

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема работы
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ НОВО-КЕМЕРОВСКОЙ ТЭЦ

УДК 621.182.12:628.31

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2А2	Рогатых Александр Михайлович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры АТЭС	А.С. Матвеев	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2017 г.

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата, указанными в ФГОС ВПО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	<i>Универсальные компетенции</i>
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
	<i>Профессиональные компетенции</i>
P7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.

P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами на основе АСУТП; использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
	<i>Специальные профессиональные</i>
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

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»

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

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2А2	Рогатых Александру Михайловичу

Тема работы:

**Анализ возможности повторного использования сточных вод водоподготовительной
установки Ново-Кемеровской ТЭЦ**

Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.02.2017, №609/С
---	--------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10 июня 2017 года
--	--------------------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Целью работы является анализ снижения потребности в речной воде и количества стоков за счёт повторного использования сточных вод химводоочистки ТЭЦ для подпитки гидро-золоудаления ТЭЦ. В процессе работы проводится расчет экономического эффекта от повторного использования сточных вод ХВО в системе ГЗУ.
--	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Введение. 1. Характеристика станции. 2. Характеристики ХВО-Капрон и ХВО-подпитки. 3. Внутренняя и внешняя система ГЗУ. 4. Договор на приём, пропуск, сброс сточных вод между КАО «АЗОТ» и АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ». Выписка. 5. Анализ возможности использования сточных вод. 6. Описание конструктивных решений использования сточных вод ХВО в системе ГЗУ. 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 8. Социальная ответственность.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Принципиальная тепловая схема Ново-Кемеровской ТЭЦ 2. Генеральный план Ново-Кемеровской ТЭЦ 3. Схема использования сточных вод ХВО-капрон 4. Схема использования сточных вод ХВО-подпитки 5. Схема водного баланса Ново-Кемеровской ТЭЦ
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Кузьмина Н.Г., старший преподаватель каф. менеджмента
Социальная ответственность	Василевский М.В., доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	02 декабря 2016 года
--	------------------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АТЭС	Матвеев А.С.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
---------------	------------	----------------	-------------

3-5Б2А2	РОГАТЫХ Александр Михайлович		
---------	------------------------------	--	--

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2А2	Рогатых Александру Михайловичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	АТЭС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Должностной оклад научного руководителя – 26 300 руб; должностной оклад инженера – 17 000 руб;</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизации составляет 20%; районный коэффициент составляет 30%</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления на социальные нужды – 30% от фонда оплаты труда;</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка затрат времени и ресурсов на выполнение исследования</i>	<i>1. Планирование работ и оценка времени их выполнения</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>2. Смета затрат на выполнение проекта</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>3. Смета затрат на оборудование 4. Определение экономической эффективности проекта</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. менеджмента	Кузьмина Н.Г.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2А2	Рогатых А.М.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2А2	Рогатых Александру Михайловичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	АТЭС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования	Тема ВКР «Анализ возможности повторного использования сточных вод водоподготовительной установки Ново-Кемеровской ТЭЦ». Целью работы является снижение потребности в речной воде и количества стоков за счет повторного использования сточных вод для подпитки гидрозолоудаления.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96, гост 12.1.003-83, СН 2.2.4.3359-16, Р 2.2.2006-05, СН 2.2.4/2.1.8.566, ГОСТ Р 54578-2011, СанПиН 2.2.4-548-96, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность	Основными вредными факторами при работе в котельном цехе являются факторы, связанные с качеством освещения, уровнем шума, состоянием микроклимата, запылённостью и напряжённостью труда. Необходимо определить значения данных факторов для данного помещения, предложить мероприятия по уменьшению воздействия вредных факторов и привести возможные средства защиты.
1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	
1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	Реконструкция происходит в котельном цехе АО «Ново-Кемеровской ТЭЦ» в скрубберном отделении, в системе гидрозолошлакоудаления. Вместо свежей речной воды на подпитку системы гидрозолоудаления будут заведены сточные воды химводоочистки. Основными опасными факторами являются возможность возникновения пожара или поражение электрическим током. Источниками возникновения данных опасностей является работающее электрооборудование и несоблюдение правил безопасности. Необходимо рассмотреть средства и мероприятия по организации безопасной работы с оборудованием, а также средства защиты
2. Экологическая безопасность	В рассматриваемой рабочей зоне вторичное использованию сточных вод способствует экономии природных ресурсов.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Наиболее возможными чрезвычайными ситуациями в рассматриваемой рабочей зоне являются

	поражение людей электрическим током и возникновение пожара. Для предупреждения ЧС необходимо строгое соблюдение правил безопасности и норм, определяющих порядок работы с оборудованием. Персоналу следует изучить технику безопасности и уметь быстро действовать в случае ЧС. В работе рекомендуется рассмотреть средства, определяющие действия при возникновении ЧС и ликвидации их последствий.
4.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Определить порядок и организацию работы в рассматриваемом помещении, обеспечивающие безопасные и комфортные условия труда, с соблюдением санитарных и технологических норм.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Василевский М.В.	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2А2	Рогатых А.М.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 98 с., 5 приложений графического материала.

Ключевые слова: повторное использование сточных вод, химводоочистка, система гидро-золоудаления.

Объектами выпускной квалификационной работы являются система гидро-золоудаления и сброс сточных вод химводоочистки.

Цель работы – анализ снижения потребности в речной воде и количества стоков за счёт повторного использования сточных вод для подпитки гидро-золоудаления.

В процессе работы проводился расчет экономического эффекта от повторного использования сточных вод ХВО в системе ГЗУ.

Внедрение данного проекта позволит снизить издержки АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ» на 8,5 млн. руб. в год, при этом срок окупаемости составляет 5,9 лет.

Область применения: теплоэнергетика.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2013, диаграммы построены в книге Microsoft Excel 2013, графическая часть выполнена в графическом редакторе AutoCAD 2013.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

Обозначения и сокращения:

БОВ –	бак осветлённой воды
БОУ –	бойлерная установка
БУВ –	бак умягчённой воды
БХОВ –	бак химочищенной воды
ГЗУ –	гидрозолоудаление
ГРП –	газорегулирующий пункт
Ж.б. –	железобетон
ЗШО –	золошлакоотвал
ММХ –	масло-мазутохозяйство
НОВ –	насос осветлённой воды
НчОВ –	насос частично осветлённой воды
НОЦ –	насос осветлённой воды циркуляционный
РОУ –	редукционноохладительная установка
ТЭЦ –	теплоэлектроцентраль
ФОТ –	фонд оплаты труда
ХВО –	химводоочистка
ЦН –	циркуляционный насос

Определения:

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Золоотвал – место складирования, хранилище золы тепловых электростанций, работающих на твердом топливе.

Химводоочистка (цех водоподготовки) – предназначена для приготовления воды, пригодной для питания котлов.

Оглавление

Введение.....	15
1 Характеристика станции.....	16
1.1 Тепловая схема, оборудование станции.....	16
1.1.1 Структура и основные технические показатели.....	16
1.2 Основные цеха Ново-Кемеровской ТЭЦ.....	20
1.2.1 Топливо-транспортный цех.....	20
1.2.2 Масло-мазутное хозяйство.....	20
1.2.3 Газовое хозяйство.....	20
1.2.4 Химический цех.....	21
1.2.5 Котельный цех.....	21
1.2.6 Турбинный цех.....	22
1.2.7 Электрический цех.....	22
2 Характеристики ХВО-Капрон и ХВО-подпитки.....	24
2.1 Характеристики ХВО-Капрон.....	24
2.1.1 Назначение оборудования.....	24
2.1.2 Основные характеристики оборудования ХВО-Капрон.....	24
2.1.3 Схема водоподготовительной установки ХВО-Капрон.....	28
2.1.4 Механические фильтры.....	29
2.1.5 Н-катионитовые фильтры.....	29
2.1.6 Анионитовые фильтры.....	29
2.1.7 Декарбонизатор.....	29
2.1.8 Амминирование обессоленной воды.....	29
2.1.9 Схема амминирования.....	30
2.1.10 Нормы качества обессоленной воды.....	30
2.1.11 Природоохранные мероприятия.....	30
2.1.12 Прочие свойства сточных вод.....	31
2.2 Характеристики ХВО-подпитки.....	32

2.1.2	Назначение оборудования.....	32
2.2.2	Основные характеристики оборудования.....	32
2.2.2.1	Основные характеристики оборудования схемы № 1.....	32
2.2.2.2	Основные характеристики оборудования схемы № 2.....	35
2.2.3	Схема водоподготовительной установки ХВО-подпитки теплосети № 1.....	36
2.2.4	Схема водоподготовительной установки ХВО подпитки теплосети №2.....	37
2.2.5	Механические фильтры.....	38
2.2.6	Na - катионитовые фильтры.....	38
2.2.7	Природоохранные мероприятия.....	38
2.2.8	Прочие свойства сточных вод.....	39
2.3	Нейтрализация ХВО.....	40
2.3.1	Схема нейтрализации ХВО.....	40
2.3.2	Основные характеристики оборудования схемы нейтрализации..	40
2.3.3	Устройство и принцип действия оборудования схемы нейтрализации сточных вод ХВО.....	41
2.3.4	Устройство бака-нейтрализатора.....	41
2.3.5	Устройство и назначение бассейна-нейтрализатора.....	42
2.3.6	Эксплуатация схемы нейтрализации ХВО подпитки теплосети...	42
2.3.7	Прочие свойства сточных вод.....	44
3	Внутренняя и внешняя система ГЗУ.....	45
3.1	Золошлакоотвал (ЗШО). Внешняя система ГЗУ.....	45
3.1.1	Характеристики оборудования внешней системы ГЗУ.....	45
3.1.2	Основные характеристики оборудования.....	45
3.1.3	Оборудование и сооружение возврата осветлённой воды.....	46
3.1.4	Общее устройство и принцип действия оборудования.....	47
3.2	Внутренняя система ГЗУ.....	47
3.2.1	Основные характеристики оборудования.....	47
4	Договор на приём, пропуск, сброс сточных вод между КАО «АЗОТ» и АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ». Выписка.....	50
4.1	Обязанности и ответственность сторон.....	50
4.1.1	АЗОТ обязуется.....	50

4.1.2	Абонент обязан.....	50
4.1.3	Прочие свойства сточных вод.....	51
4.2	Расчёты.....	52
4.2.1	Ежемесячные платы за сточные воды АЗОТу.....	52
4.2.2	Плата за пропуск сточных вод утверждается Администрацией г. Кемерово.....	52
4.2.3	Плата за аналитический контроль качества сточных вод.....	53
4.2.4	Расчёт платы за сброс загрязняющих веществ.....	53
4.2.5	При нарушении требований по показателю pH среды.....	54
5	Анализ возможности использования сточных вод.....	56
5.1	Анализ потерь.....	56
5.2	Анализ результатов контроля качества воды из коллекторов.....	63
5.3	Выводы по использованию стоков.....	64
6	Описание конструктивных решений использования сточных вод ХВО в системе ГЗУ	66
6.1	Технологические схемы	66
6.2	Описание конструктивных решений.....	66
6.3	Электроснабжение.....	68
6.4	Автоматизация.....	69
7	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	71
7.1	Планирование работ и оценка времени их выполнения.....	72
7.2	Смета затрат на выполнение проекта.....	74
7.2.1	Материальные затраты.....	74
7.2.2	Затраты на амортизацию.....	74
7.2.3	Затраты на заработную плату.....	75
7.2.4	Затраты на социальные отчисления.....	76
7.2.5	Прочие затраты.....	76
7.2.6	Накладные расходы.....	77
7.3	Смета затрат на оборудование.....	78
7.4	Определение экономической эффективности проекта.....	79
8	Социальная ответственность.....	82
8.1	Производственная безопасность.....	83

8.2	Производственное освещение.....	84
8.3	Производственный шум и вибрация.....	84
8.4	Основные виды средств защиты работающих.....	86
8.5	Экологическая безопасность.....	87
8.6	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	89
8.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	89
8.8	Сокращенный рабочий график.....	90
8.9	Предоставление дополнительного отпуска.....	91
8.10	Оплата работы во вредных условиях труда.....	92
8.11	Перечень иных гарантий и льгот для лиц, работающих во вредных условиях труда.....	92
8.12	Льготная пенсия.....	94
8.13	Выводы.....	96
	Заключение.....	97
	Список используемых источников.....	98
	Приложение А Принципиальная тепловая схема Ново-Кемеровской ТЭЦ ФЮРА.311333.001.ТЗ	
	Приложение Б Генеральный план Ново-Кемеровской ТЭЦ ФЮРА.311333.002.ВО	
	Приложение В Схема использования сточных вод ХВО-капрон ФЮРА.311333.003.Г2	
	Приложение Г Схема использования сточных вод ХВО-подпитки ФЮРА.311333.004.Г2	
	Приложение Д Схема водного баланса Ново-Кемеровской ТЭЦ ФЮРА.311333.005.Г3	

Введение

Целью выпускной квалификационной работы является анализ снижения потребности в речной воде и количества стоков за счёт повторного использования сточных вод для подпитки гидро-золоудаления (ГЗУ). Подпитка оборотной системы будет осуществляться из двух источников сточных вод:

1. Сточных вод системы химводоочистки – Капрон (ХВО-Капрон).
2. Сточных вод системы химводоочистки – подпитки (ХВО-подпитки).

Выпускная работа разделена на две части для возможности реализации поэтапно и не зависимо друг от друга.

В настоящее время сброс сточных вод производится в коллектор канализации сети КАО «АЗОТ», за что ТЭЦ на постоянной основе несёт расходы по приёму, пропуску и сбросу сточных вод.

На ТЭЦ имеется система ГЗУ, в замкнутом контуре которой используется техническая вода для транспортировки золошлаковых отходов. Т.к. система замкнутого цикла, то имеются потери воды с испарением, насыщением пор золы и шлака, фильтрацию через ложе и дамбу. Требуется постоянная подпитка системы речной водой.

Данная работа предполагает получение экономического эффекта от сокращения затрат на утилизацию сточных вод и сокращение затрат на подпитку ГЗУ за счёт использования сточных вод в системе ГЗУ на постоянной основе.

1. Характеристика станции

1.1 Тепловая схема, оборудование станции

1.1.1 Структура и основные технические показатели

Данная выпускная работа выполнена на основе действующей ТЭЦ расположенной по адресу: Кемеровская обл., г. Кемерово, ул. Грузовая 1Б АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ».

Первоначально ТЭЦ строилась для химкомбината, поэтому промплощадка с трёх сторон граничит с КАО «Азот».

Строительство Ново-Кемеровской ТЭЦ велось в 4 очереди:

- I очередь электрической мощностью 107 МВт – в период 1949-1955 гг;
- II очередь электрической мощностью 210 МВт – в период 1956-1967 гг;
- III очередь электрической мощностью 285/315 МВт – в период 1968-1969 гг. введена без турбоагрегата ст. №15 типа Т-120-12,8;
- IV очередь – котел ст. №16 ТП-87 (420 т/ч) введен в 1999 г.

В настоящее время изношенное и морально устаревшее оборудование I очереди демонтировано полностью.

Установленная мощность Ново-Кемеровской ТЭЦ составляет:

- тепловая – 1449 Гкал, в т.ч. по турбоустановкам 1407 Гкал;
- электрическая – 580 МВт.

Система технического водоснабжения ТЭЦ оборотная, с тремя башенными градирнями. Техническая вода забирается из реки Томь насосной станцией КАО «Азот» и подается в технологический цикл станции. Часть воды забирается на очистку в химобессоливающие установки для восполнения потерь конденсата (производительностью 900 и 600 т/ч) и в установку

подготовки химочищенной воды для подпитки теплосети (производительностью 2000 т/ч).

Основная масса воды, подается и используется на ТЭЦ в следующих системах:

- охлаждения основного цикла;
- гидро-золошлакоудаления;
- охлаждения подшипников механизмов.

В системе охлаждения основного цикла вода циркуляционными насосами подается через конденсаторы турбин. В конденсаторе вода, забирает тепло и конденсируя отработавший пар турбин, нагревается и поступает в градирни. Аналогично обеспечивается охлаждение в масло-, газо-, воздухоохладителях. Схема циркуляционных насосов позволяет подавать воду в конденсатор турбин от соседних циркуляционных насосов, через обводной циркуляционный насос (между ЦН 11-12 и ЦН 14-15).

Схема теплоснабжения левобережной части города - открытого типа. Присоединённая тепловая нагрузка составляет 832,5 Гкал/ч и распределяется на 2 тепломагистрали.

При теплоснабжении города циркуляция сетевой воды по двум тепловым магистралям составляет 6500 м³/ч. Тепловая нагрузка в горячей воде электростанции зимой составляет до 430 Гкал, летом – 100 Гкал. Нагрев сетевой воды осуществляется в подогревателях сетевых горизонтальных от теплофикационных отборов турбин ст. №11, 12, 14, 15 и в бойлерных установках отработанным паром с турбин. При необходимости, пар на теплофикацию можно подать от котлов через РОУ.

