

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

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

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
ПРОЕКТ ПАРОГАЗОВОЙ ТЭЦ С ПРОТИВОДАВЛЕНЧЕСКИМИ ТУРБИНАМИ

УДК 621.311.22:697.34.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6301	Иванов Михаил Николаевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры атомных и тепловых электростанций	Антонова А.М	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

По разделу «Автоматизация технологических процессов и производств»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов	Ю.К. Атрошенко	-		

Нормоконтроль

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

Институт Энергетический институт (ЭНИИ)
Специальность 140404 Атомные электрические станции и установки
Кафедра Атомных и тепловых электростанций (АТЭС)

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-6301	Иванову Михаилу Николаевичу

Тема работы:

Проект парогазовой ТЭЦ с противоаварийными турбинами

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

31 мая 2016 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.).

3. Данные завода-изготовителя ГТУ, специальной справочной и периодической литературы.
4. Спроектировать ПГ-ТЭЦ на базе ГТУ Siemens SGT-800.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(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; наимено-

- Введение
1. [Обоснование проектирования](#)
 2. [Выбор основных технических решений](#)
 3. [Выбор характерных режимов работы](#)
 4. [Расчет тепловой схемы](#)
 5. [Конструкторский расчет котла – утилизатора](#)
 6. [Выбор оборудования и расчет](#)

вание дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	<u>трубопровода</u> 7. <u>Компоновка главного корпуса</u> 8. <u>Автоматизация технологических процессов и производств</u> 9. <u>Социальная ответственность</u> 10. <u>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</u> Заключение
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Развернутая теплотехнологическая схема энергоблока – 1 лист формата А1. 2. Чертеж котла-утилизатора – 1 листа формата А1. 3. Компоновочные чертежи 2 листа формата А1. 4. Схема КИПиА– 1 лист формата А1. 5. Чертежи оборудования –2 листа формата А1.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы *(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент кафедры Менеджмента,
Социальная ответственность	Доцент кафедры ЭБЖ, Сечин А.А.
Автоматизация технологических процессов	Старший преподаватель Иванова Е.В.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	1 марта 2016 года
---	--------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АТЭС	Антонова А.М.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6301	Иванов Михаил Николаевич		

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



Институт	Электронного обучения
Направление подготовки (специальность)	140101 Тепловые электрические станции
Уровень образования	Специалист
Кафедра	Атомных и тепловых электростанций
Период выполнения	весенний семестр 2016 учебного года

Студенту:

Группа	ФИО
3-6301	Иванов Михаил Николаевич

Тема работы:

ПРОЕКТ ПАРОГАЗОВОЙ ТЭЦ С ПРОТИВОДАВЛЕНЧЕСКИМИ ТУРБИНАМИ	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	10.03.2016 , №1814/С

Форма представления работы:

Дипломный проект (работа)
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

ЗАДАНИЕ

<p>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</p>	<p>1. Описание рабочего места , машиниста – обходчика турбинного оборудования, на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеопоголовия, 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) <p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>
---	--

<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке</p>	<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой произведенной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа фактора, его связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведенной среды 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, молние-защита - источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). <p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отход
<p>Перечень расчётного и графического материала</p>	<p>Расчет толщины изоляции трубопровода пара, высокого давления.</p>

<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент кафедры экологий и безопасности жизнедеятельности</p>	<p>А.А. Сечин</p>	<p>К.Т.Н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>З-6301</p>	<p>Иванов Михаил Николаевич</p>		

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



Институт	Электронного обучения
Направление подготовки (специальность)	140101 Тепловые электрические станции
Уровень образования	Специалист
Кафедра	Атомных и тепловых электростанций
Период выполнения	весенний семестр 2016 учебного года

Студенту:

Группа	ФИО
3-6301	Иванов Михаил Николаевич

Тема работы:

ПРОЕКТ ПАРОВАЗОВОЙ ТЭЦ С ПРОТИВОДАВЛЕНЧЕСКИМИ ТУРБИНАМИ	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	10.03.2016 , №1814/С

Форма представления работы:

Дипломный проект (работа)
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

ЗАДАНИЕ

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Капиталовложения на строительство паровозового энергоблока в переводе на текущий уровень цен.</i> 2. <i>Удельные расходы условного топлива, количество отпущенной электроэнергии.</i> 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений (согласно действующему Налоговому Кодексу РФ)</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Капитальные затраты на строительство энергоблока.</i> 2. <i>Эксплуатационные издержки при эксплуатации паровозового энергоблока.</i> 3. <i>Экономическая эффективность строительства паровозового энергоблока.</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экономики и менеджмента	А.А.Фигурко	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6301	Иванов Михаил Николаевич		

Оглавление

1	Обоснование проектирования	12
2	Выбор основных технических решений.....	14
2.1	Выбор тепловой схемы	14
2.2	Выбор ГТУ	16
3	Выбор характерных режимов работы.....	21
4	Расчет тепловой схемы.....	22
4.1	Определение теплофизических характеристик выхлопных газов ГТУ 22	
4.2	Расчет тепловой схемы на давление $p_0=8,5$ МПа, $p_{II}=0,25$ МПа	24
5	Конструкторский расчет котла – утилизатора.....	43
6	Выбор оборудования и расчет трубопровода	50
6.1	Выбор вспомогательного оборудования.....	50
6.2	Гидравлический расчет трубопроводов	51
6.3	Механический (прочностной) расчет трубопроводов	53
6.4	Расчет изоляции трубопровода	54
7	Компоновка главного корпуса	58
8	Автоматизация технологических процессов и производств.....	59
8.1	Описание объекта	60
8.2	Разработка функциональной схемы АСР.....	60
9	Социальная ответственность.....	65
9.1	Общая характеристика проектируемого объекта.....	65
9.2	Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей.....	65
9.3	Опасность поражения электрическим током.....	66
9.4	Опасность травмирования движущимися частями машин и механизмов	67
9.5	Тепловые излучения и опасность термического ожога.....	67
9.6	Производственный шум и вибрация.....	68
9.7	Обеспечение взрывопожарной безопасности.....	70
9.8	Мероприятия по охране окружающей среды	73

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Дата

ФЮРА.311161.001 ПЗ

Лист

7

10	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	80
10.1	Расчёт затрат на топливо	80
10.2	Расходы на оплату труда.....	82
10.3	Амортизационные отчисления.....	82
10.4	Расходы по ремонтному обслуживанию.....	83
10.5	Расчёт себестоимости единицы электроэнергии.....	84
10.6	Расчёт срока окупаемости капитальных вложений по проекту ТЭС..	85
	Заключение	88
	Список используемых источников	90
	Приложение.....	92

Графический материал:

ФЮРА. 311124. 002 ТЗ	Тепловая схема ПГУ-ТЭЦ	На отдельном листе А1
ФЮРА. 311124. 003 МЧ	Компоновка главного корпуса	На отдельном листе А1
ФЮРА. 311121. 004 МЧ	Компоновка главного корпуса	На отдельном листе А1
ФЮРА. 311271. 005 ВО	Котел утилизатор	На отдельном листе А1
ФЮРА. 311356. 006 ВО	Подогреватель сетевой ПСГ-800	На отдельном листе А1
ФЮРА. 421000. 007 С2	АСР давления в деаэраторе	На отдельном листе А1

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	<p style="text-align: center; font-size: 24px; font-weight: bold;">ФЮРА.311161.001 ПЗ</p>	Лист
						8
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

РЕФЕРАТ

Дипломный проект 87 страниц, 5 рисунков, 10 таблиц, 10 источников, 2 приложение, 6 листов графического материала,

ТЕПЛОВАЯ СХЕМА, ЭНЕРГОБЛОК, ПАРОГАЗОВАЯ УСТАНОВКА, КОТЕЛ-УТИЛИЗАТОР, ПАРОВАЯ ТУРБИНА, СХЕМА КИП и А.

Объектом исследования является парогазовый энергоблок.

Цель работы – проект парогазового энергоблока.

В процессе работы выполнен расчет тепловой схемы на расчетный для проектирования отопления режим, проектирование котла-утилизатора, технико-экономические расчеты.

В результате выполнения работы показаны преимущества парогазового энергоблока на базе высокотемпературной газотурбинной установки SGT-800, проект позволяет повысить КПД энергоблока в сравнении с традиционными паросиловыми установками.

