает болевое ощущение а в 150 дБ приводит к поражению слуха при любой частоте.

Пределы действия шума (ПДУ) на человека гарантируют что остаточное поражение слуха после 50 лет работы у 90 % работающих будет менее 20 дБ т.е. ниже того предела когда это начинает мешать человеку в повседневной жизни. Предельные уровни шума при воздействии в течение 20 мин. приведены в таблице 19.

Для снижения шума в производственных помещениях применяют различные методы: уменьшение уровня шума в источнике его возникновения звукопоглощение и звукоизоляция; установка глушителей шума; рациональное размещение оборудования; применение средств индивидуальной защиты.

Таблица 11

Частота, Гц	1 - 7	8 - 11	12 - 20	20 - 100
Предельные уровни шума, дБ	150	145	140	135

4.3 Освещение цеха

Плохое освещение является фактором который оказывает отрицательное психологическое воздействие на работающих снижает работоспособность и качество работ ведёт к увеличению травматизма.

Рабочее освещение предназначено для обеспечения нормального выполнения производственного процесса прохода людей и является обязательным для всех производственных помещений.

При освещении производственного помещения используется естественное освещение создаваемое рассеянным светом небосвода и меняющееся в зависимости от времени года суток метеорологических условий; искусственное освещение создаваемое электрическими источниками света.

В цехе используется комбинированное естественное освещение – сочетание верхнего (через зенитные фонари) и бокового (через световые проёмы в наружных стенах) освещения.

По конструктивному исполнению искусственное освещение является общим; оно применяется в помещении где по всей площади выполняются однотипные работы.

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируются нормами СНиП 23–05–95 в зависимости от характера зрительных работ системы и вида освещения фона контраста объекта с фоном.

К мероприятиям по предупреждению снижения освещённости относятся: содержание светильников в чистоте и исправности; оперативная замена вышедших из строя ламп; чистка стёкол световых проёмов которая производится не менее двух раз в год.

Искусственное освещение цеха делится на рабочее – для освещения технологического процесса; аварийное – для продолжения работы при отключении рабочего (имеет свой источник питания и включается автоматически); эвакуационное – для эвакуации людей при отключении аварийного.

4.5 Безопасность при работе с сосудами работающими под давлением

Пластинчатые теплообменники являются установками работающими под давлением. Безопасная работа с этими установками устанавливается Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов работающих под давлением ПБ 03-576-03.

В Правилах представлены требования к проектированию устройству изготовлению реконструкции: наладке, монтажу, ремонту, техническому, диагностированию и эксплуатации сосудов работающих под давлением.

Проекты сосудов и их элементов а также элементы их реконструкции или монтажа должны выполняться специализированными организациями. Проекты и технические условия на изготовление сосудов должно согласовываться и утверждаться в установленном порядке.

4.6 Конструкция теплообменников.

Конструкция теплообменников должна обеспечивать надёжность и безопасность эксплуатации в течение расчётного срока службы и предусматривать возможность проведения технического освидетельствования, очистки, промывки, полного опорожнения продувки, ремонта эксплуатационного контроля металла и соединений.

Конструкции внутренних устройств должны обеспечивать удаление из теплообменника воздуха при гидравлическом испытании и воды после гидравлического испытания.

На каждом теплообменнике должны быть предусмотрены вентиль кран или другое устройств позволяющее осуществлять контроль за отсутствием давления в сосуде перед его открыванием.

Расчёт на прочность теплообменника и их элементов должен производиться по нормативным документам согласованным с Госгортехнадзором России. При отсутствии нормативного метода расчёт на прочность должен выполняться по методике согласованной со специализированной научно-исследовательской организацией.

Заземление и электрическое оборудование теплообменников должны соответствовать правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей в установленном порядке.

4.7 Материалы.

