

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
РЕКОНСТРУКЦИЯ 2 ОЧЕРЕДИ ТУРБИННОГО ЦЕХА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ТЭЦ

УДК 621.311.22.002.5:621.165-048.35(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2АС1	Сотников Никита Алексеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры АТЭС	Зайцев В.В.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры АТЭС	Вагнер М.А.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2016 г.

Оглавление

Введение	11
1 Характеристика Западно-Сибирской ТЭЦ, как объекта генерации. Основное оборудование и системы. Техничко-экономические показатели. Анализ существующих и перспективных нагрузок.	12
1.1 Общая характеристика Западно-Сибирской ТЭЦ	12
1.2 Топливный режим Западно-Сибирской ТЭЦ	13
1.3 Основное оборудование и системы	14
1.4 Анализ существующих и перспективных нагрузок	24
2 Характеристика оборудования турбинного цеха – техническое состояние, наработка, простои в ремонтах. Мероприятия по продлению ресурса турбинного оборудования.	29
3 Обоснование необходимости реконструкции ТЭЦ. Постановка целей и задач реконструкции.	32
4 Аналитический обзор современных технических решений по поставленным задачам.	33
5 Разработка технических предложений по реконструкции турбинного цеха ТЭЦ с заменой изношенного турбинного оборудования.	37
5.1 Баланс пара 13 ата в настоящее время	37
5.2 Баланс пара 13 ата при работе по расчетному тепловому графику 150/70°C;	43
6 Разработка принципиальной тепловой схемы ТЭЦ после реконструкции. Расчеты материальных и тепловых балансов.	45
6.1 Баланс пара 13 ата после реконструкции турбинного цеха	45
7 Оценка изменения основных показателей ТЭЦ по предложенным мероприятиям.	48
7.1 Определение дополнительной выработки электроэнергии.	48
7.2 Определение температуры охлаждающей воды после реконструкции.	49
7.3 Определение недовыработки электрической энергии	51
8 Социальная ответственность проекта	54
Введение	54
8.1 Производственная безопасность	54
8.2 Экологическая безопасность	55
8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	55
8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	56
9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	64
9.1 Расчет затрат и договорной цены на проектирование и проведение бакалаврской работы.	64
9.2 Техничко-экономический расчет реконструкции ЗС ТЭЦ	68

Заключение	74
Список используемых источников	75
Приложение А - Спецификация ФЮРА XXXXXXX.002.ТЗ	
Принципиальная тепловая схема Западно-Сибирской ТЭЦ, существующее положение	76
Приложение Б ФЮРА XXXXXXX.003.ТЗ Спецификация	
Принципиальная тепловая схема Западно-Сибирской ТЭЦ, после реконструкции	77
ФЮРА XXXXXXX.002.ТЗ Принципиальная тепловая схема Западно-Сибирской ТЭЦ, существующее положение	
ФЮРА XXXXXXX.003.ТЗ Принципиальная тепловая схема Западно-Сибирской ТЭЦ, после реконструкции	

Введение

Западно-Сибирская теплоэлектроцентраль вырабатывает электрическую и тепловую энергию для потребителей в виде Западно-Сибирского Metallургического Комбината и тепловую энергию для потребителей Заводского и Новоильинского районов города Новокузнецк. Потребление энергии, в любом ее виде постоянно растет, а оборудование которое производит эту энергию много лет работает без модернизации и реконструкции, что естественно сказывается на его состоянии. Из-за частых ремонтных кампаний стоимость производства электрической и тепловой энергии вырастает, что не является хорошо ни для производителя этой энергии, ни для конечного потребителя. В данной работе будет рассматриваться вариант реконструкции турбинного оборудования Западно-Сибирской ТЭЦ согласно условиям текущего потребления тепловой энергии и возможность увеличения потребления в ближайшем будущем.

3 Обоснование необходимости реконструкции ТЭЦ. Постановка целей и задач реконструкции

Реконструкция Западно-Сибирской ТЭЦ необходима по причинам:

- Износ оборудования турбинного цеха, а именно: ТГ-3 (Т-60/65-130), ТГ-4 (Т-100-130), ТГ-5 (Т-110/120-130) и ТГ-6 (Т-110/120-130) выработали ресурс, назначенный заводом изготовителем;
- На ЗС ТЭЦ присутствует дефицит пара 13 ата, а с учетом увеличения потребления тепловой энергии этот дефицит будет только увеличиваться;
- Недостаточная охлаждающая способность пруда охладителя Западно-Сибирской ТЭЦ.

Целью реконструкции является:

- замена изношенного оборудования турбинного цеха ЗС ТЭЦ с сохранением, а по возможности с увеличением отпуска тепловой и выработки электрической энергии;
- Обеспечение возрастающих паровых нагрузок на ЗСМК;
- Улучшение режима работы пруда охладителя ЗС ТЭЦ.

4 Аналитический обзор современных технических решений по поставленным задачам

В настоящее время Уральский Турбинный Завод предлагает большое количество паровых турбин для реконструкций уже существующих тепловых электростанций. В качестве замены отработавших свой ресурс паровых турбин II очереди Западно-Сибирской ТЭЦ предлагается взять паровую турбину Тп-115/125-130, производства Уральского Турбинного Завода.