Для заполнения контура и восполнения потерь в тепловых сетях используется подпиточная вода, подаваемая КАО «Азот». Речная вода после

очистки в химическом цехе подается насосами в турбинный цех, где, пройдя предварительный подогрев, поступает на деаэраторы теплосети 1,2 ата. Полученная подпиточная вода подается в обратный коллектор теплосети на всас подпорных и сетевых насосов. Подпитка теплосети составляет до 900 м³/ч.

Принципиальная тепловая схема Ново-Кемеровской ТЭЦ показана в Приложении А, графического материала.

По структуре тепловой схемы НК ТЭЦ относится к «ТЭС 130 кгс/см² без промышленного перегрева» – не блочная станция с поперечными связями, у которой пар от всех котлов поступает в общий коллектор и уже оттуда распределяется по турбинам. Имеется возможность направлять пар непосредственно от паровых котлов к турбинам, однако общая соединительная магистраль при этом сохраняется, поэтому всегда можно использовать пар от всех котлов для питания любой из турбин. Линии, по которым вода подается в паровые котлы (питательные трубопроводы), также имеют поперечные связи.

Для покрытия отопительных нагрузок потребителей в горячей воде на ТЭЦ установлены бойлерные установки ст. №1÷6.

Назначение бойлерных установок (БОУ):

- бойлерная ст. №1 - предназначена для теплоснабжения собственных нужд станции, работает по схеме количественного регулирования по графику 150 ÷ 70 °С. Бойлерная выполнена отдельно стоящей установкой, состоящей из пиковой части;
- бойлерная ст. №2 – предназначена для теплоснабжения КАО «Азот», а также является резервной бойлерной для теплоснабжения жилищно-коммунального сектора г. Кемерово. Бойлерная работает по схеме качественного регулирования по графику 150÷70 °С со срезкой на 125 °С и включает в себя основные бойлеры турбоагрегата ст. №7. Подпитку сетей осуществляет КАО «Азот»;

- бойлерные ст. 4, 5, 6 предназначены для теплоснабжения жилищно-коммунального сектора г. Кемерово. Работают по схеме качественного регулирования по графику $150 \div 70$ °С со срезкой на 125 °С в т.ч.:

- бойлерная ст. №4 – включает в себя основные подогреватели турбоагрегатов ст. №11, 12 и пиковую часть;

- бойлерная ст. №5 – включает в себя основные подогреватели турбоагрегата ст. №14 и пиковую часть.

- бойлерная ст. №6 – включает в себя основные подогреватели турбоагрегата ст. №15 и пиковую часть.

Ново-Кемеровская ТЭЦ отпускает пар для технологических целей промышленным предприятиям 4-х параметров:

- 7 кгс/см² – 220 °С;

- 13 кгс/см² – 250 °С;

- 18 кгс/см² – 290 °С;

- 29 кгс/см² – 380 °С.

Потребление пара КАО «Азот» (7, 13, 18, 29 кгс/см²) от 130 до 500 т/ч;
АО «Химпром» (29 кгс/см²) до 40 т/ч.

Отпуск тепла в виде пара разных параметров на производство и собственные нужды осуществляется от турбин типа «Р», производственных отборов турбин типа «ПТ» и редукционно-охладительных установок (РОУ).

На ТЭЦ установлены следующие редукционно-охладительные установки (РОУ):

- две РОУ 140/18 кгс/см² производительностью по 250 т/ч;

- две РОУ 140/13 кгс/см² производительностью по 250 т/ч;

- четыре РОУ 140/29 кгс/см² производительностью по 20 т/ч;
- растопочная РОУ 140/7 кгс/см² производительностью 130 т/ч;
- растопочная РОУ 140/1,2 кгс/см² производительностью 60 т/ч;
- РОУ 18/13 кгс/см² производительностью 250 т/ч;
- РОУ 18/1,2 кгс/см² производительностью 60 т/ч.

1.2 Основные цеха Ново-Кемеровской ТЭЦ

1.2.1 Топливо-транспортный цех:

- разгрузочное устройство с двумя вагоноопрокидывателями производительностью по 800 т/ч каждое;
- двухблочное дробильное устройство с двумя дробилками типа ДДЗ-700 производительностью по 700 т/ч;
- два тракта ленточных конвейеров производительностью по 650 т/ч;
- угольный склад, механизированный бульдозерами и кранами перегружателем типа «Блейхерт» и «Фта-Крафт». Ёмкость склада угля составляет 240 тыс. тонн.

Производительность топливоподачи – 650 т/ч.

1.2.2 Масло-мазутное хозяйство (ММХ) предназначено для приема, хранения и подготовки мазута к сжиганию.

Масло-мазутное хозяйство включает в себя:

- разгрузочную эстакаду на 6 цистерн с мазутом, при возможности одновременного слива 2-х цистерн;
- 4-х баков запаса мазута емкостью – 4 по 675 = 2700 тонн мазута;

- оборудования для перекачки мазута, его разогрев и подачи на котлы производительностью 42 т/ч мазута.

1.2.3 Газовое хозяйство включает в себя:

- газорегуляторный пункт высокого давления (ГРП), для снижения давления попутного нефтяного газа, подходящего от газораспределительной станции, с давления 0,7 МПа до давления 0,13 МПа;
- газовое оборудование котлов, включающее газопроводы, арматуру, аппаратуру КИПиА, газовые горелки.

1.2.4 Химический цех имеет две схемы химводоочистки:

- химобессоливающие установки производительностью – 900 и 600 т/ч, работающие по схеме: коагуляция воды в осветлителях, осветление на механических фильтрах и двухступенчатое химобессоливание;
- установка подготовки химочищенной воды для подпитки тепловых сетей производительностью 2000 м³/ч, работающая по схеме: коагуляция воды в осветлителях, осветление на механических фильтрах и Na-катионирование.

В качестве исходной воды на ХВО используется вода, приходящая с КАО «Азот».

1.2.5 Котельный цех

На ТЭЦ 9 котлоагрегатов Таганрогского котельного завода типа Е-420-140Ж ($p=14$ МПа, $t=550$ °С). Все котлы П-образной компоновки с естественной циркуляцией и жидким шлакоудалением. Основное проектное топливо – уголь марки «Д»; растопочное – мазут; буферное – газ.

ГЗУ котлов выполнено по схеме совместного удаления золы и шлака багерными насосами на золошлакоотвал (ЗШО). Система замкнутого цикла с

повторным использованием воды для транспортировки золошлаков. Характеристика котлоагрегатов приведена в таблице 1.1.1.

Таблица 1.1.1 – Состав котельного оборудования

Ст №	Тип (марка) котла	Фактические параметры острого пара		Факти ческая произ водител ьнос ть, т/час	Год ввода	Завод изготовитель	Топливо		
		давление, кгс/см ²	Температура °C				основное	буферное	проект.
8	Е-420-140 Ж (ТП-87)	135	545	420	1964	ТКЗ	уголь	газ	уголь
9	Е-420-140 Ж (ТП-87)	135	545	420	1966	ТКЗ	уголь	газ	уголь
10	Е-420-140 Ж (ТП-87)	135	545	420	1968	ТКЗ	уголь	газ	уголь
11	Е-420-140 Ж (ТП-87)	135	545	420	1972	ТКЗ	уголь	газ	уголь
12	Е-420-140 Ж (ТП-87)	135	545	420	1975	ТКЗ	уголь	газ	уголь
13	Е-420-140 Ж (ТП-87)	135	545	420	1978	ТКЗ	уголь	газ	уголь
14	Е-420-140 Ж (ТП-87)	135	545	420	1981	ТКЗ	уголь	газ	уголь
15	Е-420-140 Ж (ТП-87)	135	545	420	1989	ТКЗ	уголь	газ	уголь
16	Е-420-140 Ж (ТП-87)	135	545	420	1999	ТКЗ	уголь	-	уголь

1.2.6 Турбинный цех

На ТЭЦ установлено 8 турбоагрегатов: Ленинградского металлического завода (ЛМЗ) и Уральского турбомоторного завода (УТМЗ). Все турбоагрегаты

оборудованы регенеративной схемой подогрева питательной воды. Парк турбин представлены в таблице 1.1.2.

Таблица 1.1.2 - Парк турбин

ТА ст. №	Тип турбины	Завод-изготовитель	Год ввода	Мощность	
				Эл. МВт	Тепл. Гкал/ч
7	ПТР-80-130/13	ЛМЗ	1994	80	195
9	Р-50-130/7	ЛМЗ	1966	50	149
10	Р-50-130/13	ЛМЗ	1967	50	178
11	ПТ-50-130/7	УТМЗ	1972	50	110
12	ПТ-50-130/7	УТМЗ	1973	50	110
13	Р-50-130/18	ЛМЗ	1977	50	198
14	ПТ-135-130/18	УТМЗ	1981	135	307
15	Т-120-12,8	ЛМЗ	2009	100	160

1.2.7 Электрический цех

ТЭЦ связана с потребителями электрическими сетями напряжением 110кВ и 6кВ. Выдача электроэнергии от ТЭЦ осуществляется:

- от генераторов ст. №7, 9, 11 на шины 6,3 кВ, имеющие связь с шинами 110 кВ через трансформаторы;
- от генераторов ст. №10, 12, 13, 14, 15 на шины 110 кВ.

Электроснабжение потребителей выполнено на напряжение 6 кВ и 110 кВ, собственных нужд ТЭЦ – на 6 кВ; 0,5 кВ и 0,4 кВ.

2. Характеристики ХВО-Капрон и ХВО-подпитки

2.1. Характеристики ХВО-Капрон

2.1.1. Назначение оборудования

Водоподготовительная установка полного химического обессоливания ХВО-Капрон химического цеха предназначена для химического обессоливания природной воды, идущей на восполнение потерь в пароводяном цикле станции. Проектная производительность 600 т/час.

Режим эксплуатации ХВО-Капрон должен обеспечить работу электростанции без повреждений и снижения экономичности, вызванных коррозией внутренних поверхностей водоподготовительного, теплоэнергетического и сетевого оборудования.

2.1.2. Основные характеристики оборудования ХВО-Капрон представлены в таблице 2.1.1

Таблица 2.1.1 - Основные характеристики оборудования ХВО-Капрон

№	Наименование оборудования	Технические характеристики	Кол-во, шт.
1	2	3	4
1	Осветлитель ЦНИИ-3	$Q_{м^3/ч}$ – 350-450 $V_{м^3}$ - 695 h мм – 10550	3
2	Бак осветленной воды (БОВ)	$V_{м^3}$ – 200 h мм – 5960 Ø мм. – 6630	2
3	Бак осветленной воды (БОВ)	$V_{м^3}$ – 300 h мм – 5960 Ø мм. – 8060	1
4	Насос осветленной воды (НОВ)	марка – 10Д-6-60 $Q_{м^3/ч}$ – 380-580 Н м.в.ст. – 46-58 n об.мин. – 1450	3
5	Однокамерные механические фильтры	$Q_{м^3/ч}$ – 90 Ø мм – 3000 h мм – 4370 Загрузка – антрацит	13
6	Н-катионитовые фильтры I ступени	$Q_{м^3/ч}$ – 50-180 $V_{загр.м^3}$ – 18-22,7 Загрузка: Катионит – КУ-2, амберлайт IR-120 Ø мм – 3400 h мм – 5700	9

Продолжение таблицы 2.1.1

1	2	3	4
7	Анионитовые фильтры I ступени	Q м ³ /ч – 50-180 V загр.м ³ – 13,6-15 Загрузка: Анионит Ан-31, амберлайт IRA-67 Ø мм – 3400 h мм – 5700	7
8	Н-катионитовые фильтры II ступени	Q м ³ /ч – 230-350 V загр.м ³ – 10,8 Загрузка - катионит КУ-2 Ø мм – 3000 h мм – 4370	6
9	Декарбонизаторы	V м ³ – 300 Ø мм – 2500 h мм – 4200	3
10	Баки частично обессоленной воды (БЧОВ)	V м ³ – 200 h мм – 5960 Ø мм. – 6630	2
11.	Насос частично обессоленной воды (НЧОВ)	марка – 6 НДВ-Х Q м ³ /ч – 360 Н м.в.ст. – 67 п об.мин. – 1450	3
12	Анионитовые фильтры II ступени	Q м ³ /ч – 110-160 V загр.м ³ – 13,6-15 Загрузка - анионит АВ-17 Ø мм – 3400 h мм – 5700	7
13	Баки химобессоленной воды (БХОВ)	V м ³ – 300 h мм. – 5900 Ø мм. – 8580	2
14	Насосы химобессоленной воды (НХОВ)	марка – 3 В-200×2 Q м ³ /ч – 250-450 Н м.в.ст. – 69-92,5 п об.мин. – 1450	3
15	Бак промывочных вод механических и Н- катионированных фильтров I ст.	V м ³ – 200 h мм. – 5900 Ø мм. – 6630	1
16	Бак отмывочных вод анионитовых фильтров	V м ³ – 200 h мм – 5960 Ø мм. – 6630	1
17	Бак регенерационных вод анионитовых фильтров	V м ³ – 200 h мм – 5960 Ø мм. – 6630	1

Продолжение таблицы 2.1.1

1	2	3	4
18	Бак-нейтрализатор кислых и щелочных вод	$V \text{ м}^3 - 450$ $h \text{ мм} - 12700$ $\varnothing \text{ мм} - 7000-9000$	2
19	Бак-мерник кислоты для регенераций	$V \text{ м}^3 - 16$ $h \text{ мм} - 2500$ $\varnothing \text{ мм} - 3000 \times 2000$	1
20	Мерник серной кислоты для регенерации	$V \text{ м}^3 - 0,7$ $h \text{ мм} - 600$ $\varnothing \text{ мм.} - 1500 \times 800$	1
21	Бак-мерник крепкой щелочи	$V \text{ м}^3 - 10$ $h \text{ мм} - 2000$ $\varnothing \text{ мм.} - 1500 \times 1500$	1
22	Расходный мерник щелочи для регенерации	$V \text{ м}^3 - 4$ $h \text{ мм} - 1200$ $\varnothing \text{ мм} - 1700 \times 2000$	1
23	Бак рабочего раствора аммиака	$V \text{ м}^3 - 3,0$ $h \text{ мм} - 1500$ $\varnothing \text{ мм} - 1500 \times 1500$	1
24	Мерник раствора коагулянта	$V \text{ м}^3 - 10$ $h \text{ мм} - 2000$ $\varnothing \text{ мм} - 2600$	2
25	Мерник для подщелачивания	$V \text{ м}^3 - 6,3$ $h \text{ мм} - 1500$ $\varnothing \text{ мм} - 2400$	2
26	Вентилятор Ц 13-50 № 6	$Q \text{ м}^3/\text{ч} - 13000$ $H \text{ м.в.ст.} - 110$ $n \text{ об.мин.} - 1450$	2
27	Компрессор ПКС	$P - 0,6 \text{ Мпа}$ $n - 1500 \text{ об./мин.}$	1
28	Насосы промывки Н-катионитовых фильтров	<u>№ 2</u> марка – 8 К-12 $Q \text{ м}^3/\text{час} - 288$ $H \text{ м.в.ст.} - 29$ $n \text{ об.мин.} - 1450$	1
		<u>№ 3</u> марка – К-150-125-250 С $Q \text{ м}^3/\text{час} - 200$ $H \text{ м.в.ст.} - 20$ $n \text{ об.мин.} - 1450$	1

Продолжение таблицы 2.1.1

1	2	3	4
29	Насос промывки механических фильтров	<u>№ 2</u> марка – К 290/30 $Q \text{ м}^3/\text{час} - 290$ Н м.в.ст. – 30 п об.мин. – 1450	1
		<u>№ 3</u> марка – 8 К-12 $Q \text{ м}^3/\text{час} - 288$ Н м.в.ст. – 29 п об.мин. – 1450	1
30	Насос промывки и регенерации анионитовых фильтров	марка – 6к-8 $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 162$ Н м.в.ст. – 32,5 п об.мин. – 1450	2
31	Насосы-дозаторы серной кислоты № 1, 2 для регенерации Н-катионитовых фильтров	марка – НД1000/16 К145А $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 1,0$ Н м.в.ст. – 160 Число ходов плунжера ход/мин. – 100	2
32	Насос-дозатор щелочи № 1 для регенерации анионитовых фильтров	марка – НД2500/10 А 14А $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 2,5$ Н м.в.ст. – 100 Число ходов плунжера ход/мин. – 100	1
33	Насосы-дозаторы раствора коагулянта	марка – НД630/10 $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 0,63$ Н м.в.ст. – 100 Число ходов плунжера ход/мин. – 100	3
34	Насос-дозатор аммиака	марка – НД100/10 $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 0,1$ Н м.в.ст. – 100 Число ходов плунжера ход/мин. – 100	2
35	Насос гидроперегрузки	марка – х 80-50-160 Д С $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 50$ Н м.в.ст. – 32 п обр.мин. - 2900	1
36	Насос подщелачивания бассейна-нейтрализатора (выход)	марка – Х 50-32-125 Д $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 12,5$ Н м.в.ст. – 20 п обр.мин. – 2900	1
37	Насос подщелачивания бассейна-нейтрализатора (вход) и подщелачивания осветленной воды	марка – Х 50-32-125 Д $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 12,5$ Н м.в.ст. – 20 п обр.мин. – 2900	1

Продолжение таблицы 2.1.1

1	2	3	4
38	Насос-дозатор подщелачивания осветленной воды	марка – НД100/10 Q м ³ /ч – 0,1 Н м.в.ст. – 100 Число ходов плунжера ход/мин. – 100	1

2.1.3. Схема водоподготовительной установки ХВО-Капрон

Перед подачей на ХВО сырая вода подогревается в турбинном цехе до $t = 25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Подогретая вода поступает в химический цех на осветлители №№ 1 – 3 по двум коллекторам сырой воды №№ 4 и 5. Далее, пройдя воздухоотделители, вода освобождается от растворенного в ней воздуха и поступает в осветлители.