Материалы применяемые для изготовления теплообменников должны обеспечивать их надёжную работу в течение расчётного срока службы с учётом заданных условий эксплуатации (расчётное давление минимальная и максимальная расчётные температуры) состава и характера среды (коррозионная активность взрывоопасность токсичность и др.) и влияния температуры окружающего воздуха.

Качество и свойства материалов должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов и технических условий и подтверждаться сертификатами поставщиков.

4.8 Гидравлическое испытание.

Гидравлическому испытанию подлежат все сосуды после их изготовления. Сосуды имеющие наружный кожух подвергаются гидравлическому испытанию до установки кожуха.

В комбинированных сосудах с двумя и более рабочими полостями рассчитанными на разные давления гидравлическому испытанию должна подвергаться каждая полость.

Для гидравлического испытания сосудов должна применяться вода температурой не ниже 5 °С и не выше 40 °С если в технических условиях не указано конкретное значение температуры. Сосуд считается выдержавшим

Гидравлическое испытание если не обнаружено течи трещин в сварных соединениях и на основном металле; течи в разъёмных соединениях; видимых остаточных деформаций падения давления по манометру.

4.9 Документация.

Каждый сосуд должен поставляться изготовителем заказчику с паспортом установленной формы. К паспорту прикладывается руководство по эксплуатации.

На каждом сосуде должна быть прикреплена табличка. На ней должны быть нанесены:

- товарный знак или наименование изготовителя;

- наименование или обозначение сосуда;
- порядковый номер сосуда по системе нумерации изготовителя;
- год изготовления;
- рабочее давление МПа;
- расчётное давление МПа;
- пробное давление МПа;
- допустимая максимальная температура стенки °С;
- масса сосуда кг.

Для сосудов с самостоятельными полостями имеющими разные расчётные и пробные давления температуру стенок следует указывать эти данные для каждой полости.

Арматура контрольно-измерительные приборы предохранительные устройства.

Для управления работой и обеспечения безопасных условий эксплуатации сосуда в зависимости от назначения должны быть оснащены: запорной или запорно-регулирующей арматурой; приборами для измерения давления; приборами для измерения температуры; предохранительными устройствами; указателями уровня жидкости.

Запорная и запорно-регулирующая арматура должна устанавливаться на штуцерах непосредственно присоединённых к сосуду или на трубопроводах подводящих к сосуду и отводящих от него среду. Количество тип арматуры и места установки должны выбираться разработчиком проекта сосуда исходя из конкретных условий эксплуатации и требований Правил.

Каждый сосуд и самостоятельные полости с разными давлениями должны быть снабжены манометрами прямого действия. Манометр устанавливается на штуцере сосуда или трубопроводе между сосудом и запорной арматурой. Манометр должен выбираться с такой шкалой чтобы предел измерения рабочего давления находился во второй трети шкалы. Манометр должен быть установлен так чтобы его показания были отчётливо видны обслуживающему персоналу. Установка манометра на высоте более 3 м от уровня площадки не разрешается.

Каждый сосуд должен быть снабжён предохранительными устройствами от повышения давления выше допустимого значения. В качестве предохранительных устройств применяются: пружинные предохранительные клапаны; рычажно-грузовые предохранительные клапаны; импульсные предохранительные устройства; предохранительные устройства с разрушающимися мембранами.

Предохранительные устройства должны устанавливаться на патрубках или трубопроводах непосредственно присоединённых к сосуду. Предохранительные устройства должны быть размещены в местах доступных для их обслуживания. Установка запорной арматуры между сосудом и предохранительным устройством а также за ним не допускается.

Установка регистрация техническое освидетельствование сосудов разрешение на эксплуатацию.

Сосуды должны устанавливаться на открытых площадках в местах исключая скопление людей или в отдельно стоящих зданиях.

Установка сосудов должна обеспечить возможность осмотра ремонта и очистки их с внутренней и наружной сторон. Для удобства обслуживания сосудов должны быть устроены площадки и лестницы.