Паровая турбина Тп-115/125-130 разработана на базе паровой турбины Т-110/120-130, которая в свою очередь разработана на базе турбины Т-100-130. Рассчитана работу на перегретом паре с давлением 12,8 мПа и температурой 555°C. Эта турбина устанавливается вместо отработавших свой ресурс турбин Уральского Турбинного Завода мощностью 25, 50 и 100 мВт, выполнена в двух цилиндрах, имеет упрощенную относительно турбины Т-100-130 систему регенерации которая состоит из двух, вместо трех ПВД и трех, вместо четырех ПНД. Установка данной турбины при реконструкции Западно-Сибирской ТЭЦ имеет множество плюсов, относительно существующей турбины Т-100-130-2, а именно: турбина Тп-115/125-130 имеет 1 конденсатор вместо двух на ТГ-4, и максимальный расход охлаждающей воды через её конденсатор равен 8000 м³ (либо 13500 м³, в зависимости от модификации), вместо 16000 м³ на ТГ-4, что позволяет станции экономить электроэнергию на собственные нужды для привода циркуляционных насосов. Помимо этого, данная турбина рассчитана на большую (27°C) температуру циркуляционной (охлаждающей) воды, в отличие от турбины Т-100-130, которая рассчитана на температуру равную 20°C. Как известно, реконструкция котельных цехов существующих станций происходит позже, чем реконструкция турбинного цеха, а паровая турбина Тп-115/125-130 может длительное время работать с давлением перед турбиной 8,8 мПа и температурой 535°C, с переходами на нормальные параметры, а именно давление 12,8 мПа и температура 555°C. Так же предлагаемая турбина Тп-115/120-130 кроме отопительных отборов, производственный отбор с давлением 1,2-1,8 мПа и ограничением 70 т/ч. Появление на Западно-Сибирской ТЭЦ дополнительного

источника пара 13 ата позволит снизить дефицит пара 13 ата и появится возможность отпуска пара на производство. Из-за того, что предлагаемая теплофикационная турбина большей мощности, чем устаревшие Т-100-130 и Т-110/120-130 Западно-Сибирская ТЭЦ сможет вырабатывать больше электроэнергии не только в зимний период, когда включены все теплофикационные отборы турбогенераторов, но и в период низкой тепловой нагрузки, а именно в летний период, т.к. конденсационная мощность предлагаемой паровой турбины Тп-115/125-130 составляет 115мВт. Характеристика турбины представлена в таблице 15.

Таблица 15 - характеристика паровой турбины Тп-115/125-130

1	2		
Параметр	Модификация турбины		
	Тп-115/125-130-1м	Тп-115/125-130-2м	Тп-115/125-130-3м
Мощность номинальная, мВт	115		
Мощность максимальная, мВт	125		
Мощность конденсационная, мВт	115	125	
Максимальный расход острого пара, т/ч	500		
Параметры острого пара: давление, мПа Температура, °С	12,8 555		
Максимальная величина производственного отбора, т/ч	70		
Максимальная отопительная нагрузка, гКалл/час	185		

Продолжение таблицы 15

1	2		
Давление в регулируемых отборах, кгс/см ² : Производственный Верхний отбор Нижний отбор	12-18 0,6-2,5 0,5-2,0		
Параметры охлаждающей воды: Температура, °С Расход, м ³ /ч	27 8000	27 13500	20 13500
Схема системы регенерации	2ПВД+Деаэратор+3 ПНД	2ПВД+Деаэратор+3 ПНД	2ПВД+Деаэратор+4 ПНД
Температура подогрева питательной воды, °С	228		

Паровая турбина Тп-115/125-130-1м имеет длину лопатки последней ступени 550мм. Её установка имеет смысл при больших тепловых нагрузках сохраняющихся долгое время (например бойлерная установка турбины работает по подпиточной воде), т.к. в таком режиме работы она достигает наибольшей экономичности. Имеет конденсатор площадью 3100м². Паровая турбина Тп-115/125-130-2м с лопаткой последней ступени длиной 660 мм менее экономична, чем Тп-115/125-130-1м при большой тепловой нагрузке, однако более экономична при её снижении и в конденсационном режиме работы. Имеет конденсатор площадью 6000м². Паровая турбина Тп-115/125-130-3м имеет самую длинную лопатку последней ступени (940 мм) и на одну ступень ЦНД больше (17) чем турбины Тп-115/125-130-1м и Тп-115/125-130-2м (16 соответственно). Её установка имеет смысл когда турбина дольше по времени работает только в конденсационном режиме, в отличии от двух первых модификаций, которые большее время работают при больших тепловых нагрузках. Ее экономичность приближена к паровой турбине Т-110-130, а площадь охлаждения конденсатора

составляет так же как и у турбины Тп-115/125-130-2м 6000м². Принципиальная схема турбины Тп-115/125-130 показана на рисунке 1.