В осветлителях происходят процессы коагуляции и осветления воды. Из осветлителей вода сливается в промежуточные баки осветленной воды (БОВ), откуда насосами осветленной воды (НОВ) подается на механические фильтры, загруженные антрацитовой крошкой.

Осветленная вода после механических фильтров поступает на Н-катионитовые фильтры I ступени, загруженные катионитом КУ-2 и его аналогом импортной ионообменной смолой амберлайт IR-120. Далее Н-катионированная вода поступает на анионитовые фильтры I ступени, загруженные слабоосновным анионитом АН-31 и его аналогом импортной ионообменной смолой амберлайт IRA-67, анионированная вода подается на Н-катионитовые фильтры II ступени, загруженные катионитом КУ-2.

После Н-катионитовых фильтров II ступени вода поступает на декарбонизаторы, где освобождается от угольной кислоты и сливается в баки частично обессоленной воды (БЧОВ).

Из этих баков насосами частично обессоленной воды (НЧОВ) вода подается на анионитовые фильтры II ступени, загруженные сильноосновным анионитом АВ-17.

Обессоленная вода после анионитовых фильтров II ступени поступает в баки обессоленной воды (БХОВ), откуда насосами обессоленной воды (НХОВ) подается по коллектору обессоленной воды № 4 в бак обессоленной воды V-1000 м³.

Для предотвращения коррозии питательного тракта производится амминирование обессоленной воды. Раствор аммиака подается насосами-дозаторами в коллектор обессоленной воды после насосов ХОВ.

2.1.4. Механические фильтры

Механические фильтры предназначены для удаления из осветленной воды взвешенных примесей, находящихся в различной степени дисперсности: от невидимых частиц до мелких хлопьев – остатков коагуляции.

Принцип работы фильтров основан на фильтрации воды через слой фильтрующего материала. В качестве фильтрующего материала используется антрацитовая крошка фракции 1,5 – 2,0 мм.

2.1.5. Н-катионитовые фильтры

Н-катионитовые фильтры I ступени в схеме обессоливания предназначены для максимально возможного поглощения всех катионов, поступающих с осветленной водой, с заменой их на катионы водорода, содержащиеся в катионите.

Н-катионитовые фильтры II ступени являются барьерными фильтрами и служат для поглощения в основном катионов Na^+ , проскочивших через Н-катионитовые фильтры I ступени.

2.1.6. Анионитовые фильтры

Анионитовые фильтры I ступени (слабоосновные аниониты) предназначены для поглощения анионов сильных минеральных кислот SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- из растворов соответствующих кислот, образовавшихся в результате Н-катионирования обрабатываемой воды. Анионы слабых кислот HCO_3^- , HSiO_3^- этими анионитами не поглощаются.

Анионитовые фильтры II ступени (сильноосновные аниониты) поглощают анионы как сильных, так и слабых кислот, т.е. кремниевую и угольную кислоты.

2.1.7. Декарбонизатор

Декарбонизатор предназначен для удаления свободной угольной кислоты, образовавшейся в процессе Н-катионирования и создания более благоприятных условий при поглощении кремниевой кислоты высокоосновным анионитом в анионитовых фильтрах II ступени.

Угольная кислота, если ее не удалить, хорошо поглощается высокоосновным анионитом. В результате этого емкость поглощения анионита по кремниевой кислоте уменьшается и, кроме того, требуется увеличение расхода едкого натра для удаления углекислоты из анионита при регенерации.

2.1.8. Амминирование обессоленной воды

Для предотвращения углекислотной коррозии оборудования питательного и пароконденсатного трактов электростанции в схеме ХВО предусмотрено амминирование обессоленной воды, при котором происходит связывание свободной углекислоты аммиаком по реакции:



2.1.9. Схема амминирования

Раствор аммиака 25% доставляется на станцию в цистерне ($V=3 \text{ м}^3$). Из цистерны раствор аммиака перекачивается насосом в два бака хранения аммиака $V = 6,3 \text{ м}^3$. Насос и баки расположены в складе реагентов.

Из бака хранения аммиака $V = 6,3 \text{ м}^3$ тем же насосом аммиак закачивается в расходный мерник $V = 0,5 \text{ м}^3$, установленный в фильтровальном зале ХВО III очереди.

2.1.10. Нормы качества обессоленной воды

Качество обессоленной воды для подпитки котлов с естественной циркуляцией давлением 140 кгс/см^2 (13,8 МПа) должно удовлетворять следующим нормам (ПТЭ п. 4.8.33):

- Общая жесткость – не более 1 мкг-экв/дм^3 ;
- Содержание кремниевой кислоты – не более 100 мкг-экв/дм^3 ;
- Содержание соединений натрия – не более 160 мкг-экв/дм^3 ;
- Удельная электрическая проводимость (без аммиака) – не более $2,0 \text{ мкСм/см}$.

2.1.11. Природоохранные мероприятия

Мероприятия, производимые на водоподготовке по охране окружающей среды, включают в себя сбор отмывочных и регенерационных вод с ионитных фильтров.

Кислые и щелочные воды после отмывки ионитных фильтров собираются в баки - нейтрализаторы. После чего они сливаются в бассейн-нейтрализатор, где тщательно перемешиваются насосами циркуляции и сбрасываются в минеральную канализацию.

Схема нейтрализации включает в себя:

- два бака-нейтрализатора $V=450 \text{ м}^3$ с системой дренажных трубопроводов;
- бассейн-нейтрализатор $V=850 \text{ м}^3$;
- приборы химического контроля (рН-метры по месту и на щите ХВО, уровнемеры на щите ХВО и по месту);
- насосы циркуляции бассейна-нейтрализатора;
- насос перекачки щелочных вод из бака-нейтрализатора ВПУ «расширение»;
- насосы подщелачивания бассейна-нейтрализатора;
- мерники подщелачивания бассейна-нейтрализатора $V=6,3 \text{ м}^3$.

Оперативный технологический контроль предусматривает поддержание рН в сбрасываемых сточных водах из бассейна-нейтрализатора в пределах 6,5-8,5.

Отмывочные воды с механических фильтров должны собираться в баки сбора отмывочных вод механических фильтров (2 бака по $V=220 \text{ м}^3$) и после

отстоя должны перекачиваться насосами в гребенку сырой воды для повторного использования в схеме водоподготовки.

Нормы качества сточных вод представлены в таблице 2.1.2

Таблица 2.1.2 - Нормы качества сточных вод

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	колодец № 4 ПДК, г/м ³	колодец № 18 ПДК, г/м ³
1	2	3	4
1	рН-среды	6,5-8,5	6,5-8,5
2	БПКп	7,52	7,52
3	Хлориды	206,545	368,97
4	Сульфаты	968,17	61,89
5	Нитраты	4,55	1,11
6	Нитриты	0,065	0,12
7	Сухой остаток	1397,05	529,32
8	Взвешенные вещества	11,64	423,37
9	Нефтепродукты	0,135	4,23
10	Железо	0,37	0,17
11	Алюминий	1,54	0,54
12	Медь	0,5	0,5
13	Азот аммонийный	2,516	2,516
14	Фосфаты (по Р)	2,04667	2,04667

2.1.12 Прочие свойства сточных вод:

- мутность – отсутствие;
- плавающие примеси – отсутствие;
- цветность – бесцветные;
- температура – 5-28 °С;

- растворенный кислород – не более 4 мг/дм³.

2.2. Характеристики ХВО-подпитки

2.2.1. Назначение оборудования

Установка предназначена для получения умягченной воды, используемой для подпитки теплосети города.

Умягчение воды – процесс понижения ее жесткости, обусловленной наличием солей кальция и магния. Проектная производительность установки - 2000 т/час. Установка работает по двум схемам.

Режим эксплуатации ХВО теплосети должен обеспечить работу электростанций без повреждений и снижения экономичности, вызванных коррозией внутренних поверхностей водоподготовительного, теплоэнергетического и сетевого оборудования.

2.2.2. Основные характеристики оборудования

2.2.2.1. Основные характеристики оборудования схемы № 1 представлены в таблице 2.2.1

Таблица 2.2.1 - Основные характеристики оборудования схемы № 1

№ п/п	Наименование оборудования	Технические характеристики	Кол-во, шт.
1	2	3	4
1	Осветлитель ЦНИИ-3	Qм ³ /ч – 350-450 Vм ³ - 695 h мм – 10550	3
2	Бак осветленной воды (БОВ)	V м ³ – 700 h мм – 8845 Ø мм. – 10500	2
3	Насос осветленной воды (НОВ)	марка – 350-Д-90 Q м ³ /ч – 1000-1150 Н м.в.ст. – 86-100 n об.мин. – 1500	2

4	Мерник раствора коагулянта	$V \text{ м}^3 - 16$ $h \text{ мм} - 2508$ $\varnothing \text{ мм.} - 2930$	4
---	----------------------------	---	---

Продолжение таблицы 2.2.1

1	2	3	4
5	Насосы-дозаторы раствора коагулянта	марка – НД 630/10 $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 0,63$ $H \text{ м.в.ст.} - 100$ Число ходов плунжера ход/мин. – 100	10
6	Бак-мерник раствора щелочи для подщелачивания	$V \text{ м}^3 - 6,3$ $h \text{ мм} - 1500$ $\varnothing \text{ мм.} - 2400$	2
7	Насос для подщелачивания осветленной воды	марка – Х 50-32-125 Д $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 12,5$ $H \text{ м.в.ст.} - 20$ n обр.мин. – 2900	1
8	Насос-дозатор подщелачивания осветленной воды	марка – НД100/10 $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 0,1$ $H \text{ м.в.ст.} - 100$ Число ходов плунжера тход/мин. – 100	1
9	Мешалка полиакриламида	$V \text{ м}^3 - 2$ $h \text{ мм} - 2347$ $\varnothing \text{ мм.} - 1950$	2
10	Мерники рабочего раствора полиакриламида	$V \text{ м}^3 - 10$ $h \text{ мм} - 2008$ $\varnothing \text{ мм.} - 2630$	2
11	Насосы-дозаторы рабочего раствора полиакриламида	марка – НД 1600/16 $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 1,6$ $H \text{ м.в.ст.} - 160$ Число ходов плунжера ход/мин. – 100	5
12	Циркуляционный насос полиакриламида	марка – К 100-65-200 $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 90$ $H \text{ м.в.ст.} - 40$ n обр.мин. – 2900	1

13	Na-катионитовый фильтр	$Q \text{ м}^3/\text{ч} - 80$ $\varnothing \text{ мм.} - 3400$ $H \text{ мм.} - 5230$	15
----	------------------------	---	----

Продолжение таблицы 2.2.1

1	2	3	4
14	Бак умягченной воды	<u>№ 1, 2</u> $V \text{ м}^3 - 200$ $h \text{ мм} - 5960$ $\varnothing \text{ мм.} - 6710$	2
		<u>№ 3</u> $V \text{ м}^3 - 140$ $h \text{ мм} - 5500$ $\varnothing \text{ мм.} - 5600$	1
15	Насос умягченной воды	<u>№ 1, 2</u> марка – 10 Д 6-60 $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 465$ $H \text{ м.в.ст.} - 70$ $n \text{ об.мин.} - 1450$	2
		<u>№ 3</u> марка – 8 НДВ – X $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 720$ $H \text{ м.в.ст.} - 67$ $n \text{ об.мин.} - 1450$	1
		<u>№ 4</u> марка – 14 Д – 6М $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 1200$ $H \text{ м.в.ст.} - 95$ $n \text{ об.мин.} - 1450$	1
16	Бак соли	$V \text{ м}^3 - 170$ $h \text{ мм} - 10000$ $\varnothing \text{ мм.} - 6300$	2
17	Мерник соли для регенерации	$V \text{ м}^3 - 20$ $h \text{ мм} - 3000$ $\varnothing \text{ мм.} - 3200 \times 3040$	1
18	Насос промывки Na-катионитовых фильтров	<u>№ 1</u> марка – К 100-65-200 $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 100$ $H \text{ м.в.ст.} - 50$ $n \text{ об.мин.} - 2900$	1
		<u>№ 2</u> марка – 6 К – 8 $Q \text{ м}^3/\text{ч} - 162$ $H \text{ м.в.ст.} - 32,5$ $n \text{ об.мин.} - 1450$	1

Продолжение таблицы 2.2.1

1	2	3	4
19	Насос соли для регенерации На-катионитовых фильтров	<u>№ 1</u> марка – 2Х - 9Л - 3 - 51 $Q \text{ м}^3/\text{ч}$ – 12-29 Н м.в.ст. – 14-20 п об.мин. – 2900	1
		<u>№ 2</u> марка – Х 80-50-160 $Q \text{ м}^3/\text{ч}$ – 50 Н м.в.ст. – 32 п об.мин. – 2900	
20	Дренажный насос из кабельного канала	марка – Х 80-65-160С-УХ2 $Q \text{ м}^3/\text{ч}$ – 50 Н м.в.ст. – 32 п об.мин. – 2900	1

2.2.2.2. Основные характеристики оборудования схемы № 2 представлены в таблице 2.2.2

Таблица 2.2.2 - Основные характеристики оборудования схемы № 2

№	Наименование оборудования	Технические характеристики	Кол-во, шт
1	2	3	4
1	Осветлитель ХАО ТЭП	$Q \text{ м}^3/\text{ч}$ - 450 $V \text{ м}^3$ – 800 h мм – 11400 Ø мм – 12200	2
2	Бак осветленной воды	$V \text{ м}^3$ – 630 h мм – 10500 Ø мм. – 9000	3
3	Механический двухкамерный фильтр	$Q \text{ м}^3/\text{ч}$ – 160 Ø мм. – 3040 h мм. – 3900	8
4	Насос осветленной воды	марка – СЭ 1250-70-11 $Q \text{ м}^3/\text{ч}$ – 1250 Н м.в.ст. – 70 п об.мин. – 1450	2
5	Насос промывки механических фильтров	марка – 1Д 500-636 УХЛ $Q \text{ м}^3/\text{ч}$ – 400 Н м.в.ст. – 44 п об.мин. – 1450	2

6	На-катионитовые фильтры IV очереди	Q м ³ /ч – 160 Ø мм. – 3040 Н мм. – 3750	8
7	Бак умягченной воды	V м ³ – 450 h мм – 7000 Ø мм. – 9000	3

Продолжение таблицы 2.2.2

1	2	3	4
8	Насосы умягченной воды	марка – СЭ 1250-70-11 Q м ³ /ч – 1250 Н м.в.ст. – 70 п об.мин. – 1450	2
9	Насос промывки На-катионитовых фильтров	марка – К 160/30 Q м ³ /ч – 160 Н м.в.ст. – 30 п об.мин. – 1450	2
10	Насос соли для регенераций На-катионитовых фильтров	марка – ХЕ 80-50-200 к 55-у2 Q м ³ /ч – 50 Н м.в.ст. – 50 п об.мин. – 2900	2
11	Насосы-дозаторы коагулянта	марка – НД 25-1000/16Д Q м ³ /ч – 1 Н м.в.ст. – 160 Число ходов плунжера ход/мин. – 100	4
12	Насосы-дозаторы ПАА	марка – НД 25-1000/16Д Q м ³ /ч – 1 Н м.в.ст. – 160 Число ходов плунжера ход/мин. – 100	4
13	Мерник соли для регенераций	V м ³ – 10 h мм – 1500 Ø мм. – 2250×3000	1
14	Бак-усреднитель	V м ³ – 400 h мм – 8000 Ø мм. – 8000	1

2.2.3. Схема водоподготовительной установки ХВО-подпитки теплосети № 1

Схема ХВО подпитки теплосети № 1 включает в себя:

- коагуляция в осветлителях;
- одноступенчатое Na-катионирование.

Подогретая вода поступает в химический цех на осветлители №№ 4 – 8 по двум коллекторам сырой воды №№ 4 и 5. Далее, пройдя воздухоотделители, где вода освобождается от растворенного в ней воздуха, поступает в осветлители.

В осветлителях происходят процессы коагуляции и осветления воды. Из осветлителей вода сливается в промежуточные баки осветленной воды (БОВ), откуда насосами осветленной воды (НОВ) подается в коллектор осветленной воды по эстакаде ХВО III очередь – ХВО подпитки теплосети на Na-катионитовые фильтры.