Сосуды до пуска их в работу должны быть зарегистрированы в органах Госгортехнадзора России.

Сосуды должны подвергаться техническому освидетельствованию после монтажа до пуска в работу периодически в процессе эксплуатации и в необходимых случаях – внеочередному освидетельствованию. Объём методы и периодичность технических освидетельствований сосудов должны быть определены изготовителем и указаны в руководстве по эксплуатации. Первичное периодическое и внеочередное техническое освидетельствование сосудов проводится специалистом организации имеющей лицензию Госгортехнадзора России на проведение экспертизы промышленной безопасности технических устройств. Результаты технического освидетельствования должны записываться в паспорте сосуда лицом производившим освидетельствование с указанием разрешённых параметров эксплуатации сосуда и сроков следующих освидетельствований.

Разрешение на ввод в эксплуатацию сосуда выдаётся инспектором после его регистрации на основании технического освидетельствования и проверки организации обслуживания и надзора при которой контролируется: наличие и исправность в соответствии с требованиями настоящих Правил арматуры контрольно-измерительных приборов и приборов безопасности; соответствие установки сосуда правилам безопасности; правильность включения сосуда; наличие аттестованного обслуживающего персонала и специалистов; наличие должностных инструкций для лиц ответственных за осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов работающих под давлением ответственных за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосудов; инструкции по режиму работы и безопасному обслуживанию сменных журналов и другой документации предусмотренной Правилами.

Разрешение на ввод в эксплуатацию записывается в его паспорте.

Надзор и содержание обслуживание и ремонт.

Владелец обязан обеспечить содержание сосудов в исправном состоянии и безопасные условия их работы. В этих целях необходимо: назначить приказом из числа специалистов прошедших в установленном порядке проверку знаний Правил ответственного за исправное состояние и безопасное действие сосудов;

Назначить необходимое количество лиц обслуживающего персонала обученного и имеющего удостоверения на право обслуживания сосудов а также установить такой порядок чтобы персонал вёл тщательное наблюдение за порученным ему оборудованием путём его осмотра проверки действия арматуры контрольно-измерительных приборов предохранительных и блокировочных устройств и поддержания сосудов в исправном состоянии; обеспечить проведение технических освидетельствований диагностики сосудов в установленные сроки; организовать периодическую проверку знаний персоналом инструкций по режиму работы и безопасному обслуживанию сосудов; обеспечить специалистов Правилами и руководящими указаниями по безопасной эксплуатации сосудов а персонал – инструкциями.

При работе сосудов возникают следующие аварийные ситуации при которых необходимо немедленно его отключить: если давление в сосуде поднялось выше разрешённого и не снижается несмотря на меры принятые персоналом; при выявлении неисправности предохранительных устройств от превышения давления; при обнаружении в сосуде и его элементах работающих под давлением неплотностей выпучин разрыва прокладок; при неисправности манометра и невозможности определить давление по другим приборам; при выходе из строя всех указателей уровня жидкости; при неисправности предохранительных блокировочных устройств; при возникновении пожара непосредственно угрожающего сосуду находящемуся под давлением.

Порядок аварийной остановки и последующего ввода его в работу должен быть указан в инструкции. Причины аварийной остановки сосуда должны записываться в сменный журнал.

4.10 Ремонт.

Для поддержания сосуда в исправном состоянии владелец сосуда обязан своевременно проводить в соответствии с графиком его ремонт. Ремонт сосудов и их элементов находящихся под давлением не допускается. До начала производства работ внутри сосуда соединённого с другими сосудах общим трубопроводом сосуд должен быть отделён от них заглушками или отсоединён. Применяемые для отключения сосуда заглушки устанавливаемые между фланцами должны быть соответствующей прочности и иметь выступающую часть по которой определяется наличие заглушки. При работе внутри сосуда должны применяться безопасные светильники на напряжение не выше 12 В. Работы внутри сосуда должны выполняться по наряду-допуску.

