

**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
<b>ЗАМЕНА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЫМОСОСА НА КОТЛЕ БИЙСКОЙ ТЭЦ ГАЗОПОРШНЕВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ</b>

УДК 621.311.22.002.5-52:621.66-048.35(571.15)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<b>3-6301</b>	<b>КОЛЕСОВ Илья Владимирович</b>		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры АТЭС	<b>Н.Н. Галашов</b>	<b>к.т.н., доцент</b>		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	<b>А.А. Сечин</b>	<b>к.т.н., доцент</b>		

По разделу «Автоматизация технологических процессов и производств»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов	<b>Ю.К.Атрошенко</b>	-		

Нормоконтроль

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
атомных и тепловых электростанций	<b>А.С. Матвеев</b>	<b>к.т.н., доцент</b>		

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

Институт Электронного обучения  
Направление подготовки **140100 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:

**дипломного проекта**

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
<b>3-6301</b>	<b>Колесову Илье Владимировичу</b>

Тема работы:

**Замена электропривода дымососа на котле Бийской ТЭЦ газопоршневым двигателем**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**25 мая 2016 года**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><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>Целью работы является снижение затрат электроэнергии на собственные нужды ТЭЦ и увеличение экономичности привода дымососа.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></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"><li>1. Краткая характеристика станции.</li><li>2. Анализ способов повышения экономичности и надежности ТЭЦ.</li><li>3. Характеристика дымососа и выбор варианта замены его привода.</li><li>4. Расчет тепловой схемы использования тепла ГПД.</li><li>5. Техничко-экономические расчеты.</li><li>6. Расчет элементов нового оборудования (подогреватель, газоход).</li><li>7. Компонировочные решения установки нового</li></ol>

	оборудования. 8. Разработка АСР расхода топлива 9. Социальная ответственность при проведении работ модернизации. Заключение
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Схемы установок, характеристики и показатели работы
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Финансовый менеджмент</b>	<b>Фигурко А.А., доцент кафедры менеджмента</b>
<b>Социальная ответственность</b>	<b>Сечин А.А., доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности</b>
<b>Автоматизация технологических процессов</b>	<b>Атрощенко Ю.К., старший преподаватель кафедры автоматизации технологических процессов</b>
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	<b>10 февраля 2016 года</b>
-------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АТЭС	Галашов Н.Н.	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6301	Колесов И.В.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-6301	Колесову Илье Владимировичу

<b>Институт</b>	Энергетический	<b>Кафедра</b>	АТЭС
<b>Уровень образования</b>	Специалитет	<b>Специальность</b>	Тепловые электрические станции

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

- |                                                                                                            |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>                                                          |  |
| 2. <i>Тарифы на отпуск электроэнергии и тепла</i>                                                          |  |
| 3. <i>Стоимость оборудования</i>                                                                           |  |
| 4. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> |  |

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

- |                                                                 |  |
|-----------------------------------------------------------------|--|
| 1. <i>Обоснование выбора оборудования</i>                       |  |
| 2. <i>Расчет издержек</i>                                       |  |
| 3. <i>Расчет показателей коммерческой эффективности проекта</i> |  |

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

- |                                            |
|--------------------------------------------|
| 1. <i>Технико-экономические показатели</i> |
|--------------------------------------------|

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Фигурко А. А.	к.э.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-6301	Колесов Илья Владимирович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
З-6301	Колесову Илье Владимировичу

Институт	<b>Электронного обучения</b>	Кафедра	<b>АТЭС</b>
Уровень образования	<b>Инженер</b>	Направление/специальность	<b>140101 Теплоэнергетика и теплотехника</b>

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ опасных и вредных факторов</li> <li>2. Разработка решений по технике безопасности</li> <li>3. Условия труда при работе в теплосиловых цехах электрических станций</li> <li>4. Обеспечение электробезопасности</li> </ol>
<p>2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>- действие фактора на организм человека;</li> <li>- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем - индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>1. Обеспечение безопасности</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты);</li> </ul>	<p>2. <i>Меры безопасности по монтажу технологических установок</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p>-Обеспечение пожаробезопасности</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- защита селитебной зоны</li> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>3. Охрана окружающей среды</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Отходы и методы их утилизации</li> <li>-Обеспечение экологической безопасности</li> </ul>

<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>- выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	4.Обеспечение пожаробезопасности
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>5.Производство работ в соответствии с ГОСТ</p> <p>- Требования к рабочему месту</p>
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	<i>Расчет осветительной установки</i>

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

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.А.Сечин	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6301	Колесов Илья Владимирович		

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект 82 страницы, 2 рисунка, 9 таблиц, 32 источника, 6 листов графического материала.

ТЭЦ, ДЫМОСОС, ЭЛЕКТРОПРИВОД, ГАЗОПОРШНЕВОЙ ДВИГАТЕЛЬ, КОТЕЛ.

Объектом исследования является привод дымососа котла Бийской ТЭЦ.

Цель работы – определение возможности и эффективности замены электропривода дымососа газопоршневым двигателем.

В работе выполнены расчеты схемы использования сбросного тепла газопоршневого двигателя, теплообменного аппарата, газохода от двигателя к горелкам котла, разработана система автоматического регулирования расхода газа к двигателю, рассмотрены вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности и охраны труда на станции.

Технико-экономические расчеты показали высокую эффективность предлагаемой модернизации.

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

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЭЦ	11
2. АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ТЭЦ	26
3. ХАРАКТЕРИСТИКА ДЫМОСОСА И ВЫБОР ВАРИАНТА ЗАМЕНЫ ЕГО ПРИВОДА	30
4. РАСЧЕТ СХЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛА ГПД	35
5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ	38
6. РАСЧЕТ НОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ	43
7. КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ УСТАНОВКИ НОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ	55
8. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСХОДА ГАЗА	56
9. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	80

Графический материал:

ФЮРА.311000.002.ТЗ	На отдельном
Схема использования тепла привода дымососа	листе А1
ФЮРА. 311359.003 ВО	На отдельном
Подогреватель воды. Чертеж общего вида	листе А1
ФЮРА.311000.004.СБ	На отдельном
Дымосос. Сборочный чертеж	листе А1



ФЮРА.311000.005.ГП

План котельного цеха на отметке 8 м

На отдельном  
листе А1

ФЮРА.311000.006.ГЧ

Компоновка оборудования. Габаритный чертеж

На отдельном  
листе А1

ФЮРА.421000.007.С2

Котел БКЗ 210-140. АСР расхода газа. Схема  
функциональная

На отдельном  
листе А2

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящий период времени топливно-энергетический комплекс страны переживает кризисное состояние. С повышением экологической культуры и необходимостью сокращения потребления ископаемых видов топлива появляется необходимость в высокоэффективных способах преобразования и выработки энергии. В новых экономических условиях перехода к социально-ориентированным рыночным отношениям, высокого уровня инфляции, невозможности использования централизованных средств для восполнения отработавших свой ресурс и требующих замены генерирующих мощностей, ориентация на традиционное, устоявшееся использование теплоэнергоснабжения становится проблематичным. Во-первых: это износ всего оборудования, и основного и вспомогательного. Во-вторых: проблематичность замены и долгий срок окупаемости нового оборудования. В-третьих: проблема отыскания источников финансирования.