В аварийных ситуациях предусмотрена подача осветленной воды после горизонтальных механических фильтров ХВО III очереди. Задвижка подачи воды расположена за горизонтальным механическим фильтром № 3.

А также, когда невозможна подача осветленной воды с ХВО III очереди предусмотрена подача осветленной воды с ХВО-капрон после II секции механических фильтров. Задвижка подачи осветленной воды расположена над площадкой сырой воды № 2.

Пройдя Na-катионитовые фильтры, загруженные сульфугоглем, умягченная вода поступает в баки умягченной воды (БУВ). Из баков насосами умягченной воды вода подается по коллекторам на деаэраторы подпитки теплосети турбинного цеха.

2.2.4. Схема водоподготовительной установки ХВО подпитки теплосети №2

Подогретая вода поступает в химический цех на осветлители №№ 9, 10 по коллектору сырой воды № 6. Далее, пройдя воздухоотделители, где вода освобождается от растворенного в ней воздуха, поступает в осветлители.

В осветлителях происходят процессы коагуляции и осветления воды. Из осветлителей вода сливается в промежуточные баки осветленной воды (БОВ), откуда насосами осветленной воды (НОВ) подается на двухкамерные механические фильтры, загруженные антрацитовой крошкой.

Осветленная вода после механических фильтров поступает на На-катионитовые фильтры, загруженные сульфоуглем и сливается в баки умягченной воды (БУВ).

Из этих баков насосами умягченной воды (НУВ) вода подается по коллекторам на деаэраторы подпитки теплосети турбинного цеха.

2.2.5 Механические фильтры

Механические двухкамерные фильтры предназначены для удаления из осветленной воды взвешенных примесей, находящихся в различной степени дисперсности: от невидимых частиц до мелких хлопьев – остатков коагуляции.

Принцип работы фильтров основан на фильтрации воды через слой фильтрующего материала. В качестве фильтрующего материала используется антрацитовая крошка фракции 1,5 – 2,0 мм.

Производительность двухкамерных механических фильтров составляет 160 м³/час.

2.2.6. На - катионитовые фильтры

На-катионитовые фильтры в схеме подпитки теплосети предназначены для необходимого поглощения катионов жесткости, поступающих с осветленной водой с заменой их на катионы натрия, содержащиеся в катионите (для умягчения воды).

2.2.7. Природоохранные мероприятия

Мероприятия, производимые на ХВО теплосети по охране окружающей среды, включают в себя сбор в бак-усреднитель отмывочных и регенерационных вод с На-катионитовых фильтров с последующим их разбавлением.

После чего сточные воды ХВО теплосети сбрасываются в промливневую канализацию.

Нормы качества сточных вод представлены в таблице 2.2.3

Таблица 2.2.3 - Нормы качества сточных вод

п/п	Наименование загрязняющих веществ	ПДК, г/м ³ колодец № 4	ПДК, г/м ³ Колодец № 18
-----	-----------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------

1	2	3	4
1	рН-среды	6,5-8,5	6,5-8,5
2	БПКп	7,52	7,52
3	Хлориды	206,545	368,97
4	Сульфаты	968,17	61,89
5	Нитраты	4,55	1,11
6	Нитриты	0,065	0,12

Продолжение таблицы 2.2.3

1	2	3	4
7	Сухой остаток	1397,05	529,32
8	Взвешенные вещества	11,64	423,37
9	Нефтепродукты	0,135	4,23
10	Железо	0,37	0,17
11	Алюминий	1,54	0,54
12	Медь	0,5	0,5

2.2.8. Прочие свойства сточных вод:

- мутность – отсутствие;
- плавающие примеси – отсутствие;
- цветность – бесцветные;
- температура – 5-28 °С;
- растворенный кислород – не более 4 мг/дм³.

2.3. Нейтрализация ХВО

2.3.1. Схема нейтрализации ХВО

Схема нейтрализации ХВО предназначена для сбора всех сбросных вод ионитных фильтров ХВО обессоливания, сточных вод реагентного хозяйства для взаимной их нейтрализации в бассейне-нейтрализаторе. Нейтрализованные сточные воды сбрасываются в минеральный канализационный коллектор КАО «Азот».

Для удобства в работе на щите ХВО установлены следующие приборы:

- рН-метры для измерения рН сточных вод на входе и выходе бассейна-нейтрализатора;
- уровнемеры для измерения уровня в баках-нейтрализаторах № 1 и № 2.

С трубопровода напора глубинного насоса для циркуляции № 1 взят отбор пробы на рН-метр с выхода бассейна; с трубопровода напора насоса циркуляции № 2 первого отсека взят отбор пробы на рН-метр входа бассейна.

Регенерационные воды ХВО подпитки теплосети собираются в бак-усреднитель, где разбавляются водой от промывки обратным током и прямотоком Na-катионитовых фильтров для снижения содержания вредных веществ в сточных водах. Разбавленные сточные воды сбрасываются в промливневый канализационный коллектор КАО «Азот».

2.3.2. Основные характеристики оборудования схемы нейтрализации представлены в таблице 2.3.1

Таблица 2.3.1 - Основные характеристики оборудования схемы нейтрализации

№ п/п	Наименование оборудования	Технические характеристики	Кол-во, шт
1	2	3	4
1	Бак-нейтрализатор ХВО-Капрон	V – 450 м ³ H – 12700 мм Ø – 9000 мм	2

Продолжение таблицы 2.3.1

1	2	3	4
2	Бак-нейтрализатор ХВО III очереди	V – 450 м ³ H – 12700 мм Ø – 9000 мм	2
3	Бассейн-нейтрализатор	V – 857 м ³ H – 3650 мм	1
4	Насос перекачки щелочных вод № 7	Марка – ХО-100-65-250 Q – 90 м ³ /ч H – 67 м.в.ст.	1
5	Насос для подщелачивания бассейна-нейтрализатора № 4	марка – X 50-32-125 Q – 12,5 м ³ /ч H – 20 м.в.ст.	1
6	Мерник крепкой щелочи	V – 10 м ³ H – 1500 мм	2
7	Глубинный насос циркуляции бассейна – нейтрализатора № 1	марка – АХП 65-50-160-2.0 Q – 25 м ³ /ч H – 32 м.в.ст.	1
8	Насос циркуляции I отсека бассейна нейтрализатора № 2	марка – X 80-50-160 Д-С Q – 50 м ³ /ч H – 32 м.в.ст.	1

2.3.3. Устройство и принцип действия оборудования схемы нейтрализации сточных вод ХВО

2.3.4. Устройство бака-нейтрализатора

Бак-нейтрализатор представляет собой цилиндр с переменным сечением. Нижняя часть оканчивается конусом. Объем бака - 450 м³.

Внутренняя поверхность бака-нейтрализатора защищена кислотоупорным кирпичом. Бак имеет люк-лаз для ремонтных работ и осмотра, штуцер для ввода импульсных трубок на приборы КИПиА (уровнемер, pH-метр).

2.3.5. Устройство и назначение бассейна-нейтрализатора

Бассейн представляет собой бетонный резервуар емкостью 857 м³. Внутри покрыт металлом, покрашен латексом. Бассейн разделен на 4 отсека для лучшего перемешивания и нейтрализации воды - № I, II, III, и IV по ходу потока воды. Сточные воды из нейтрализаторов № 1 и № 2 и кислые воды с ХВО III очереди сливаются в бассейн сверху в отсек № I. Далее вода переливается из одного отсека в другой через перегородки между отсеками.

Из отсека № IV взаимно-нейтрализованные сточные воды сливаются в коллектор минеральной канализации. Образующийся осадок солей остается в бассейне. Периодически осадок удаляется механическим путем во время остановов бассейна.

Бассейн-нейтрализатор имеет ограждение по периметру и наружное освещение.

В зимнее время во избежание промерзания открыт проток воды в линию на подщелачивание бассейна-нейтрализатора.

2.3.6. Эксплуатация схемы нейтрализации ХВО подпитки теплосети

Мероприятия по охране окружающей среды, проводимые на ХВО подпитки теплосети, включают в себя сбор отмывочных и регенерационных вод с На-катионитовых фильтров в бак-усреднитель, который предназначен для сбора и разбавления сточных вод. После разбавления сточные воды сбрасываются в промливневую канализацию.

Нормы качества сточных вод представлены в таблице 2.3.3

Таблица 2.3.3 - Нормы качества сточных вод

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	ПДК, г/м ³ колодец № 4	ПДК, г/м ³ Колодец № 18
1	2	3	4
1	рН-среды	6,5-8,5	6,5-8,5
2	БПКп	7,52	7,52
3	Хлориды	206,545	368,97
4	Сульфаты	968,17	61,89
5	Нитраты	4,55	1,11
6	Нитриты	0,065	0,12
7	Сухой остаток	1397,05	529,32
8	Взвешенные вещества	11,64	423,37
9	Нефтепродукты	0,135	4,23
10	Железо	0,37	0,17
11	Алюминий	1,54	0,54
12	Медь	0,5	0,5
13	Азот аммонийный	2,516	2,516
14	Свинец	Отс.	Отс.
15	Фосфаты (по Р)	2,04667	2,04667
16	Фенолы летучие	0,002	0,002
17	ХПК	Не боле 30,0	Не более 30
18	Анилин	0,00603	0,00603
19	Формальдегид	0,01683	0,01683
20	Цинк	0,3380	0,3380

2.3.7. Прочие свойства сточных вод

- мутность – отсутствие;
- плавающие примеси – отсутствие;
- цветность – бесцветные;
- температура – 5-28 °С;
- растворенный кислород – не более 4 мг/дм³.

3. Внутренняя и внешняя система ГЗУ

3.1 Золошлакоотвал (ЗШО). Внешняя система ГЗУ

3.1.1 Характеристики оборудования внешней системы ГЗУ

Оборотная, с отстаиванием гидропульпы на золошлакоотвале с возвратом осветлённой воды на ТЭЦ, для повторного использования внутри котельного цеха.

Безвозвратные потери оборотной воды в системе (испарение, фильтрация и т.п. восполняются из системы технического водоснабжения).

Система внешнего ГЗУ предназначена для удаления золы и шлака.

3.1.2 Основные характеристики оборудования

Золошлакоотвал расположен на левом берегу р.Томь в северном направлении от ТЭЦ (район автодороги к д.Мозжуха). Золоотвал пойменного типа, двухсекционный. Класс капитальности-III.

Дата ввода в эксплуатацию:

- секция №1 – 1976 г.
- секция №2 – 1993 г.
- площадь секций:
- №1 - 39,647 га;
- №2 - 57,814 га.

Секция №1 заполнена до проектных отметок в 1993 г. С 2001 г. используется как промежуточная емкость для складирования золошлаковых отходов. В секции смонтирован земснаряд, который перекачивает золошлаки из секции №1 в секцию №2.

Секция №2 тип - насыпная, материал - суглинок, песчано-гравийной смеси.

Максимальная высота-9,0 м, длина по гребню-3200 м, ширина по гребню 7м.

Крепление гребня выполнено гравийно-галечной смесью.

Проектное заложение верхового и низового откосов 1:2,5;

Фактическое от 1:2 до 1:2,7. Крепление низового откоса – посев трав.

Абсолютная отметка гребня дамбы 118 м.

Среднегодовой выход золошлаков со станции – 250,1 тыс. т/год.

С внешней стороны ограждающей дамбы золоотвала по всему периметру имеется открытый дренажный канал и с северной стороны дамбы имеется въезд на гребень дамбы. Отстойный пруд золоотвала имеет 2 сливных колодца. Тип колодцев – шахтный.

Для обеспечения очистки осветлённой воды от плавающих предметов перед колодцем установлены запани (боны) и дополнительные сетки. Боны изготовлены из стальных труб.

Для наблюдения за положением кривой депрессии фильтрационного потока воды установлены шахтные пьезометры в 7 створах в количестве 21 шт.

3.1.3. Оборудование и сооружение возврата осветлённой воды

Насосная станция возврата осветлённой воды оборудована тремя центробежными насосами, характеристики которых представлены в таблице 3.1.1

Таблица 3.1.1 - Характеристики центробежных насосов

Характеристики	НОЦ № 1	НОЦ № 2	НОЦ № 3
Производительность, м ³ /час	1250	1250	800
Напор, мм в.ст.	120	120	100

Установлен дренажный насос типа НСЦ – 3 производительностью до 60 м³/час, с электродвигателем мощностью 4 кВт – 2859 об/мин, 380 в.

Дно сливного колодца отстойного пруда золоотвала соединены трубой Д – 630 мм с приёмной ёмкостью насосов обратного цикла. Труба проходит через дамбы. Каждый насос обратного цикла имеет всас из этой приёмной ёмкости. От насосов обратного цикла осветлённая вода подаётся на НК ТЭЦ до 76-й высокой опоры, трубопроводом Ду – 500 мм, который подаёт воду на всас смывных и орошающих насосов второй и третьей очереди. В ячейке 7-го котла по ряду «Е» в этот трубопровод врезан трубопровод Ду – 400 мм, от которого

подаётся вода на всас смывных насосов «5, 6». Протяжённость трубопровода осветлённой воды – 5000 м.

3.1.4. Общее устройство и принцип действия оборудования

Система внешнего ГЗУ рассчитана на совместное удаление золы и шлака.

В состав сооружений внешнего ГЗУ входят следующие объекты:

- Золошлакопроводы –4 шт.
- Две секции золоотвала.
- Трубопровод осветлённой воды.
- Станция осветлённой воды.

3.2 Внутренняя система ГЗУ

3.2.1. Основные характеристики оборудования

На II очереди котельного цеха (котлы 8-10) выполнена непрерывная раздельная схема удаления шлака и золы.

Жидкий шлак через лётки топок котлов поступает в шлаковые ванны, гранулируется и шнеком сбрасывается через дробилку в шлаковый канал, расположенный вдоль фронта котлов. Побудительными соплами шлак транспортируется на всас багерных насосов II очереди. Приемок насосов расположен между котлами 8 и 9. Угол наклона каналов в сторону багерной насосной составляет примерно 2 градуса.

Зола с мокрых золоуловителей (скрубберов) через гидрозатвор сливается в золовой канал, расположенный вдоль золного отделения, транспортируется побудительными соплами на всас шламовых насосов. Угол наклона канала в сторону насосов составляет от 1 до 1,5 градусов. При неисправности шламовых насосов золопульпа может поступать через поперечный канал, проходящий между лётками котла № 9, в шлаковый канал и далее на всас багерных насосов.

На III очереди котельного цеха (котлы 11-16) выполнена совместная схема удаления шлака и золы. Шлаковые каналы котлов – 11, 12 и 13-16 соединены поперечными каналами с золовыми и далее шлак вместе с золой транспортируется на всас багерных насосов III очереди. Багерная насосная III очереди расположена в зольном отделении между котлами 12 и 13. Уклон шлаковых и зольных каналов в сторону багерной насосной III очереди – 1,5 - 2 градуса.

Во внутреннюю схему обслуживания ГЗУ входит следующее оборудование:

- Шлаковые шнеки и дробилки – 2 шнека и 2 дробилки на каждый котёл.
- Лётки и шлаковые шахты – по 2 шт. на котёл.
- Скруббера и трубы Вентури по 6 штук на котлах № 10, 15, 16, на котлах № 11, 12, 13 – по 2 скруббера и по 3 трубы Вентури на каждый скруббер, на котлах № 8, 9, 14 – по 6 скрубберов и по 3 трубы Вентури.
- Трубопроводы смывной, орошающей и эжектирующей воды.
- Гравийные фильтры – 16 штук.
- Баки постоянного уровня – 5 штук.
- Золовые и шлаковые каналы II и III очередей.
- Багерный приямок II очереди и установленное в нём оборудование:
 - 3 багерных насоса типа ГРАТ 900/67.
 - Эжекторы – 2 шт. могут работать на смывной (P=6-8 ата), пожарно-технической воде (P=10-12 ата).
- Напорные трубопроводы багерных насосов – 3 шт.
- Багерный приямок III очереди и установленное в нём оборудование:
 - 4 багерных насоса ГРАТ-900/67.
 - Эжекторы – 2 шт. могут работать на смывной (P=6-8 ата), высоконапорной или пожарно-технической воде (P=10-12 ата).
- Напорные трубопроводы багерных насосов – 4 шт.
- Шламовый приямок:
 - Шламовые насосы – 2 шт. ГРАТ-450/67 № 1, 2.
 - Эжектора – 2 шт. работают от смывной или пожарно-технической воды.

- Золошлакопроводы – 2 шт. заведены в золовой канал под скрубберами котла № 12.

- Золошлакопроводы с обратными клапанами. От багерных насосов № 5, 6, 7 на золошлакопроводах установлено по 2 последовательно расположенных клапана, от багерных насосов № 1, 2, 3, 4 - по одному. Диаметр золошлакопроводов № 1, 2, 3, 4 – 426 мм.

