

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «ИЭиБЖД»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Т.А.Кулагина
подпись
« _____ » _____ 2019 г

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»

«Усовершенствование системы очистки нефтесодержащих сточных вод
теплоэлектростанции»

Руководитель	_____	к.т.н	И.В. Андруняк
	подпись, дата		
Выпускник	_____		Н. Е. Читняева
	подпись, дата		
Нормоконтролер	_____	ст. преподаватель	Е.Н. Зайцева
	подпись, дата		

Красноярск 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1 Общее сведение о предприятии	11
1.1 Краткая характеристика предприятия	11
1.2 Физико-географическая и климатическая характеристики района размещения	11
1.3 Сведения о водном объекте реке Енисей	12
2 Характеристика предприятия как источника образования и сброса сточных вод	15
2.1 Краткое описание существующих очистных сооружений	19
2.2 Тепловая схема ТЭЦ	19
2.3 Водоподготовка	20
2.4 Внешнее золоудаление	21
2.5 Характеристика системы водоснабжения и водоотведения	21
2.6 Очистка сточных вод и охрана водного бассейна	24
2.7 Влияние сточных вод ТЭС на природные водоёмы	27
2.8 Определение источников загрязнения сточных вод нефтепродуктами	32
3 Технологическая часть	34
3.1 Краткое описание сооружений насосной станции промливневых вод	34
3.2 Объемы работ по капремонту сооружений насосной станции промливневых вод	34
3.3 Размещение на промплощадке станции	35
3.4 Локальные очистные сооружения сточных вод, отводимых в из подвала турбинного цеха	35
3.4.1 Обоснование объемов сточных вод, отводимых на локальные очистные сооружения, и их производительности	36
3.4.2 Размещение на промплощадке станции	36
3.4.3 Описание технологической схемы	36

3.4.4	Описание технологической очистки.....	38
3.4.5	Расчет очистки от нефтепродуктов.....	38
3.4.6	Эффективность очистки.....	40
3.4.7	Инструкция по эксплуатации.....	42
3.4.8	Рекомендации по монтажу.....	43
4	Технико-экономическое обоснование выбора рациональной технологической схемы кондиционирования маслосодержащего осадка.....	44
4.1	Эксплуатационные годовые затраты.....	44
4.1.1	Амортизационные отчисления.....	45
4.1.2	Затраты на капитальный ремонт.....	45
4.1.3	Расчет затрат на электроэнергию.....	48
4.2	Расчет платежей за загрязнение окружающей среды.....	50
4.3	Затраты на оплату труда.....	52
4.4	Прочие расходы.....	55
4.5	Расчёт цеховой себестоимости.....	57
4.6	Срок окупаемости.....	58
	Заключение.....	60
	Список использованных источников.....	62

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время теплоэлектроцентрали являются одним из основных источников загрязнения природной среды, она загрязняет воздушный бассейн продуктами сгорания органического топлива, вызывает тепловое загрязнение атмосферы, загрязняет водных объектов сточными водами с большим содержанием нефтепродуктов.

Поступая в водоемы, нефть и нефтепродукты создают различные формы загрязнения: плавающую на воде нефтяную пленку; растворенные или эмульгированные в воде нефтепродукты; осевшие на дно тяжелые фракции; продукты, адсорбированные грунтом дна или берегом водоема.

Мероприятия, направленные на очистку воды от нефти, помогают сбросить определенные количества нефти и сохранить воздушный и водный бассейны. Очистка сточной воды от содержащихся в ней загрязнений, как правило, проводится в несколько стадий [1].

Поэтому целью выпускной квалификационной работы является усовершенствование системы по очистке сточных вод от нефтепродуктов, что позволит снизить негативное воздействие на водные объекты.

1 Общее сведение о предприятии

1.1 Краткая характеристика предприятия

Теплоэлектроцентраль потребителям отпускается тепловая энергия в виде горячей воды и технологического пара. Горячая вода используется на нужды отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и в небольшом количестве на технологию. Пар отпускается на технологические нужды предприятий.

Оборудование станции включает 17 котлов, 10 турбин. ТЭЦ имеет разнотипное оборудование и возможность работы, как в блочном режиме, так и на поперечных связях. Электростанция может работать как в теплофикационном режиме, так и в режиме комбинированной выработки тепла и электроэнергии. Основным топливом для ТЭЦ является Ирша-бородинский бурый уголь Канско-Ачинского угольного бассейна (Ирша-Бородинского угольного разреза), расположенного в 146 км от станции.

1.2 Физико-географическая и климатическая характеристики района размещения

Природно-климатические условия в Красноярском крае характеризуются резко континентальным климатом. Средняя температура января $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$ на севере и $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ на юге, в июле соответственно $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. В среднем в год выпадает 316 мм осадков, основная часть - летом, в предгорьях Саян 600-1000 мм. Снежный покров устанавливается в начале ноября и сходит к концу марта.

ТЭЦ расположен на правом берегу реки Енисей. Сброс сточных вод производится в протоку Пушкарская реке Енисей, в черте города Красноярска, выше по течению от населенного пункта – пос. Березовка. Ближайший водозабор питьевой воды расположен в г. Сосновоборске в 12 км ниже по течению [2].

1.3 Сведения о водном объекте реке Енисей

Фоновые загрязнения реке Енисей приняты по данным Среднесибирского УГМС. Систематические наблюдения за гидрологическим состоянием реки Енисей проводятся Среднесибирским УГМС в пункте наблюдений реке Енисей выше города - 2 км выше п.Удачный. Река Енисей в месте выпуска определяется сбросами Красноярской ГЭС.

Морфометрическая характеристика водного объекта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Морфометрические характеристики водного объекта

Наименование водного объекта-приемника сточных вод	Длина, км	Расстояние до устья в месте водопользования, км	Глубина реки в месте водопользования, м		
			Средняя	Максимальная	Минимальная
Река Енисей	3 487,0	2 454,0	3,7	10	2,0

Река Енисей является водным объектом первой категории рыбохозяйственного значения.

Гидрологическая характеристика реки Енисей представлена в таблице 2

Таблица 2 - Гидрологическая характеристика водного объекта в месте водопользования.

Наименование водного объекта-приемника сточных вод	Средний многолетний расход, м ³ /сек.	Скорость течения в период, м/сек		Средняя скорость течения, м/сек	Температура воды, °С				
		Максимального стока	Минимального стока		Средняя многолетняя	летом	весной	осенью	зимой
р. Енисей	2 700	3,5	0,7	1,1	5,2	9,0	2,4	7,0	0,9

Неблагоприятные по водности периоды:

- в период с 01.05 по 25.10 гарантированный минимальный расход воды составляет 2 750 м³/сек;
- в период с 26.04. по 30.10 гарантированный минимальный расход воды составляет 2 100 м³/сек;
- в период с 30.10 по 15.04 гарантированный минимальный расход воды составляет 1 900 м³/сек, базовый (в течение 3-4 часов) 1 650 м³/сек;
- в период с 16.04. по 30.04 гарантированный минимальный расход воды составляет 1 900 м³/сек;

Амплитуда колебания уровня 704 см.

Ширина водоохраной зоны реки Енисей составляет 200м, ширина прибрежной защитной полосы составляет 50м.

По данным государственного доклада «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае» за 2009 и 2010г. качество воды по значениям удельного комбинаторного индекса загрязненности воды – УКИЗВ составило в реке Енисей: вода очень «загрязненная» (3 класс, разряд «б») – вода «грязная» (4 класс, разряд «а»). Основной вклад в загрязнение реки Енисей вносят нефтепродукты и цинк, а также железо, марганец, медь.

В государственном докладе «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2009 году» Министерство природных ресурсов России отнесло Енисей к тем водным объектам, где складывается наиболее напряженная экологическая ситуация.

