

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

Институт Энергетический
Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра Атомных и тепловых электростанций

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ конструкций, выбор и поверочный расчет котла утилизатора для парогазовой установки мощностью 500МВт

УДК 621.181.27 : 621.18 : 621.428

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Зайцев Виталий Константинович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преп. каф. АТЭС	Беспалов Виктор Владимирович	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Попова Светлана Николаевна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Гусельников Михаил Эдуардович	к.т.н. доцент		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преп. каф. АТЭС	Вагнер Марина Анатольевна	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Атомных и тепловых электростанций	Матвеев Александр Сергеевич	к.т.н. доцент		

Томск – 2016 г.

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

Институт	<u>Энергетический</u>
Направление подготовки	<u>13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника</u>
Кафедра	<u>Атомных и тепловых электростанций</u>

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

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5Б2А	Зайцев Виталий Константинович

Тема работы:

Анализ конструкций, выбор и поверочный расчет котла утилизатора для парогазовой установки мощностью 500 МВт	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	13.05.16, № 3544/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Целью работы является выбор и поверочный расчет котла утилизатора для парогазовой установки мощностью 500 МВт. Объектом исследования является тепловая схема парогазовой установки. Предметом исследования выступает котел утилизатор паровой турбины.
--	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Описание тепловой схемы парогазовой установки. 2. Анализ конструкций котлов утилизаторов газовой турбины. 3. Выбор котла утилизатора. 4. Расчетные характеристики котла утилизатора. 5. Финансовый менеджмент. 6. Раздел Социальной ответственности. 7. Заключение.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Тепловая схема парогазовой установки, Конструкторские чертежи котла утилизатора.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Попова С.Н., доцент кафедры менеджмента
Социальная ответственность	Гусельников М.Э., доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
Автоматизация технологических процессов	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30 декабря 2015 года
--	------------------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преп. каф. АТЭС	Беспалов В.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Зайцев В.К.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Б2А	Зайцев Виталий Константинович

Институт	Энергетический	Кафедра	Атомных и тепловых электростанций
Уровень образования	Бакалавр	Направление	13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1. Анализ конструкций, выбор и поверочный расчет котла утилизатора для парогазовой установки мощностью 500 МВт. Прочие расходы: Проектировщик - инженер Руководитель – профессор
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	2. Принять на основании произведенных расчетов и из анализа отчетов объекта исследования
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	3. Отчисления на собственные нужды 30% Районный коэффициент 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Выбор и поверочный расчет котла утилизатора для парогазовой установки мощностью 500 МВт.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Для составления графика технико-конструкторских работ используется оценка трудоемкости работ для каждого исполнителя. По полученным данным строится график инженерных работ, позволяющий лучше спланировать процесс реализации
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	В процессе формирования сметы ТП используется следующая группировка затрат по статьям: - материальные затраты ТП; - затраты на специальное оборудование; - полная заработная плата исполнителей; - отчисления во внебюджетные фонды; - накладные расходы.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Попова Светлана Николаевна	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Зайцев Виталий Константинович		

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



Институт	Энергетический
Направление подготовки (специальность)	13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Уровень образования	Бакалавр
Кафедра	Атомных и тепловых электростанция
Период выполнения	(осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Студенту:

Группа	ФИО
5Б2А	Зайцев Виталий Константинович

Тема работы:

Анализ конструкций, выбор и поверочный расчет котла утилизатора для парогазовой установки мощностью 500 МВт.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Выявление факторов рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеословия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Рабочим местом машиниста обходчика является котельный цех. Так как данное помещение находится внутри производственного предприятия, на оператора возможны действия следующих факторов: Вредные факторы: превышение уровней шума, монотонный режим работы, отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность; Опасные факторы: электрический ток, пожар, высокая температура.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	1. Техника пожарной безопасности на производстве (ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ) 2. ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – 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)	Высокий уровень шума проявляется из-за большого количества производственного оборудования в разных цехах данного завода. Не соответствующая нормам температура или влажность воздуха в помещении может быть вызвана не правильной эксплуатацией отопительных приборов, не правильно подготовленной внутренней обстановки помещения в различные времена года. Недостаточная освещенность может быть вызвана ошибочным расположением ламп в помещении, неправильным выбором количества
--	---

