

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

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

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
ПРОЕКТ СЕРУЛАВЛИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ АО «БИЙСКЭНЕРГО»

УДК 621.311.22.002.5:621.181-048.35.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6301	Быкасов Сергей Витальевич		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

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
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		

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

Институт Электронного обучения
 Специальность подготовки 140101 Тепловые электрические станции
 Кафедра «Атомных и тепловых электростанций»

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

 (Подпись)

 (Дата)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-6301	Быкасову Сергею Витальевичу

Тема работы:

ПРОЕКТ СЕРОУЛАВЛИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ АО «БИЙСКЭНЕРГО»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	10.03.2016 №1814/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Исходные данные к работе <i>Объект исследования ТЭЦ АО «Бийскэнерго», работающая на угле (Краткая климатологическая характеристика краткая географическая характеристика производительность или нагрузка; режим работы непрерывный, особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>Введение.</i> 1. Краткое описание ТЭЦ. 2. Топливо и его состав. 3. Расчет котельной установки на необходимые режимы работы. 4. Техническая характеристика золоулавливающего оборудования, дымовых труб. 5. Разработка и обоснование возможных вариантов установок и методов по уменьшению выбросов SO₂. 6. Расчет сероулавливающей установки. 7. Расчет эффективности сероулавливающей установки, сравнение с НУВ. 8. Анализ полученных результатов расчета. 9. Расчет и выбор вспомогательного оборудования. 10. Схема подогрева дымовых газов после сероулавливающей установки. 11. Компоновочные решения по реконструкции. 12. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и</p>

	<p>ресурсосбережение.</p> <p>13. Социальная ответственность.</p> <p>14. Разработка системы контрольно-измерительных приборов газоочистного оборудования. Заключение. Список использованных источников.</p>
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. Чертежи по месту установки нового оборудования (2)</p> <p>2. Схема сероулавливающей установки</p> <p>3. План по котельной с выходом на трубы.</p> <p>4. Схема подогрева дымовых газов после сероулавливающей установки</p> <p>5. Схема автоматики.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Фигурко А.А. доцент кафедры менеджмента
Социальная ответственность	Сечин А.А., доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
Автоматизация технологических процессов	Атрошенко Ю.К. старший преподаватель кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель каф. АТЭС	Вагнер М.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6301	Быкасов Сергей Витальевич		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального 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	Быкасов Сергей Витальевич

Тема работы:

ПРОЕКТ СЕРОУЛАВЛИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ АО «БИЙСКЭНЕРГО»	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	10.03.2016 №1814/с

Форма представления работы:

<i>Дипломный проект</i>
(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 реконструкцию котельного оборудования на основе полученных ответов заводо-изготовителей (Согласно предварительным сводно-сметным расчетам завода-изготовителя).</i> 2. <i>Удельные расходы сырья, количество отпущенного продукта (Согласно данным расчетов).</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 реконструкцию котельного оборудования.</i> 2. <i>Эксплуатационные издержки до монтажа сероулавливающей установки .</i> 3. <i>Экономическая эффективность сероулавливающей установки.</i>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6301	Быкасов Сергей Витальевич		



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	Быкасов Сергей Витальевич

Тема работы:

ПРОЕКТ СЕРУЛАВЛИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ АО «БИЙСКЭНЕРГО»	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	10.03.2016 №1814/с

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

ЗАДАНИЕ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	<p>1. Описание рабочего места, машиниста-обходчика котельного оборудования, на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте; – меры направленные на защиту машиниста-обходчика по котельному оборудованию от воздействия опасных и вредных производственных факторов; <p>2. Разработка решений по технике безопасности.</p> <p>3. Условия труда при работе в теплосиловых цехах электрических станций:</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировка рабочего места; - воздух рабочей зоны; - защита от избыточной теплоты; - защита от вредных веществ; - освещение рабочих мест и производственных помещений; - вибрация и шум: <ul style="list-style-type: none"> - защита от шума; - защита от вибрации. - пожаробезопасность; - выходы для эвакуации во время пожара; - меры безопасности при монтаже нового оборудования; <p>4. Электробезопасность.</p> <p>5. Охрана окружающей среды.</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"> – электробезопасность (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 гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); <p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<p>Перечень расчётного и графического материала</p>	<p>Расчет осветительной установки</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>3-6301</p>	<p>Быкасов Сергей Витальевич</p>		

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	10
1.	КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ТЭЦ	12
2.	ТОПЛИВО И ЕГО СОСТАВ	19
3.	РАСЧЕТ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ НА НЕОБХОДИМЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ	21
4.	ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОЛОУЛАВЛИВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ, ДЫМОВЫХ ТРУБ	42
5.	РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ВАРИАНТОВ УСТАНОВОК И МЕТОДОВ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ВЫБРОСОВ SO ₂	55
6.	РАСЧЕТ СЕРОУЛАВЛИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ	61
7.	РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕРОУЛАВЛИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ, СРАВНЕНИЕ С НУВ	72
8.	АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА	75
9.	РАСЧЕТ И ВЫБОР ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	76
10.	СХЕМА ПОДОГРЕВА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПОСЛЕ СЕРОУЛАВЛИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ	80
11.	КОМПАНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ	82
12.	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСНАБЖЕНИЕ	84
13.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	94
14.	РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ГАЗООЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	109
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	116
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	117
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	119
	Заказная спецификация функциональной схемы контроля дымовых	