По оперативным данным Росгидромета, в 2009 году в Енисее было зафиксировано в два раза больше случаев экстремально высокого и высокого загрязнения воды — 90 случаев. Экстремально высокое загрязнение — уровень загрязнения, превышающий ПДК (предельно допустимую концентрацию) в 5 и более раз для веществ первого и второго классов опасности и в 50 и более раз для веществ третьего и четвертого классов. Высокое загрязнение — уровень загрязнения в 3-5 раз для первого и второго класса опасности, так же для третьего

и четвертого, превышающих ПДК в 10-50 раз и в 30-50 раз для нефтепродуктов, фенолов, ионов марганца, меди и железа.



Рисунок 1 - Загрязнение реки Енисей нефтепродуктами выше по течению.

В 2008-2009гг. рядом ученых института биофизики СО РАН была выполнена работа «Оценка антропогенного загрязнения реки Енисей по содержанию металлов в основных компонентах экосистемы на участках, расположенных выше и ниже города Красноярска»

Для оценки антропогенного загрязнения реки Енисей определены концентрации металлов, фенолов, нефтепродуктов в воде и содержание металлов в основных компонентах экосистемы на участках выше и ниже города Красноярска. В задачи исследования входило: определить содержание металлов, фенолов и нефтепродуктов в воде, исследовать содержание металлов в донных отложениях, гаммарусах, водном мхе и хариусе сибирском, на условно фоновом и условно загрязнённом участках реки Енисей.

Исследования проводились с мая 2008 г. по апрель 2009 г. на двух участках среднего течения реки Енисей – условно фоновом расположенном 30 км ниже плотины Красноярской ГЭС, на 9 км выше города Красноярска, и условно загрязнённом– на 56 км ниже фонового участка [3].

2 Характеристика предприятия как источника образования и сброса сточных вод

Для очистки сточных вод от нефтепродуктов применяются методы, которые указаны на рисунке 2.

Метод отстаивания основан на способности самопроизвольного разделения воды и нефтепродуктов. Частицы нефтепродуктов под действием сил поверхностного натяжения приобретают сферическую форму, и их размеры находятся в диапазоне от 2 до 3·10 мкм. Величина, обратная размеру частицы, называется степенью дисперсности. В основе процесса отстаивания лежит принцип выделения нефтепродуктов под действием разности плотностей воды и частиц масла. Содержание нефтепродуктов в стоках находится в широки пределах и составляет в среднем 100 мг/л. Отстаивание нефтепродуктов производится в нефтеловушках [3].

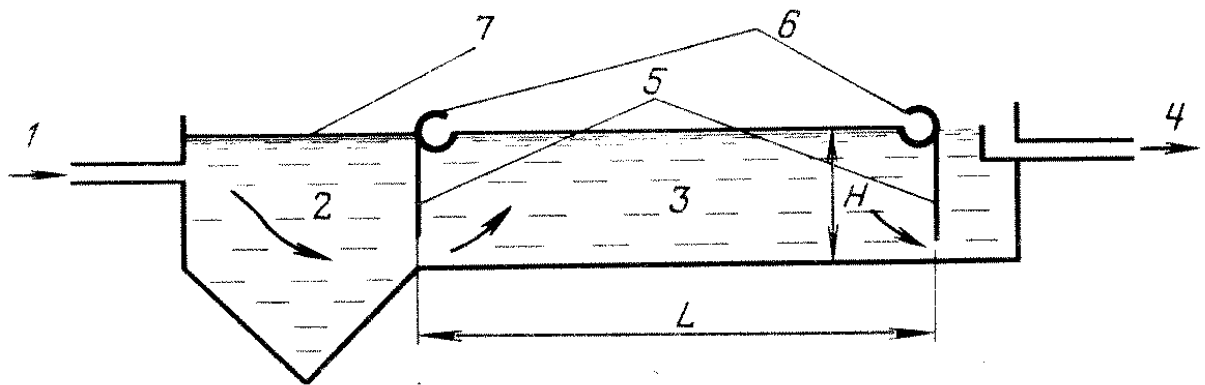


Рисунок 3 – Схема типовой нефтеловушки

Вода подается в приемную камеру на рисунке 3 и, пройдя под перегородкой, попадает в отстойную камеру, где и происходит процесс разделения воды и нефтепродуктов.

Очищенная вода, пройдя под второй перегородкой, выводится из нефтеловушки, а нефтепродукты образуют пленку на поверхности воды и удаляются специальным устройством. При выборе нефтеловушки необходимо принимать следующие допущения: скорость движения воды во всех точках поперечного сечения одинакова; поток воды имеет ламинарный характер; скорость всплывания частиц нефтепродуктов постоянна в течение всего времени прохождения потока.

Значительное влияние на эффективность работы нефтеловушки оказывает температура воды. Увеличение температуры воды приводит к снижению ее вязкости, что способствует улучшению условий выделения частиц. Например, мазут при температуре воды ниже 30 °С оседает в нефтеловушке, в интервале 30-40 °С частицы мазута находятся во взвешенном состоянии и лишь свыше 40°С проявляется эффект всплытия частиц. На рисунок 4,5 представлена нефтеловушка Гидроспецпромстроя. Нефтепродукты, всплывающие на поверхность в отстойных камерах, сгоняют скребковым устройством к щелевым поворотным трубам, расположенным в начале и конце отстойных зон каждой секции, через которые они выводятся из нефтеловушки.

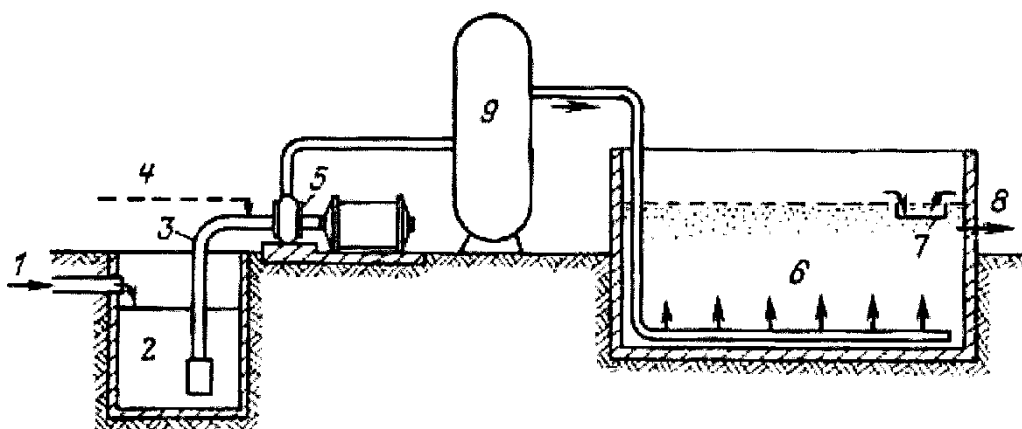


Рисунок 4 – Схема установки напорной флотации

При наличии тонущих примесей в сточной воде они выпадают на дно нефтеловушки, сгребаются тем же скребковым транспортером в приямок и при помощи данного клапана (или гидроэлеватора) выводятся из нефтеловушки. Нефтеловушки такого типа рассчитаны на производительность 15-220 кг/с по сточной воде.

Флотационный метод очистки воды заключается в образовании комплексов частица нефтепродуктов - пузырек воздуха с последующим выделением этих комплексов из воды. Скорость всплывания таких комплексов в 102-103 раз превышает скорость всплывания частиц нефтепродуктов. По этой причине флотация гораздо эффективнее отстаивания.

Различают напорную флотацию, при которой пузырьки воздуха выделяются из пересыщенного раствора его в воде, и безнапорную, которая осуществляется при помощи пузырьков воздуха, вводимых в воду специальными устройствами.