	осветительных приборов и не рациональной нагрузкой на них электрического тока.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности – 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)	В административно-хозяйственном помещении находится различного рода оборудование, опасными факторами данного помещения являются электрический ток и возникновение пожара.
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Воздействия на окружающую среду: Загрязнение воздуха прилегающей территории от производства; Уничтожение растительности, путем непосредственного загрязнения вредными веществами; Механическое и химическое загрязнение водотоков в результате сталкивания отвалов; Загрязнение сточными водами; Повреждение и загрязнение почвенного покрова.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	ЧС: Пожары (взрывы) на объектах, хранение легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ;
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	1. Планирование защиты населения и территорий от ЧС на уровне предприятия; 2. Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности; 3. Выявление угроз пожара и оповещение персонала; 4. Подготовка работающих к действиям в условиях ЧС; 5. Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Гусельников М.Э.	Доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Зайцев Виталий Константинович		

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

Код резу- ль- тата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	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.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
P3	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.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	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>	
P7	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.
P8	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.
P9	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 комплексные 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 базовых и специальных знаний и современных 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

Дипломный проект – 66 страниц, 11 таблиц, 5 рисунков, 11 источников, 2 приложения, 1 графический материал.

Ключевые слова: котел утилизатор, теплообменник, котельная, парогазовая установка.

Объектом исследования является котел утилизатор для парогазовой установки мощностью 500МВт.

Целью работы является выбор и поверочный расчет котла утилизатора для парогазовой установки мощностью 500 МВт. Объектом исследования является тепловая схема парогазовой установки. Предметом исследования выступает котел утилизатор паровой турбины.

В результате исследования выбран оптимальный вариант котла утилизатора для парогазовой установки мощность 500 МВт.

Обозначения и сокращения:

ПГУ – Парогазовая установка

КУ – Котел утилизатор

ВД – Высокое давление

Оглавление

Введение.....	13
1. Анализ конструкций котлов утилизаторов газовой турбины.....	15
1.1. Классификация котлов-утилизаторов ПГУ.....	15
1.2. КУ по числу контуров греющего пара.....	15
1.3. КУ по способу получения пара	15
1.4. КУ по направлению движения греющих газов.....	16
2. Описание тепловой схемы парогазовой установки	19
2.1. Расчет одноконтурной ПГУ	19
2.1.1. Описание тепловой схемы	19
2.1.2. Расчет котла-утилизатора.....	19
2.2. Расчет двухконтурной ПГУ	19
2.2.1. Описание тепловой схемы	19
2.2.2. Расчет котла-утилизатора.....	19
3. Выбор котла утилизатора	20
4. Расчетные характеристики котла-утилизатора	21
5. Финансовый менеджмент.....	22
5.1 Трудоемкость работ	22
5.2 Бюджет	22
5.3 Расчет материальных затрат	22
5.4. Расчет затрат на оборудование	22
5.5 Основная заработная плата исполнителей работ	22
5.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	22
5.7 Прочие неучтенные расходы	22
5.8 Накладные расходы	Ошибка! Закладка не определена.