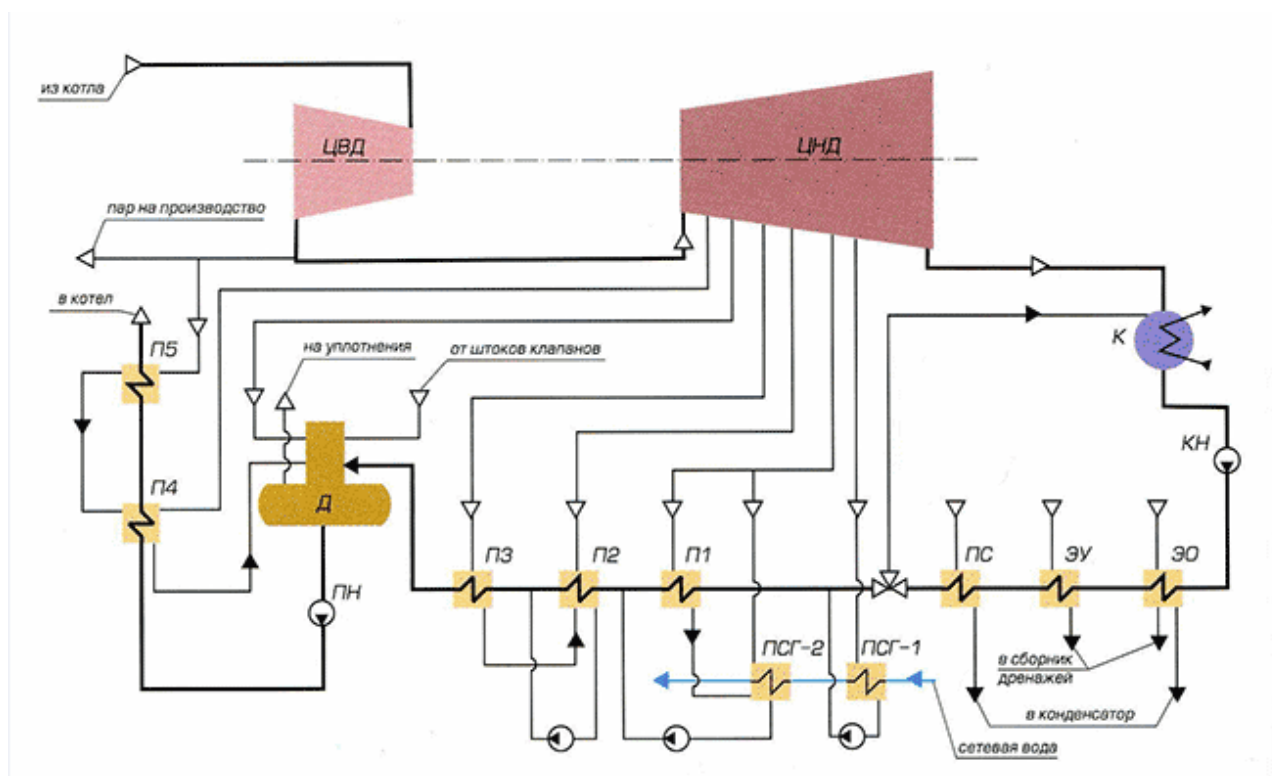


Рисунок 1 - принципиальная тепловая схема турбины Тп-115/125-130.[11]

К установке вместо отработавших свой ресурс возьмем паровую турбину Тп-115/125-130-1м, первой модификации. Так как она является наилучшим вариантом для II очереди турбинного цеха Западно-Сибирской ТЭЦ потому, что на II очереди большие тепловые нагрузки сохраняются в отопительный сезон и в летний период, когда турбины работают на нужды горячего водоснабжения. Номинальная мощность турбины составляет 115 мВт, что позволит вырабатывать большее количество электрической энергии.

8 Социальная ответственность проекта.

Введение

Западно-Сибирская ТЭЦ как любое промышленное предприятие таит в себе множество опасностей и рисков. Любой работник должен всегда выполнять свою основную деятельность и инструкции по охране труда и имеет свои права. Рассмотрим обо всем поподробнее ниже.

8.1 Производственная безопасность

На Западно-Сибирской ТЭЦ находится очень много факторов, которые могут нанести какой-либо вред здоровью работника или даже его смерть. Все они делятся на вредные и опасные производственные факторы. Вредные факторы - это факторы, длительное, либо даже недолгое воздействие которых на работника может привести к ухудшению его здоровья, развитию профессиональных заболеваний. К вредным факторам на рабочем месте машиниста центрального теплового щита относится:

- повышенный уровень шума на рабочем месте (на рабочем месте машиниста центрального теплового щита уровень шума должен быть не более 76 Дб, в настоящее время уровень шума составляет 72 Дб);
- повышенная температура рабочей зоны, поверхностей оборудования (температура поверхности изоляции не должна превышать 60°C, сегодня на всех изолированных участках температура не превышает 55°C) ;
- недостаточная освещенность рабочей зоны(освещенность рабочей зоны должна быть не менее 200 Лк, освещенность турбинного цеха в настоящее время 235 Лк);
- воздействие паров турбинного масла (максимальная предельно-допустимая концентрация минеральных масел на рабочем месте 5 мг/м³, концентрация минеральных масел в турбинном цехе ЗС ТЭЦ в настоящее время 3,2мг/м³).

Опасные производственные факторы на рабочем месте машиниста центрального теплового щита, это факторы даже кратковременное воздействие которых на работника может привести к резкому ухудшению самочувствия,

потери сознания или даже смерти. К вредным факторам на рабочем месте машиниста центрального теплового щита относится:

- опасность воздействия подвижных частей производственного оборудования, приспособлений, механизмов (подвижные части оборудования и механизмов закрыты защитными кожухами);
- опасность отравления газами (CO , CO_2 , метан и водород) при обслуживании турбогенераторов, подземных трубопроводов и сооружений.
- опасность ожога горячей водой, паром, а также при загорании и взрыве

8.2 Экологическая безопасность

В турбинном цехе Западно-Сибирской ТЭЦ для откачки дренажных вод установлены насосы сливного приямка. Сточные воды образуются из за неплотностей в трубопроводах (в основном трубопроводы циркуляционной воды). Как и в любом промышленном помещении в сточных водах присутствует небольшое количество смазочных материалов (минеральное турбинное масло, смазка для подшипников - Литол 24 и Циатим). Сточные воды откачиваются насосами с ЗС ТЭЦ в промливневый водовод ЗСМК, который заведен в шламохранилище (так же туда качают багерные насосы КЦ). В шламохранилище вода отстаивается, и используется в производстве в виде осветленной воды.

8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В качестве охлаждающего генераторы газа на ЗС ТЭЦ применяется водород.

Водород H_2 - бесцветный горючий газ, без вкуса и запаха, намного легче воздуха. Водород – физиологически инертный газ, но при высоких концентрациях вызывает удушье вследствие, уменьшения содержания кислорода. При содержании в воздухе водорода 4 – 75% по объему образуется взрывоопасная смесь.

Согласно правилам технической эксплуатации суточная утечка водородов не должна превышать 5%.