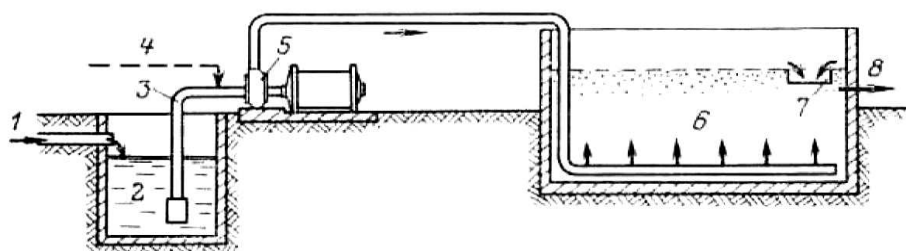


Рисунок 5 – Схема установки безнапорной флотации

При напорной флотации воздух растворяется в воде под избыточным давлением до 0,5 МПа, для чего в трубопровод перед насосом подается воздух, а затем водовоздушная смесь в течение 8—10 мин выдерживается в специальной напорной емкости, откуда и подается во флотатор, где происходят сброс давления, образование пузырьков воздуха и собственно флотационный процесс разделения воды и примеси. При снижении давления на входе воды во флотатор воздух, растворенный в воде, выделяется практически мгновенно, образуя пузырьки.

При безнапорной флотации образование пузырьков происходит за счет механических (насосом, эжектором) или электрических сил и во флотатор вводится готовая дисперсная система пузырьки - вода. Оптимальные размеры пузырьков равны 15—30 мкм. Скорость всплывания пузырьков такого размера с захваченными частицами нефти составляет в среднем 0,9-3 м/с, что в 900 раз превышает скорость всплывания частицы нефти размером 1,5 мкм.

Фильтрация замазученных и замасленных вод осуществляется на заключительной стадии очистки. Процесс фильтрации основан на прилипании эмульгированных частиц нефтепродуктов к поверхности зерен фильтрующего материала. Так как фильтрации предшествует предварительная очистка сточных вод (отстаивание, флотация), перед фильтрами концентрация нефтепродуктов невысока и составляет.

При фильтрации сточных вод частицы нефтепродуктов выделяются из потока воды на поверхности зерен фильтрующего материала и заполняют наиболее узкие поровые каналы. При гидрофобной поверхности (не взаимодействующей с водой) частицы хорошо прилипают к зернам, при гидрофильной (взаимодействующей с водой) прилипание затруднено из-за наличия гидратной оболочки на поверхности зерен. Однако прилипающие частицы вытесняют гидратную оболочку и начиная с какого-то момента времени фильтрующий материал работает как гидрофобный.

При работе фильтра частицы нефтепродуктов постепенно заполняют

объем пор и насыщают фильтрующий материал. В итоге по истечении некоторого времени устанавливается равновесие между количеством масла, выделяющегося из потока на стенки, и количеством масла, стекающего в виде пленки в ледующие по ходу потока слои фильтрующего материала.

С течением времени насыщенность нефтепродуктами сдвигается к нижней границе фильтрующего слоя и концентрация масла в фильтрате увеличивается. В этом случае фильтр отключается на регенерацию. Повышение температуры воды способствует уменьшению вязкости нефтепродуктов и, следовательно, более равномерному его распределению по высоте слоя [4].

2.1 Краткое описание существующих очистных сооружений

Состав сооружений насосной промливневых стоков (НПВ): заглубленный резервуар для приема сточных вод, 4 насоса типа 10Ф-12, производительностью 730 м³/час, 1 насос типа 10Ф-10, производительностью 530 м³/час, 4 горизонтальных песколовки с круговым движением воды. Объем сточных вод, отводимых с НПВ, определяется по показаниям приборов типа «Взлет» ,расходомер-счетчик ультразвуковой «Взлет РСЛ» - 1шт.. Для учета воды ведется журнал учета водоотведения средствами измерений.

Качественный состав промливневых сточных вод после НПВ не соответствует требованиям законодательства (НДС или ПДК), что подтверждают результаты анализов в таблице 3.

2.2 Тепловая схема ТЭЦ

Согласно проекту расширения и реконструкции ТЭЦ тепловая схема станции принята с поперечными связями по основным магистралям пара и воды с секционирующими задвижками. Обессоливание турбинного конденсата не предусматривается.

Деаэрация подпиточной воды теплосети предусматривается в вакуумных, подпиточной воды котлов – в атмосферных деаэраторах. Для переработки и последующего использования в цикле станции очищенных стоков ХВО и продувок котлов предусмотрены установка умягчения стоков и испарительная установка.

2.3 Водоподготовка

Водоснабжение для технических целей и горячего водоснабжения города осуществляется с «технического» водозабора, открытого типа расположенного на реке Енисей. Вода используется на технические цели, в том числе, охлаждение конденсаторов турбин и вспомогательного оборудования, восполнение потерь в системе гидрозолоудаления, на горячее водоснабжение и отопление города Красноярска и для технических целей некоторым другим предприятиям.

Восполнение потерь питательной воды котлов на станции осуществляется от существующих водоподготовительных установок с суммарной производительностью 1300 т/час, работающих по схеме коагуляция воды в осветлителях, осветление на механических фильтрах, двухступенчатое химическое обессоливание.

Установки водоподготовки подпитки теплосети после расширения и реконструкции обеспечивают подачу воды в теплосеть в количестве 2 650 т/час с работой по схеме: подкисление контактной серной кислотой с частичным умягчением воды на водород-катионитовых фильтрах, декарбонизация, силикатирование.

Сбросные воды ВПУ подлежат сбору и подаче на установку умягчения стоков, работающую по схеме: осаждение солей жесткости содощелочным раствором, осветление на механических фильтрах, двухступенчатое натрий-катионирование [5].

2.4 Внешнее золоудаление

Золоудаление осуществляется двумя способами:

- система пневмозолоудаления - сухой способ, зола отправляется потребителям в вагонах;
- система гидрозолоудаления – гидравлическая напорная, совместная обратная, зола направляется в канал ГЗУ совместно со шлаком. Применяется в основном в зимний период.

Золошлакоотвал расположен в 5 км на восток от ТЭЦ.

2.5 Характеристика системы водоснабжения и водоотведения

Пользование водным объектом для забора речной воды для технических нужд станции осуществляется на основании договора водопользования.

Система технического водоснабжения тепловой электростанции представляет собой комплекс различных сооружений и оборудования, целью которых является бесперебойное снабжение водой требуемого количества и качества всех потребителей [11].

Обеспечение надежности и экономичности работы системы технического водоснабжения является постоянной задачей персонала, вытекающей из требований действующих Правил технической эксплуатации электростанций и сетей.

Техническое водоснабжение ТЭЦ - прямоточное от двух насосных станций, расположенных в излучине Ладейской протоки, забор воды на технические нужды и сброс сточных вод осуществляется в реку Енисей.

Прямоточная система технического водоснабжения характеризуется забором охлаждающей воды с естественной температурой из реки, обеспечивающей потребность тепловой электростанции. Подогретая в

теплообменных аппаратах вода сбрасывается через отводящую сеть ниже по течению, не возвращаясь к водозабору.

Система технического водоснабжения включает следующие сооружения и оборудование:

- водозаборные и водоочистные сооружения;
- подводящие водоводы;
- водоочистное оборудование;
- насосные станции с установленными в них насосными агрегатами и вспомогательным оборудованием;
- напорные и сливные водоводы;
- водяной тракт конденсаторов турбин;
- отводящие каналы;
- сифонные и сопрягающие сооружения.

Основным условием нормальной эксплуатации оборудования, сооружений является обеспечение надежности их работы и экономичности обслуживаемого ими основного оборудования станции.

Конструктивные элементы систем технического водоснабжения должны быть выполнены по проекту и поддерживаться в процессе эксплуатации в надлежащем состоянии согласно требованиям ПТЭ и других нормативно-технических документов.