5.9 Себестоимость проекта	22
5.10. Экономический анализ двухконтурной схемы	22
6 Социальная ответственность	23
6.1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	23
6.2. Опасные факторы проектируемой производственной среды	23
6.3. Охрана окружающей среды	23
6.4. Защита в чрезвычайных ситуациях	23
6.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	23
Заключение	24
Список используемых источников.....	25
Приложение А	26
Перечень элементов принципиальной тепловой схемы	26

Графический материал:

На отдельных листах

ФЮРА-311160.001 Тепловые схемы одноконтурной и двухконтурной ПГУ

Введение

Котельное оборудование, паровые котлы или водогрейные котлы, использующие тепло отходящих газов других производств называются котлами-утилизаторами. Котлы-утилизаторы нашли широкое применение в парогазовых установках, металлургическом производстве, нефтехимии и пр. Котлы утилизаторы отличаются от паровых котлов и другого котельного оборудования тем, что они используют для своего функционирования энергию отработанных газов, например, выхлопных газов, которые образуются при сгорании топлива. Котел утилизатор позволяет использовать энергию теплового двигателя в максимальной степени, именно поэтому такие котлы утилизаторы имеют высокий КПД по сравнению с другими видами котельного оборудования. Применение паровых котлов утилизаторов в промышленности, строительстве и сельском хозяйстве позволяет реализовывать энергосберегающие технологии.

Котлы-утилизаторы, паровые водогрейные котлы и энерготехнологические паровые котлы утилизаторы по своей конструкции могут быть с естественной или принудительной циркуляцией, котельное оборудование с барабаном или без барабана (прямоточные паровые котлы) и т.д.

В теплоэнергетике применяется огромное количество паровых котлов энергетических, котлов водогрейных и котлов утилизаторов различных по мощности, по тепловым схемам, по параметрам и пр.

Котел утилизатор - это котел, в конструкции которого нет своей топки, принцип его действия основан на использовании тепла образующегося в процессе каких либо производственных процессов, например образование горячих газов в металлургической промышленности. Паровые котлы утилизаторы используют горячие газы в пределах от 350 до 400°С - при работе с двигателем внутреннего сгорания, от 900 до 1500°С - при работе с цементными и сталеплавильными печами. Большие паровые котлы утилизаторы имеют все признаки котлоагрегата, кроме приспособлений для

сжигания топлива. Для небольшой производительности и невысокого давления применяются газотрубные котлы утилизаторы или котлы с принудительной циклической циркуляцией. Для примера возьмем нефтеперерабатывающую промышленность, при реализации некоторых процессов образуется угарный газ. В целях защиты окружающей среды от загрязнения и получения дополнительной электроэнергии, газ сжигают в котлах утилизаторах. При сгорании газа образуется тепловая энергия, при помощи которой вода, пропускаемая через трубы, превращается в пар. Производительность пара в котлах утилизаторах, напрямую зависит от объема и качества утилизируемого газа.

Использование паровых котлов утилизаторов имеет ряд преимуществ:

- уменьшение выхлопа загрязняющих веществ в атмосферу;
- снижение расходов на очистку газов;
- более рациональное использование топлива.

1. Анализ конструкций котлов утилизаторов газовой турбины.

1.1. Классификация котлов-утилизаторов ПГУ

Используемые для утилизации теплоты выхлопных газов ГТУ котлы можно классифицировать по различным признакам:

1. По числу контуров греющего пара: одно-, двух- и трехконтурные;
2. По способу получения пара: барабанные и прямоточные; в свою очередь барабанные КУ можно разделить на котлы с естественной циркуляцией и котлы с принудительной циркуляцией воды в испарительных трубах;
3. По направлению движения греющих газов: горизонтальные и вертикальные.

1.2. КУ по числу контуров греющего пара

При одной и той же ГТУ, переход от одноконтурного КУ к двухконтурному дает повышение КПД ПГУ примерно на 4 % (абс.), переход от двухконтурного к трехконтурному уже только на 1 % (абс.). Дальнейшее увеличение числа контуров КУ, конечно, также приведет к повышению экономичности, но оно не окупается дополнительными затратами в пределах жизненного цикла ПГУ.

В ПГУ с одноконтурным КУ дымовые газы удаётся охладить до 160°C, и получить невысокое значение КПД производства электроэнергии. При этом, тепловая схема такой ПГУ более проста в эксплуатации и имеет более низкие капитальные затраты. Для повышения эффективности производства электроэнергии приходится усложнять тепловую схему ПГУ, применяя при этом двух- и трехконтурные котлы утилизаторы.