- Насос эжектирующей воды - установлен в турбинном цехе и предназначен в основном для ведения работ котлочистами. Коллектор смонтирован перед поворотным газоходом котлов 8-16.

Техническая характеристика багерных и шламовых насосов представлены в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1 - Техническая характеристика багерных и шламовых насосов

№ пп	Наименование	ГРАТ 450/67	ГРАТ 900/67
1	Производительность м ³ /час.	450	900
2	Напор м. вод. столба	67	67
3	Диаметр всасывающего патрубка в мм	300	300
4	Диаметр напорного патрубка в мм.	250	250
5	Диаметр рабочего колеса в мм.	620	680
6	Мощность электродвигателя в кВт.	160	630, 400

4. Договор на приём, пропуск, сброс сточных вод между КАО «АЗОТ» и АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ». Выписка.

4.1 Обязанности и ответственность сторон

4.1.1 АЗОТ обязуется:

- Принять, пропустить и сбросить производственные сточные воды Абонента в объёме не более лицензированного водоотведения 5576,193 тыс.м³/год, в том числе:
 - 2098,473 тыс.м³/год технологических и ливневых сточных вод;
 - 3477,72 тыс.м³/год минерализованных сточных вод.
- Представитель АЗОТа обязан проводить периодический отбор и контроль качества сточных вод Абонента.

4.1.2 Абонент обязан:

- Не превышать установленный договором объём водоотведения
- Соблюдать нормы качества сточных вод, соответствующие специфике производства Абонента, согласно Проекту ООО «СибЭко» 2000 г расчётных величин показателей состава сточных вод, сбрасываемых НК ТЭЦ в промливневую канализацию АЗОТ, а также РД 153-34.0-02.405-99 «Методические указания по нормированию сбросов загрязняющих веществ со сточными водами тепловых электростанций», которые представлены в таблице 4.1.1.

Таблица 4.1.1 - Нормативы сбросов загрязняющих веществ

Вещества	Минеральный сток			Промливневый сток		
	Норматив, мг/дм ³	min	max	Норматив, мг/дм ³	min	max
1	2	3	4	5	6	7
БПК _{полн.}	7,52	2,96	5,39	7,52	2,64	5,39
Хлориды	206,545	12,394	137,253	368,97	25,038	280,526
Сульфаты	968,170	34,37	206,085	61,89	25,17	59,25

Продолжение таблицы 4.1.1

1	2	3	4	5	6	7
Нитраты	4,55	2,35	7,55	1,11	1,15	8,53
Нитриты	0,065	0,029	0,092	0,12	0,026	0,109
Сух. остаток за вычетом	217,720	111,250	317,996	97,23	109,882	196,196
Взвеш. в-ва	11,640	11,200	14,092	423,37	3,35	44,900
Нефтепродукты	0,135	0,052	0,132	4,23	0,048	0,1800
Железо	0,370	0,180	0,350	0,17	0,200	0,090
Алюминий	1,540	0,195	1,583	0,54	0,21	0,410
Медь	0,500	-	-	0,50	-	-
Ион аммония	3,4097	0,501	0,980	3,4097	0,476	0,926
Анилин	0,00603	-	-	0,00603	-	-
Фенол	0,002	0	0,003	0,002	0	0,0029
Формальдегид	0,01683	-	-	0,01683		
Фосфаты (по Р)	2,04667	0,095	0,23	2,04667	0,096	0,23
Цинк	0,338	-	-	0,33800	-	-
Свинец	0,0000	0,002	0,005	0,0000	0,0021	0,0036
рН	6,5-8,5	7,2	8,5	6,5-8,5	6,8	8,5

4.1.3 Прочие свойства сточных вод

- мутность – отсутствие;
- плавающие примеси – отсутствие;
- цветность – бесцветные;
- температура – 5-28 °С;
- растворенный кислород – не более 4 мг/дм³.

4.2 Расчёты

4.2.1 Ежемесячные платы за сточные воды АЗОТу:

- платы за пропуск сточных вод;
- платы за аналитический контроль качества сточных вод;
- платы за сброс сточных вод;
- платы за сброс загрязняющих веществ осуществляется в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 28.08.92 г №632; от 12.06.03 №344;
- платы при наличии нарушений норм pH – среды сточных вод.

При сверхлимитном сбросе сточных вод Абонент производит оплату в соответствии с Федеральным законом «О плате за пользование водными объектами», №71 от 06.05.98 г, Постановлениями РФ и Администрации Кемеровской области.

При сбросе запрещённых к сбросу загрязняющих веществ (отсутствующих в таблице) Абонент производит плату как за сверхнормативный сброс загрязняющих веществ в соответствии с Постановлениями Правительства РФ от 28.08.92 г №632; от 12.06.03 №344.

4.2.2 Плата за пропуск сточных вод утверждается Администрацией г. Кемерово. АЗОТ уведомляет Абонента об изменении цены письменно. Плата за пропуск сточных вод – 990 руб/тыс.м³ сточных вод.

Объём сточных вод за 2016 год ХВО-Капрон и ХВО-подпитки представлен в таблице 4.2.1

Таблица 4.2.1 - Объём сточных вод за 2016 год ХВО-Капрон и ХВО-подпитки

месяц	сток ХВО-капрон, м ³	сток ХВО подпитки, м ³	Всего, м ³
1	2	3	4
январь	53 240	194 230	247 470
февраль	48 430	193 020	241 450
март	53 900	185 750	239 650
апрель	46 715	189 000	235 715
май	48 910	174 130	223 040

Продолжение таблицы 4.2.1

1	2	3	4
июнь	45 700	163 300	209 000
июль	40 950	162 850	203 800
август	43 730	160 750	204 480
сентябрь	42 560	160 310	202 870
октябрь	52 830	163 270	216 100
ноябрь	56 150	174 360	230 510
декабрь	59 700	182 620	242 320
ИТОГО:	592 815	2 103 590	2 696 405

4.2.3 Плата за аналитический контроль качества сточных вод представлен в таблице 4.2.2

Таблица 4.2.2 - Плата за аналитический контроль качества сточных вод

месяц	аналитический контроль, руб без НДС	месяц	аналитический контроль, руб без НДС
январь	68 497	июль	69 340
февраль	63 568	август	74 450
март	65 911	сентябрь	66 457
апрель	65 208	октябрь	66 170
май	64 183	ноябрь	79 163
июнь	62 621	декабрь	96 313
		ИТОГО:	841 881

4.2.4 Расчёт платы за сброс загрязняющих веществ, в том числе запрещённых к сбросу, производится на основании действующего, соответствующего Федерального закона и подзаконных к нему актов с момента их введения и на основании заактированного объёма сброшенных сточных вод Абонента и результата аналитического контроля их качества.

Плата за пропуск и сброс загрязняющих веществ представлена в таблице 4.2.3

Таблица 4.2.3 - Плата за пропуск и сброс загрязняющих веществ

Месяц	пропуск промышленных сточных вод			сброс загрязняющих веществ		
	сток ХВО-капрон, руб.	сток ХВО подпитки, руб.	Всего, руб.	сток ХВО-капрон, руб.	сток ХВО подпитки, руб.	Всего, руб.
январь	53 240	194 230	247 470	364	268	632
февраль	48 430	193 020	241 450	858	517	1 374
март	53 900	185 750	239 650	1 582	828	2 410
апрель	46 715	189 000	235 715	143	120	263
май	48 910	174 130	223 040	585	662	1 247
июнь	45 700	163 300	209 000	977	1 150	2 127
июль	40 950	162 850	203 800	11 301	251	11 552
август	43 730	160 750	204 480	39 328	2 100	41 428
сентябрь	42 560	160 310	202 870	2 704	236	2 940
октябрь	52 830	163 270	216 100	3 473	546	4 019
ноябрь	56 150	174 360	230 510	2 921	399	3 320
декабрь	59 700	182 620	242 320	420	1 061	1 481
ИТОГО:	592 815	2 103 590	2 696 405	64 656	8 137	72 793

4.2.5 При нарушении требований по показателю pH среды взимается дополнительная плата в 5-ти кратном размере от цены за пропуск сточных вод за период отклонения.

Плата за нарушение pH представлена в таблице 4.2.4

Таблица 4.2.4 - Плата за нарушение pH

Месяц	превышение норм pH среды, руб.	Месяц	превышение норм pH среды, руб.
январь	0	июль	0
февраль	0	август	0
март	4 045	сентябрь	0
апрель	2 495	октябрь	3 604
май	0	ноябрь	4 034
июнь	3 281	декабрь	2 184
		ИТОГО:	19 43

5. Анализ возможности использования сточных вод.

5.1. Анализ потерь

Схема ГЗУ Ново-Кемеровской ТЭЦ оборотная.

Схема водного баланса представлена в Приложении Д графического материала

Из схемы видно, что безвозвратные потери в системе ГЗУ складываются из следующих потерь:

- испарение в скрубберах ЗУУ 71 т/час
- насыщение пор золы и шлака 19 т/час
- испарение с зеркала золоотвала 6 т/час
- фильтрация через ложе и тело дамбы 159 т/час

Суммарные безвозвратные потери составят:

$$71 + 19 + 6 + 159 = 255 \text{ т/час} \quad (5.1)$$

Суммарные безвозвратные потери за месяц составят:

$$255 \cdot 744 = 189\,720 \text{ м}^3 \quad (5.2)$$

где 744 – количество дней в месяце

Количество сточных вод от ХВО-капрон и ХВО-подпитки составляет примерно $2\,696\,405 \text{ м}^3$ в год таким образом возможное количество сточных вод, которые можно использовать для восполнения безвозвратных потерь в системе ГЗУ составит не более $2\,233\,800 \text{ м}^3/\text{год}$.

Оставшееся количество стоков ХВО будет сбрасываться по имеющейся схеме в канализационные сети КАО «АЗОТ», что составит примерно:

$$2\,696\,405 - 2\,233\,800 = 462\,605 \text{ м}^3 \quad (5.3)$$

Среднемесячные потери воды составляют $189\,720 \text{ м}^3$ ($255 \text{ м}^3/\text{час}$). Восполнение потерь воды в системе ГЗУ осуществляется исходной (сырой) водой, поступающей с КАО «АЗОТ».

Среднемесячное количество стоков ХВО в 2016 году составило $224\,700 \text{ м}^3$.

Согласно РД 34.20.501-95 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» сбросы посторонних вод в оборотную систему ГЗУ допускаются при условии, что общее количество добавляемой воды не превысит фактически её потери из системы в течении года. В качестве добавочной воды должны быть использованы наиболее загрязнённые промышленные стоки с направлением их в устройства, перекачивающие пульпу.

Следовательно, в системе ГЗУ можно использовать все стоки ХВО в количестве, не превышающем фактические потери, т.е. в среднем $189\,720\text{ м}^3$ в месяц.

Рассмотрим возможность использования стоков ХВО с точки зрения опасности образования отложений в системе ГЗУ. Из многочисленных отложений, возникающих в системе ГЗУ и в золоотвале наибольшую опасность, представляют гидрат окиси кальция, карбонат кальция и сульфат кальция.

С целью использования сточных вод в схеме ГЗУ был выполнен:

- анализ качества исходной воды и осветлённой воды ГЗУ по показателям: рН, жесткость, щелочность, содержание хлоридов, сульфатов, нитратов, нитритов, взвешенных веществ, сухой остаток;
- анализ качества сточных вод ХВО по потокам: сток из бассейна нейтрализатора (рН, жесткость, щелочность. Содержание хлоридов, сульфатов, нитратов, нитритов), продувочная вода осветлителей (содержание взвешенных веществ, сухой остаток), промывочная вода механических фильтров (содержание взвешенных веществ), сток ХВО подпитки теплосети (рН, жесткость, щелочность, содержание хлоридов).

Результаты анализов занесены в таблицу 5.1

Таблица 5.1. Результаты анализов

Наименование пробы	Дата	Показатели качества								
		рН	Ж, ммоль/дм ³	Щ _{ф/общ} , ммоль/дм ³	Cl, мг/дм ³	SO ₄ , мг/дм ³	NO ₃ , мг/дм ³	NO ₂ , мг/дм ³	Сухой остаток, мг/дм ³	Взвеш. В-ва, мг/дм ³
Исх. вода	23.11.16	8,28	2,4	0,05/2,18	6,6	13	3,79	0,024	198	<2
	30.11.16	8,32	2,44	0,05/2,23	7,5	13	7,2	0,028	178	<2
	07.12.16	8,24	2,54	-	8,9	16	0,88	0,016	168	<2
	14.12.16	8,19	2,51	0,15/2,35	7	14	7	0,005	131	<2
	21.12.16	8,2	2,8	0,2/2,5	8,9	17	8,6	0,005	191	<2
Среднемесячный результат		8,25	2,54	0,11/2,32	7,8	15	5,5	0,016	173	<2
Осветлен. ГЗУ	23.11.16	8,99	8,1	0,15/0,85	11,9	301	1,61	0,015	629	<2
	30.11.16	9	8,3	0,25/0,86	14,6	298	4,1	0,218	664	<2
	07.12.16	8,07	8,3	-	15,9	278	0,66	0,133	622	<2
	14.12.16	8,39	8,6	0,25/1,15	13,9	250	4,3	0,119	603	<2
	21.12.16	8,5	9,2	0,15/1,2	15,2	301	5,5	0,101	656	<2
Среднемесячный результат		8,59	8,5	0,2/0,1	14,3	286	3,2	0,58	635	<2
Бассейн-нейтрализ.	23.11.16	6,94	11,3	0/1,3	24,4	408	5,7	0,041		
	30.11.16	6,33	13,4	0/0,84	30,6	633	24	0,09		
	07.12.16	6,95	15,1	-	93,8	696	2,9	0,039		
	14.12.16	7,11	12,1	0/1,5	55,8	728	25,1	0,012		
	21.12.16	3,98	20	-		338	24,1	0,017		
	28.12.16	7,4	16,6	1/3,15						
Среднемесячный результат		6,5	14,8	0/1,7	51,2	561	16,4	0,04		
Продув. Осв.	23.11.16								188	179
	30.11.16								210	118
	07.12.16								174	55
	14.12.16								175	<2
	21.12.16								206	<2
Среднемесячный результат										<2
Стоки ХВО т/с	23.11.16	7,99	22,6	0/1,25	3000					
	30.11.16	6,92	34	0/2,28	2549					
	07.12.16	7,82	29,3		2752					
	14.12.16	8,02	19,4	0,2/2,45	2348					
	21.12.16	8,08	14,8	0,3/2,7	1287					
	28.12.16	8,30	20	0,1/2,9	2294					
Среднемесячный результат		7,86	23,4	0,12/2,3	2538					
Промывка МФ	23.11.16									186
	30.11.16									<2
	07.12.16									<2
	14.12.16									165
	21.12.16									<2
	28.12.16									<2

Среднемесячный результат									<2
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Среднемесячное качество осветлённой воды ГЗУ характеризуется следующими показателями:

-рН	8,59
- жесткость	8,5 ммоль/дм ³
- щёлочность фф/общ	0,2/1,0 ммоль/дм ³
- жесткость карбонатная	1,0 ммоль/дм ³
- содержание хлоридов	14,3 мг/дм ³ (0,4 ммоль/дм ³)
- содержание сульфатов	286 мг/дм ³ (5,9 ммоль/дм ³)
- содержание нитратов	3,2 мг/дм ³
- содержание нитритов	0,58 мг/дм ³
- содержание взвешенных веществ	менее 2 мг/дм ³
- сухой остаток	635 мг/дм ³

Наличие гидратной щёлочности (Щ фф) осветлённой воды ГЗУ предполагает возможность образования отложений карбоната кальция в системе ГЗУ.

Поскольку Щ фф меньше 50 ммоль/дм³, то отложения гидрата окиси кальция образовываться не будут.

Произведение концентраций ионов кальция и сульфатов в осветлённой воде менее 1600 (ммоль/дм³)² и составляет 47 (ммоль/дм³)². Следовательно, вода не пересыщена сульфатом кальция и не способна к образованию сульфатных отложений в системе ГЗУ (МТ 34-70-018-84 «Методика расчёта показателей качества осветлённой воды систем гидрозолаудаления тепловых электростанций).

Среднемесячное качество исходной воды, поступающей на ХВО и на подпитку в систему ГЗУ:

-рН	8,25
- жесткость	2,54 ммоль/дм ³
- щёлочность фф/общ	0,11/2,32 ммоль/дм ³
- жесткость карбонатная	2,32 ммоль/дм ³
- содержание хлоридов	7,8 мг/дм ³ (0,2 ммоль/дм ³)
- содержание сульфатов	15 мг/дм ³ (0,3 ммоль/дм ³)
- содержание нитратов	5,5 мг/дм ³
- содержание нитритов	0,016 мг/дм ³
- содержание взвешенных веществ	менее 2 мг/дм ³
- сухой остаток	173 мг/дм ³

Наличие гидратной щёлочности не характерно для большинства природных (в том числе р. Томь) вод. Анализ схемы водного баланса Ново-Кемеровской ТЭЦ показал, что причиной появления гидратной щёлочности является гидролиз бикарбонатов при нагревании воды в конденсаторах и последующем удалении углекислоты в градирнях.