Водозаборные сооружения ковшевого типа с низовым входом воды. Водозаборный ковш имеет две ветви: левую и правую. На ответвлениях от ковша расположены береговые насосные станции 1,2. Береговая насосная станция 1 введена в эксплуатацию в 1943 году, оборудована 4 циркуляционными насосами марки 32Д19, 1-3 производительность каждого 6500 м³/час, 4 – 3800 м³/час. Береговая насосная станция 2 введена в эксплуатацию в 1957 году, оборудована 4 циркуляционными насосами марки 48Д22, производительность каждого 12500 м³/час.

На входе в водозаборный ковш с низовым питанием установлено рыбозащитное устройство в виде плавающей запяни с водоотбойным козырьком.

Состав водозаборных сооружений:

- водозаборный ковш;
- водоприемник;
- береговая насосная станция №№1,2
- циркуляционные водоводы – 5 трасс;
- пристанционный узел.

Сточные воды сбрасываются береговым, сосредоточенным выпуском с правого берега в Шумковскую протоку реки Енисей на 2454,0 км от устья.

Характеристики места сброса сточных вод:

- расстояние от оголовка выпуска до береговой линии реки Енисей – 1,8 км;
- средняя глубина реки в месте водопользования – 3,7м;
- максимальная глубина реки в месте водопользования – 10м;
- минимальная глубина реки в месте водопользования – 2,0м;
- уровень места сброса от поверхности воды в меженный период составляет 0,0м.

Источники образования производственных стоков ТЭЦ:

- от охлаждения основного оборудования - после охлаждения конденсаторов турбин № 3-9 часть воды подается на подпитку теплосети, остальная вода из закрытого сбросного канала ТЭЦ-1 поступает в открытый канал;

- от водоподготовительных установок - для поддержания в рабочем состоянии фильтров ВПУ химического цеха производится их регенерация и промывка. Отмывочные воды собираются в баки кислых вод и нейтрализаторы и через насосную станцию промливневых вод направляются в открытый

сбросной канал и далее в Пушкарскую протоку реки Енисей. Часть отмывочных, наиболее загрязненных вод, подается в оборотную систему ГЗУ;

- от охлаждения вспомогательных механизмов и оборудования - вода используемая на охлаждение вспомогательных механизмов турбинного и котельного цехов, непрерывной и периодической продувки котлов сбрасывается в систему ГЗУ или через НПВ направляется в открытый сбросной канал и далее в Шумковскую протоку реки Енисей.

Технологией предусмотрено разделение загрязненной оборотной воды, поступающей в дальнейшем в систему ГЗУ и воды после охлаждения оборудования поступающей в сбросной канал, состоящий из закрытого железобетонного канала и открытого канала.

Параметры закрытого канала: две нитки сечением 2,5х2,5м, длиной 131 и 127м с водосливными колодцами из железобетонных колец диаметром 2000мм.

Параметры открытого сбросного канала: длина – 5км, ширина – 42м, глубина – 8м, откос 1:1,25м. По ширине и глубине параметры меняются в зависимости от рельефа.

Выпуск сточных вод не попадает в зоны и округа санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, рекреационные, рыбохозяйственные заповедные и рыбоохранные зоны. Категория сбрасываемых сточных вод - нормативно-чистые.

2.6 Очистка сточных вод и охрана водного бассейна

Объем сточных вод, отводимых в река Енисей определяется по показаниям приборов типа «Взлет», расходомер-счетчик ультразвуковой «Взлет РСЛ». Для учета воды ведется журнал учета водоотведения средствами измерений, некоторые загрязняющие вещества приведены в таблице 3

В соответствии с проектом индивидуальных нормами водопотребления и водоотведения, годовой расход сточных вод составляет 11206 680 м³/год.

Согласно представленной балансовой схеме водопотребления и водоотведения теплообменные сточные воды сбрасываются в реку Енисей в объеме 106197480 м³/год без очистки.

Открытый отводящий канал ТЭЦ находится за территорией, имеет начало вблизи забора станции, где организован выпуск сточных вод из параллельно проложенных сбросных трубопроводов и впадает в Шумковскую протоку реки Енисей.

Русло канала не имеет противофильтрационных сооружений и устройств, а также не имеет железобетонных укреплений на дне и откосах. Русло и берега образованы из естественных пород песчано-глинистых, черноземных пород и суглинков. Вдоль берегов встречается растительность в виде высоких трав, кустарников и деревьев. Дно канала местами замусорено, заилено и, преимущественно у берегов, затянута водной растительностью.

Диаметр левого сбросного трубопровода 2000мм, правого сбросного трубопровода – 1995мм. Максимальный расход воды: левый сбросной трубопровод: 139104 м³/сут., правый сбросной трубопровод: 138240 м³/сут.

Ливневые и талые воды с промплощадки станции в объеме 5869200 м³/год через насосную станцию промливневых вод, оборудованную горизонтальными песколовками, отводятся в реку Енисей. Трубопровод промливневой воды диаметром 1200 мм. Максимальный расход воды: 1908 м³/сут.

Состав сооружений насосной станции промливневых сточных вод

- насосная станция промливневых вод, представлены на рисунке 6;
- песколовки горизонтальные, представлены на рисунке 7;
- иловая яма



Рисунок 6 - Насосная станция промливневых вод (НПВ)



Рисунок 7 - Песколовки горизонтальные

2.7 Влияние сточных вод ТЭС на природные водоёмы

Природные водоёмы представляют собой сложные экологические системы (экосистемы) существования биоценоза – сообщества живых организмов (животных и растений). Эти системы создавались в течение многих тысячелетий эволюции живого мира. Водоёмы являются не только сборниками и хранилищами воды, в которых вода усредняется по качеству, но в них непрерывно протекают процессы изменения состава примесей – приближение к равновесию. Оно может быть нарушено в результате человеческой деятельности, в частности сброса сточных вод ТЭС. Живые организмы

(гидробиониты), населяющие водоёмы, тесно связаны между собой условиями жизни, и в первую очередь, ресурсами питания. Гидробионты играют основную роль в процессе самоочищения водоёмов. Часть гидробионтов (обычно растения) синтезируют органические вещества, используя при этом неорганические соединения из окружающей среды, такие как CO_2 , NH_3 и др. Другие гидробионты (обычно животные) усваивают готовые органические вещества. Водоросли также минерализуют органические вещества. В процессе фотосинтеза они при этом выделяют кислород. Основная часть кислорода поступает в водоём путём аэрации при контакте воды с воздухом. Микроорганизмы (бактерии) интенсифицируют процесс минерализации органики при окислении её кислородом. Отклонение экосистемы от равновесного состояния, вызванное, например, сбросом сточных вод, и может привести к отравлению и даже гибели определённого вида (популяции) гидробионтов, которое приведёт к цепной реакции угнетения биоценоза. Отклонение от равновесия интенсифицирует процессы, приводящие водоём в оптимальное состояние, которое называют процессами самоочищения водоёма [19].

Важнейшие из этих процессов следующие:

- осаждение грубодисперсных и коагуляция коллоидных примесей;
- окисление (минерализация) органических примесей;
- окисление минеральных примесей кислорода;
- нейтрализация кислот и оснований за счёт буферной ёмкости воды водоёма (щелочности), приводящая к изменению её pH;
- гидролиз ионов тяжёлых металлов, приводящий к образованию их малорастворимых гидроксидов и выделению их из воды;
- установление углекислотного равновесия (стабилизация) в воде, сопровождающееся или выделением твёрдой фазы, или переходом части её в воду [6].