Поэтому единственным выходом становится усовершенствование, как основного, так и вспомогательного оборудования. Актуальным является переход к усовершенствованным установкам, требующим меньших затрат нежели замена традиционного устаревшего оборудования. Такое решение будет актуальным не только к данной теме, но и для других местных проблем ТЭС.

Целью данной работы является выяснить экономическую и экологическую выгоду от установки газопоршневого двигателя вместо электропривода к дымососу, а также возможность полезно использовать тепло его уходящих газов.

Любое производство электроэнергии, использующее технологию сжигания топлива, сопровождается выделением тепла. Если использовать технологию когенерации, можно полезно использовать выделяемое тепло. Это резко повышает общий КПД установки. В некоторых случаях он

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

достигает 90%. Отношение электрической мощности к тепловой составляет 1:2.

Для получения конкретных значений по перечисленным выше преимуществам теплового двигателя сформулируем ряд задач работы:

- анализ и выбор нового оборудования;
- тепловой расчет схемы использования тепловой мощности ГПД с учетом новых потоков, связанных с установкой теплового двигателя;
- технико-экономический расчет установки;
- выбор оптимального компоновочного решения по установке нового оборудования;
- разработка автоматической системы регулирования;
- решение вопросов производственной и экологической безопасности.

Поставленные задачи будут решаться следующими способами:

- составление энергетического баланса;
- экономический расчет показателей (срока окупаемости);
- компоновка нового оборудования в определенном пространстве.

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЭЦ

Бийская ТЭЦ - электростанция высокого давления с поперечными связями, имеющая в своем составе две группы оборудования: 90 и 130 ата.

Общая установленная мощность 535 МВт.

Установленная тепловая мощность турбин 1113,5 Гкал/час.

Официальным вводом ТЭЦ в строй действующих электростанций считается 31 мая 1957 года.

30 декабря 1992 года зарегистрировано Акционерное общество (АО) «Бийская ТЭЦ-1»

В 1994 году создано Акционерное общество закрытого типа «Бийскэнерго» в соответствии с законом РФ «О предприятиях и предпринимательской деятельности».

АОЗТ создано в целях эффективного управления капиталом акционеров и прибылью, полученной от производственной деятельности АООТ «Бийская ТЭЦ-1» для обеспечения получения максимальной прибыли в интересах его участников.

В соответствии с Федеральным законом «Об акционерных обществах» от 26.12.95г и решения собрания акционеров АООТ «Бийская ТЭЦ-1» от 15.03.96г. протокол № 7 название «Акционерное общество открытого типа «Бийская ТЭЦ-1» изменено на название «Открытое акционерное общество «Бийская ТЭЦ-1».

Решением арбитражного суда Алтайского края от 2 августа 2000 года ОАО «Бийская ТЭЦ-1» признано банкротом и открыто конкурсное производство. 12 октября 2000г. заключен договор, согласно которому имущество ОАО «Бийская ТЭЦ-1» передано в аренду ООО «Бийскэнерго», которое в дальнейшем осуществляет производство и поставку электрической и тепловой энергии.

В декабре 1990 года пущен в эксплуатацию котел ТПЕ-430А ст.15 производительностью 500 тонн пара в час, в марте принят в эксплуатацию

					<b>ФЮРА.311000.001.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

турбоагрегат ст.№ 8 мощностью в 110 МВт, благодаря чему установленная мощность ТЭЦ составила 535 МВт.

В 2001 году в эксплуатацию был сдан котел ТПЕ – 430 ст.№16 производительностью 500 тонн пара в час, произошло увеличение паровой мощности до 4170 тонн, и тем самым завершено расширение ТЭЦ.

Принципиальная тепловая схема станции приведена на рис. 1.

ТЭЦ обеспечивает потребителей г.Бийска, соседних городов Горного Алтая и сельских районов электроэнергией, а также город и его промышленные предприятия теплом.

Энергоснабжением потребителей производится электроэнергией трех напряжений: 6, 35 и 110 кВ.

Связь с объединенной энергосистемой Сибири осуществляется по линиям 110 кВ.

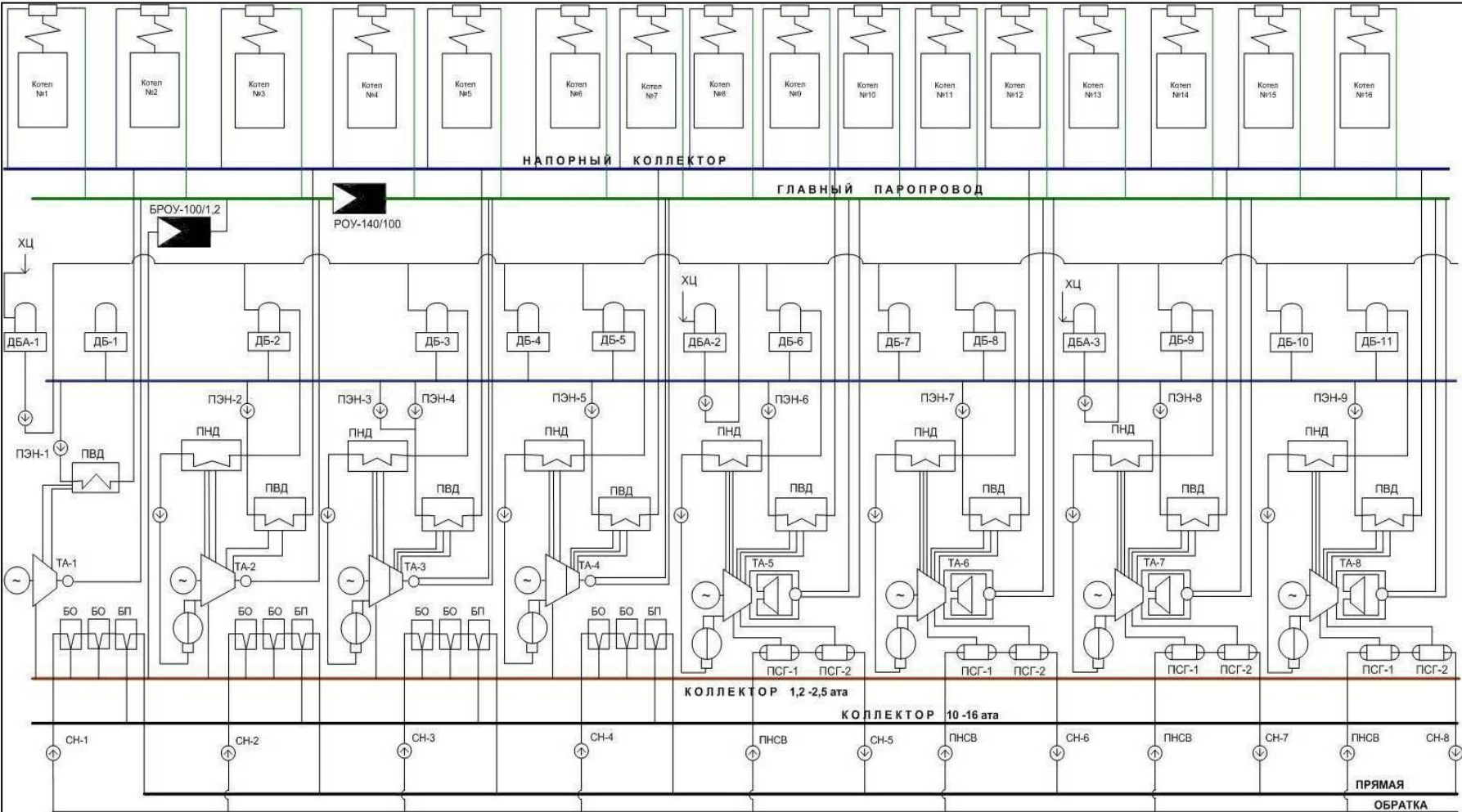
ТЭЦ отпускает тепловую энергию потребителям в виде пара с параметрами:  $P=11$  ата,  $t = 260$  °С и в виде горячей воды по температурному графику 150/70°С со срезкой на 130 °С.