Карбонатная жесткость исходной воды в 2,32 раза выше осветлённой ГЗУ. Следовательно, при добавлении исходной воды в осветлённую воду ГЗУ с рН более 7,0 (факт 8,59), возможность образования отложений карбоната кальция в системе ГЗУ увеличивается.

Содержание сульфатов и других солей в исходной воде значительно ниже, чем в осветлённой воде ГЗУ.

При восполнении потерь в системе ГЗУ сточными водами ХВО источником увеличения сульфатов являются стоки бассейна-нейтрализатора (регенерационные и отмывочные воды схемы обессоливания). Средняя

концентрация сульфатов в бассейне-нейтрализаторе за период обследования составляла 561 мг/дм^3 ($11,7 \text{ ммоль/дм}^3$). Максимальное содержание катионов кальция и магния (жесткость общая) содержится в стоках ХВО подпитки теплосети – $23,4 \text{ ммоль/дм}^3$.

Произведение концентраций ионов кальция и сульфатов в сточной воде составляет $280 \text{ (ммоль/дм}^3)^2$ – менее $1600 \text{ (ммоль/дм}^3)^2$. Следовательно, вода не пересыщена сульфатом кальция и не способна к образованию сульфатных отложений в системе ГЗУ.

Карбонатная жесткость сточных вод ХВО не превышает карбонатную жесткость исходной воды. При этом pH стоков ниже, чем исходной воды. Использование кислых стоков ХВО в системе ГЗУ позволит снизить pH осветлённой воды ГЗУ и, следовательно, уменьшить скорость образования отложений карбоната кальция в трубопроводах системы, т.к. при снижении pH увеличивается его растворимость.

Стоки ХВО теплосети, кроме высокой жесткости, характеризуются так же высоким содержанием хлоридов натрия. Однако, соли хлора и все соединения натрия имеют очень высокий предел растворимости и не опасны с точки зрения образования отложений в системе ГЗУ.

Сравнительный анализ фактического количества сточных вод ХВО с расчётными нормативными показателями показал, что фактическое количество стоков в 1,9-2,6 раз превышает нормативное. Наибольший разбег между этими показателями наблюдается по стокам механических фильтров и отмывочных анионитовых фильтров. Результаты сведены в таблицу 5.2

Таблица 5.2 - Сравнительный анализ фактического количества сточных вод ХВО с расчётными нормативными показателями

Показатели		Объём загрузки, м ³	Кол-во регенераций за мес.			Кол-во воды на взрыхление, тыс.м ³			Кол-во регенеративных вод, тыс.м ³			Кол-во воды на отмывку, тыс.м ³			Сумма стоков, тыс.м ³		
месяц			Нояб	Дек	Янв	Нояб	Дек	Янв	Нояб	Дек	Янв	Нояб	Дек	Янв	Нояб	Дек	Янв
Осветлители	норм														19,09	20,76	
	факт														19,09	20,76	
МФ	норм					26	27,9	24,8							26	27,9	24,8
	факт	7,8	260	279	248	157,5	132,7	120							157,5	132,7	120
На-кат	норм					7,2	15,9	17,9	2,21	2,71	3,04	11,88	26,57	29,8	20,24	45,26	50,78
	факт	18	110	246	241	10,4	18,9	22,5	0,92	2,44	2,74	10,47	24,97	27,5	21,76	46,32	52,74
Н-кат I ст	норм					3,9	4,7	5,8	3,19	3,86	4,84	16,72	20,22	25,38	23,76	28,73	36,07
	факт	19	110	133	135	5	5,5	7,3	4,17	4,95	6,21	18	21,56	26,2	27,16	32,01	39,67
Н-кат II ст	норм					0,4	0,36	0,5	Совместная регенерация с Н-Ист			Совместная регенерация с Н-Ист			0,396	0,363	0,495
	факт	8,5	12	11	12	0,48	0,44	0,6							0,48	0,44	0,6
Ан.ф. I ст	норм					1,67	1,18	2,1	1,17	0,82	1,46	4,62	3,26	5,85	7,45	5,26	9,42
	факт	13,6	34	24	32	1,68	2,08	3,57	1,64	3,76	3,74	22,44	23,42	25,3	25,75	29,26	32,61
Ан.ф. II ст	норм					0,74	0,88	1,08	Совместная регенерация с Ан-Ист			2,04	2,45	2,99	2,78	3,33	4,07
	факт	13,6	15	18	17	2,04	4,38	6,38				4,38	5,47	6,15	6,43	9,85	12,53
Всего сток. ХВО	норм														99,71	131,6	148
	факт														258,2	271,3	280,6

Превышение сверх нормативных значений количества промывочных вод механических фильтров обусловлено необходимостью разбавления воды в коллекторе минерализованных стоков для поддержания нормируемых концентраций загрязняющих веществ.

Фактическое количество стоков механических фильтров составляет 40-60% от общего количества стоков ХВО. Эти стоки можно использовать повторно на

осветлителях ХВО. Для этого необходимо бак сбора этой воды и насос для равномерной подачи её в исходную воду перед осветлителями.

Использование на осветлителях промывочной воды механических фильтров с высоким содержанием взвешенных веществ позволит улучшить процесс коагуляции, уменьшить общее количество стоков ХВО в среднем на 50% и снизить потребность исходной (сырой) воды.

5.2 Анализ результатов контроля качества воды из коллекторов, минерализованных и промливневых стоков, проводимого санитарной лабораторией КАО «АЗОТ»

Анализ результатов контроля качества воды из коллектора минерализованных стоков (колодец №4) за 2015-2016 гг. показал, что имеют место случаи превышения в стоках предельно-допустимых концентраций (ПДК) нефтепродуктов, алюминия, железа, аммиака, взвешенных веществ.

Концентрация алюминия увеличивается до 4, 37 мг/дм³ при ПДК=1,54 мг/дм³. Средняя концентрация железа составляет 0,42 мг/дм³, максимальная – 1,32 мг/дм³ при ПДК=0,37 мг/дм³. Максимальное содержание нефтепродуктов 0,725 мг/дм³ при ПДК=0,135 мг/дм³. Среднее содержание взвешенных веществ составляет 12,2 мг/дм³, максимальное 21 мг/дм³ при ПДК=11,64 мг/дм³.

Качество воды из коллектора минерализованных стоков характеризуется следующими показателями:

-рН	6,5-8,5
- содержание нефтепродуктов	0,112 мг/дм ³
- содержание хлоридов	23 мг/дм ³
- содержание сульфатов	90 мг/дм ³
- сухой остаток	318 мг/дм ³
- содержание взвешенных веществ	12,2 мг/дм ³
- содержание соединений алюминия	1,22 мг/дм ³

- содержание соединений железа	0,42 мг/дм ³
- содержание азота аммонийного	0,75 мг/дм ³

Качество воды из коллектора промливневых стоков характеризуется следующими средними показателями:

-рН	7,9
- содержание нефтепродуктов	0,2 мг/дм ³
- содержание хлоридов	27 мг/дм ³
- содержание сульфатов	41 мг/дм ³
- сухой остаток	242 мг/дм ³
- содержание взвешенных веществ	14 мг/дм ³
- содержание соединений алюминия	0,42 мг/дм ³
- содержание соединений железа	0,3 мг/дм ³
- содержание азота аммонийного	0,97 мг/дм ³

Средние концентрации загрязняющих веществ, за исключением соединений железа и аммонийного азота, не превышают ПДК.

Среднее содержание соединений железа в промливневых стоках составляет 0,3 мг/дм³ при ПДК=0,17 мг/дм³, аммонийного азота 0,97 мг/дм³ – сброс запрещён.

5.3 Выводы по использованию стоков

Все стоки ХВО можно использовать в системе ГЗУ в количестве, не превышающем фактические потери, т.е. в среднем 189 720 м³ в месяц.

Фактическое среднемесячное количество сточных вод ХВО составляет 224 700 м³ (данные ПТО НК ТЭЦ за 2016 год)

Фактическое количество стоков ХВО в 1,9-2,6 раз превышает нормативное 40-60% общего количества стоков ХВО составляют стоки механических фильтров.

Превышение сверх нормативных значений количества промывочных вод механических фильтров обусловлено необходимостью разбавления воды в коллекторе минерализованных стоков для снижения концентрации загрязняющих веществ до ПДК.

При переводе стоков ХВО в систему ГЗУ количество стоков механических фильтров уменьшится.

Использование стоков ХВО вместо технической (сырой) воды поставляемой КАО «АЗОТ» позволит:

- уменьшить объём речной воды на подпитку ГЗУ на 2 233 800 м³;
- уменьшить объём стоков и загрязняющих веществ на 2 233 800 м³;
- уменьшить расходы щёлочи на нейтрализацию стоков на 60 т в год;
- уменьшить расходы на аналитический контроль на 152 000 рублей в год.

6. Описание конструктивных решений использования сточных вод ХВО в системе ГЗУ

6.1 На генеральном плане Приложение Б показаны здания, трассировка и места установки оборудования, описанных в выпускной работе.

Принципиальная схема использования сточных вод ХВО-капрон представлена в Приложении В графического материала, а принципиальная схема использования сточных вод ХВО-подпитки в Приложении Г графического материала.

6.2 Описание конструктивных решений

Для транспортировки сточных вод (дренаж, продувка осветлителей, промывочные воды механических фильтров) ХВО-капрон в бассейн-нейтрализатор проектом предусмотрены прокладка самотечного и напорного трубопроводов.

Строительные конструкции эстакады для самотечного трубопровода выполнены отдельно стоящими с закреплением к существующему бетонному полу распорными анкерами.

Опорные конструкции напорного трубопровода выполнены как отдельно стоящими, так и с опиранием на существующие ж.б. конструкции каркаса здания. Часть опор напорного трубопровода используется существующие. Наружная прокладка напорного трубопровода до бассейна-нейтрализатора осуществляется по существующим строительным конструкциям.

Проектом предусматривается максимальное использование существующих строительных конструкций.

В цехе павильона осветлителей проектом предусмотрена реконструкция бетонных самотечных лотков в полу здания с изменением уклона лотков от оси 1 к оси 9.

Перекрытие проектных лотков остается существующее.

Около оси 9 павильона осветителей в торце канала предусматривается приямок с врезкой в него стальной трубы диаметром 630 мм для дальнейшей транспортировки сточных вод в бассейн-нейтрализатор.

В связи с предусмотренным проектом снижением уровня воды в бассейне-нейтрализаторе реконструкции подлежат также конструкции бассейна-нейтрализатора.

Реконструкцией бассейна-нейтрализатора предусматривается увеличение высоты стенок для камер с нижним перетоком жидкости и переустройство узлов верхнего перетока жидкости.

Эстакада напорного трубопровода диаметром 219 мм от бассейна-нейтрализатора до существующей эстакады трубопроводов выполнена на отдельно стоящих металлических стойках.

Стойки запроектированы из стальной трубы диаметром 325 мм.

Для закрепления стоек в грунте проектом предусмотрены монолитные железобетонные фундаменты в сверленных котлованах диаметром 500 мм. Глубина котлованов 3,0 м.

Балки пролетом до 8,0 м проектом предусмотрены из двутавра 20.

Балки пролетом свыше 8,0 м запроектированы из спаренного двутавра 20.

Для опирания кабельных лотков вдоль всего трубопровода проектом предусмотрено установка стальных консолей и опорных конструкций с шагом не более 3,0 м по всей протяженности трубопровода.

По существующим эстакадам трубопроводов проектом предусматривается прокладка балки двутавра 20 по ГОСТ 8239-89.

По цехам ХВО подпитки теплосети и главного корпуса прокладка напорного трубопровода диаметром 219 мм проектом предусматривается с опиранием проектных консолей на существующие строительные конструкции.

Часть трубопровода внутри цехов стоек предусмотрена отдельно стоящими.

Отдельно стоящие стойки имеют монолитный ж.б. фундамент и стальную конструкцию опоры.

Стойка опор выполнена из трубы диаметрами 325, 219 и 102 мм в зависимости от проектных нагрузок и высоты стойки.

Для транспортировки воды предусмотрены две насосные группы, которые расположены:

- в ХВО теплосети устанавливаются центробежные, многоступенчатые, секционные насосы ЦНС- предназначены для перекачивания нейтральной холодной воды температурой от 1 до 45°C с содержанием механических примесей не более 0,2% по массе при размере твердых частиц не более 0,2 мм.

- в бассейн-нейтрализатор устанавливаются - насосы АХПН 50/50.1 для постоянного перемешивания воды, что позволит поддерживать концентрацию кислот и щелочи одинаковой в каждой части бассейна;

- насосы ХП-Е - предназначены для перекачивания нефти и нефтехимических жидкостей плотностью не более 1850 кг/м³, с максимальной объемной концентрацией твердых включений не более 0,2% с размером твердых включений до 0,2 мм, с температурой от -50 °С до +450 °С, насосы предназначены для подачи воды из бассейна по трубопроводу Ду250 мм в котельный цех главного корпуса, в ГЗУ.

6.3 Электроснабжение

Схема электроснабжения от источника питания прокладываются линии, питающие непосредственно электроприёмники.

Обеспечение электроэнергией электродвигателей насосов цеха ХВО подпитки ТС осуществляется от распределительного пункта (РП-1) в котором установлен блок АВР 400-3.

Питание РП-1 осуществляется по двум вводам от РУСН-0,4 кВ главного корпуса: ввод 1 - секция 18Н панель 335 группа 3; ввод 2 - секция 20Н панель 374 группа 2.

Питание насосов бассейна осуществляется от РУСН-0,4 кВ цеха химоводоочистки капрона (ХВО капрон).

Силовые кабельные сети выполнены медным 4-х проводным кабелем ВВГнг(А)-LS с низким дымо- и газовыделением в ПВХ изоляции.

6.4 Автоматизация

Для насосов предусматривается автоматическое (от сигнализатора уровня) и ручное местное (от кнопок у насосов). На щит вынесена сигнализация об аварии каждого насоса, для этого на напорных патрубках установлены датчики реле давления. Если через 1 минуту после подачи сигнала на включение насоса давление в напорном патрубке не достигнет заданного значения, включается сигнализация аварии насоса.

Автоматика в зимний период предусматривает следующее:

- при достижении среднего уровня - включение насоса М1 (75 кВт);
- при достижении верхнего уровня - включение насоса М2 (75 кВт);
- при достижении нижнего уровня - отключение насосов.

Автоматика в летний период предусматривает следующее:

- при достижении среднего уровня - включение насоса М3 (55 кВт);
- при достижении нижнего уровня - отключение насоса.

Описание системы автоматики цеха ХВО капрон (бассейн):

Для насосов (М1, М2, М3) предусматривается автоматическое (от сигнализатора уровня), ручное местное (от кнопок у насосов) и дистанционное (на щите) управление. На щит вынесена сигнализация об аварии каждого насоса, для этого на напорных патрубках установлены датчики реле давления. Если через 1 минуту после подачи сигнала на включение насосов давление в напорном патрубке не достигнет заданного значения, включается сигнализация аварии насоса. При не включении насоса М1 или М2 включается насос М3.

Автоматика насосов М1, М2, М3:

- при достижении верхнего уровня - включение насоса М1, М2;
- при достижении нижнего уровня - отключение насосов;

- технологическое и электрическое АВР при не включении насоса М1 или М2 включается насос М3.

Для насосов (М4 ,М5) предусматривается ручное местное (от кнопок у насосов) и дистанционное (на щите ХВО 3 капрон) управление.

Учет расхода воды выполнен посредством расходомера Взлет ЭМ "Профи-222 МА" и регистрирующего прибора ИВК-ТЭР.

Проектом предусмотрена защита от однофазных замыканий на землю, защита от неполнофазного режима, МТЗ, перегрузка по току.

На щит вынесены показания рН-метра

Регулирующие клапаны управляются при помощи механизма электрического однооборотного вручную со щита ХВО капрон посредством БРУ-42 (блока ручного управления) и ПБР-3 (пускатель бесконтактный реверсивный) или при помощи кнопок «Открыть-Закрыть-Стоп».

Контрольные кабельные линии для измерений и релейной защиты выполнены кабелем контрольным с медными жилами с низким дымо- и газовыделением в ПВХ изоляции, экранированный КВВГЭнг(А)-LS.

Контрольные кабельные линии сигнализации выполнены кабелем контрольным КВВГнг(А)-LS с низким дымо- и газовыделением в ПВХ изоляции.

7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью выпускной квалификационной работы является анализ снижения потребности в речной воде и количества стоков за счёт повторного использования сточных вод для подпитки гидро-золоудаления. Подпитка оборотной системы будет осуществляться из дополнительного участка:

1. Сточных вод системы химводоочистки - Капрон.
2. Сточных вод системы химводоочистки – подпитки.

Проект разделён на две части для возможности реализации поэтапно и не зависимо друг от друга.

Сброс воды производится в коллектор канализации сети КАО «АЗОТ», за что ТЭЦ на постоянной основе несёт расходы по транспортировке и утилизации сточных вод.