Процессы самоочищения водоёмов зависят от гидробиологической и гидрохимической обстановки в них. Основными факторами, существенно влияющими на водоёмы, являются температура воды, минералогический состав примесей, концентрация кислорода, показатель рН воды, концентрации вредных примесей, препятствующих или затрудняющих протеканию процессов самоочищения водоёмов. Для гидробионтов наиболее благоприятен показатель рН=6,5÷8,5. Так как сбросы воды из систем охлаждения оборудования ТЭС несут в основном «тепловое» загрязнение, следует иметь в виду, что температура оказывает мощное воздействие на биоценоз в водоёме. С одной стороны, температура оказывает прямое влияние на скорость протекания химических реакций, с другой на скорость восстановления дефицита кислорода. При повышении температуры ускоряются процессы размножения гидробионтов. Восприимчивость живых организмов к токсичным веществам с повышением температуры обычно увеличивается. При повышении температуры ускоряются процессы размножения гидробионтов. При повышении температуры до +30°C сокращается прирост водорослей, поражается фауна, рыбы становятся малоподвижными и перестают кормиться. Кроме того, с ростом температуры уменьшается растворимость кислорода в воде. Резкий перепад температур, который возникает при сбросе в водоём нагретых вод, приводит к гибели рыбы и представляет серьёзную угрозу рыбному хозяйству. Влияние обычных вод, температура которых на 6÷9 выше температуры речной воды, губительно даже для рыб, адаптированных к летней температуре до +25°C. Среднемесячная температура воды в расчётном створе водоёма хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования летом после сброса нагретой воды не должна повышаться более чем на 3 по сравнению с естественной среднемесячной температурой воды на поверхности водоёма для наиболее жаркого месяца года. Для рыбохозяйственных водоёмов температура воды в расчётном створе летом не должна повышаться более чем на 5°C по сравнению с естественной в месте водовыпуска. Предельно

допустимой концентрацией (ПДК) вредного вещества в воде водоёма называется его концентрация, которая при ежедневном воздействии в течение длительного времени на организм человека не вызывает каких-либо патологических изменений и заболеваний, обнаруживаемых современными методами исследований, а также не нарушает биологического оптимума в водоёме. В таблице 4 приведены ПДК некоторых веществ, характерных для энергетики [12].

Таблица 4 –ПДК вредных веществ в водоемах

Вещество	Для водоемов санитарно-бытового водопользования, мг/л	Для рыбохозяйственных водоемов, мг/л
1	2	3
По санитарно-токсикологическому лимитирующему показателю вредности		
Аммиак	-	0,05
Ванадий	0,1	-
Гидразин	0,01	-
Железо	0,5	-
Медь	0,1	0,01
Мышьяк	0,05	0,05
Никель	1	0,01
Нитраты	10	-
Ртуть	0,005	-
Свинец	0,1	0,1
Формальдегид	0,5	-
Фтор	1,5	-

Продолжение таблицы 4

1	2	3
Нефть и нефтепродукты в растворенном и эмульгированном состоянии	0,5	0,05
Фенолы	0,001	0,001
Цинк	1	-
Хлор активный	-	-
Соли серной кислоты	500	-
Нефть высокосернистая	0,1	-

Попадающие в водоёмы стоки, содержащие нефтепродукты, вызывают появление у воды запаха и привкуса керосина, образование плёнки или масляных пятен на её поверхности и отложений тяжёлых нефтепродуктов на дне водоёмов. Плёнка нефтепродуктов нарушает процесс газообмена и препятствует проникновению в воду световых лучей, загрязняет берега и прибрежную растительность. Попавшие в водоём нефтепродукты в результате биохимического окисления постепенно разлагаются на углекислоту и воду. Однако этот процесс протекает медленно и зависит от количества микроорганизмов в ней. В летнее время плёнка нефтепродуктов разлагается на 50-80% в течение 5–7 дней, при температуре ниже +10°C процесс разложения идёт более длительно, а при +4°C разложения вообще не происходит. Данные отложения нефтепродуктов удаляются ещё более медленно и становятся источниками вторичного загрязнения воды [16].

Наличие в воде нефтепродуктов делает воду непригодной для питья. Особенно большой ущерб наносится рыбному хозяйству. Рыбы наиболее чувствительны к изменению химического состава воды и к попаданию в неё нефтепродуктов в эмбриональном периоде. Нефтепродукты, попадающие в водоём, приводят также к гибели планктона – важной составляющей кормовой базы рыб. От загрязнения водоёмов нефтепродуктами страдают также

водоплавающие птицы. В первую очередь повреждаются оперение и кожа птиц. При обильном поражении птицы погибают [7].

2.8 Определение источников загрязнения сточных вод нефтепродуктами

Источниками загрязнения сточных вод нефтепродуктами могут являться:

- в главном корпусе: маслосистемы турбин, генераторов, возбуждателей, питательных насосов, мельниц, дымососов, вентиляторов, маслоочистные установки, сливы уплотнения сальниковых насосов, проливы масла при ремонте маслосистем и оборудования, дренажные воды с полов;

- во вспомогательных помещениях станции: сливы уплотнения сальниковых насосов, компрессоров, вентиляторов, дренажи полов помещений, где могут быть утечки и проливы масла;

- на площадках установки трансформаторов, масляных выключателей: аварийные маслостоки и дренажи каналов и тоннелей с маслонаполненными кабелями;

- на маслохозяйстве: дренажи полов маслонасосной, дождевые и талые воды с площадки открытого склада масла;

- гаражи и места стоянок автотранспорта, тракторов, бульдозеров, строительных машин и прочих транспортных средств и механизмов.

Для определения источников загрязнения сточных вод нефтепродуктами проанализированы следующие материалы:

- результаты анализов проб исходной и сточной воды;
- схема циркуляционного водоснабжения ТЭЦ
- план-схема промливневой и фекальной канализации .

Согласно РД от 24.03.1976 №34.42.101 «Руководство по проектированию обработки и очистки производственных сточных вод тепловых электростанций» п.2.1. «Сточные воды системы охлаждения, сбрасываемые

после конденсаторов турбин, газоохладителей, воздухоохладителей, маслоохладителей и других теплообменных аппаратов, где воды источника только нагреваются, но не загрязняются механическими или химическими примесями, не требуют очистки».

По результатам анализов исходной и сточной воды отмечается периодическое превышение НДС по нефтепродуктам на:

- береговых насосных станциях ;
- в открытом сбросном канале перед выпуском в протоку Шумковская .

Относительно максимальной концентрации нефтепродуктов в исходной и сточной воде в контролируемых точках и колодцах превышения составляют:

- в исходной (речной) воде – от 1,92 ПДК до 2,2 ПДК;
- в сточной воде – от 1,24 ПДК до 2,0 ПДК.

Таким образом, привнесение нефтепродуктов со станции отсутствует.

3 Технологическая часть

3.1 Краткое описание сооружений насосной станции промливневых вод

Состав сооружений насосной станции промливневых вод (НПВ): заглубленный резервуар для приема сточных вод, 4 насоса типа 10Ф-12, производительностью 730 м³/час, 1 насос типа 10Ф-10, производительностью 530 м³/час, 4 горизонтальных песколовки с круговым движением воды. Объем сточных вод, отводимых с НПВ, определяется по показаниям приборов типа «Взлет», расходомер-счетчик ультразвуковой «Взлет РСЛ». Для учета воды ведется журнал учета водоотведения средствами измерений [18].

3.2 Объемы работ по капремонту сооружений насосной станции промливневых вод

В состав работ по капремонту сооружений насосной станции промливневых вод входит:

- ремонт сетей канализации – замена старых труб на новые трубы, в границах сооружений насосной станции промливневых вод;
- капитальный ремонт существующих горизонтальных песколовок;
- очистка иловой площадки и ее засыпка местным грунтом;
- устройство ограждения территории сооружений насосной станции промливневых вод;
- строительство временной обводной линии по подаче сточных вод на выпуск в реки Енисей, на период капремонта сооружений насосной станции промливневых вод.
- капитальный ремонт насосной станции промливневых стоков (НПВ) с заменой насосного оборудования.

3.3 Размещение на промплощадке станции

Площадь сооружений насосной станции промливневых вод: насосная станция, песколовки, иловая яма, составляет 2500 м², представлено на рисунке 8



Рисунок 8 - Площадка сооружений насосной станции промливневых вод (НПВ)

3.4 Локальные очистные сооружения сточных вод, отводимых в из подвала турбинного цеха

Согласно результатам исследования сточной воды содержание нефтепродуктов составляет до 86ПДК.