Технико-экономические расчеты показали быструю окупаемость проекта и низкую себестоимость электроэнергии.

Пояснительная записка выполнена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2007, чертежи в графических редакторах Компас.

Ивл. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	ФЮРА.311161.001 ПЗ					Лист
										9
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Введение

Актуальность дипломного проекта обосновывается целями и приоритетами энергетической стратегии России на период 2030 года с учетом энергетической стратегии России на период до 2035 года разработанной во исполнение поручения Президента Российской Федерации от 6 июля 2013 г. № Пр-1471 о корректировке Энергетической стратегии России на период до 2030 года.

Эффективность использования невозобновляемых энергоресурсов, содержащихся в ископаемом топливе, на нужды энергоснабжения городов и населенных пунктов зависит от способа производства электрической и тепловой энергии на генерирующих мощностях.

При раздельном производстве электрической и тепловой энергии на конденсационных электростанциях (КЭС) используется только высокопотенциальная энергия, а низкопотенциальная энергия сбрасывается в окружающую среду через градирни. В котельных используется вся энергия, однако потенциал, заложенный в эксергии, не реализуется.

При совместной выработке электрической и тепловой энергии полезно используется вся энергия: для привода силовых машин используется высокопотенциальная энергия, а на цели теплоснабжения идет низкопотенциальная.

Надо создавать условия для преодоления роста «котельнизации» России и сокращения доли теплофикации в общем объеме отпускаемой тепловой и электрической энергии. Следует отдавать приоритеты по стоимости электроэнергии, вырабатываемой комбинированным способом на ТЭЦ и отпускаемой потребителю. Тарифы на электроэнергию должны быть выше тарифов на отпускаемое тепло. Тепловая энергия, отпускаемая в тепловую сеть с температурой воды, сбрасываемой на КЭС в градирни ниже 40 °С, по существу должна быть бесплатной, кроме затрат на электроэнергию при транспортировке теплоносителя по тепловым сетям. При повышении тарифов на электроэнергию необходимо учитывать материальные интересы потребителей. Для этого необходимо, чтобы каждый потребитель тепловой энергии

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ФЮРА.311161.001 ПЗ	Лист
											10

имел возможность поквартирного учета и автоматического регулирования потребляемой тепловой энергии.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФЮРА.311161.001 ПЗ

Лист

11

1 Обоснование проектирования

Во многих городах нашей страны существует дефицит тепловой или электрической энергии, тк темой дипломного проекта выбрана ТЭЦ то основной целью будем считать покрытие недостающей части тепловой нагрузки. Район строительства ПГУ-ТЭЦ выбираем с учетом возможности покрытия существующего дефицита тепловой мощности, а так же близкое расположение магистрального газопровода, либо возможность газификации района. Отпуск теплоты будет производится на нужды отопления и ГВС.

Выбор в пользу ПГУ сделан не случайно:

Короткие сроки возведения станции;

Компактность, что дает возможность, при необходимости, строительство в черте города или в его непосредственной близости, а так же снижение металлоемкости.

Экологичность, что так же не маловажно в условиях городского строительства;

Высокий КПД установки до 65%

В качестве основного проектного оборудования выбираем газовую турбину SGT-800 Siemens. Высокая температура выхлопных газов (1180°C), в сочетании с высоким КПД (37,7%), делает ее характеристики непревзойденными для использования в схемах ПГУ. SGT-800 Siemens зарекомендовала себя в высокой степени надежности и удобства техобслуживания.

Выбора паровой турбины был сделан в пользу противодавленческой тк у таких турбин отсутствует потеря в конденсаторе, а следовательно и выше КПД, высокий коэффициент использования теплоты. Отсутствие большого количества вспомогательного оборудования, а значит и снижение затрат на него и реализацию проекта в целом.

Целью проектирования является определение показателей ПГУ-ТЭЦ на базе ГТУ SGT-800 Siemens.