газов

Графический материал:

ФЮРА. 311000.001	На двух
План котлотурбинного цеха III-IV очереди	листах А1
ФЮРА. 311000.002	На отдельном
Схема сероулавливающей установки	листе А1
ФЮРА. 311000.003	На отдельном
План по котельной с выходом на трубы	листе А1
ФЮРА. 311000.004	На отдельном
Схема подогрева дымовых газов после сероулавливающей установки	листе А1
ФЮРА. 311000.006 С2	На отдельном
Автоматическая схема контроля дымовых газов	листе А1

					ФЮРА 31 1000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 119 страниц, 15 рисунков, 16 таблиц, 20 источников, 1 приложение, 6 листов графического материала.

ПРОЕКТ СЕРОУЛАВЛИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ АО
«БИЙСКЭНЕРГО»

Объектом разработки является возможность применения сероулавливающей установки на АО «Бийскэнерго».

Цель работы – проект сероулавливающей установки.

В процессе выполнения работы произвел расчеты котельной установки на необходимые режимы работы, расчет сероулавливающей установки, расчет эффективности сероулавливающей установки, расчет вредных выбросов, расчет количества полученных отходов, расчет и выбор вспомогательного оборудования, технико-экономические расчеты.

В результате выполнения работы показана эффективность применения сероулавливающей установки, использование данного оборудования позволяет снизить выброс окислов серы в атмосферу, а так же возможность реализации побочного продукта в виде обводненного гипса.

Технико-экономические расчеты показали высокую эффективность предлагаемой модернизации.

Пояснительная записка выполнена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2010 плюс, чертежи в графических редакторах Компас и Автокад.

					ФЮРА 31 1000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

ВВЕДЕНИЕ

В основе энергетических мощностей Российской Федерации на сегодняшний день функционируют более 700 электростанций совокупной генерацией около 230 ГВт. В общем объеме энергопредприятий России большую роль играют тепловые электростанции, вырабатывающие 68,4% установленной мощности. А так же наряду с тепловыми электростанциями АЭС генерируют 10,7% и доля ГЭС составляет 20,9%. В Европейской части России (включая Урал) работают на газе и мазуте около 80% тепловых электростанций, в то же время в Восточной части России более 80% ТЭС работают на каменном угле.

Электростанции работающие на каменном угле, потребляют больше третьей части добываемого топлива, оказывают непоправимое влияние на окружающую среду в районе их расположения, а так же и на общее состояние биосферы. Одним из побочных продуктов тепловых электростанции являются выбросы в атмосферу уходящих дымовых газов, наряду с тепловыми выбросами и выбросами загрязненных сточных вод.

При сжигании серосодержащих топлив в топках котлоагрегатов формируются оксиды серы такие как сернистый ангидрид SO_2 и серный ангидрид SO_3 . Эти оксиды серы при соединении в атмосфере с водяным паром образуют сернистую H_2SO_3 и серную H_2SO_4 кислоты, оказывающие негативное влияние на здоровье людей, являются причиной гибели хвойных лесов, плодовых деревьев, снижают урожайность сельскохозяйственных культур, и повышают закисленность водоемов. Кроме этого, оксиды серы воздействуют на металлоконструкции и сооружения способствуя образованию коррозии, что в дальнейшем приводит к их разрушению.

Выбросы из труб в атмосферу с дымовыми газами сернистого ангидрида под воздействием солнца окисляется в серный ангидрид и в процессе преобразуется в серную кислоту. Время нахождения оксидов серы и

					ФЮРА 31 1000.001.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сопутствующих производных их трансформаций в атмосфере по данным различных исследований могут находиться от нескольких часов до нескольких суток, что достаточно для переноса воздушными потоками на огромные расстояния (до 1000 км). Под этим и понимается явление дальних и сверхдальних переносов оксидов серы. В связи с этим в определенных странах Евросоюза сложилась ситуация трансграничного переноса, когда Норвегия, Швеция, Швейцария и некоторые другие страны получают больше оксидов серы, чем выбрасывают сами.

Во избежание большого ущерба для экономики, наносимого выбросами, в 2015 году была подписана «Рамочная конвенция об изменении климата ООН» проходившая на 21-ой Парижской сессии «по сокращению выбросов газов в атмосферу» с 30 ноября по 11 декабря 2015 года. В соответствии с этой конференцией Российская Федерация подтвердила намерение сократить выбросы в масштабе всей экономики на 30% к 2030 году по сравнению с 1990 годом.

В настоящее время наибольшее применение в мире получила технология снижение выбросов окислов серы из дымовых газов за счет использования сероулавливающих установок. На сегодняшний день существует больше 80-и модифицированных способов удаления SO_2 из уходящих дымовых газов.

В большинстве стран чаще применяются установки сероочистки на дешевых природных реагентах – гидрат оксида кальция $Ca(OH)_2$ (известки), или карбонат кальция $CaCO_3$ (известняка) с получением побочного продукта в виде гипса или минеральных удобрений сульфатно-сульфитной смеси.

Целью данного проекта является выбор наиболее оптимальной сероочищающей установки и возможность применения её на АО «Бийскэнерго» (Бийской ТЭЦ-1).