1.3. КУ по способу получения пара

Пока в контурах ВД котлов-утилизаторов используется докритическое давление. Поэтому принципиально возможно использовать как барабанные, так и прямоточные КУ. Каждый из этих типов обладает своими достоинствами и недостатками. Если изложить кратко, то барабанные

котлы имеют преимущество в части более простого и надежного поддержания требуемого качества рабочего тела, но наличие громоздких, сложных и, главное, толстостенных барабанов не позволяет в полной мере реализовать высокие маневренные показатели ГТУ. При переходных процессах (пусках, остановках, изменениях нагрузки) в стенках барабанов возникают циклические температурные напряжения, угрожающие появлением в них трещин термической усталости. Для исключения трещинообразования приходится удлинять время переходных тепловых процессов. Прямоточный котел, наоборот, обладает лучшими маневренными показателями, но требует специального пускового узла (встроенного сепаратора) и обязательного использования блочной обессоливающей установки (БОУ).

Отсутствие такого сложного элемента, как барабан, само по себе является благом, а возможность быстрого пуска — несомненное преимущество. По данным фирмы Alstom Power, для пуска из холодного состояния энергоблока с прямоточным КУ требуется 30 мин, а с барабанным — от 60 до 90 мин.

В подавляющем числе современных ПГУ используются барабанные котлы, генерация пара в барабанах которых осуществляется за счет многократной циркуляции воды по контуру барабан — опускные трубы — подъемные трубы — барабан. Эта циркуляция может быть естественной и принудительной.

1.4. КУ по направлению движения греющих газов

Все горизонтальные котлы выполняются с естественной циркуляцией, возникающей за счет разности плотностей воды в подъемных и опускных трубах (в последних плотность выше). При этом реализуется поперечное обтекание газами трубных пучков, при котором теплопередача наиболее эффективна.