## 1.1 Характеристики основного и вспомогательного оборудования

### 1.1.1 Турбинный цех

Таблица 1.1 – Основные характеристики турбин

Станционный номер, ст.№	Тип	Установленная мощность, МВт	Тип генератора
1	ПТ-25-90	25	ТВ-2-30-2
2	Т-30-90	30	ТВ-2-30-2
3,4	ПТ-50-130/13	50	ТВФ-60-2
5	Т-50-130	50	ТВФ-60-2
6,7,8	Т-110-130	110	ТВФ-110-2



ФЮРА.311000.001 ПЗ

Рисунок 1.1 – Принципиальная тепловая схема ТЭЦ ООО "Бийскэнерго"

## 1.1.2 Котельный цех

Таблица 1.2 – Основные характеристики котлов

Станционный №	Тип	Производительность по перегретому пару, т/ч	Температура перегретого пара, °С	Давление перегретого пара на выходе, МПа
1, 2, 3	ТП-170	170	510	100
4, 5, 6, 7, 8, 9	БКЗ-210-140ф	210	550	140
10, 11, 12, 13	БКЗ-210-140-7	210	560	140
14, 15, 16	ТПЕ-430-А	500	560	140

В настоящее время паровая мощность котлов с 1 по 6 не используется в силу их большого физического износа.

Котельный агрегат типа ТПЕ-430А (котлы №№14, 15, 16) однобарабанный, вертикально-водотрубный, с естественной циркуляцией предназначен для получения перегретого пара при сжигании кузнецкого угля марки «СС» и оборудован средствами автоматического регулирования, технологических защит и сигнализации.

Номинальные значения основных параметров котла:

- производительность по перегретому пару - 500 т/ч;
- температура перегретого пара - 560 °С;
- давление перегретого пара на выходе - 140 МПа;
- температура питательной воды - 230°С;
- КПД котла 90 %.

Компановка котлоагрегата выполнена по П-образной схеме и состоит из топочной камеры и опускного газохода, соединенных в верхней части горизонтальным газоходом. Топочная камера открытого типа с твердым шлакоудалением предназначена для сжигания отсеков кузнецких углей марки СС-1.

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Все стены топочной камеры, горизонтального и опускного газоходов выполнены из газоплотных панелей, котел работает на уравновешенной тяге. В топочной камере расположены испарительные экраны и радиационный пароперегреватель, над топкой и в горизонтальном газоходе расположен потолочный пароперегреватель, на выходе из топки один ряд ширм, в горизонтальном газоходе – две ступени конвективного пароперегревателя, в опускном газоходе расположен водяной экономайзер. После водяного экономайзера газоход разделяется на две части и газы подаются в два регенеративных воздухоподогревателя, затем в золоулавитель, на всас дымососа и в дымовую трубу.

Топочная камера имеет призматическую. Все экраны топочной камеры секционированы на циркуляционные контуры по числу входящих в них панелей. Всего на котле 32 циркуляционных контура. По 10 контуров циркуляции имеется на фронтном и заднем экранах и по 6 на боковых экранах.

В нижней части топки трубы фронтного и заднего экранов образуют «холодную воронку». Угол наклона труб в «холодной» воронке 55 градусов.

Топочная камера оборудована восьмью пылеугольными, вихревыми, лопаточно-лопаточными горелками мощностью 36 МВт для сжигания Кузнецких каменных углей марки «СС» с выходом летучих 13-20 % - установленных на фронтной и задней стенах, по четыре горелки на каждой стене.

Краткое описание:

По способу закручивания воздуха горелка является лопаточно-лопаточной - типа ГЛЛ.

Для канала вторичного воздуха и канал центрального воздуха снабжены аксиальными нерегулируемыми лопаточными завихрителями. Сопло ПВКд установлено в центре горелки непосредственно в ее устье, что обеспечивает за счет приосевого обратного тока топочных газов интенсивный прогрев пыли с выделением летучих и зажиганием факела в

					<b>ФЮРА.311000.001.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						15
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



обедненной кислородной среде. Между центральным каналом и внутренним каналом вторичного воздуха предусмотрен кольцевой малопроточный канал, позволяющий исключить активное перемешивание концентрированной аэрозоли с вторичным воздухом на начальном участке факела, что также способствует более интенсивному прогреву пыли, выделению летучих и улучшению условий воспламенения. В центральном канале воздуха горелки помимо трубы ПВКд с рассекателем устанавливается мазутная форсунка, запальник, фотодатчик и лючок обслуживания. На подводе в канал центрального воздуха и внешний канал вторичного воздуха предусмотрена установка регулировочных шиберов, которые позволяют подавать воздух при работе на пыли и поддерживать за счет этого нормальные скорости и параметры крутки во внутреннем канале вторичного воздуха при снижении нагрузки котла без снижения устойчивости воспламенения и горения пыли.