Сточные воды с таким содержанием нефтепродуктов рекомендуется отводить на локальные очистные сооружения.

3.4.1 Обоснование объемов сточных вод, отводимых на локальные очистные сооружения, и их производительности

Объемы нефтесодержащих сточных вод, отводимых из подвала турбинного цеха на локальные очистные сооружения, приняты на основании данных заказчика. Сточные воды перекачивают три эжектора производительностью 15 м³/ч и два аварийных насоса производительностью 50 м/ч, включающиеся при затоплении подвала. Ориентируясь на неравномерность работы эжекторов и насосов, принимаем производительность локальных очистных сооружений 100 м³/ч = 27л/с

3.4.2 Размещение на промплощадке станции

Ввиду плотной застройки промплощадки для размещения локальных очистных сооружений заказчиком было предложено два варианта:

- в неиспользуемом в настоящее время бывшем здании коллекторной;
- на площадке действующего склада ОМТС.

3.4.3 Описание технологической схемы

Для локальной очистки от нефтепродуктов предлагается следующая технологическая схема.

В объем проектируемых локальных очистных сооружений входят:

- приемный резервуар рабочим объемом 10м³ с насосным оборудованием;
- очистные сооружения для поверхностных и производственных сточных вод ЭКО-Н-30 производительностью 26-30 л/с, представлен на рисунке 9.

Изготовитель установки - ООО «ЭКОЛАЙН», Самарская область, г. Тольятти.



Рисунок 9 - Внешний вид нефтеуловителя ЭКО-Н

Установка ЭКО-Н-30 (нефтеуловитель) предназначена для очистки поверхностных и производственных сточных вод от нефтепродуктов и взвешенных веществ. Установка ЭКО-Н-30 изготовлена на основании ТУ 4859-010-48117609-09. Корпус установки выполнен из стеклопластика в соответствии с ТУ 2296-001-48117609-99. Срок службы корпуса не менее 50 лет.

Сточная вода, поступающая на очистку в нефтеуловитель должна иметь параметры: содержание взвешенных веществ не более 300 мг/л, нефтепродуктов не более 80-120 мг/л, согласно Техническому паспорту на «Ловушки сепараторы для очистки поверхностных и производственных сточных вод от нефтепродуктов типа ЭКО-Н»

Характеристики ЭКО-Н:

- Вес установки без воды - 1450 кг.
- Диаметр - 2,2 м.
- Длина - 10,5 м.

На установку ЭКО-Н имеется сертификат соответствия №РОССТУ.АУ96Н07004 с санитарно-эпидемиологического заключение [8].

3.4.4 Описание технологической очистки

Блок емкости ЭКО-Н разделен внутренними перегородками:

- отстойник, сетчатый фильтр (первый отдел);
- отстойник, тонкослойные модули (второй отдел);
- абсорбирующие фильтры на основе абсорбирующего материала «МегаСорб-Ф» (третий отдел).

Сточная вода, поступающая в первый отдел, отстаивается до показателей по взвешенным веществам - 50 мг/л. Посредством сетчатого фильтра задерживаются плавающие вещества.

Осветленная вода поступает во второй отдел, где при помощи тонкослойных модулей, показатели воды снижаются до 5 мг/л по нефтепродуктам и 20 мг/л по взвешенным веществам. Эмульгированные нефтепродукты всплывают на поверхность воды.

В третьем отделе происходит доочистка воды на абсорбирующих фильтрах, на основе сорбционного материала [9].

3.4.5 Расчет очистки от нефтепродуктов

Расчет очистки сточных вод от нефтепродуктов:

$$C_j = C_i \cdot (100\% - \eta), \text{ мг/л} \quad (1)$$

где, C - концентрация вещества, мг/л;

i - вещество до мероприятия;

j – вещество после мероприятия;

η - степень очистки, %.

В 1-ой камере нефтеулавливающего устройства:

$$C_{\text{нефтепродукты}} = 0,1 \cdot 20\% = 0,02 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{взвешенные в-ва}} = 6,2 \cdot 40\% = 2,48 \text{ мг/л}.$$

Во 2-ой камере тонкослойного отстаивания :

$$C_{\text{нефтепродукты}} = 0,02 \cdot 7,5\% = 0,0015 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{взвешенные в-ва}} = 2,48 \cdot 12\% = 0,3 \text{ мг/л}.$$

В 3-ей камере сорбционного фильтра:

$$C_{\text{нефтепродукты}} = 0,0015 \cdot 16,7\% = 0,00025 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{взвешенные в-ва}} = 0,3 \cdot 33\% = 0,099 \text{ мг/л}.$$

Для определения платы за негативное воздействие нужно перевести мг/л в тонны/год, расчет ведется по формуле:

$$M_i = C_j \cdot V, \text{ г/год} \tag{2}$$

где, M_i – выловый сброс;

C_j - концентрация вещества;

V – объем сточных вод = 106 197 480 м³/год

Расчёт до мероприятия:

$$M_{\text{нефтепродукты}} = 0,1 \cdot 106197480 = 10619748 \text{ г/год} = 10,6 \text{ тонн/год};$$

$$M_{\text{взвешенные в-ва}} = 6,2 \cdot 106197480 = 658424376 \text{ г/год} = 658,5 \text{ тонн/год}.$$

Расчет после мероприятия:

$$M_{\text{нефтепродукты}} = 0,00025 \cdot 106197480 = 26549,4 \text{ г/год} = 0,027 \text{ тонн/год};$$

$$M_{\text{взвешенные в-ва}} = 0,099 \cdot 106197480 = 10619748 \text{ г/год} = 10,7 \text{ тонн/год}.$$

3.4.6 Эффективность очистки

В соответствии с показателями, достигаемыми после очистки сточных вод на локальных очистных сооружениях, их отведение возможно на охлаждение оборудования испарительной установки и далее на ХВО подпитки котлов или на дальнейшую очистку на реконструируемые очистные сооружения промливневых сточных вод, приведенные в таблице 5 [15].

3.4.7 Инструкция по эксплуатации

От правильной эксплуатации зависит долгая и бесперебойная работа установки. Техническое обслуживание установки заключается в своевременном удалении скопившегося осадка из 1-го и 2-го отделов прочистки тонкослойных модулей, замены сорбционного материала [10].

1-й отдел: еженедельно производить осмотр сетчатого фильтра, который служит для задержания плавающего мусора. В случае, если решетка сетчатого фильтра забита, необходимо произвести ее очистку. Проверить уровень осадка, скапливающегося в 1-м отделе установки. Если уровень осадка доходит до нижнего уровня решетки, его необходимо откачать при помощи стояка и вакуумной машины.

2-й отдел: во втором отделе также может образовываться осадок. Один раз в неделю необходимо при помощи щупа проверить наличие осадка и удалить его также при помощи стояка и вакуумной машины. При сильном загрязнении тонкослойных модулей необходимо их снять, поднять наверх и тщательно промыть при помощи специальных машин, поливальной техники, установить обратно. Воду после промывки можно сбрасывать на рельеф местности, т.к. на тонкослойные модули в основном налипают ил и песок. В случае невозможности обеспечить промывку водой - осуществить механическую встряску модулей.

Откачку слоя всплывших нефтепродуктов (7-8 см) следует производить не реже 1 раза в полгода. Необходимость удаления нефтепродуктов определяется визуально. Откачка осуществляется при помощи стояка и вакуумной машины.

3-й отдел: в этом отделе находится фильтр с абсорбирующей загрузкой «МегаСорб-Ф», который пропускает воду, но задерживает на своей поверхности нефтепродукты. Необходимо 1 раз в год полностью заменять загрузку.