Ивн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФЮРА.311161.001 ПЗ

Лист

12

Задачи проектирования:

- Произвести выбор тепловой схемы и характерных режимов работы ПГУ-ТЭЦ;
- Рассчитать все элементы тепловой схемы, а также трубопроводов и оборудования;
- Изучить вопросы экономики(расчет срока окупаемости проекта), экологии, компоновки и вопросы КИП и автоматики.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФЮРА.311161.001 ПЗ

Лист

13

2 Выбор основных технических решений

2.1 Выбор тепловой схемы

Принципиальная тепловая схема ПГУ-ТЭЦ изображении на рисунке 1. Она включает в себя две газовых турбины SGT-800 Siemens мощностью 46,4 МВт, два котла-утилизатора и противодавленческую турбину с сетевой установкой. Выхлопные газы после ГТУ поступают в котел-утилизатор где вырабатывается перегретый пар, который из котла поступает в паровую турбину. Также возможна автономная работа ГТУ, при этом выхлопные газы можно сбрасывать через байпасную дымовую трубу в атмосферу.

Для еще большего расширения возможных режимов работы проектируемой станции, для того что бы ПГУ-ТЭЦ смогла работать в течение всего года и даже при полном отсутствии потребности в тепле в летний период, станция смогла бы вырабатывать электроэнергию. Для работы в таком режиме избыточное тепло может отводиться в сбросной конденсатор. Данный вопрос рассматривался в дипломной работе лишь как предложение.

Газ высокого давления подается в камеру сгорания ГТУ SGT-800, куда также поступает цикловой воздух после компрессора (предварительно забираемый КВОУ, расположенным на крыше здания станции). С целью повышения общей тепловой экономичности станции, в системе антиобледенения КВОУ используется тепло, получаемое при охлаждении системы смазочного масла. Горячие газы после камеры сгорания расширяются в газовой турбине, приводя во вращение вал компрессора ГТУ и вал электрогенератора (через понижающий редуктор).

Отработавшие газы двух газовых турбин SGT 800 с температурой 544 °С и массовой долей кислорода 15% направляются в два котла-утилизатора (КУ).

В КУ вследствие глубокой утилизации температура газов снижается до 90 °С. Используя в качестве топлива чистый природный газ, можно избежать различных побочных эффектов (коррозии и т.д.), возникающих при

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФЮРА.311161.001 ПЗ

Лист

14

низкой температуре уходящих газов котла. Возможность для глубокой утилизации обеспечивается, в том числе, установкой в хвостовой части КУ газовых подогревателей сетевой воды (ГСП).

В котлах-утилизаторах генерируется перегретый пар двух давлений с параметрами 8,5 МПа/524°С и 0,6 МПа/226°С. Питательная вода проходит последовательно две ступени противоточного экономайзера, далее попадает в испарительный контур. После барабана КУ пар проходит последовательно три ступени пароперегревателя и подается в паровую турбину.

Противодавленческая паровая турбина SST-300 электрической мощностью 31 МВт, осуществляет нагрев сетевой воды, это вторая ступень подогрева, первая - газовый сетевой подогреватель встроенный в котел-утилизатор.

Следует отметить, что сетевая вода в ГСП котла-утилизатора и в теплофикационной установке паровой турбины подогревается последовательно, сначала в ГСП затем в сетевом подогревателе паровой турбины.

Парогазовый цикл реализуется объединением цикла газотурбинной установки в высокотемпературной части и цикла паротурбинной установки в низкотемпературной части.

На рисунке 2.1 показана схема двухконтурной ПГУ для рационального использования высокотемпературных выхлопных газов современной ГТУ, по которой будет выполнен расчет.

Конденсат в котел подается по линии конденсатными электронасосами КЭН, он поступает в ГПК и из него в деаэратор. Подогретый насыщенным паром из барабана НД до состояния насыщения насыщения в деаэраторе конденсат становится питательной одой котла-утилизатора. Посредством ПЭН НД часть ее направляется в барабан НД, в котором за счет тепловой энергии, воспринимаемой в испарителе от газов, она превращается в сухой насыщенный пар и после перегрева в ППНД поступает в камеру смешения паровой турбины. Остальная часть питательной воды ПЭН ВД подается в экономайзер ВД, после экономайзера поступает в барабан ВД и далее перегревается в ППВД, и отсюда поступает к СК паровой турбины.