Для растопки котла на мазуте предназначены плоскофакельные паромеханические форсунки типа «Веер» со следующими характеристиками:

- производительность  $D_n = 1,5$  т/ч
- давление мазута максимальное  $P_m = 2,4$  МПа (24 кгс/см<sup>2</sup>)
- давление пара  $P_p = 1,0; 1,6$  МПа (10-16 кгс/см<sup>2</sup>)

Барaban, установленный на двух роликовых опорах имеет внутренний диаметр 1600 мм, толщиной стенки 112 мм., длину 20000 мм.

На котле применена одноточечная схема питания. Узел регулирования питания состоит из измерительной диафрагмы и арматуры с условным  $D 250$  мм, в которую входят задвижка с электроприводом, регулирующей клапан, обратный клапан и общая на узел задвижка с электроприводом. Регулирующий клапан и задвижка байпасируются двумя линиями с условным проходом  $D_u 100$  мм и  $D_u 65$  мм. Байпас  $D_u 100$  мм состоит из регулирующего поворотного клапана и задвижки с электроприводом. Байпас  $D_u 65$  состоит из регулирующего поворотного клапана с электроприводом, вентиля с электроприводом и дроссельного устройства. По этой линии в

					<b>ФЮРА.311000.001.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

растопочных режимах подается питательная вода. Байпас Ду-100 предназначен для работы котла при сниженных нагрузках.

Для подогрева воздуха до заданной температуры котел оснащен двумя регенеративными воздухоподогревателями типа РВП-68, представляющий собой теплообменный аппарат для подогрева воздуха за счет тепла дымовых газов осуществляемого путем нагрева набивки ротора в газовом потоке и ее охлаждения в воздушном потоке. Перемещается набивка из газового потока в воздушный вращением ротора со скоростью 2 об/мин.

Для ограждения потолочного пароперегревателя соединительных труб и коллекторов пароперегревателя, камер экранов впрыскивающих пароохладителей 2 и 3 ступени от воздуха котельного цеха над топкой, переходным газоходом и опускной шахтой смонтирован теплый ящик (шатер). Теплый ящик представляет собой щитовую газоплотную металлоконструкцию из теплостойкой стали с теплоизоляцией, нанесенной по наружной поверхности. Сквозь теплый ящик проходят подвески, на которых подвешены за камерой все экранные поверхности нагрева, настенные ограждения переходного газохода и конвективной шахты, ширмовые пароперегреватели, экономайзер, теплоизоляция котла, а также площадки, помосты и лестницы котла. Температура воздуха в теплом ящике поддерживается на уровне 400-450°C за счет тепловыделения неизолированными поверхностями нагрева.

На котле для удаления шлака смонтированы 4 механизированные установки непрерывного шлакоудаления со шнековыми транспортерами, состоящими из следующих узлов: шлаковый бункер с гарнитурой и деталями крепления, шнековый транспортер с приводом. Производительность одной установки 7 т/ч.

Поток газов, выходя из топки, последовательно омывает поверхности нагрева ширмового и конвективного пароперегревателей в переходном газоходе и поступает в опускной газоход в ВЭ. За ВЭ поток газов делится на два и газу направляются в два РВП-68. С целью повышения эффективности

					<b>ФЮРА.311000.001.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						17
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

работы электрофильтров предусмотрено охлаждение дымовых газов, выходящих из РВП до 110 °С с системой кондиционирования, путем подачи холодного воздуха и распыленной воды в газовый поток. В газовый поток за РВП осуществляется также сброс горячего воздуха по воздухопроводам из теплого ящика (шатра). Кондиционированные дымовые газы направляются в электрофильтр типа ЭГА-2-76-12-6-4 и два основных дымососа ДН-26/2-0,62 и направляются в дымовую трубу. Перед ДС на каждом газоходе установлены по одному плотному клапану, а за дымососом смонтирована отключающая заглушка на случай выхода ДС в ремонт. Производительность ДС с 10 % запасом составляет 495000 м<sup>3</sup>/час. Полный напор, развиваемый ДС с 20 % запасом при температуре дымовых газов 133 °С составляет 3496 Па (349,6 мм.в/ст.). За ДС производятся отборы холодных дымовых газов для присадки их к горячим топочным газам, забираемых из топки в систему пылеприготовления. На двух линиях холодных дымовых газов установлены по дымососу ДН-11,2 и плотные клапаны перед и за ними (ДИГи). Нагнетательные линии холодных газов соединены между собой перемычкой, на которой установлен плотный клапан. Из нагнетательного газопровода холодных газов производится отбор газов для охлаждения сбросных горелок.

На котельном агрегате установлено два дутьевых вентилятора (ДВ) типа ВДН-26П-У для подачи воздуха в котел. Производительность ДВ 290000 м<sup>3</sup>/час. Полный напор при температуре рабочей среды 30°С 4520 Па (452 мм.в/ст.). Забор холодного воздуха производится из верхней части котельного цеха, холодный воздух поступает на всас ДВ и направляется по воздухопроводам в РВП. На входе и выходе РВП установлены плотные клапаны для отключения РВП при аварийном останове. За РВП воздухопроводы горячего воздуха раздваиваются и образуют кольцо горячего воздуха котла, на котором установлено 4 плотных клапана. Из кольца горячего воздуха воздух подается в основные и сбросные горелки, все горелки могут быть отключены по отдельности от кольца клапанами. Для повышения температуры воздуха на входе в РВП до 50 °С и уменьшения

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

налипания золы на набивки РВП предусмотрена линия рециркуляции горячего воздуха (РГВ) на всас ДВ.

Котельный агрегат оборудован двумя индивидуальными полуразомкнутыми системами пылеприготовления с промбункером. Регулирование подачи топлива осуществляется путем изменения числа оборотов электродвигателя постоянного тока ПСУ. По газозаборной шахте из верха топки котла и газопровода холодных газов поступает смесь топочных и холодных газов в мельницу для сушки и транспортирования топлива. После мельниц пылегазовая смесь поступает в сепараторы, где пыль отделяется от более крупной фракции, более крупная фракция угля возвращается в ШБМ на доразмол, а угольная пыль направляется в пылевые циклоны ЦП-2, где разделяется на пыль и сушильный агент. Угольная пыль из циклона по течке с мигалками поступает в бункер пыли. Сушильный агент по пылепроводу с установленным на нем загрузочном шибере поступает на всас мельничного вентилятора (МВ) и затем по пылепроводам сбрасывается в топку через сбросные горелки. Угольная пыль из бункера подается с помощью системы ПВКД в топку котла.