При утечке водорода до 5% персоналу ТО (начальнику смены, старшему машинисту) необходимо вызвать лаборанта химического цеха для определения концентрации водорода на площадках, прекратить все огневые работы в цехе, отключить неисправное освещение, оградить генератор, на котором обнаружена утечка, вывесить запрещающие и предупреждающие знаки.

При концентрации водорода 3,5% и более в районе щеточного аппарата, отключить турбину, потребовать от персонала электрического цеха перевод генератора на воздух. Если наблюдается искрение щеточного аппарата при утечке водорода из генератора независимо от концентрации водорода в воздухе, турбину остановить до устранения неисправности.

В случае утечки водорода 5% по согласованию с начальником смены станции турбину нужно остановить и выполнить вышеуказанные мероприятия.

Для вентиляции с целью удаления водорода из цеха необходимо открыть ворота в цехе и окна на отметке деаэраторов.

При необходимости проведения огневых работ в цехе не зависимо от места и вида работ при утечке водорода на любом генераторе перед допуском необходимо взять анализ на содержание H_2 . При этом концентрация водорода в воздухе не должен превышать 2% по объему.

8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Охрана труда для машиниста центрального теплового щита

На Западно-Сибирской ТЭЦ паровыми турбинами управляют машинисты паровых турбин (I очередь) и машинисты центрального теплового щита (II очередь). У этих должностей не только разные названия, но и из обязанности тоже немного отличаются. Машинист паровых турбин следит только за работой доверенной ему турбины (турбин), в то время как машинист центрального теплового щита помимо паровых турбин управляет и следит за работой подпиточно-деаэрационной установки II очереди, питательных насосов и РОУ находящихся на II очереди турбинного цеха Западно-Сибирской ТЭЦ. На I очереди управление и надзор за этим оборудованием является обязанностями машиниста ПДУ. Но сейчас не об этом. К работе машинистом центрального

теплового щита допускается лицо не моложе 18 лет, прошедшее медицинский осмотр и не имеющее противопоказаний к выполнению данной работы. В дальнейшем персонал проходит медицинский осмотр периодически в сроки, установленные законодательством.

Машинист центрального теплового щита при приеме на работу проходит:

- вводные инструктажи по охране труда и пожарной безопасности;
- первичный инструктаж на рабочем месте (проводит начальник смены турбинного цеха).

Перед назначением на самостоятельную работу машинистом центрального теплового щита нужно пройти стажировку на рабочем месте, проверку знаний производственных инструкций и технологических схем, инструкций по охране труда, дублирование, противоаварийную и противопожарную тренировку.

Допуск к стажировке оформляется распоряжением начальника цеха с указанием сроков стажировки (от 2 до 14 смен в зависимости от подготовленности обучаемого) и фамилий ответственных лиц. На время стажировки машинист центрального теплового щита закрепляется за наиболее опытным машинистом центрального теплового щита, руководит стажировкой начальник смены турбинного цеха.

В процессе обучения, стажирующийся работник должен ознакомиться и усвоить:

- правилами техники безопасности на рабочем месте, ознакомится с методами безопасного выполнения его основной деятельности;
- правилами пожарной безопасности и их практическим применением в случае необходимости на рабочем месте;

технологические схемы, изучить должностные и производственные инструкции, а так же инструкции по охране труда, знание которых требуется для работы на его рабочем месте (с данными инструкциями работник должен быть ознакомлен под роспись).

Помимо всего стажирующийся должен отработать четкое ориентирование на своем рабочем месте, обязан знать безопасные маршруты движения по цеху и по предприятию.

- изучить безопасные приемы и условия безаварийной, безопасной и экономичной эксплуатации обслуживаемого оборудования;
- получить необходимые знания и навыки по оказанию первой помощи пострадавшему в связи с несчастными случаями на предприятии;
- изучить правила и инструкции по применению средств индивидуальной защиты, необходимых для безопасной работы на рабочем месте машиниста центрального теплового щита;
- изучить правила работы со специальными инструментами и приспособлениями.

После прохождения обучения и стажировки на рабочем месте работник проходит первичную проверку знаний в цеховой квалификационной комиссии под председательством начальника турбинного цеха. Результаты проверки знаний оформляются протоколом и записываются в квалификационном удостоверении, которое выдается на руки работнику и которое работник, находясь на рабочем месте, обязан иметь при себе.

Работник, получивший неудовлетворительную оценку своих знаний, должен пройти повторную проверку знаний в течение месяца. Вопрос о соответствии занимаемой должности работника, не сдавшего экзамен во второй раз, решается работодателем согласно трудового законодательства.

При положительной оценке знаний подготавливаемый машинист центрального теплового щита распоряжением по Западно – Сибирской ТЭЦ допускается к дублированию на рабочем месте на срок не менее 12 рабочих смен.

Во время дублирования на рабочем месте ответственность за соблюдение правил, инструкций и других нормативных документов лежит в равной степени, как на дублере, так и на лице, ответственном за дублирование. В период дублирования подготавливающийся машинист-обходчик должен принять участие в контрольной противоаварийной и противопожарной тренировке. После окончания дублирования и успешного решения противоаварийной и противопожарной тренировки приказом по предприятию машинист-обходчик допускается к самостоятельной работе.

При перерыве в работе более 30 дней, но менее 2 месяцев машинист центрального теплового щита должен пройти внеплановый инструктаж и дублирование на своем рабочем месте в течение 1 или 2 смен, а при перерыве в работе от 2 до 6 месяцев дублирование длится до 6 смен. При перерыве в работе более 6 месяцев допуск к самостоятельной работе производится только после инструктажа, стажировки, проверки знаний и дублирования и сдачи противоаварийно-противопожарных тренировок.

За вредные и тяжелые условия труда машинист центрального теплового получает компенсации:

- дополнительный отпуск 7 дней,
- доплата к должностному окладу – 12 %,

Кроме того, за работу во вредных условиях труда предоставляются дополнительные регламентированные 3 перерыва общей продолжительностью 30 минут:

Первый перерыв длится 10 минут - через 2,5 часа от начала смены.