Инов. № подл.	Подпись и дата						
	Взам. инв. № дубл.						
	Взам. инв. № подл.						
Изм	Подпись и дата						
	Взам. инв. № дубл.						
	Взам. инв. № подл.						
Лист	№ докум.			Подпись	Дата	ФЮРА.311161.001 ПЗ	Лист
15							15

привлекательной с финансовой точки зрения сервисной концепции. Удобство техобслуживания и высокая ремонтпригодность в сочетании с надежной одновальнoй конструкцией являются основой высокого коэффициента ее эксплуатациoннoй гoтoвнoсти. Высокое соотношение мощности и занимаемой площади позволяет уменьшить строительные затраты и обеспечивает удобное размещение турбины в ограниченном пространстве промышленных объектов.

2.2.1 Описание ГТУ, технические характеристики

Газотурбинная установка SGT-800Siemens

Газовая турбина SGT-800 стационарного типа выполнена по одновальнoй схеме и имеет минимальное количество деталей. Ротор компрессора и соединенный с ним стяжными болтами ротор трехступенчатой турбины образуют единый вал ГТУ, опирающийся на два самоустанавливающихся гидродинамических подшипника. Привод генератора осуществляется со стороны 15-ступенчатого компрессора.

Для повышения КПД используются профили лопаток компрессора с рассчитанной диффузорностью межлопаточного пространства (CDA-профили). Направляющие аппараты первых трех ступеней компрессора – регулируемые; рабочие лопатки и сопловые аппараты первой и второй ступеней турбины – охлаждаемые. Для повышения КПД установки статорные кольца над рабочими лопатками оснащены системой активного управления радиальными зазорами.

Передача вращения осуществляется через двухвальный понижающий редуктор с параллельными валами (6600/1500 мин⁻¹). Для запуска SGT-800 используется пусковой электродвигатель с переменной частотой вращения, соединенный с редуктором.

Для подготовки циклового воздуха перед входом в газовую турбину установлено КВОУ. За ним расположен глушитель шума, исходящего от воздухозабора ГТУ.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	<p style="text-align: center;">ФЮРА.311161.001 ПЗ</p>				Лист
									17
									Изм

Все вспомогательные системы объединены в один автономный модуль, расположенный сбоку от рамы агрегата. Газовая турбина, вспомогательные системы и редуктор находятся в звукотеплоизолированном контейнере.

SGT-800 номинальной мощностью 47,5 МВт и КПД 37,7 % оптимизирована для использования ее в парогазовом цикле. Привод генератора со стороны компрессора упрощает компоновку выхлопного тракта. Особое внимание было уделено разработке соединения диффузора с котлом-утилизатором с целью уменьшения потерь при работе в цикле ПГУ.

Высокая температура и большой массовый расход выхлопных газов турбины позволяют производить в котле-утилизаторе значительное количество высокопотенциального пара. Это дает возможность увеличить КПД при выработке электроэнергии в паровом цикле, что повышает эффективность всего парогазового блока.

Газотурбинный агрегат отличается низким уровнем выбросов вредных веществ в атмосферу в широком диапазоне нагрузок. Это достигается за счет применения кольцевой камеры сгорания с системой сухого подавления выбросов (DLE – DryLowEmission) III поколения. Камера сгорания имеет 30 малотоксичных горелок DLE. Установка соответствует нормам по уровню шума, что также немаловажно при возведении электростанций в черте города.

Модульная конструкция, малое количество деталей и их большой ресурс, удобство проведения осмотров обеспечивают длительную межремонтную наработку и позволяют снизить затраты на техническое обслуживание.

Стационарная конструкция SGT-800 удовлетворяет самым высоким требованиям по ремонтпригодности, обеспечивая удобство проведения осмотров. При этом все необходимые ремонты и инспекции (включая капремонт) осуществляются на месте эксплуатации ГТУ.

Генератор переменного тока AMS 1250A LF (производства компании АВВ, Швеция), входящий в состав ГТУ SGT-800, – четырехполюсный, бес-

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № дубл.	Взам. инв. № подл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФЮРА.311161.001 ПЗ

Лист

18

щеточный, синхронный, с явнополюсным ротором. Генератор имеет закрытую водовоздушную систему охлаждения.