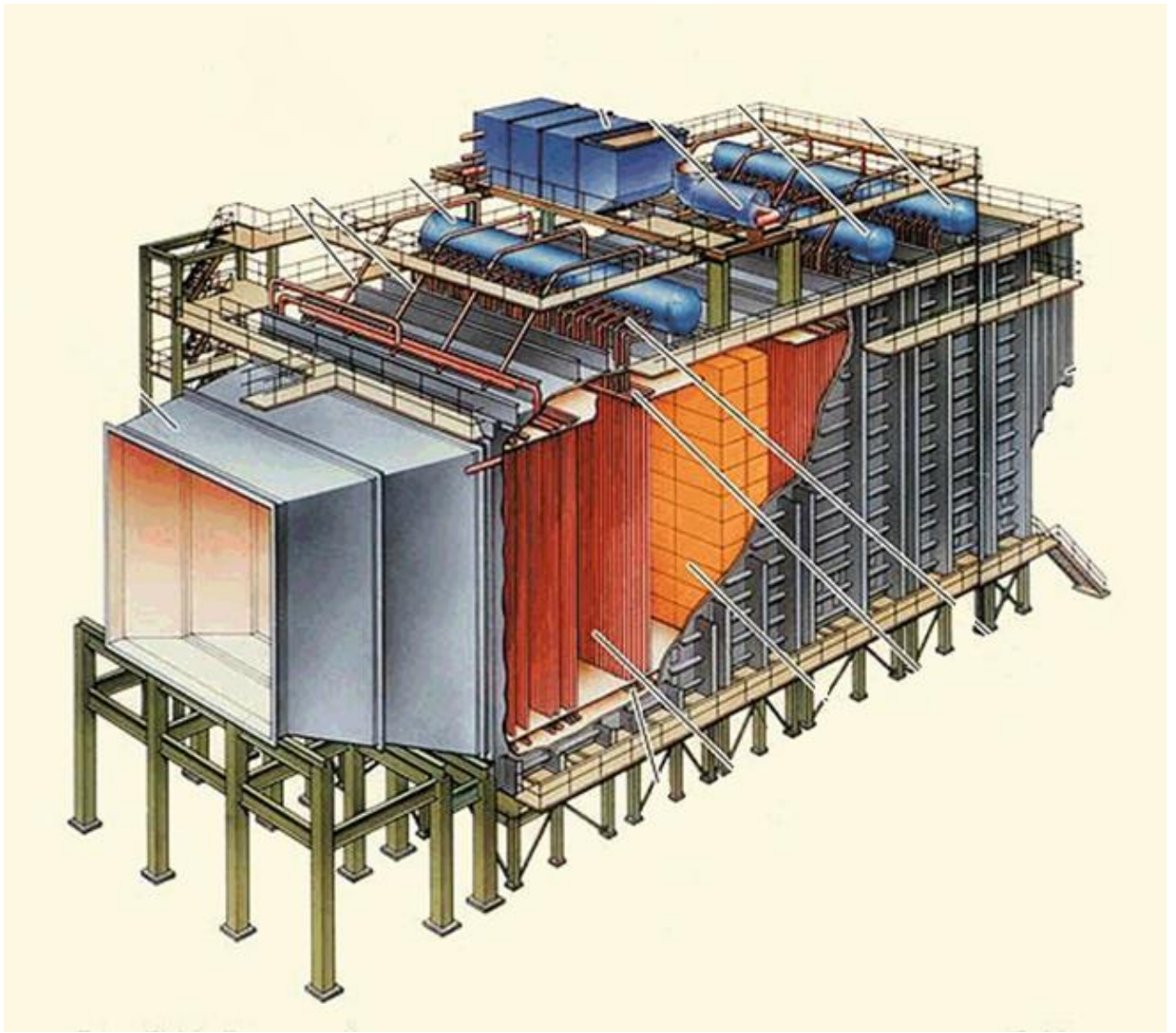


Рисунок 1 - Котел утилизатор горизонтального типа [10]

Вертикальные КУ часто выполняются с принудительной циркуляцией с помощью специальных насосов, включенных в контур циркуляции. Эти насосы потребляют электроэнергию, но зато гарантируют надежную циркуляцию на всех режимах работы. Реализованы технические решения использования естественной циркуляции и в вертикальных КУ.