Один раз в два года нефтеуловитель следует полностью опорожнить с последующим смывом грязи и ила со стен. Далее необходимо проверить состояние внутреннего объема, а после проведенной проверки заполнить установку водой. Заливка водой также позволяет предотвратить выдавливание установки при высоком уровне грунтовых вод [17].

3.4.8 Рекомендации по монтажу

Установку необходимо монтировать с обеспечением горизонтальности в котлован на железобетонную плиту основания. Крепление установки к плите основания осуществляется с помощью ремней крепления и закладных элементов. Дно котлована должно быть тщательно утрамбовано ручными трамбовками, пневмотрамбовками или поливом водой.

Обратная засыпка установки производится песком слоями по 20-30 см с тщательным уплотнением и проливкой водой каждого слоя и с выверкой горизонтальности монтажа. Особое внимание необходимо обратить на уплотнение грунта под трубами, чтобы избежать излома данных участков. После засыпки установки до уровня вывода подводящих и отводящих трубопроводов надеваются люки превышения на горловины корпуса. Затем производится обратная засыпка установки в полном объеме по той же схеме. Для правильной и эффективной работы установки корпус должен быть смонтирован строго горизонтально.

Обратная засыпка осуществляется с одновременным заполнением установки водой для сбалансирования внешней и внутренней нагрузки на корпус.

4 Технико-экономическое обоснование выбора рационального мероприятия

4.1 Эксплуатационные годовые затраты

Годовые эксплуатационные расходы по системам водоснабжения и водоотведения (C) в рублях в год слагаются из отдельных элементов годовых затрат и определяются по формуле:

$$C = C_{ам} + C_{к.р} + C_{т.р} + C_{эл} + C_{рег} + C_{фзн} + C_{св} + C_{в} + C_{т} + C_{н.в} + C_{пр}, \quad (3)$$

где, $C_{ам}$ – амортизационные отчисления, руб/год;

$C_{к.р}$ – затраты на капитальный ремонт, руб/год;

$C_{т.р}$ – затраты на текущий ремонт, руб/год;

$C_{эл}$ – стоимость электроэнергии, руб/год;

$C_{рег}$ – стоимость реагентов и других основных материалов, руб/год;

$C_{фзн}$ – фонд заработной платы обслуживающего персонала, руб/год;

$C_{св}$ – страховые взносы в пенсионный фонд, фонд социального страхования, фонд медицинского страхования;

$C_{в}$ – стоимость воды, используемые на собственные нужды, руб/год;

$C_{т}$ – стоимость тепловой энергии на отопление, вентиляцию, технологические нужды и горячее водоснабжение зданий, или затраты на топливо, при условии выработки тепла собственной котельной, руб/год;

$C_{н.в}$ – налог на воду, руб/год;

$C_{пр}$ – прочие расходы, руб/год.

При расчёте отдельных составляющих эксплуатационных расходов, используются данные, полученные от заказчика: стоимость единицы потребляемых реагентов, материалов, тепловой и электрической энергии; топлива и воды; средняя годовая заработная плата по отдельным категориям

работников; районный коэффициент на заработную плату; месторасположение поставщиков реагентов и топлива; виды транспорта и расстояние перевозки каждым видом транспорта от поставщика до объекта [13].

4.1.1 Амортизационные отчисления

Амортизационные отчисления на полное восстановление основных фондов систем водоснабжения и водоотведения $C_{ам}$, в рублях, определяется по формуле:

$$C_{ам} = \sum_{i=1}^m \left(K_i \cdot \frac{H_i}{100} \right), \quad (4)$$

где, K_i – стоимость основных фондов i – ого сооружения, оборудования, трубопровода и пр., руб.;

H_i – норма амортизационных отчислений по i – му сооружению, оборудованию, трубопроводу и пр.;

m – количество основных фондов (сооружений, оборудования, трубопроводов и прочих).

Результаты расчета затрат на амортизацию и капитальные вложения сведены в таблице 6 и 7.

4.1.2 Затраты на капитальный ремонт

Размер отчислений на капитальный и текущий ремонты основных производственных фондов принимаются в процентах от сметной стоимости сетей и сооружений.

Расчёт затрат на капитальный ремонт выполняется по формуле

$$C_{кр} = \sum_{i=1}^m (K_i \cdot H_{i.кр}), \quad (5)$$

где, K_i – стоимость основных фондов i – ого сооружения, млн.р;

$H_{i.кр}$ – норма затрат на капитальный ремонт по i – му сооружению, %

m – количество основных фондов (сооружений, оборудования, трубопроводов).

Нормативы затрат на капитальный и текущий ремонты устанавливаются предприятиями самостоятельно.

Таблица 6 – Смета затрат на оборудование

Наименование оборудования	Количество	Цена за ед, руб	Стоимость	Транспортные расходы, 5% от стоимости	Затрата на монтаж, 10% от стоимости	Полная стоимость, руб	Норма амортизации	Годовая сумма амортизационных отчислений, руб
Нефтеулавлиатель ЭКО-Н	1	926000	926000	46300	92600	1064900	10	106490
Итого			926000	46300	92600	1064900		106490

Таблица 7 – Сметная стоимость основных производственных фондов природоохранного назначения

Вид затрат	Общая стоимость	Удельные капитальные затраты
Оборудование	1064900	59161,11
Прочие фонды	106490	5916,11
Итого	1171390	65077,22

4.1.3 Расчет затрат на электроэнергию

Расчет стоимости электроэнергии по проектируемым системам водоснабжения и водоотведения производится на основе действующих тарифов на электрическую энергию и расчетных данных.

В настоящее время, когда цены на энергоносители отпущены и не контролируются государством, тарифы различны по регионам, республикам.

Для определения затрат на электроэнергию принимаются тарифы по группе «Промышленные и приравненные к ним потребители». К этой группе относятся сооружения коммунального хозяйства – насосные станции, водопроводы, канализационные коллекторы и устройства, станции перекачки, районные и квартальные котельные и т.п.

Годовой расход электроэнергии (A), кВт·ч определяется по формуле

$$A = P_H \cdot T, \quad (6)$$

где, P_H – потребленная электроэнергия, кВт·ч;

T – продолжительность работы оборудования в течении года, ч.

Потребленная электроэнергия определяется по формуле

$$P_H = P_y \cdot K_c, \quad (7)$$

где, P_y – установленная мощность оборудования, кВт;

K_c – коэффициент мощности оборудования, в среднем принимается 0,85.

Затраты на электроэнергию определяются, как произведение тарифа, за 1 кВт·ч отпущенной электроэнергии на годовой расход электроэнергии.

Таблица 8– Затраты на материальные ресурсы

Статьи затрат	Цена, руб	Потребляемая электрическая мощность, кВт/час	Время работы оборудования, час/год	Затраты на работу оборудования, руб
Энергетические затраты	2,37	5,7	6000	81054
Итого				81054

4.2 Расчет платежей за загрязнение окружающей среды

Действующим законодательством РФ предусмотрена плата за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС), которая заменила ранее взимавшуюся плату за загрязнение окружающей среды [20]. Необходимость платы за негативное воздействие на окружающую среду предусмотрена Федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" Этот закон устанавливает, что негативное воздействие на окружающую среду является платным [14]. Плата за негативное воздействия представлена в таблице 9,10

4.3 Затраты на оплату труда

Заработная плата обслуживающего персонала зависит от штата, работающего на данном предприятии – 7 чел., размера минимальной оплаты труда обслуживающего персонала, районного коэффициента и налоговых отчислений в государственные внебюджетные фонды 13%. Минимальный размер оплаты труда, для граждан Российской Федерации от 1.01.2016 г составляет 11280 руб.

Расчет заработной платы работников ($C_{фзн}$):

$$C_{фзн} = 12 \cdot Z_{cp} \cdot K_c \cdot K_p \cdot n, \quad (8)$$

где, Z_{cp} – среднегодовая зарплата на одного работника, руб;

K_c – коэффициент равный налоговых отчислений, $K_c = 1,13$;

K_p – коэффициент учета региональных особенностей, $K_p = 1,6$;

n – количество работающих.