4.11 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность предусматривает такое состояние объекта при котором исключалась бы возможность возникновения пожара а в случае его возникновения предотвращалось бы воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивалась защита материальных ценностей.

В соответствии с действующим законодательством ответственность за противопожарное состояние энергетических предприятий возлагается на руководителей этих предприятий и организаций.

Ответственность за пожарную безопасность отдельных цехов лабораторий мастерских складов и других производственных и вспомогательных сооружений предприятий возлагается на руководителей этих структурных подразделений. Они обязаны: обеспечить на вверенных им участках производства соблюдение противопожарного режима и выполнение в установленные сроки мероприятий повышающих пожарную безопасность; обеспечить исправность технологического оборудования и немедленно принимать меры к устранению обнаруженных неисправностей которые могут привести к пожару; организовать пожарно-техническую подготовку подчинённого персонала; установить порядок и ответственность за содержание в исправном состоянии и постоянной готовности к действию имеющиеся на участке средства обнаружения и тушения пожара; при возникновении пожара аварии или других опасных факторов угрожающих персоналу и нарушающих режим работы оборудования принять меры к немедленному вызову пожарных подразделений известить руководство предприятия обесточить электрооборудование находящееся в зоне пожара выдать письменный допуск для тушения пожара организовать его тушение и эвакуацию персонала (при необходимости) а также восстановление нормального режима работы оборудования.

На предприятии существует Главное управление пожарной охраны. В обязанности его входит систематический контроль за выполнением противопожарных мероприятий на производствах и промышленных объектах проверка боеспособности пожарных организаций и исправности средств пожаротушения и другие профилактические меры.

На предприятии организованы также ведомственные пожарные части и пожарно-сторожевые подразделения.

Пожар на производстве возникает вследствие причин электрического и неэлектрического характера. Важным фактором пожарной опасности являются ра-

боты с открытым огнём пламенем при газовой сварке и резке металлов при проведении ремонтных и наладочных работ.

Пожарная техника предназначенная для защиты предприятия классифицируется на следующие группы:

- пожарные машины;
- установки пожаротушения;
- средства пожарной и охранной сигнализации;
- огнетушители;
- пожарное оборудование;
- ручной инструмент инвентарь;
- пожарные спасательные устройства.

Одним из важных противопожарных мероприятий на производстве является организация мест курения оборудованных и обеспеченных средствами пожаротушения.

Для тушения пожара в цехе применяются порошковые огнетушители ОПС – 10. Также в цехе имеются стандартные противопожарные щиты. Для тушения пожара в цехе и за его пределами используются гидранты высокого давления.

Для эвакуации людей из производственного помещения служат эвакуационные выходы. К одному из основных устройств пожаротушения относится противопожарное водоснабжение включающее в себя: водоисточники насосные станции сеть трубопроводов по территории с установкой гидрантов (наружный противопожарный водопровод) а также сеть трубопроводов в зданиях и сооружениях с пожарными кранами (внутренний противопожарный водопровод).

4.12 Электробезопасность

Опасным поражающим фактором при работе с электрическим оборудованием является электрический ток.

Поражение током может произойти при прикосновении к нетоковедущим металлическим частям оборудования по причине пробоя изоляции и неисправном защитном заземлении.

Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и свободный характер. Проходя через организм человека электроток производит термическое электролитическое механическое и биологическое действия.

Электротравмы условно разделяют на общие и местные. К общим относят электрический удар при котором процесс возбуждения различных групп мышц может привести к судорогам остановке дыхания и прекращению сердечной деятельности. К местным травмам относят ожоги металлизацию кожи механические повреждения.

При гигиеническом нормировании ГОСТ 12.1.038 – 82 устанавливает предельно допустимые напряжения прикосновения и токи протекающие через тело (рука – рука рука – нога) при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц.