Второй перерыв длится 10 минут - через 1,5 часа после обеденного перерыва.

Третий перерыв длится 10 минут - за 1 час до окончания смены.

Для защиты от воздействия вредных производственных факторов необходимо применять соответствующие средства защиты:

- при повышенном уровне шума на рабочем месте следует применять противозумные средства для защиты слуха (наушники, вкладыши «Беруши»).
- при недостаточной освещенности рабочей зоны следует применять дополнительное освещение (фонари), которые должны находиться у каждого машиниста центрального теплового щита. При работах в особо опасных условиях должны применяться переносные светильники напряжением не выше 12 В. Токоведущие части патрона и цоколя лампы должны быть недоступны для прикосновения. Лампа, провода, штепсельная вилка должны быть исправны.
- работу в зонах с низкой температурой окружающего воздуха следует производить в теплой спецодежде и чередовать по времени с нахождением в тепле.

- при нахождении в помещениях с технологическим оборудованием для защиты головы от ударов случайными предметами необходимо носить защитную каску застёгнутую подбородочным ремнём.

- при возникновении пожара или другой аварийной ситуации следует применять Самоспасатель изолирующий СПИ-50 которые находятся в помещении:

- начальника смены турбинного цеха;

- старшего машиниста II очереди турбинного цеха.

Специальная одежда, специальная обувь и средства защиты должны соответствовать сертификатам качества. Работник должен работать в спецодежде, застегнутой на все пуговицы, на одежде не должно быть развевающихся частей, которые могут быть захвачены движущимися (вращающимися) частями механизмов. Засучивать рукава спецодежды запрещается.

Визуализация опасностей и рисков на Западно-Сибирской ТЭЦ

Западно-Сибирская ТЭЦ - предприятие, где опасности и риски преследуют работника на каждом шагу. Для привлечения внимания работников и предостережения о возможной опасности используются средства визуализации: знаки безопасности и сигнальная разметка. Рассмотрим их ниже подробнее.

На всех входах на участок (ворота, калитки) размещаются знаки безопасности, информирующие об опасных и вредных факторах, действующих на участке и о необходимости применения СИЗ.

Обязательным для всех производственных участков является минимальный набор знаков безопасности, включающий требования «Работать в защитной каске», «Работать в защитной одежде», «Работать в защитной обуви», «Опасно. Возможно падение груза», «Внимание. Опасность!». Обязательный набор знаков показан на рисунке 6.



Рисунок 6 - Обязательный минимальный набор знаков безопасности.[12]

В случае, если по результатам замеров вредных факторов и оценки рисков на определённых участках установлена необходимость применения дополнительных СИЗ (например: защитный щиток, наушники и т.д.), перед входом на данные участки размещаются дополнительные знаки безопасности, информирующие о необходимости применения дополнительных СИЗ.

На двери помещения, в которое разрешен доступ только специализированного персонала, размещается предупреждающий или запрещающий знак о ограничении прохода в данное помещение

Маршруты передвижения по предприятию

Безопасные проходы по территории производственных помещений обозначаются сигнальной разметкой в виде желтой полосы, ограничивающий проход.

Безопасные проходы обозначаются с целью определения безопасного маршрута следования по территории подразделения и не включают все аспекты перемещений при выполнении технологических операций, для этих целей предусматриваются разрывы в полосах для подхода к оборудованию.

Обозначенные безопасные проходы должны соответствовать установленным схемам маршрутов безопасного перемещения по подразделению.

9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

9.1 Расчет затрат и договорной цены на проектирование и проведение бакалаврской работы. Расчет производим по методике указанной в [5].

Таблица 20— Продолжительность этапов выполнения бакалаврской работы

№ п/п	Наименование работы	Количество исполнителей	Продолжительность дней
1	Получение задание на бакалаврскую работу	Инженер Руководитель	1 1
2	Консультация по выполнению специальной части работы	Инженер Руководитель	1 1
3	Выполнение специальной части работы	Инженер Руководитель	30 -
4	Консультация по выполнению графической части работы	Инженер Руководитель	1 1
5	Выполнение графической части работы	Инженер Руководитель	4 -
6	Консультация по подготовке к защите бакалаврской работы	Инженер Руководитель	1 1

Расчет затрат по запланированным работам осуществляется в форме сметной калькуляции, для расчета которой должны быть использованы действующие рыночные цены, а также данные производственных и научно-исследовательских подразделений (процент косвенных расходов, процент транспортно-заготовительных расходов, ставки заработной платы, номенклатура статей калькуляции).

Смета затрат на проект.

$$K_{np} = U_{mat} + U_{ам} + U_{зн} + U_{co} + U_{np} + U_{накл}, \quad (32)$$

где

U_{mat} — материальные затраты, руб;

$U_{ам}$ – затраты на амортизацию, руб;

$U_{зн}$ – затраты на заработанную плату, руб;

$U_{со}$ – затраты на социальные отчисления, руб;

$U_{пр}$ – прочие затраты, руб;

$U_{накл}$ – накладные расходы, руб.

Материальные затраты принимаем в размере 8000 рублей на канцелярские товары.

В элементе “Амортизационные затраты” отображена сумма амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов.