На ТЭЦ имеется гидро-золоудаление в замкнутом контуре которого используется техническая вода для транспортировки золошлаковых отходов. Т.к. система замкнутого цикла, то имеются потери воды с испарением и через тело дамбы. Требуется постоянная подпитка системы.

Данная работа предполагает получение экономического эффекта от сокращения затрат на утилизацию сточных вод и сокращение затрат на подпитку гидро-золоудаления на постоянной основе.

Данная выпускная работа выполнена на основе действующей ТЭЦ расположенной по адресу: Кемеровская обл., г. Кемерово, ул. Грузовая 1«Б» АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ».

Установленная мощность АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ» составляет:

- тепловая – 1449 Гкал, в т.ч. по турбоустановкам 1407 Гкал;

- электрическая – 580 МВт.

7.1. Планирование работ и оценка времени их выполнения.

Определяем перечень работ и численность персонала для выполнения проекта.

Перечень работ и оценка времени их выполнения представлены в таблице 7.1

Таблица 7.1 - Перечень работ и оценка времени их выполнения.

№ п/п	Наименование работ	Исполнители	Продолжительность, дней
1	2	3	4
1	Выдача/получение задания	инженер / научный руководитель	1
2	Сбор исходных данных в химическом цехе	инженер	5
3	Сбор исходных данных в котельном цехе	инженер	5
4	Работа в архиве по подбору чертежей	инженер	5
5	Предпроектное обследование	инженер	7
6	Выполнение замеров	инженер	7
7	Утверждение проектной документации	инженер	2

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3	4
8	Выполнение прочностных расчётов	инженер	4
9	Анализ используемых вод и возможность их использования в дальнейшем процессе	инженер	4
10	Выбор труб и арматуры	инженер	3
11	Выбор насосного оборудования	инженер	3
12	Выбор КИПиА	инженер	3
13	Выбор электрического оборудования	инженер	3
14	Подготовка пояснительной записки	инженер	5
15	Оформление графического материала	инженер	7
16	Проверка и согласование проекта	инженер / научный руководитель	6
	Итого:	инженер	70
		научный руководитель	7

7.2. Смета затрат на выполнение проекта.

Капитальные вложения в проектирование включают следующие элементы затрат:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{мат}} + K_{\text{ам}} + K_{\text{з/пл}} + K_{\text{со}} + K_{\text{проч}} + K_{\text{накл}}, \text{ где} \quad (7.1)$$

$K_{\text{мат}}$ – материальные затраты, руб.;

$K_{\text{ам}}$ – амортизация компьютерной техники, руб.;

$K_{\text{з/пл}}$ – затраты на заработную плату, руб.;

$K_{\text{со}}$ – затраты на социальные отчисления, руб.;

$K_{\text{проч}}$ – прочие затраты, руб.;

$K_{\text{накл}}$ – накладные расходы, руб.

7.2.1. Материальные затраты

Материальные затраты, принимаем в размере 1000 руб. на канцелярские товары.

7.2.2. Затраты на амортизацию

При проектировании применялась компьютерная техника. Рассчитываем амортизацию компьютерной техники от её использования по формуле:

$$K_{\text{ам}} = \frac{T_{\text{исп.кт}} \cdot C_{\text{кт}}}{T_{\text{кал}} \cdot T_{\text{сл}}}, \text{ где} \quad (7.2)$$

$T_{\text{исп.кт}}$ – время использования компьютерной техники, дней;

$T_{\text{кал}}$ – календарный год, дней;

$C_{\text{кт}}$ – стоимость компьютерной техники, руб.;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы компьютерной техники лет;

Время использования компьютерной техники составляет 70 дней;

Стоимость компьютерной техники составляет 25 000 руб.;

Срок службы компьютерной техники составляет 5 лет.

$$K_{\text{ам}} = \frac{70 \cdot 25000}{365} \cdot \frac{1}{5} = 959 \text{ руб.}$$

7.2.3. Затраты на заработную плату

Затраты на заработную плату исполнителей проекта считаем по формуле:

$$K_{\text{з/пл}} = \text{ЗП}_{\text{инж}} + \text{ЗП}_{\text{нр}}, \text{ где} \quad (7.3)$$

$\text{ЗП}_{\text{инж}}$ – зарплата инженера, руб.;

$\text{ЗП}_{\text{нр}}$ – зарплата научного руководителя, руб.;

Определяем заработную плату исполнителей за месяц:

$$\text{ЗП}_{\text{мес}} = \text{ЗП}_0 \cdot K1 \cdot K2, \text{ где} \quad (7.4)$$

ЗП_0 – месячный оклад исполнителей, руб.

$K1$ – коэффициент учитывающий отпуск;

$K2$ – районный коэффициент;

Месячный оклад инженера 10 разряда составляет 17 000; научного руководителя-доцента составляет 26 300, руб.;

Коэффициент учитывающий отпуск принимаем 1,1 т.е. 10% от оклада;

Районный коэффициент для данного региона составляет 1,3.

$$ЗП_{\text{мес.инж}} = 17000 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 24310 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{мес.нр}} = 26300 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 37609 \text{ руб.}$$

Зарплата инженера и научного руководителя за весь фактически отработанное время определяем по формуле:

$$ЗП = \frac{ЗП_{\text{мес. инж}}}{21} n_{\text{ф}}, \text{ где} \quad (7.5)$$

$n_{\text{ф}}$ – фактическое количество дней работы над проектом

Фактическое число дней работы над проектом для инженера составляет 70 дней, для научного руководителя 7 дней, из таблицы 7.1.

$$ЗП_{\text{инж}} = \frac{24310}{21} 70 = 81\,033 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{нр}} = \frac{37609}{21} 7 = 12\,536 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{з/пл}} = 81\,033 + 12\,536 = 93\,569 \text{ руб.}$$

7.2.4. Затраты на социальные отчисления определяем по формуле:

$$K_{\text{со}} = K_{\text{з/пл}} \cdot 0,3, \text{ где} \quad (7.6)$$

30 % - это отчисления на социальные нужды

$$K_{\text{со}} = 93\,569 \cdot 0,3 = 28\,071 \text{ руб.}$$

7.2.5. Прочие затраты

Прочие затраты принимаем в размере 10% от суммы: материальных затрат, амортизации компьютерной техники, затрат на заработную плату, затрат на социальные отчисления, руб.:

$$K_{\text{проч}} = (K_{\text{мат}} + K_{\text{ам}} + K_{\text{з/пл}} + K_{\text{со}}) \cdot 0,1 \quad (7.7)$$

$$K_{\text{проч}} = (1\,000 + 959 + 93\,569 + 28\,071) \cdot 0,1 = 12\,360 \text{ руб.}$$

7.2.6. Накладные расходы составят 200% от заработной платы:

$$K_{\text{накл}} = K_{\text{з/пл}} \cdot 2 \quad (7.8)$$

$$K_{\text{накл}} = 93\,569 \cdot 2 = 187\,138 \text{ руб.}$$

Считаем капитальные вложения в проектирование в целом:

$$K_{\text{пр}} = 1\,000 + 959 + 93\,569 + 28\,071 + 12\,360 + 187\,138 = 323\,097 \text{ руб.}$$

Данные по затратам на выполнение проекта представлены в таблице 7.2.1

Таблица 7.2.1 - Смета затрат на выполнение проекта

№ п/п	Элементы затрат	Стоимость, руб.
1	Материальные затраты	1000
2	Амортизация компьютерной техники	959
3	Затраты на заработную плату	93 569
4	Затраты на социальные отчисления	28 071

5	Прочие затраты	12 360
6	Накладные расходы	187 138
7	Полная стоимость проекта	323 097

7.3. Смета затрат на оборудование

Сводная смета расходов на ХВО-капрон представлена в таблице 7.3.1.

Сводная смета расходов на ХВО-подпитки представлена в таблице 7.3.2.

Таблица 7.3.1 - Сводная смета расходов на ХВО-капрон

№п/п	Статья расходов	Стоимость, тыс.руб
1	2	3
1	Арматура	280,785
2	Опоры	3 530,756
3	Шкаф управления	536,859
4	Трубы	12 882,814
5	Кабель	2 104,688
6	Насосы	7 208,509
7	Расходы на оборудование всего	26 544, 441
8	Монтажные работы	5 308,882
9	Всего расходов на ХВО-капрон	31 853,323

Таблица 7.3.2 - Сводная смета расходов на ХВО-подпитки

№п/п	Статья расходов	Стоимость, тыс.руб
1	2	3
1	Арматура	205,033

2	Опоры	1 005,410
3	Шкаф управления	278,739
4	Трубы	2 707,366

Продолжение таблицы 7.3.2

1	2	3
5	Кабель	2 378,716
6	Насосы	2 916,435
7	Расходы на оборудование всего	9 491, 699
8	Монтажные работы	1 898,34
9	Всего расходов на ХВО-подпитки	11 390, 039

7.4. Определение экономической эффективности проекта

Определение срока окупаемости проекта:

$$\text{Ток} = \frac{K_{\text{пр}} + K_{\text{об.тс}} + K_{\text{об.п}}}{\text{Э}_{\text{год}} - \text{И}_{\text{год}}}, \text{ где} \quad (7.4.1)$$

$K_{\text{пр}}$ – полная стоимость проекта, руб;

$K_{\text{об.тс}}$ – расходы на оборудование и монтаж ХВО-теплосети, руб;

$K_{\text{об.п}}$ – расходы на оборудование и монтаж ХВО-подпитки, руб;

$\text{Э}_{\text{год}}$ – годовой эффект, руб;

$\text{И}_{\text{год}}$ – годовые эксплуатационные затраты, руб;

Годовые эксплуатационные издержки ($\text{И}_{\text{год}}$) представлены в таблице 8.4.1

Сравнительная оценка экономического эффекта до и после реконструкции ($\text{Э}_{\text{год}}$) представлена в таблице 7.4.2

Таблица 7.4.1 - Годовые эксплуатационные издержки

№п/п	Статья расходов	Стоимость, руб
1	Зарплата обходчика	96 000
2	Расход электроэнергии	1 025 000
3	Тех. обслуживание оборудования	4 000
4	Ремонт оборудования	27 000
	Всего	1 152 000

Таблица 7.4.2 - Сравнительная оценка экономического эффекта до и после реконструкции

Наименование	До реконструкции, млн.руб.	После реконструкции, млн.руб.	Отклонение, млн.руб.
Расход речной воды на подпитку ГЗУ	3,619	0	- 3,619
Объём сточных в сети АЗОТ	2,669	0,458	- 2,211
Сброс загрязняющих веществ в сети АЗОТ	0,73	0	- 0,73
Аналитический контроль стоков	0,842	0,69	- 0,152
Расход щёлочи	1,8	0	- 1,8
ИТОГО			- 8,512

Экономический эффект от внедрения проекта составит 8,512 млн. руб. в год

$$\text{Ток} = \frac{323\,097 + 31\,853\,323 + 11\,390\,039}{8\,512\,000 - 1\,152\,000} = 5,9 \text{ лет} \quad (7.4.2)$$

Срок окупаемости проекта составит 5 лет 11 месяцев.

При реализации выпускной квалификационной работы «Повторное использование сточных вод» в г. Кемерово сократиться забор свежей воды из р. Томь на 2 233 800 м³/год и снизится сброс сточных вод в водный объект р. Томь.

Реализация выпускной квалификационной работы по вторичному использованию сточный вод на производстве способствует увеличению запасов природных ресурсов и вносит существенный вклад в решение данной проблемы.

8. Социальная ответственность

Корпоративная социальная ответственность — реализация интересов компании (корпорации) посредством обеспечения социального развития ее коллектива и активного участия компании в развитии общества, ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду.

Индивидуальная социальная ответственность - отображает склонность личности придерживаться в своем поведении общественных социальных норм и отвечать за результаты их исполнения.

В выпускной квалификационной работе рассматривается вопрос повторного использования сточных вод химводоочистки для подпитки системы гидрозолоудаления.

В настоящее время сброс сточных вод химводоочистки производится в коллектор канализации сети КАО «Азот», за что ТЭЦ несет постоянные расходы по приему, пропуску и сбросу сточных вод.

На ТЭЦ имеется система гидрозолошлакоудаления, в замкнутом контуре которой используется техническая вода для транспортировки золошлаковых отходов. Т.к. система замкнутого цикла, то имеются потери воды с испарением, насыщением пор золы и шлака, фильтрацию через ложе и дамбу. Требуется постоянная подпитка системы речной водой.

Для решения выше перечисленных вопросов предлагается повторное использование сточных вод химводоочистки.

Данная работа имеет высокую практическую значимость, с точки зрения получения экономического эффекта и снижения негативного воздействия на окружающую природную среду.

Данное техническое решение возможно внедрить на всех электрических станциях России.

8.1. Производственная безопасность

Анализ потенциальных вредных и опасных производственных факторов выполнен только в зоне расположения котельного цеха, так как именно там располагается система гидрозолошлакоудаления.

Результаты анализа и значения нормативных уровней вредных факторов представлены в табл. 8.1.

Таблица 8.1 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ

Опасные и вредные факторы	Источники, места, причины возникновения опасных и вредных факторов	Нормативные документы
Вредные		
Механическое оборудование с движущимися и вращающимися частями	Вращающиеся валы, маховики, муфты сцепления	ГОСТ 12.1.003-83
Инфразвук	Насосы	СН 2.2.4.3359-16
Напряженность труда	Аномальные параметры микроклимата, освещение	Р 2.2.2006-05
Производственная вибрация	Насосы	СН 2.2.4/2.1.8.566
Опасные		
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	Угольная пыль, продукты горения угля и мазута	ГОСТ Р 54578-2011
Повышенный уровень шума в помещении	Соударение металлических частей машин и механизмов, течение жидкостей по трубам и каналам, насосы, скрубберы	СН 2.2.4/2.1.8.562-96
Аномальные параметры микроклимата	В теплый период времени повышенная температура воздуха из-за работающего оборудования.	СанПиН 2.2.4-548-96
Аномальное освещение	Недостаточная площадь оконных проемов и освещенность от источников искусственного света	СанПин2.2.1/2.1.1.1278-03

8.2. Производственное освещение

Естественное освещение положительно влияет не только на зрение, но также тонизирует организм человека в целом и оказывает благоприятное психологическое воздействие. В связи с этим все помещения в соответствии с санитарными нормами и правилами должны иметь естественное освещение. Оценка количественной характеристики естественного освещения выражается через коэффициент естественного освещения (КЕО) в процентах. КЕО - отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке внутри помещения светом неба, к одновременному значению наружной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода.

Искусственное освещение применяется при работе в темное время суток и днем, когда по условиям технологии, организации производства или климата в месте строительства требуются объемно-планировочные решения, которые не позволяют обеспечить нормированные значения КЕО. При недостаточном по нормам естественного освещения, оно дополняется искусственным освещением. Такое освещение называется – совмещенным.

8.3. Производственный шум и вибрация

Источником шума и вибрации на являются насосы, течение жидкостей по трубам и каналам, скрубберы. Шум машин обусловлен наличием механических вибраций деталей, возникающих за счет наличия неуравновешенности, зазоров и недостаточной жесткости крепления узлов и деталей. Для устранения вибрации производят статическую и динамическую балансировку деталей, устраняют изменение зазоров в узлах и в сочленениях. Для уменьшения вибрации, машины изолированы от фундамента с помощью низкочастотной пружинной виброизоляции.

Так как в механических устройствах причиной недопустимого шума часто является износ подшипников, неточная сборка при ремонте, то в процессе эксплуатации всех видов оборудования надо точно выполнять требования ПТЭ. Ненормальный, повышенный шум часто возникает из-за неполного стягивания пакетов сердечников трансформаторов, неполного притягивания подвижной части магнитопроводов, контактов и пускателей. У электродвигателей ненормальный шум возникает при работе с перегрузкой, обрыве одной фазы или износ токосъемных контактов. Своевременное устранение этих причин позволяет существенно снизить уровень шума.

Длительное действие шума отрицательно сказывается на органы слуха, центральную нервную систему, ослабляет внимание рабочих повышает кровеносное давление, происходит учащение дыхания и пульса, снижает производительность труда.

Уменьшение шума достигается своевременной смазкой, регулировкой и ремонтом электрических машин и механизмов, своевременной зачисткой и затягиванием токоведущих контактов, применение шумопоглощающих прокладок. Устанавливать глушители шума на выхлопные и всасывающие отверстия машин. В случае технической невозможности снижения уровня шума, необходимо предусмотреть систему профилактических испытаний. Персонал следует снабжать специальными наушниками, шлемами, заглушками, менять режим труда и отдыха. Лица, у которых между двумя медицинскими осмотрами ухудшается слух или ухудшилось общее состояние организма, должны быть переведены на работу в нешумных цехах.

Общая вибрация возникает при работе насосов. Локальная вибрация возникает при работе с ручным пневмо- и электроинструментом.