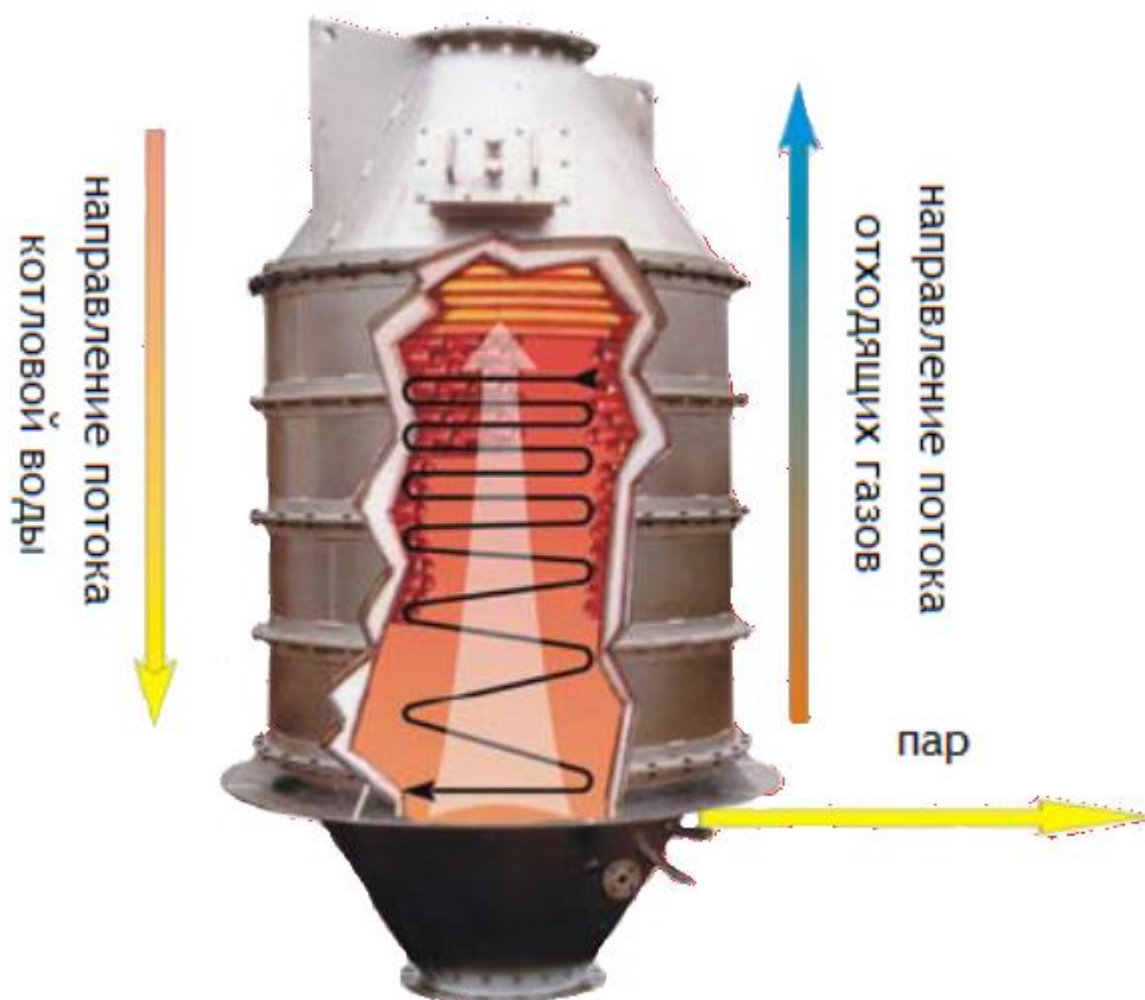


Рисунок 2 - Котел утилизатор вертикального типа [11]

Сравнение горизонтальных и вертикальных КУ показывает, что по тепловой мощности и экономичности они равноценны, близки их площади теплопередающих поверхностей и стоимости. При одинаковой мощности горизонтальный КУ требует площади установки примерно на 30 % больше, чем вертикальный, главным образом за счет входного диффузора, выходного патрубка, тракта к дымовой трубе и ее самой. Для возведения вертикального КУ требуются механизмы большей грузоподъемности, но зато время монтажа поверхностей нагрева меньше (примерно три недели против пяти).

Очень важными достоинствами вертикального КУ являются возможность замены нагревательных поверхностей, меньшие затраты на обслуживание и ремонт, лучшая доступность для инспекций.

2. Описание тепловой схемы парогазовой установки

2.1. Расчет одноконтурной ПГУ

2.1.1. Описание тепловой схемы

2.1.2. Расчет котла-утилизатора

2.2. Расчет двухконтурной ПГУ

2.2.1. Описание тепловой схемы

2.2.2. Расчет котла-утилизатора

3. Выбор котла утилизатора

4. Расчетные характеристики котла-утилизатора

5. Финансовый менеджмент

5.1 Трудоемкость работ

5.2. Бюджет

5.3 Расчет материальных затрат

5.4. Расчет затрат на оборудование

5.5 Основная заработная плата исполнителей работ

5.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

5.7 Прочие неучтенные расходы

5.9 Себестоимость проекта

5.10. Экономический анализ двухконтурной схемы

6 Социальная ответственность

6.1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

6.2. Опасные факторы проектируемой производственной среды

6.3. Охрана окружающей среды

6.4. Защита в чрезвычайных ситуациях

6.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Заключение

Список используемых источников

Перечень элементов принципиальной тепловой схемы

26