Котельный агрегат типа БКЗ-210-140 (котлы №7 - №13) однобарабанный вертикально-водотрубный с естественной циркуляцией, при сухом шлакоудалении, предназначен для сжигания кузнецкого каменного угля марки СС и Т первой группы окисленности.

Котел спроектирован для работы со следующими параметрами:

- производительность по перегретому пару – 210 т/ч;
- давление пара в барабане 152-159 кгс/см<sup>2</sup>;
- давление перегретого пара за паровой задвижкой – 140 кгс/ см<sup>2</sup>;
- температура питательной воды – 230°С;
- температура перегретого пара – 540°С;

Компоновка котлоагрегата выполнена по П-образной схеме. Топочная камера представляет собой первый восходящий газоход, вверху (поворотном

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

газоходе) расположен пароперегреватель, во втором (нисходящем) газоходе расположен водяной экономайзер и воздухоподогреватель.

Водяной объем котла составляет 62,7 м<sup>2</sup>, паровой объем – 32,00 м<sup>2</sup>.

Топочная камера открытого типа, призматической формы: полностью экранирована трубами 60x5,5 сталь 20 с шагом 64 мм. Экранная система разделена на 14 самостоятельных контуров. Фронтальной и задней экран в нижней их части образуют скаты «холодной воронки». Верх топки экранирован трубами потолочного пароперегревателя. В верхней части топки трубы заднего экрана образуют аэродинамический козырек, который предназначен для улучшения аэродинамики газового потока на выходе из топки и для частичного затенения ширм пароперегревателя. Объем топочной камеры составляет 1042,75 м<sup>3</sup>.

Топочная камера оборудована четырьмя пылеугольными горелками, расположенными на боковых стенах. Для растопки котла предусмотрены мазутные форсунки парового распыления, встроенные в пылеугольные горелки. Производительность одной форсунки 1050 кг/ч, давлением мазута 4-5 кгс/см<sup>2</sup>, давлением пара 10-16 кгс/см<sup>2</sup>.

Котел имеет один сварной барабан внутренним диаметром 1600 мм. толщиной стенки 115 мм.

Пароперегреватель котла по характеру восприятия тепла радиационно-конвективного типа. Радиационную часть перегревателя образуют трубы потолка, закрывающие верх топки и поворотного газохода. Полурadiационной частью пароперегревателя являются ширмы, расположенные на выходе из топки с шагом по ширине 560 мм. Конвективные поверхности пароперегревателя расположены к поворотным горизонтальном газоходе с шагом труб по ширине 80 мм. По ходу движения пара 1 ступень пароперегревателя – противоточная, остальные – прямоточные.

Конвективная шахта представляет собой опускной газоход котла с размещением в нем в рассечку водяным экономайзером и

					<b>ФЮРА.311000.001.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						20
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

воздухоподогревателем. II ступень (по ходу воды) водяного экономайзера занимает всю глубину газохода, после чего шахта разделяется на два симметричных газохода, где последовательно размещена II ступень воздухоподогревателя (по ходу воздуха), I ступень водяного экономайзера и I ступень воздухоподогревателя.

Для удаления шлака из-под топки предусмотрена установка непрерывного механизированного шлакоудаления, которое состоит из следующих узлов: шлаковая шахта с гарнитурой и деталями крепления, шнековой транспортер, привод шнекового транспортера.

На котле применена одноступенчатая система питания. Сниженный узел регулировки питания состоит из основного регулирующего клапана с условным диаметром 225 и двух байпасов с регулирующим клапаном условных диаметров 100, 50. Байпас Ду-50 включается при повышении параметров при растопке котла, байпас Ду-100 предназначен для работы при сниженных нагрузках.

Котельный агрегат оборудован двумя индивидуальными, замкнутыми системами пылеприготовления с промежуточным бункером.

Угольная пыль в топку подается при помощи системы ПВКД. При данном способе подачи пыли к горелкам котла, пыль подается сжатым воздухом от воздуходувки при высокой ее концентрации в пылепроводе.

Котельный агрегат оборудован двумя дутьевыми вентиляторами типа ВДН-2ОПУ с характеристикой при рабочем режиме производительностью с запасом 8% - 109000 м<sup>3</sup>/ч, полный напор при температуре рабочей среды 30 °С и указанной производительности 412 кгс/м<sup>2</sup>, число оборотов 980/740 об/мин. (1-я, 2-я скорость).

Для отсоса дымовых газов на котле установлено два дымососа типа Д20х2 с характеристикой при рабочем режиме производительность с запасом 5 % - 168000м<sup>3</sup>/ч, полный набор при температуре рабочей среды 80 °С и указанной производительностью 26 кгс/м<sup>2</sup>, число оборотов 750 об/мин.

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Регулирование производительности дымососа осуществляется направляющим аппаратом шиберного типа.

Для очистки дымовых газов от золы предусмотрена золоулавливающая установка типа МП-ВТИ диаметр 2500, состоящая из 4-х мокрых золоуловителей.

### 1.1.3 Электрический цех

Электрическая схема ООО “Бийскэнерго” включает в себя генераторы, трансформаторы связи, закрытые распределительные устройства на напряжение 110 кВ, 35 кВ (ЗРУ), главное распределительное устройство напряжением 6 кВ (ГРУ), распределительные устройства собственных нужд 6 кВ трансформаторы отпайки, трансформаторы собственных нужд, коммутационные аппараты и другое электрооборудование, необходимое для поддержания работоспособности, как отдельных элементов, так и станции в целом.

Генераторы №1 и №2 подключены к ГРУ- 6 кВ, с шин которого осуществляется питание собственных нужд ТЭЦ и питание промышленных предприятий.

Связь ГРУ–6 кВ с ЗРУ–35 кВ осуществлена с помощью повышающих трансформаторов связи №1 и №2.

С распреустройства 35 кВ по ЛЭП: 3Ц, 5Ц, 7Ц осуществляется питание промышленных предприятий.

Генераторы №3 и №4 связаны с ЗРУ- 35 кВ и ЗРУ–110 кВ посредством трехобмоточных трансформаторов связи №3 и №4.

Генераторы №5, №6, №7 через повышающие трансформаторы связи №5, №6, №7, соответственно, связаны с ЗРУ- 110 кВ.

С распреустройства U= 110 кВ запитаны ЛЭП: ТС-169, ТС-170, БТ-105, БТ-106 посредством которых осуществляется связь электростанции с системой.

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Генератор №8 связи со станционными распредустройствами не имеет и мощность, вырабатываемая генератором передается через трансформатор связи №8, повышающий напряжение до 110 кВ, сразу в энергосистему.

Питание электрооборудования собственных нужд станции, работающего на напряжении 6 кВ, осуществляется с РУСН-6 кВ. Количество секций - 18.