Вредное влияние вибрации выражается в том, что у работающих возникает расстройство нервной и сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата, что в конечном итоге приводит к виброболезни. В нормах указаны допустимые параметры вибрации на постоянных рабочих

местах в производственных помещениях при непрерывном воздействии в течение рабочего дня.

Для снижения уровня вибрации, необходимо осуществлять следующие мероприятия: произвести точную балансировку всех вращающихся частей машин, особенно быстроходных. Оборудования, машины и механизмы, являющиеся источниками вибрации установить на специальные фундаменты, рассчитанные так, чтобы амплитуда колебаний подошвы фундамента не превышала 0,1-0,2 мм. Уменьшение числа оборотов источников вибрации или снижение жесткости крепления оборудования к фундаменту (установка прокладок из резины, пружин).

8.4. Основные виды средств защиты работающих

Средства защиты работающих для предотвращения или уменьшения воздействия опасных и вредных производственных факторов подразделяются на средства коллективной и индивидуальной защиты.

Средства индивидуальной защиты рассматриваются в таблице 8.2.

Таблица 8.2 - Средства индивидуальной защиты

Назначение средств защиты	Средства защиты
1	2
Защита органов слуха	Противошумные шлемы, наушники
Защита глаз	Защитные очки, маски
Защита рук	Перчатки, рукавицы
Защита лица	Защитные маски, защитные очки
Защита органов дыхания	Противогазы, респираторы, пневмошлемы, пневмомаски

Продолжение таблицы 8.2

1	2
Специальная одежда	Комбинезоны, полукомбинезоны, куртки, брюки, костюмы, халаты, плащи, полушубки
Специальная обувь	Сапоги, ботинки, боты, галоши
Защита головы	Каски, шлемы, шапки

8.5. Экологическая безопасность

По периметру золоотвала № 2 секция № 1,2 сооружены 28 наблюдательных скважин. Контроль за изменением химического состава подземных вод по показателям: pH, железо, медь, цинк, хром, марганец, нефтепродукты, сульфаты, хлориды, жесткость, азот аммонийный, алюминий, мутность, никель и ХПК производится лабораторией АО «СибИАЦ» по договору. Мониторинг подземных вод на территории золоотвалов по показателям: барий, титан, стронций, кальций, медь, магний, цинк, марганец, хром и нефтепродукты по договору выполняет АО «НЦ ВостНИИ». Сеть наблюдательных скважин размещена с учетом геоморфологического положения золоотвала и скорости естественного потока подземных вод. Глубина скважин до 12 м. Отбор проб воды из скважин производится 1 раз в месяц.

В теле дамбы для контроля за фильтрационным процессом и устойчивостью сооружения оборудовано 14 пьезометрических скважин. Частота наблюдений по скважинам - 1 раз в месяц.

Техноконтроль осуществляется в соответствии с инструкцией по безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений, утвержденной главным инженером предприятия. Для предотвращения аварийных ситуаций и ликвидации их последствий предприятием разработан план ликвидации аварий

на гидротехнических сооружениях. До настоящего времени золотого фильтрата в пьезометрах не обнаружено.

Предприятием также выполняется комплекс визуального контроля за техническим состоянием золоотвала, в результате которого должны быть своевременно отмечены все просадки, трещины, оползни, обрушения, промоины, мокрые пятна и явные выходы фильтрационных вод, контуры наледей, и другие дефекты, ослабляющие сооружение. Результаты наблюдений заносятся в журнал технического осмотра сооружения.

Экологическая защита атмосферного воздуха. В связи с незначительными выбросами загрязняющих веществ в атмосферу при складировании золошлаков производится отбор проб лабораторией АО «СибИАЦ» по договору. Предприятием осуществляется визуальное наблюдение за степенью запыленности. В случае обнаружения высокого содержания пыли проводится смачивания пылевывделяющих источников.

Экологическая защита подземных вод. Для контроля за загрязнением подземных вод оборудованы 14 наблюдательных скважин, расположенных ниже по потоку подземных вод от каждого золоотвала.

Экологический мониторинг почвенного покрова предусматривает периодический контроль качественного химического состава почв в зоне техногенного воздействия золоотвалов, в соответствии с утвержденным графиком, с периодичностью 1 раз в год.

Предприятием также производится контроль над состоянием почв в районе золоотвала № 2, согласно технического отчета экологического мониторинга летний период.

В соответствии с существующим природоохранным законодательством (Закон РФ «Об охране окружающей природной среды», Закон РФ «Об отходах производства и потребления») предприятием организован мониторинг почвенного покрова, согласно договора с лабораторией ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области», с целью оценки воздействия золоотвала №2 Ново-Кемеровской ТЭЦ на почвенный покров.

8.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее возможными чрезвычайными ситуациями в рассматриваемом помещении являются возникновение пожара и поражение электрическим током.

Для предупреждения ЧС необходимо строгое соблюдение правил безопасности и норм, определяющих порядок работы с оборудованием, а также поддержка в исправном состоянии электросети и подключаемых к ней приборов.

В случае поражения человека электрическим током необходимо принять меры к освобождению пострадавшего от тока и немедленно приступить к оказанию ему первой помощи:

- Освободить человека от действия электрического тока, отключив электроустановку или оттянув от нее человека за одежду;
- Установить степень поражения и в соответствии с состоянием пострадавшего оказать ему медицинскую помощь. Если пострадавший не потерял сознание, необходимо обеспечить ему отдых, а при наличии травм или повреждений (ушибы, переломы, вывихи, ожоги и т. д.) необходимо оказать первую помощь до прибытия врача или доставить в ближайшее лечебное учреждение.

8.7. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Согласно законодательству, лицам, занятым на работах с тяжелыми условиями труда, положен комплекс гарантий и льгот.

Статья 57 ТК РФ регламентирует процесс оформления трудового договора в том случае, если работа связана с вредными условиями труда.

Из этой статьи следует, что помимо стандартных требований в данном договоре должна прописываться следующая информация:

- трудовая функция с указанием должностных обязанностей, квалификации, профессии, рабочего графика, вида выполняемой работы;
- продолжительность рабочего времени в соответствии со штатным расписанием (если он отличается от общего порядка, установленного работодателем);
- оплата труда (размер ставки, оклада, доплаты, надбавки, премий, поощрительных выплат и т.д.);
- компенсация за работу с вредными условиями труда;

Кроме того, в трудовых договорах обязательно указывается полное наименование должности, работа на которой признана вредной.

8.8. Сокращенный рабочий график

Сокращенная длительность рабочего времени относится к обязательным видам льгот, предоставляемым лицам, занятым на тяжелых условиях труда.

В России нормальная продолжительность рабочего времени составляет 40 рабочих часов в неделю. Но в дополнении к статье 92 ТК РФ указано, что если работник занят на вредном (тяжелом, опасном) производстве, работодатель должен предоставить ему сокращенный рабочий график, который составляет не более 36-ти часов в неделю.

Предельно допустимая продолжительность рабочего времени касается не только недельного, но и ежедневного плана (смены). Статьей 94 ТК РФ определено, что при 36-часовой рабочей неделе длительность рабочего дня не может превышать 8-ми часов. Если же работник занят 30 рабочих часов в неделю, длительность одной трудовой смены должна составлять не более 6-ти часов.

Однако законодательство оставляет за работодателем право увеличивать длительность рабочей смены при условии соблюдения нормы еженедельной продолжительности труда. Любые изменения в штатном графике должны отображаться в коллективном договоре предприятия.

8.9. Предоставление дополнительного отпуска

Согласно статье 117 ТК РФ, дополнительный отпуск предоставляется лицам, занятым на следующих видах деятельности:

- подземные и открыто горные работы в карьерах и разрезах;
- работа в зоне радиоактивного заражения;
- иные виды работ, связанные с вредным воздействием на здоровье человека (физические, биологические, химические и иные факторы).

Минимальный срок дополнительного отпуска, назначенного по указанным выше причинам, составляет 7 календарных дней. Точная длительность отпускного периода зависит от класса и вида условий труда.

Полноразмерный дополнительный отпуск предоставляется работникам при условии, что на протяжении рабочего года они проработали во вредных условиях не менее 11-ти месяцев. Если же работник проработал меньше указанного срока, то дополнительные отпускные дни назначаются ему пропорционально отработанному времени.

Кроме того, для назначения дополнительного отпуска сотрудник должен иметь определенный стаж работы в условиях тяжелого труда. Длительность стажа зависит от вида деятельности (статья 121 ТК РФ).

Дополнительный отпуск за труд во вредных условиях не может заменяться денежной компенсацией. Исключение относится только к случаям, когда работник увольняется, не успев использовать свои отпускные дни.

Если работник постоянно занят во вредных и опасных условиях труда, дополнительный отпуск может быть назначен полностью раньше истечения 11-

ти месяцев, но при условии, что основной отпуск предоставляется работнику авансом. В данном случае стаж работы, который дает право на новый отпуск в счет следующего года, исчисляется раздельно как по дополнительному, так и по основному отпуску.

8.10. Оплата работы во вредных условиях труда

Согласно общим правилам, которые указаны в статье 146 ТК РФ, оплата тяжелого труда производится по повышенной ставке. Минимальный размер данного повышения составляет 4% тарифного оклада, предусмотренного для работ с нормальными трудовыми условиями. Конкретный размер надбавки за вредные условия труда определяется работодателем и заносится в трудовой договор.

8.11. Перечень иных гарантий и льгот для лиц, работающих во вредных условиях труда.

Регулярные медицинские осмотры.

Если деятельность предприятия связана с опасными или вредными условиями труда, то прием в штат новых сотрудников производится только после полного медицинского осмотра. Кроме этого работодатель обязан обеспечить работников, занятых на особых условиях труда, регулярными медицинскими осмотрами и обследованиями, результаты которых необходимы для определения их пригодности к выполнению поручаемых задач, а также помогают предупредить профессиональные заболевания. Кроме того, для некоторых видов деятельности (работа вблизи источников повышенной опасности, работа с вредными веществами и т.д.) предусмотрены регулярные психиатрические освидетельствования.

Ограничение труда женщин во вредных условиях.

В статье 253 ТК РФ прописан ряд ограничений, касательно труда женщин на работах с вредными условиями, а также на подземных работах. Согласно

этой статье, женщины могут допускаться к подземным работам только в следующих случаях:

- после прохождения специализированного обучения со стажировкой в подземных зонах предприятия;
- при периодической занятости для выполнения работ в подземных частях;
- для выполнения не физической работы или работ по бытовому и санитарному обслуживанию.

Перед привлечением женщин к выполнению указанных работ, безопасность условий труда должна быть подтверждена заключением территориальных органов Роспотребнадзора.

Если работа выполняется по вахтовой схеме, то на нее не могут привлекаться беременные женщины, независимо от срока беременности, а также женщины, имеющие детей младше 3-х лет. Кроме того, в вахтовых работах не могут участвовать лица, если у них есть медицинские противопоказания к подобным видам труда.

Труд несовершеннолетних во вредных условиях.

Статья 265 ТК РФ запрещает использовать труд несовершеннолетних на следующих видах деятельности:

- работа с вредными и опасными условиями труда;
- подземные работы;
- работа, которая может причинить физический или нравственный вред здоровью несовершеннолетних (игорный бизнес, работа в ночных заведениях, работа со спиртными напитками, табаком, наркотическими и токсическими средствами).

Средства индивидуальной защиты (СИЗ).

Работники, связанные с вредными или опасными условиями труда, должны обеспечиваться комплектом средств индивидуальной и коллективной

защиты, оплаченным работодателем. СИЗ должны иметь сертификацию в соответствии с нормами охраны труда.

К числу СИЗ относятся:

- изолирующие костюмы;
- спецодежда;
- дерматологические защитные средства;
- средства защиты ног, рук, головы, органов дыхания и т.д.

Смывающие и обезвреживающие средства.

Если в процессе работы человек сталкивается с сильным загрязнением или влиянием физиологических (бактериологических) факторов, в обязанности работодателя входит обеспечение работников необходимыми смывающими и обезвреживающими средствами.

Данные средства выдаются раз в месяц, в количестве, соответствующем виду выполняемых работ и особенностям производственных факторов.

Выдача молока и лечебно-профилактического питания.

Статья 22 ТК РФ обязывает работодателя обеспечивать сотрудников, занятых на тяжелых условиях труда, молоком или другими кисломолочными продуктами (кефир, творог, йогурт и т.д.). Бесплатная выдача молока осуществляется в дни фактической занятости на работе с вредными факторами. Норма выдачи кисломолочной продукции составляет 0.5 литров за каждую смену, независимо от ее длительности. По желанию работника выдача молока, так же, как и других равноценных продуктов, может заменяться денежной выплатой.

8.12. Льготная пенсия.

В России право на трудовую пенсию имеют мужчины в возрасте 60-ти лет и женщины в возрасте 55-ти лет. При этом страховой стаж лиц, выходящих на трудовую пенсию, должен составлять не менее 5-ти лет.

Однако в статье 27 ФЗ-173 определены условия, согласно которым трудовая пенсия может быть назначена ранее указанных возрастов. К таким условиям относятся:

1) Работа под землей.

В данном случае мужчина может выйти на пенсию в 50 лет, а женщины - в 45 лет, при условии, что стаж на подземных работах составляет не менее 10-ти и 7-ми лет соответственно.

2) Труд в горячих цехах.

Выход на трудовую пенсию для мужчин возможен в 50 лет, а для женщин – в 45 лет, при условии, что страховой стаж в рабочих цехах составляет не менее 20-ти и 15-ти лет соответственно.

3) Работа с тяжелыми условиями труда.

Для лиц, занятых на вредной работе, определен следующий возраст выхода на пенсионное обеспечение: мужчины – 55 лет, женщины – 50 лет. При этом мужчины должны проработать в тяжелых условиях не менее 12 лет и 6 месяцев и иметь не менее 25-ти лет страхового стажа. Для женщин определена следующая норма: работа в тяжелых условиях – не менее 10-ти лет, страховой стаж – не менее 20-ти лет.

Если вышеназванные лица проработали в особых условиях труда как минимум половину установленного срока и при этом имеют требуемую продолжительность страхового стажа, во время назначения трудовой пенсии в отношении них используется уменьшение базового возраста. В первых двух случаях базовый возраст сокращается на один год за каждый полный год работы. В третьем случае базовый возраст уменьшается на один год за каждые полтора года работы для мужчин, и на один год за каждые два года работы для женщин.

8.13. Выводы

При реализации выпускной квалификационной работы «Повторное использование сточных вод» в г. Кемерово сократиться забор свежей воды из р. Томь на 2 233 800 м³/год и снизится сброс сточных вод в водный объект р. Томь.

Деградация ОС – процесс, в результате которого снижается способность экосистем поддерживать постоянство качества жизни. Поддержание нормального функционирования наземных экосистем зависит от четырех факторов:

- качества воды,
- качества почвы,
- качества воздуха,
- сохранения биоразнообразия.

Любое производство, в том числе Ново-Кемеровская ТЭЦ, работает с целью улучшения качества жизни населения (свет, тепло, горячая вода), но в результате деятельности предприятий идет деградация ОС. В атмосферный воздух выбрасываются загрязняющие вещества, такие как зола, NO_x , SO_2 и другие. В водные объекты сбрасываются загрязняющие вещества, сброс теплой воды в реки. Данный проект направлен на понижение деградации ОС.

Социальная напряженность представляет собой социально-психологическое состояние людей, обусловленное их социальным положением и степенью неудовлетворенности состоянием дел или ходом развития событий.

Заключение

Реализация выпускной квалификационной работы по вторичному использованию сточных вод на производстве способствует увеличению запасов природных ресурсов и вносит существенный вклад в решение данной проблемы. Сокращает забор свежей воды из р. Томь на 2 233 800 м³/год.

Данная работа предполагает получения экономического эффекта от сокращения затрат на утилизацию сточных вод и снижение расходов на подпитку свежей водой, за счет использования сточных вод в системе гидрозолошлакоудаления на постоянной основе. Годовой экономический эффект 8,5 млн. руб., при этом срок окупаемости 5,9 лет.

Реализация данной работы позволит снизить напряженность в социальной сфере, за счет понижения объемов забора свежей воды из реки и снижения сброса сточных вод.

Список используемых источников

1. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. Учебник для вузов. – М: Энергия, 1976; М.: Энергоатомиздат, 1987– 328с.
2. Антонова А.М., Воробьев А.В. Расчет показателей работы электростанций. Методические указания для студентов направления 550900 "Теплоэнергетика", специальностей 100500 «Тепловые электрические станции» и 101000 «Атомные электрические станции и установки». - Томск: Изд. ТПУ, 2001- 44с.
3. РД 34.20.501-95 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации
4. Тепловые и атомные электрические станции: Справочник/Под общ.ред. В.А.Григорьева, В.М. Зорина. – М: Энергоатомиздат, 1989–604с.
5. Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции. Учебник для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2000. – 408с.
6. Воронин Л.М. «Особенности проектирования и сооружения АЭС»
7. Маргулова Т.Х. «Атомные электрические станции»
8. МТ 34-70-018-84. Методика расчёта показателей качества осветлённой воды систем гидрозолоудаления тепловых электростанций.