Маслосистема генератора объединена с маслосистемой газовой турбины.

Технические характеристики ГТУ приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2- Технические характеристики ГТУ

Электрическая мощность	47,5 МВт
Частота	50Гц
Электрический КПД	37.7 %
Частота вращения турбины	6608об./мин
Степень повышения давления в компрессоре	19,9:1
Расход выхлопных газов	170,7кг/с
Температура выхлопных газов	544°C
Редуктор с двумя косозубыми шестернями	
Частота вращения редуктора	1500 об./мин
Номинальное напряжение на выводах генератора	10,5/11,0/13,8 кВ
Класс защиты генератора	IP54
Система возбуждения - от встроенного генератора	
Система запуска - пусковой электродвигатель, соединен с редуктором	
Система смазочного масла на собственной раме. Три маслонасоса производительностью 50% каждый, с приводом от моторов переменного тока и резервным питанием конвертированного постоянного ток	

Ивл. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФЮРА.311161.001 ПЗ

Лист

19

2.2.2 Оценка конструкции паровой части

При выборе концепции паровой турбины будем ориентироваться на уже существующие турбины серийно выпускаемые заводами изготовителями, также будем исходить из условия, что мощность такой паровой турбины примерно должна быть равной 1/3 мощности проектируемого газотурбинного блока. В нашем случае мощность должна быть около 30 МВт, что в последствии будет рассчитано и уточнено.

Турбиной подходящей под наши условия можем принять паровую турбину типа SST-300 Siemens.

SST-300 Siemens однокорпусная турбина, используется для привода генератора. Отличается гибкой блочной конструкцией с высокой степенью унификации.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	ФЮРА.311161.001 ПЗ					Лист
										20
										Изм

3 Выбор характерных режимов работы

Характерными режимами работы ТЭЦ, влияющими на выбор основного и вспомогательного оборудования, являются:

I режим – максимально зимний, соответствует расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления -42°C . Данный режим определяет максимальную отопительную нагрузку на ТЭЦ и, как следствие, суммарную мощность устанавливаемого оборудования.

II режим – расчетно-контрольный. Соответствует средней температуре за наиболее холодный месяц -22°C . А так же определяет число и единичную мощность устанавливаемых на ТЭЦ котельных агрегатов.

III режим – средне отопительный. Этот режим рассчитывается для средней за отопительный сезон температуре наружного воздуха $-9,6^{\circ}\text{C}$.

В пояснительной записке дипломного проекта приведен расчет на режим с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления -42°C , для города Стрежевой томской области.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФЮРА.311161.001 ПЗ

Лист

21

4.2 Расчет тепловой схемы на давление $p_0=8,5$ МПа, $p_{II}=0,25$ МПа

Инв. № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
						Лист
						24

5 Конструкторский расчет котла – утилизатора

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	ФЮРА.311161.001 ПЗ					Лист				
														43
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата										

6.3 Механический (прочностной) расчет трубопроводов

Инов. № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ФЮРА.311161.001 ПЗ				
					53				

8.1 Описание объекта

8.2 Разработка функциональной схемы АСР

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФЮРА.311161.001 ПЗ

Лист

60

9 Социальная ответственность

9.1 Общая характеристика проектируемого объекта

9.2 Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей

Инов. № подл.	Подпись и дата		Взам. инв. № подл.		Взам. инв. № дубл.		Подпись и дата		
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ФЮРА.311161.001 ПЗ				Лист
									65

9.4 Опасность травмирования движущимися частями машин и механизмов

9.5 Тепловые излучения и опасность термического ожога

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	ФЮРА.311161.001 ПЗ					Лист
										67
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

9.6 Производственный шум и вибрация

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
ФЮРА.311161.001 ПЗ				
				Лист
				68

10.2 Расходы на оплату труда

10.3 Амортизационные отчисления

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	ФЮРА.311161.001 ПЗ					Лист
					Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	82

10.6 Расчёт срока окупаемости капитальных вложений по проекту ТЭС

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	ФЮРА.311161.001 ПЗ	Лист
						85
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Заключение

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФЮРА.311161.001 ПЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФЮРА.311161.001 ПЗ