Питание низковольтного оборудования (380 В, 220 В ) осуществляется с РУСН – 0,4 кВ, количество которых составляет 29 .

РУСН – 6 кВ, в свою очередь, запитаны с отпаяк генераторов и ГРУ – 6 кВ.

Все секции собственных нужд, для обеспечения надежного электроснабжения, имеют помимо рабочего питания, еще и резервное, обеспечивающее питание потребителей, в случае пропадания основного питания.

Турбогенератор предназначен для выработки электроэнергии в продолжительном режиме работы, при непосредственном соединении с паровой турбиной на электростанции, расположенной не выше 1000 м над уровнем моря, в районе с умеренным климатом в помещении с температурой окружающего воздуха в пределах от 5 до 40°С.

#### **1.1.4 Химический цех**

Производительность обессоливающей установки - 720 т/ч.

Обессоливающая установка работает по схеме:

1. Предочистка в составе: коагуляция сернокислым железом и известкование.
2. Механическая фильтрация.
3. Н-катионирование по блочной схеме.
4. Анионирование на основе анионита АВ-17.

В качестве воды для данной схемы используется речная вода.

					<b>ФЮРА.311000.001.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		23



Подготовка подпиточной воды для тепловых сетей осуществляется на ХВО производительностью 2700 т/час по схеме «водород – катионирование», декарбонизация.

### **1.1.5 Топливо-транспортный цех**

Основные составляющие топливо-транспортного цеха:

- дробилки молотковые ДМ 20/21 (1шт.) и ДМ 20/20 (1 шт.) - производительностью 600 т/ч каждая;
- дробилки СМД-98Б (2 шт.) производительностью 1500 т/ч. каждая;
- кран “КРАФ” - грузоподъемность 32т;
- вагоноопрокидыватель ВРС-125 (2 шт.);
- бульдозер Т-130-170 (7 шт.), Т-180 (1 шт.), Т-330 (3 шт.);
- тепловозы ТГМ-6 (1 шт.), ТГМ-4 (2 шт.);
- размораживающее устройство типа “Инфрасиб”;
- конвейера разной производительности (15 шт.)

### **1.1.6 Техническое водоснабжение**

Система технического водоснабжения ООО "Бийскэнерго" прямоточная с забором холодной воды на охлаждение оборудования из р. Бия и сбросом теплой воды обратно в реку.

Вода из реки поступает в водозаборный ковш с низовым питанием расчетной производительностью 50 тыс. м<sup>3</sup>/ч, а затем в водоприемник, оборудованный двумя водоочистными машинами типа ТВ-3000 с внутренним подводом воды.

Теплая вода после охлаждения конденсаторов турбин по водоводам направляется в закрытые железобетонные каналы и далее по открытому водоотводящему каналу сбрасывается в р. Бия. Открытый канал сопрягается с руслом реки с помощью консольного сброса. Сброс расположен примерно в 200 м ниже входа в водозаборный ковш. Для предотвращения подсоса теплой воды при низких горизонтах воды

					<b>ФЮРА.311000.001.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

построена камненабросная струенаправляющая дамба длиной 120 м, затапливаемая при паводках.

Для приготовления сетевой воды используется речная вода, обработанная на установке ультрафиолетового обеззараживания в ООО “Бийскэнерго”.

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2 АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ТЭЦ

К основным резервам повышения экономичности тепловой схемы ТЭЦ можно отнести:

- совершенствование термодинамического цикла, главным образом, путем повышения параметров пара, поступающего из котла;
- снижение гидравлического сопротивления паропроводов отбора пара на регенеративные и сетевые подогреватели, позволяющее отбирать пар при меньшем давлении и, следовательно, заставить его совершать большую работу в турбине;
- аэродинамическое совершенствование паровой турбины;
- увеличение числа регенеративных подогревателей, обеспечивающего большую мощность турбины при той же температуре охлаждающей воды;
- снижение расхода электроэнергии на собственные нужды, который на ТЭЦ составляет от 7 до 14 %, а часто в связи с сжиганием не проектного топлива и износом оборудования достигает до 16 % и более.

Первые способы повышения экономичности на существующей ТЭЦ осуществить весьма сложно, поэтому в данной работе остановимся на последнем пункте.

В настоящее время для привода механизмов собственных нужд ТЭС применяются асинхронные электродвигатели. Главным достоинством этих двигателей является надежность и простота в эксплуатации. Но эти двигатели имеют и ряд существенных недостатков:

1) низкое и постоянное число оборотов, в то время как для большинства механизмов собственных нужд станции для уменьшения габаритов и повышения эффективности работы необходимо более высокое переменное число оборотов;

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

2) низкий коэффициент использования тепла сожженного топлива (КИТ), который определяется произведением КПД выработки электроэнергии (35...40 %), КПД транспорта электроэнергии (90...95 %) и КПД электродвигателя (90...95 %), т. е. составляет 28...36 %.

Для устранения первого недостатка либо устанавливают регулируемый частотный привод, либо применяют электродвигатели синхронного типа, но это приводит к росту стоимости привода примерно вдвое. Для устранения второго недостатка необходимо повысить КПД выработки электроэнергии, но для этого необходимо перейти на новые технологии выработки электроэнергии с более высоким термическим КПД.

Как вариант усовершенствования тепловой схемы и решения проблем асинхронных двигателей в корне, рассмотрим их замену тепловыми двигателями, так как они дают возможность полезного использования сбросного тепла, что повышает их КИТ до 80-90 %.

Наиболее перспективными в отношении замены электродвигателей для привода собственных нужд станции являются паровые и газовые турбины и поршневые двигатели.

Проанализируем на основе материалов интернет-сайтов [2] современное состояние этого вопроса.

### **2.1 Паровые турбины**

К достоинствам можно отнести то, что они могут быть встроены в основной цикл станции; имеют большой ресурс работы; высокую надежность и могут быть изготовлены на любую мощность. К недостаткам относятся: сложный и длительный пуск; невысокий эффективный КПД (до 30...40 %). В настоящее время применяются для привода питательных насосов на всех блоках сверхкритических параметров. При малой мощности и не высоких параметрах пара имеют низкий эффективный КПД не выше 30 %.

### **2.2 Газовые турбины**

К достоинствам газотурбинных установок относятся: компактность; низкие эксплуатационные расходы; возможность работы на газовом и

					<b>ФЮРА.311000.001.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						27
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

жидком топливе; надежная работа в резкопеременных режимах; малое время пуска (2...5 мин.); низкая вибрация и эмиссия вредных веществ в атмосферу; не требуют охлаждающей воды.