Амортизационные затраты рассчитываются:

$$U_{ам} = \frac{T_{исп}}{T_{кал}} \cdot C_{кт} \cdot \frac{1}{T_{сл}}, \quad (33)$$

где

$T_{исп}$ – время использования персонального компьютера, 45 дней;

$T_{кал}$ – число дней в календарном году, 365 дней;

$C_{кт}$ – стоимость персонального компьютера, 30 тыс. рублей;

$T_{сл}$ – срок службы персонального компьютера, 5 лет.

$$U_{ам} = \frac{45}{365} \cdot 30000 \cdot \frac{1}{5} = 7714,3 \text{ рублей.}$$

В состав затрат на оплату труда включаются:

Все выплаты заработной платы за фактически выполненную работу, тарифных ставок и должностных окладов в соответствии с системой оплаты труда

Затраты на заработанную плату рассчитываются как:

$$\Phi ЗП = ЗП_{рук} + ЗП_{инж}, \quad (34)$$

где

$ЗП_{рук}$ – заработанная плата руководителя;

$ЗП_{инж}$ – заработанная плата инженера;

Заработанная плата руководителя рассчитывается как:

$$U_{ЗП}^{мес} = (ЗП_0 \cdot K_1 + Д) \cdot K_2, \quad (35)$$

где $ЗП_0$ – месячный оклад старшего преподавателя, 16750 рублей;

K_1 – коэффициент учитывающий отпуск, 10%;

$Д$ – доплата за интенсивность труда, 2000 рублей;

K_2 – районный коэффициент, 30%.

$$U_{ЗП}^{мес} = (16750 \cdot 1,1 + 2000) \cdot 1,3 = 26552,5 \text{ рублей.}$$

Фактическая зарплата руководителя:

$$U_{ЗП}^Ф = \frac{U_{ЗП}^{мес}}{21} \cdot n_{\phi}, \quad (36)$$

где

$U_{ЗП}^{мес}$ – Заработанная плата руководителя за месяц, 26552,5 рублей;

n_{ϕ} – Количество дней консультации у руководителя по факту 4 дня.

$$U_{ЗП}^Ф = \frac{26552,5}{21} \cdot 4 = 5057,6 \text{ рублей.}$$

Заработанная плата инженера рассчитывается как:

$$U_{ЗП}^{мес} = ЗП_0 \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (37)$$

где

$ЗП_0$ – месячный оклад инженера 14500 рублей;

K_1 – коэффициент учитывающий отпуск 10%;

K_2 – районный коэффициент 30%.

$$U_{ЗП}^{мес} = 14500 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 20735 \text{ рублей.}$$

Затраты на заработанную плату составят:

$$\Phi ЗП = U_{ЗП}^{\Phi} + U_{ЗП}^{мес} = 5057,6 + 20735 = 25792,6 \text{ рублей.} \quad (38)$$

Отчисления на социальные нужды отражают обязательные отчисления которые установлены законодательными нормами органами государственного социального страхования, (30% с 2012 г).

Социальные отчисления рассчитываются как:

$$U_{со} = \Phi ЗП \cdot 0,3, \quad (39)$$

где

$\Phi ЗП$ – Затраты на заработанную плату, руб.

$$U_{со} = 25792,6 \cdot 0,3 = 7737,78 \text{ рублей.}$$

К прочим затратам продукции относят налоги, сборы, отчисления в специальные внебюджетные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества.

Прочие затраты рассчитываются как:

$$U_{проч} = 0,1 \cdot (U_{мат} + U_{ам} + U_{зн} + U_{со}), \quad (40)$$

$$U_{проч} = 0,1 \cdot (8000 + 7714,3 + 25792,6 + 7737,78) = 4924,468 \text{ рублей.}$$

Накладные расходы принимаем в размере 200% от фонда заработной платы и рассчитываются как:

$$U_{накл} = 2 \cdot \Phi ЗП, \quad (41)$$

$$U_{накл} = 2 \cdot 25792,6 = 51585,2 \text{ рублей.}$$

Смета затрат на проект составит:

$$K_{np} = U_{mat} + U_{ам} + U_{зн} + U_{co} + U_{np} + U_{накл}, \quad (42)$$

$$K_{np} = 8000 + 7714,3 + 25792,6 + 7737,78 + 4924,468 + 51585,2 = 105754,3 \text{ рублей.}$$

Все расчеты по затратам на работу приведены в таблице 21.

Таблица 21— Данные затрат на выполнение ВКР

Вид затрат	Стоимость
Материальные затраты, рублей.	8000
Амортизационные затраты, рублей.	7714,3
Затраты на заработанную плату, рублей.	25792,6
Социальные отчисления, рублей.	7737,78
Прочие затраты, рублей.	4924,468
Накладные расходы, рублей.	51585,2
Итого, рублей.	105754,3

9.2 Технико-экономический расчет реконструкции ЗС ТЭЦ

В данном расчете предложен расчет установки трех паровых турбин Тп-115/125-130.

Технико-экономическое обоснование проекта с тремя турбинами Тп-115/125-130

Годовая выработка электроэнергии тремя турбинами Тп-115/125-130:

$$\mathcal{E}_{год} = N_H \cdot h_y, \quad (43)$$

где

h_y — число часов использования установленной мощности, $h_y = 6500$ часов;

N_H — Установленная электрическая мощность станции, $N_H = 375$ МВт.

$$\mathcal{E}_{год} = 375 \cdot 6500 = 2437500 \text{ МВт} \cdot \text{год}.$$

Годовой расход пара на отопление:

$$D_{год}^{от} = D_{max}^{от} \cdot h_{max}^{от}, \quad (44)$$

где

$D_{\max}^{\text{от}}$ – расход пара на отопление, $D_{\max}^{\text{от}} = 310 \text{ т/ч}$;

$h_{\max}^{\text{от}}$ – количество часов включения отопления, $h_{\max}^{\text{от}} = 3300$ часов.

$$D_{\text{год}}^{\text{от}} = 310 \cdot 3300 = 1023000 \text{ т/год.}$$

Годовой отпуск тепла:

$$Q_{\text{год}} = D_{\text{год}}^{\text{от}} \cdot \Delta i, \quad (45)$$

где

$D_{\text{год}}^{\text{от}}$ – Годовой расход пара на отопление, $D_{\text{год}}^{\text{от}} = 1023000 \text{ т/год}$;