Условно безопасными напряжениями являются 42 В переменного тока и 110 В постоянного. Смертельно опасным является ток более 100 мА который вызывает паралич органов дыхания и фибрилляцию сердца и называется пороговым фибрилляционным.

В таблице 12 даны значения токов по последствиям физиологического воздействия на организм человека.

Таблица 12

Род тока	Ощутимый ток, мА	Неотпускающий ток, мА	Фибрилляционный ток, мА
Переменный (50 Гц)	0,6 – 1,5	10 – 15	100
Постоянный	6 – 7	50 – 70	–

Весь персонал допущенный к эксплуатации электрооборудования в соответствии с занимаемой должностью и применительно к выполняемым работам аттестуется

присвоением соответствующей квалификационной группы по электробезопасности.

Машинист ЦТП установки должен закончить обучение и пройти проверку знаний в комиссии по правилам электробезопасности с присвоением ему второй квалификационной группы.

4.13 Инструкции по охране труда для персонала обслуживающего ЦТП

Общие требования безопасности

К работе в должности машиниста тепловых бойлерных установок допускаются рабочие в возрасте не моложе 18 лет прошедшие медицинскую комиссию и инструктаж по технике безопасности.

До назначения на самостоятельную работу машинист должен закончить обучение и пройти проверку знаний в комиссии по правилам электробезопасности с присвоением ему второй квалификационной группы.

Машинист допускается к самостоятельной работе письменным распоряжением начальника участка.

Периодическую проверку знаний машинист проходит в комиссии предприятия один раз в 12 месяцев.

4.13 Права и обязанности оператора бойлерной установки

В период своего дежурства оператор имеет право требовать от руководства участка:

обеспечения бойлерной контрольно-измерительными приборами инструментом приспособлениями инвентарем оперативными журналами и другими средствами необходимыми для нормальной и безопасной работы;

требовать от руководства участка своевременного устранения дефектов оборудования возникающих в процессе работы;

производить останов оборудования (бойлеров насосов) в зависимости от обстановки для обеспечения нормального снабжения потребителей горячей водой;

ставить в известность руководство предприятия обо всех нарушениях нормальной работы установки в любое время суток;

иметь в наличии и применять спецодежду и защитные средства в соответствии с существующими нормами.

Оператор бойлерной в период своего дежурства обязан:

- бесперебойно обеспечивать потребителей горячей водой с температурой 50-55оС при минимальном расходе перегретой воды;
 - путем систематического осмотра оборудования и анализа параметров воды обеспечивать безаварийную его работу;
 - при обнаружении дефектов в работе оборудования остановить его и включить в работу резервное оборудование; при отсутствии резерва оборудование остановить и организовать его ремонт;
 - вести контроль за температурой воды идущей от бойлеров;
- вести оперативный (сменный) журнал в котором с указанием времени записывать выполнение операций по пуску и останову оборудования по переключениям в схемах характеру аварийных ситуаций основные параметры работы бойлерной в течение смены; в оперативный журнал необходимо записывать также содержание устных распоряжений руководства предприятия;
- являться на смену заблаговременно и путем осмотра ознакамливаться с состоянием оборудования бойлерной установки по контрольно-измерительным приборам а также по записям в оперативном журнале;
 - проверять наличие и исправность контрольно-измерительных приборов инструмента инвентаря схем инструкций средств пожаротушения;
 - перед сдачей смены подготовить бойлерную к работе без нарушений режима и правил безопасности обеспечить чистоту и порядок на рабочем месте сообщить принимающему смену оператору информацию о работе установок.

4.14 Требования безопасности в аварийных ситуациях

При разрыве трубопровода перегретой воды в пределах бойлерной появлении свищей нарушении плотности соединений сопровождающимися сильной течью горячей воды оператор обязан срочно отключить поврежденный участок теплосети и поставить в известность руководство и по возможности принять меры предотвращающие попадание воды на электрооборудование.