Температура уходящих из турбины газов составляет 500...550 0С, что позволяет использовать их в цикле с паровыми турбинами и для теплофикации. Соотношение тепловой энергии к механической у газовых турбин составляет 2,5:1.

Эффективный КПД энергетических газовых турбин составляет 25...40 %. При использовании уходящих газов для теплофикации КИТ возрастает до 90%.

Ресурс до капитального ремонта составляет у газовой турбины до 60000 рабочих часов при общем ресурсе 100000 часов.

Газотурбинное оборудование производится на ряде отечественных авиационных заводов. Стоимость 1 кВт установленной мощности составляет от 200 до 600 долларов.

В качестве недостатков необходимо отметить сильную зависимость КПД от нагрузки и температуры наружного воздуха (так снижение нагрузки со 100 до 50 % приводит к снижению КПД в три раза); высокое давление газа, что требует установки дожимных компрессоров; высокий уровень высокочастотного шума; большие габариты газовойдяных теплообменников и газоотводящих трактов.

### **2.3 Поршневые двигатели**

Применяют два типа поршневых двигателей:

- С воспламенением от сжатия (дизельные двигатели), которые могут работать на дизельном топливе или природном газе. Дизельные агрегаты имеют большой ряд агрегатов по мощности от единиц кВт до 15 МВт.
- С искровым зажиганием (газопоршневые двигатели – ГПД). ГПД могут работать на чистом газе (природном газе, биогазе и других горючих газах), а также на жидких топливах. Их мощность достигает 12 МВт.

					<b>ФЮРА.311000.001.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

Достоинства поршневых двигателей: высокий эффективный КПД (до 45 %); слабая зависимость КПД от нагрузки и температуры наружного воздуха; широкий спектр агрегатов по мощности; время пуска и набора нагрузки составляет 5–10 минут.

К недостаткам следует отнести: дорогое обслуживание (использование охлаждающих жидкостей и смазочных масел, при этом расход масла может достигать 5-10 % от расхода топлива); возможность аварийного останова при резких колебаниях нагрузки; высокий уровень низкочастотного шума и вибрации, что требует установки шумогасителей и виброгасящих платформ.

Уходящие газы имеют температуру на уровне 400 °С, что позволяет использовать их в цикле ТЭЦ или для теплофикации, при этом КИТ может достигать 90 %. Количественное соотношение тепловой энергии и механической у поршневых двигателей составляет около 1:1, что ниже, чем у турбин.

Дизельные и газопоршневые двигатели обладают большим ресурсом по сравнению с газотурбинными (до 250000 часов), а удельная стоимость капитальных вложений – меньше (от 150 до 350 USD/кВт).

Существенным достоинством поршневых двигателей по отношению к тягодутьевым механизмам является их низкое число оборотов по сравнению с турбинами, что позволяет соединять их с вентилятором или дымососом без редуктора.

Главным недостатком дизельных двигателей является дорогое топливо, поэтому в качестве привода дымососов выбираем ГПД, с учетом того, что в скором времени на станцию подведут газ.

Привод механизмов собственных нужд котла с помощью ГПД позволяет пускать котел независимо от электрических СН станции, что существенно повышает надежность пуска котла и работы всей станции.

Поэтому в данной работе выбираем для привода дымососов газопоршневой двигатель, который может работать как на газе так и на жидком топливе, которое можно использовать в качестве резервного.

					<b>ФЮРА.311000.001.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						29
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

### 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ДЫМОСОСА И ВЫБОР ВАРИАНТА ЗАМЕНЫ ЕГО ПРИВОДА

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

## 4 РАСЧЕТ СХЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛА ГЦД

ФЮРА.311000.001.ПЗ

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35



## 5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Как показано в разделе 2 газопоршневой двигатель (ГПД) позволяет повысить коэффициент использования топлива (КИТ) до 80 % по сравнению с электроприводом, у которого КИТ не выше 35 %; сократить расход электроэнергии на собственные нужды, а также увеличить отпуск теплоты с ТЭЦ. Поэтому в данном разделе на основе технико-экономического расчета рассмотрим экономическую целесообразность применения ГПД для привода дымососа.

Для технико-экономических расчетов используются данные Бийской ТЭЦ на 2015 г: стоимость угля –  $C_y = 1313$  руб/т; стоимость газа –  $C_r = 3300$  руб/тыс.м<sup>3</sup>; стоимость отпускаемой электроэнергии –  $C_{\text{Э}} = 1,262$  руб/(кВт·ч); стоимость отпускаемого тепла –  $C_Q = 493$  руб/Гкал.

Производится замена электропривода дымососов газопоршневым двигателем для уменьшения затрат электроэнергии на собственные нужды станции и для дополнительного отпуска тепла потребителям. Эти данные берем из раздела 4.

Расчет произведем для замены привода одного дымососа.

Капитальные затраты на реконструкцию определим как

$$K_{\text{рек}} = K_M + K_{\text{ЗП}} + K_{\text{Пр}}, \quad (5.1)$$

где  $K_M = 0,05 \cdot K_{\text{об}}$  – стоимость монтажа,  $K_{\text{об}}$  – стоимость оборудования;

$$K_{\text{об}} = K_T + K_{\text{ТО}}^{\text{ББ}} + K_{\text{ДВ}}, \quad (5.2)$$

где  $K_T$  – капитальные вложения в газопровод и трубопроводы,

$$K_T = C_{\text{ТМ}}^{\text{ТТ}} \cdot L_{\text{ТТ}} + C_{\text{ТМ}}^{\text{ГТ}} \cdot L_{\text{ГТ}}, \text{ руб}, \quad (5.3)$$

где  $C_{\text{ТМ}}^{\text{ТТ}} = 6,9$  тыс. руб. – цена за 1 м трубопровода (данные станции);

$L_{\text{ТТ}} = 70$  м – длина трубопровода;  $C_{\text{ТМ}}^{\text{ГТ}} = 11,7$  тыс. руб. – цена за 1 м газопровода (данные станции);  $L_{\text{ГТ}} = 160,5$  м – длина газопровода,

$$K_T = 6,9 \cdot 70 + 11,7 \cdot 160,5 = 2360,9 \text{ тыс. руб.}$$

					<b>ФЮРА.311000.001.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

$K_{то}^{BB} = 250$  тыс. руб. – капитальные вложения в водоводяной теплообменник;  
 $K_{дв} = 14750$  тыс. руб. – капитальные вложения в газопоршневой двигатель со всеми его системами и редуктором;

$$K_{об} = 2360,9 + 600 + 250 + 14750 = 17960,9 \text{ тыс. руб.};$$

$$K_M = 0,05 \cdot 17960,9 = 898 \text{ тыс. руб.};$$

$K_{зп}$  – заработная плата,  $K_{зп} = 1,2 K_M = 1,2 \cdot 898 = 1077,7$  тыс. руб.