Δi – коэффициент использования отопления, 0,6.

$$Q_{\text{год}} = 1023000 \cdot 0,6 = 613800 \text{ Гкал/год.}$$

Годовой расход топлива:

$$B_m = \mathcal{E}_{\text{год}} \cdot \epsilon_{\text{э}} + Q_{\text{год}} \cdot \epsilon_q, \quad (46)$$

где

$\mathcal{E}_{\text{год}}$ – годовая выработка электроэнергии, $\mathcal{E}_{\text{год}} = 2437500 \text{ МВт}$;

$Q_{\text{год}}$ – годовая выработка тепла, $Q_{\text{год}} = 613800 \text{ Гкал/год}$;

$\epsilon_{\text{э}}$ – удельный расход топлива на выработанный кВт·ч, $\epsilon_{\text{э}} = 293 \text{ г/кВт·ч}$;

ϵ_q – удельный расход топлива отпускаемого тепла Гкал, $\epsilon_q = 161,67 \text{ кг /Гкал}$.

$$B_m = 2437500000 \cdot 0,293 + 161,67 \cdot 613800 = 813 \cdot 10^3 \text{ тонн.}$$

Годовой расход топлива на отпуск тепловой энергии составит:

$$B_m = 0.0925 \cdot D_{\text{год}}^{\text{от}} \cdot h_{\max}^{\text{от}}, \text{ тунт / год}, \quad (47)$$

$$B_m = 0.0925 \cdot 310 \cdot 3300 = 94627, \text{ тунт / год.}$$

Расход электроэнергии на собственные нужды 6 %:

$$\mathcal{E}_{отт} = 0,94 \cdot \mathcal{E}_{зод}, \quad (48)$$

где

$\mathcal{E}_{зод}$ – отпуск электроэнергии, МВт·ч.

$$\mathcal{E}_{отт} = 0,94 \cdot 2437500 = 2,29 \cdot 10^6 \text{ МВт} \cdot \text{ч}.$$

Капиталовложения в расширяемую часть:

$$K_{ст} = K_{проект} + K_m + K_{\partial} + K_{общ}, \quad (49)$$

где

K_m – затраты, относимые на турбины;

K_{∂} –затраты, относимые соответственно на монтаж паропроводов;

$K_{общ}$ – общестанционные затраты, млн.руб.

$$K_{ст} = 0,0899719 \cdot 10^6 + 9400 \cdot 10^6 + 81 \cdot 10^6 + 82,8 \cdot 10^6 = 9563 \cdot 10^6 \text{ руб.}$$

Численность персонала:

$$N_{перс} = N_H \cdot n_{шт}, \quad (50)$$

где

$n_{шт}$ – штатный коэффициент для ТЭЦ мощностью 375 МВт принимаем 0,4чел./МВт;

N_H – Установленная электрическая мощность новых турбин,

$N_H = 375 \text{ МВт}.$

$$N_{Перс} = 375 \cdot 0,4 = 150 \text{ чел.}$$

Фонд заработной платы:

$$\Phi_{ЗП} = ЗП \cdot N_{перс}, \quad (51)$$

где

$ЗП$ – средняя заработная плата, $ЗП = 35480$ рублей ;

$N_{Перс}$ – Численность персонала, $N_{Перс} = 150$ человек.

$$\Phi ЗП = 35480 \cdot 150 = 5,32 \cdot 10^6 \text{ руб./чел.}$$

Годовые затраты тепловой электростанции на топливо:

$$I_m = B_m \cdot C_m, \quad (52)$$

где

C_m – цена топлива, 1200 рублей ;

B_m – годовой расход топлива, $B_m = 784 \cdot 10^3$ тонн.

$$I_m = 784 \cdot 10^3 \cdot 1200 = 940 \cdot 10^6 \text{ рублей.}$$

Годовые затраты электростанции на амортизационные отчисления:

$$I_{ам} = \bar{H}_{ам} \cdot K_{ст}, \quad (53)$$

где

$K_{ст}$ – Капиталовложения в расширяемую часть, $K_{ст} = 9563 \cdot 10^6$ руб ;

$\bar{H}_{ам}$ – норма амортизации, рассчитывается как:

$$\bar{H}_{ам} = 0,02 + 3,5 \cdot 10^{-6} \cdot h_y = 0,02 + 3,5 \cdot 10^{-6} \cdot 6500 = 0,0428$$

где h_y – число часов использования установленной мощности, часы.

$$I_{ам} = 0,0428 \cdot 9563 \cdot 10^6 = 409 \cdot 10^6 \text{ руб}$$

Годовые затраты на заработную плату:

$$I_{зпл} = \Phi ЗП \cdot 12, \quad (54)$$

где

$\Phi ЗП$ – Фонд заработной платы, $\Phi ЗП = 5,1 \cdot 10^6$ руб./чел.

$$I_{зпл} = 5,32 \cdot 10^6 \cdot 12 = 63,84 \cdot 10^6 \text{ руб}$$

Годовые затраты на ремонт:

$$I_{рем} = 0,02 \cdot K_{ст} \quad (55)$$

$$I_{рем} = 0,02 \cdot K_{ст} = 0,02 \cdot 9563 \cdot 10^6 = 191 \cdot 10^6 \text{ руб}$$

Прочие расходы:

$$I_{проч} = 0,02 \cdot (I_m + I_{ам} + I_{зпл} + I_{рем} + I_{проект}), \quad (56)$$

где

I_m – Годовые затраты тепловой электростанции на топливо, $I_m = 940 \cdot 10^6$ руб;

$I_{ам}$ – Годовые затраты электростанции на амортизационные отчисления,
 $I_{ам} = 409 \cdot 10^6$ руб;