При появлении дыма или огня из электродвигателя электродвигатель немедленно отключить приступить к ликвидации загорания применяя углекислотный огнетушитель или песок.

В случае возникновения загорания в помещении бойлерной принять меры по его ликвидации первичными средствами пожаротушения вызвать пожарную охрану поставить в известность руководство.

При ожогах необходимо освободить пораженное место от одежды обуви перевязать обожжённую поверхность стерильным бинтом и обратиться в лечебное учреждение. Необходимо поставить в известность мастера.

При тяжелых механических травмах пострадавшего положить в безопасное место придать ему удобное и спокойное положение и вызвать скорую медицинскую помощь (поставить в известность руководителя работ).

При поражении электрическим током в первую очередь освободить пострадавшего от действия электрического тока а именно отключить оборудование от сети отделить пострадавшего от токоведущих частей изолирующими приспособлениями (доски сухая одежда резиновые перчатки резиновые коврики). Если пострадавший потерял сознание но дышит его необходимо уложить в удобную позу расстегнуть ворот. Если дыхание отсутствует пульс не прощупывается пострадавшему нужно немедленно начать делать искусственное дыхание до прибытия врача.

Вывод: в рамках повышения отпуска тепла, пластинчатые теплообменники лучше по характеристикам и размерам. Освободившееся место в цехе позволит более свободно и безопасно передвигаться. Эксплуатация потребует минимум вложений человеческого ресурса. На экологическую ситуацию замена никак не повлияет, нужно применять более экологичные меры- такие как переход от угля к газу. Но в угледобывающем регионе это практически вырлнить тяжело.

Заключение

В выпускной квалификационной работе представлен анализ работы центрально теплового пункта №1 на ООО «УК и ТС». Предложена замена кожухотрубных теплообменников на пластинчатые подогреватели с целью повышения экономичности работы предприятия.

В работе проведён тепловой и конструкторский расчёты, по результатам которого определены марки пластинчатых теплообменников фирмы Ридан. Выбрано два по горячему водоснабжению и три для системы отопления пластинчатых теплообменника одинаковой мощности 2,9МВт.

В технико-экономическом обосновании проекта рассчитана экономия тепловой и электрической энергии в стоимостном выражении рассчитаны капитальные затраты при реконструкции и снижение себестоимости тепловой энергии. Экономический эффект проекта составляет 66 % а срок его окупаемости – 14 месяцев. После реконструкции предприятие получает 3113,03 тыс. руб. в год чистой прибыли.

Список используемых источников

1. Симионов Ю.Ф., Дрозд Ю.Н. Жилищно-коммунальное хозяйство. Москва. ИКЦ «Март» 2004 г. 272 с.
2. Федеральный закон РФ от 27 июля 2010 г. N 190-ФЗ «О теплоснабжении».
3. УСТАВ Общества с ограниченной ответственностью «УК и ТС» утвержден «03» декабря 2009 г.
4. Н.Н. Галашов «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций». Издательство Томского политехнического университета. 2010 -246с
5. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник / Е. Я. Соколов. – М: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.
6. Назмеев, Ю. Г. Теплообменные аппараты ТЭС: Учебник / Ю. Г. Назмеев, В. М. Лавыгин. – М: Издательство МЭИ, 2002. – 260 с. - ISBN 5 – 7046 –0888 – 4.
7. Александров А.А., Григорьев Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара: Справочник. – М.: Издательство МЭИ, 1999. – 168 с.
8. Процессы и аппараты химической технологии: справочные материалы: учеб. издание / сост. к.т.н. В.П. Орлов – Екатеринбург: УГЛТУ,2002. 121 с.
9. Виноградов, С.Н. Выбор и расчёт теплообменников: учеб.пособие / С.Н. Виноградов, К.В. Таранцев, О.С. Виноградов. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2001. – 100 с.
10. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник. (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн.4) / под общей ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 632 с.
11. Программа Ридан для расчета пластинчатых теплообменников