$K_{пр}$  – прочие издержки,

$$K_{пр} = 0,2 \cdot (K_M + K_{зп}), \quad (5.4)$$

$$K_{пр} = 0,2(898 + 1077,7) = 395,1 \text{ тыс. руб.}$$

$$K_{рек} = 898 + 1077,7 + 395,1 = 2370,8 \text{ тыс. руб.}$$

Суммарные капитальные затраты в оборудование и реконструкцию составят

$$K = K_{об} + K_{рек} = 17960,9 + 2370,8 = 20331,7 \text{ тыс. руб.} \quad (5.5)$$

Увеличение отпуска электроэнергии потребителям при мощности дымососа  $N_H = 1000$  кВт.

Мощность электродвигателя дымососа с учетом КПД двигателя и механических потерь

$$N_{эд} = \frac{N_H}{\eta_{дв} \cdot \eta_M}, \quad (5.6)$$

$$N_{эд} = \frac{1000}{0,95 \cdot 0,98} = 1074,1 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя дымососа с учетом потерь трансформатора СН

$$N_э^Д = \frac{N_{эд}}{\eta_{тр}}, \quad (5.7)$$

$$N_э^Д = \frac{1074,1}{0,98} = 1096 \text{ кВт.}$$

Дополнительная электрическая мощность, отпущенная потребителю за счет сокращения затрат электроэнергии на дымосос за вычетом мощности насоса циркуляции охлаждающей воды

$$N_9^{\text{отп}} = N_9^{\text{д}} - N_{\text{н}} = 1096 - 16 = 1080 \text{ кВт.} \quad (5.8)$$

Дополнительный отпуск тепла тепловым потребителям за счет использования тепла охлаждения газопоршневого двигателя (раздел 4)

$$Q_{\text{от}} = 1081 \text{ кВт} = 0,93 \text{ Гкал/ч.}$$

Расход газа на газопоршневой двигатель (табл. 3.2)

$$V_{\text{ГПД}} = 79,56 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Уменьшение расхода угля на котле  $\Delta B_{\text{уг}} = 0,054 \text{ т/ч.}$

Экономический эффект за счет дополнительного отпуска электроэнергии

$$\mathcal{E}_1 = N_9^{\text{отп}} \cdot \text{Ц}_9 \cdot h, \text{ руб.}, \quad (5.9)$$

где  $h = 5500 \text{ ч/год}$  – число часов использования установленной мощности.

$$\mathcal{E}_1 = 1080 \cdot 1,262 \cdot 5500 = 7496,3 \text{ тыс. руб/год.}$$

Экономический эффект за счет дополнительного отпуска тепла

$$\mathcal{E}_2 = Q_{\text{от}} \text{Ц}_Q \cdot h = 0,93 \cdot 493 \cdot 5500 = 2521,7 \text{ тыс. руб/год.} \quad (5.10)$$

Экономия за счет уменьшения сжигаемого угля

$$\Delta B_{\text{у}} = \Delta B_{\text{уг}} \text{Ц}_y \cdot h = 0,054 \cdot 1313 \cdot 5500 = 389,9 \text{ тыс. руб/год.} \quad (5.11)$$

Общегодовая экономия

$$B_{\text{год}} = \Delta B_9 + \Delta B_Q + \Delta B_{\text{у}} = 7496,3 + 2521,7 + 389,9 = 10407,9 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на газ для ГПД

$$З_{\text{Г}} = V_{\text{ГПД}} \text{Ц}_g \cdot h = 79,56 \cdot 3,3 \cdot 5500 = 1444,0 \text{ тыс. руб.} \quad (5.12)$$

Балансовая прибыль

$$\text{Пб} = B_{\text{год}} - З_{\text{Г}} = 10407936 - 1444011 = 8963,9 \text{ тыс. руб.} \quad (5.13)$$

Чистая прибыль

$$\text{Пч} = \text{Пб} - \text{Нп} = 8963,925 \cdot (1 - 0,2) = 7171,1 \text{ тыс. руб.,} \quad (5.14)$$

					<b>ФЮРА.311000.001.ПЗ</b>	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где Нп – налог на прибыль, равен 20 %.

Норма амортизации приближенно может быть найдена по формуле:

$$\bar{I}_{\text{ам}} = 0,02 + 3,5 \cdot 10^{-6} \cdot h_y, \quad (5.15)$$

где  $h_y$  – число часов использования установленной мощности станции,

$$\bar{I}_{\text{ам}} = 0,02 + 3,5 \cdot 10^{-6} \cdot 5500 = 0,03925$$

Величина амортизационных отчислений составит:

$$I_{\text{ам}} = \bar{I}_{\text{ам}} \cdot K, \quad (5.16)$$

$$I_{\text{ам}} = 0,03925 \cdot 20331,7 = 798,02 \frac{\text{тыс.руб}}{\text{год}}.$$

Срок окупаемости

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\text{Пч} + I_{\text{ам}}} = \frac{20331,7}{7171,1 + 798,02} = 2,55 \text{ года}. \quad (5.17)$$

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 5. 1 – Эффект от реконструкции привода одного дымососа

Показатели	Ед. измерения	Величина
Число часов использования установленной мощности	час/год	5500
Дополнительный отпуск электрической мощности	МВт	1,08
Дополнительный отпуск тепловой мощности	Гкал/ч	0,93
Уменьшения расхода угля на котле	т/ч	0,054
Общегодовая экономия	тыс. руб.	10407,9
Расход газа на газопоршневой двигатель	м <sup>3</sup> /ч	79,56
Цена 1000 м <sup>3</sup> газа	руб.	3300
Годовые издержки на газ	тыс. руб.	1444,0
Балансовая прибыль	тыс. руб.	8963,9
Чистая прибыль	тыс. руб.	7171,1
Капитальные вложения в оборудование	тыс. руб.	17960,9
Капитальные вложения в реконструкцию	тыс. руб.	2370,8
Суммарные капитальные затраты	тыс. руб.	20331,7
Амортизационные отчисления	тыс. руб.	798,0
Срок окупаемости	лет	2,55

#### Заключение

Внедрение газопоршневого двигателя в цикл функционирования энергоблока дает существенное снижение затрат на собственные нужды станции. Общегодовая экономия затрат на топливо составит - 10407,9 тыс. руб., а экономический эффект за счет дополнительного отпуска электроэнергии и тепла, соответственно составит: 7496,3 и 2521,7 тыс. руб/год.

**6 РАСЧЕТ НОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

**7 КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ УСТАНОВКИ НОВОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ**

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

## 8 РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСХОДА ГАЗА

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56



## 9 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

					ФЮРА.311000.001.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80