$I_{зпл}$ – Годовые затраты на заработную плату, $I_{зпл} = 63,84 \cdot 10^6$ руб;

$I_{рем}$ – Годовые затраты на ремонт, $I_{рем} = 191 \cdot 10^6$ руб;

$I_{проект}$ – Затраты на проект, $I_{проект} = 83382,3$ рублей.

$$I_{проч} = 0,02 \cdot (940 \cdot 10^6 + 409 \cdot 10^6 + 63,84 \cdot 10^6 + 191 \cdot 10^6 + 0,105754 \cdot 10^6) = 32 \cdot 10^6 \text{ руб}$$

Полная величина годовых эксплуатационных затрат:

$$I = I_m + I_{ам} + I_{зпл} + I_{рем} + I_{проч} + I_{проект}, \quad (57)$$

$$I = 940 \cdot 10^6 + 409 \cdot 10^6 + 63,84 \cdot 10^6 + 191 \cdot 10^6 + 32 \cdot 10^6 + 0,083382 \cdot 10^6 = 1635,9 \cdot 10^6 \text{ руб.}$$

Прибыль балансовая:

$$П_6 = \tau_{э/э} \cdot \mathcal{E}_{год}^{омн} + \tau_{т/э} \cdot \mathcal{E}_{год}^{омн} - И, \quad (58)$$

$$П_6 = (2,05 \cdot 2437500000 + 800 \cdot 613800) - 1633 \cdot 10^6 = 3854 \cdot 10^6 \text{ руб.}$$

где

$\tau_{э/э}$ – тариф на отпуск энергии $\tau_{э/э} = 2,05 \text{ руб} / \text{квт} \cdot \text{ч}$;

$\tau_{тен}$ – тариф на отпуск тепловой энергии, действующий в данном регионе, $C_{тен} = 800 \text{ руб} / \text{Гкал}$;

$\mathcal{E}_{год}$ – годовая выработка электроэнергии, $\mathcal{E}_{год} = 2437500000 \text{ кВт}$;

$Q_{год}$ – годовая выработка тепла, $Q_{год} = 613800 \text{ Гкал/год}$.

Чистый доход станции:

$$Д = П_6 - 20\% \cdot П_6 + И_a, \quad (59)$$

где

$П_6$ – прибыль балансовая, $П_6 = 3655 \cdot 10^6 \text{ руб.}$

$$Д = 3655 \cdot 10^6 - 731 \cdot 10^6 + 409,6 \cdot 10^6 = 3533 \cdot 10^6 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости без учета фактора времени:

$$T_{окуп} = \frac{K_{ст}}{Д}, \quad (60)$$

где $Д$ – Чистый доход станции, $Д = 3533 \cdot 10^6 \text{ руб}$;

$$T_{окуп} = \frac{9563 \cdot 10^6}{3533 \cdot 10^6} = 2,7 \text{ года}.$$

В результате Технико-экономического расчета вариантов расширения ТЭЦ были определены следующие показатели эффективности, годовая выработка электроэнергии, годовые затраты тепловой электростанции на топливо, капиталовложения в расширяемую часть, годовые затраты на заработную плату, годовые затраты на ремонт, полная величина годовых эксплуатационных затрат, чистый доход станции проведя данные расчеты определили срок окупаемости который составил 2,7 года.

Заключение

В результате выполненной работы был проведен анализ по реконструкции Западно-Сибирской ТЭЦ новыми паровыми турбинами Тп-115/125-130 вместо отработавших свой ресурс Т-100-130 (ТГ-4) и Т-110/120-130 (ТГ-5 и ТГ-6). В результате реконструкции пропадает дефицит производственного пара 13 ата и появляется возможность увеличить отпуск тепловой энергии со станции изменив температурный график 150/70°C, который в настоящее время сделан со срезкой на 125°C из-за невозможности большего нагрева сетевой воды.

Таким образом, в данной работе рассчитана дополнительная выработка электрической энергии паром, который в настоящее время используется только в РОУ. В период пиковых тепловых нагрузок дополнительная выработка электрической энергии составит 17500 мВт. Была рассчитана экономическая часть работы, окупаемость данной реконструкции составляет 2,7 года, что является хорошим результатом.

Список используемых источников

1. Инструкция по обслуживанию турбогенераторов Западно-Сибирской ТЭЦ ст. № 4,5 и их вспомогательного оборудования, Министерство Топлива и Энергетики РФ, Кузбассэнерго, г.Новокузнецк.
2. Инструкция по обслуживанию турбогенератора Западно-Сибирской ТЭЦ ст. № 1 и его вспомогательного оборудования, Министерство Топлива и Энергетики РФ, Кузбассэнерго, г.Новокузнецк.
3. Инструкция по обслуживанию турбогенераторов Западно-Сибирской ТЭЦ ст. № 2,3 и их вспомогательного оборудования, Министерство Топлива и Энергетики РФ, Кузбассэнерго, г.Новокузнецк.
5. Коршунова Л.А. Управление и организация производства: учеб. пособие / Л.А. Коршунова, Н.Г. Кузьмина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 189 с.
6. СНиП 41–01–2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
8. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации изд. 15–е. – М.: СПО ОРГРЭС, 1996. - 160 с.
9. Постановление главного санитарного врача РФ Г.Г. Онищенко о введении ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
10. Для расчета термодинамических свойств воды и водяного пара использовалась программа H₂O, Воробьев.А.В., Галашов Н.Н., ТПУ, кафедра АТЭС, 2001 год.
11. Официальный web-сайт ЗАО "Уральский Турбинный Завод", <http://www.utz.ru/>
12. Требования к безопасному рабочему пространству. Порядок мониторинга. ООО "Евраз ЗСМК", г.Новокузнецк, 2012 год.