Таблица 11– Баланс рабочего времени

Показатели	Непрерывный график	Прерывный график
1	2	3
Календарный фонд рабочего времени	365	365
Количество выходных дней	183	104
Количество праздничных дней	0	12
Наминальный фонд рабочего времени	182	249
Отпуск	40	24

Продолжение таблицы 11

1	2	3
Эффективный фонд рабочего времени	142	225
Коэффициент списочного состава	2,57	1,62

Таблица 12 – Зарплата цехового персонала

Должность	Численность, чел	Кол-во часов затраченных на внедрение природоохранного мероприятия, час	Размер почасовой заработной платы, руб час	Годовая доплата за внедрение природоохранного мероприятия, руб	Годовой фонд заработной платы с учетом районного коэффициента и северных надбавок, руб
Директор	1	93	80	7440	11904
Инженер-эколог	1	1108	70	77560	124096
Экономист	1	831	70	58170	93072
Итого	3				229072

4.4 Прочие расходы

По статье «Прочие расходы» учитываются следующие виды затрат:

- а) износ и ремонт малоценных и быстроизнашивающихся инструментов, приспособлений, хозяйственного инвентаря;
- б) расходы на спецобувь, спецодежду, спецпитание и др.;
- в) расходы на техническое усовершенствование; расходы на командировки;
- г) услуги сторонних организаций и цехов предприятий (выполнение отдельных работ по благоустройству поддержанию санитарного состояния территории, транспортные и другие услуги производственного назначения, в том числе вывоз отходов производства, мусора, аренда технических средств, механизмов и пр.);
- д) другие неучтенные расходы.

Прочие расходы (C_{np}) принимаются в размере 20% от суммы амортизационных отчислений ($C_{ам}$) и затрат на заработную плату обслуживающего персонала ($C_{фзн}$).

Прочие расходы определяются по формуле:

$$C_{np} = 0,2 \cdot (C_{ам} + C_{фзн}). \quad (9)$$

Таблица 14 – Смета прочих расходов

Смета расходов	Сумма расходов, руб	Примечание
Амортизация машин и оборудования, транспортных средств	106490	
Зарплата рабочих по обслуживанию оборудования	261861,20	
Отчисления на специальные нужды	87461,64	33,4% от заработной платы
Стоимость смазочных материалов	1064,9	1% от стоимости машин и оборудования
Итого	349322,84	

Таблица 15 – Смета цеховых расходов

Наименование элементов	Сумма, руб
Зарботная плата цехового персонала (руководителей и специалистов)	229072,00
Отчисление на социальное страхование	76510,05
Охрана труда и техника безопасности - 2% от заработной платы рабочих и цехового персонала	4581,44
Канцелярские и почтово-телеграфные расходы (до 2 тыс. руб на каждого руководителя и специалиста или по данным предприятия)	6000

4.5 Расчёт цеховой себестоимости

Расчетная проектная себестоимость (S), определяется по формуле:

$$S = C / Q, \quad (10)$$

где, C – суммарные годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб/год;

Q – годовой объем очистки замасленных осадков сточных вод, м³/год.

Таблица 16 – Расчет себестоимости

Статьи затрат	Затраты на весь объем, руб
Энергетические затраты	81054
Основной фонд заработной платы	403230,16
Дополнительный фонд заработной платы	261861,20
Отчисление на социальные нужды	222140,52
РСЭО	349322,84
Цеховые расходы	316163,49
Итого цеховая себестоимость	1633772,20

4.6 Срок окупаемости

Таблица 17 – Расчет ЧДД

Года	Эксплуатаци онные затраты (себестои- мость), руб	Капита- льные затраты	Общие затраты	Коэффициент дисконтирован ия	ЧДД	ЧДД с нарастаю- щим итоном
1	1064900,00	1171390	2236290,0	0,893	1996688	1996687,5
2		0	1064900,0	0,797	848931,8	2845619,26
3		0	1064900,0	0,712	757974,8	3603594,0
4		0	1064900,0	0,636	676763,2	4280357,24
5		0	1064900,0 0	0,567	604252,9	4884610,10
6		0	1064900,0	0,507	539511,5	5424121,58
7		0	1064900,0	0,452	481706,7	5905828,26 7
8		0	1064900,0	0,404	430095,2	6335923,51
9		0	1064900,0	0,361	384013,6	6719937,13
10		0	1064900,0	0,322	342869,3	7062806,43

Таблица 18 – Эколого-экономические показатели

Показатели	Проект
Капитальные вложения, руб	1171390,00
Себестоимость природоохранного мероприятия, руб	1064900,00
Платежи за выбросы: до внедрения, руб после внедрения, руб	4902105,87
	74064,32
Предотвращённый ущерб, руб	4828041,55
ЧДД, руб	7062806,43
Индекс доходности	6,03
Срок окупаемости, лет	0,31
Рентабельность инвестиций, %	3,21

Вывод: на основании приведенного экономического расчета внедрения мероприятия, при проведение расчета, было выявлено, что нефтеловушка ЭКО-Н экономически выгодна, срок окупаемости 4-5 месяцев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Источником, дающий наибольший вклад в загрязнение сточных вод по нефтепродуктом, является турбинный цех, где откачивается сточная вода из подвала. С целью исключения попадания нефтепродуктов в сточные воды было проделано мероприятие, внедрение нефтеловушки ЭКО-Н, которая позволило очистить нефтесодержащие сточные воды. После прохождения очистного сооружения значительно изменилась концентрация загрязняющих веществ в сточных водах.

Так представленное нефтеловушка ЭКО-Н имеет ряд преимуществ:

- высокая степень очистки;
- простота установки;
- легкость в эксплуатации;
- срок службы до 50 лет;
- 3-х ступенчатая степень очистки.

Так же применение нефтеловушки имеет свои недостатки:

- очистка стоков непосредственно на месте их сбора невозможна.
- в емкость с загрязненными сточными водами может попадать значительное количество механических примесей.
- периодическая необходимость пользоваться услугой автомобильной цистерны с целью откачивания сточных вод из специальной емкости – резервуара.

При выполнении выпускной квалификационной работы были проведены расчеты концентрации загрязняющих веществ, так концентрация нефтепродуктов до мероприятия составляла 0,1 мг/л после мероприятия 0,00025 мг/л, что показывает степень очистки 99%. Так же был сделан расчет концентрации взвешенных веществ, что составило до мероприятия 6,2 мг/л, после 0,099 мг/л, степень очистки 98%.

Модернизация так же является эффективной с экономической точки зрения, проведя расчеты, было выявлено, что срок окупаемости установки 4-5 месяц. Нефтеловушка ЭКО-Н за счёт снижение загрязняющих веществ, снижает плату за сброс сточной воды, так предотвращенный ущерб составил 4828041,32 руб. в год. До модернизации установки плата за сброс нефтесодержащих сточных вод составлял 4902105,87 руб. в год, после 74064,32 руб. в год.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агабеков, В.Е. Нефть и газ: технологии и продукты переработки: монография / В.Е. Агабеков, В.К. Косяков. – Минск: Беларусь. наука , 2011. – 459 с.
2. Экологический паспорт Красноярской ТЭЦ-1 от 01.02.2014
3. Том НДС Красноярской ТЭЦ-1 от 01.12.2017.
4. Сорокин, Н.Д. Нормативы допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты: справочник / Н.Д. Сорокин – Санкт-Петербург: Интеграл, 2015. – 141 с.
5. Беликова, С.Е. Водоподготовка: справочник / С.Е. Беликова. – Москва: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
6. Румянцев, И.С. Природоохранные сооружения : Учеб. пособие / И.С. Румянцев, М.А. Попов – Москва: МГУП, 2001. - 337 с.
7. Михайлова, Ю.В. Разработка технологии улучшения качества очистки сточных вод с использованием биоаугментации : автореферат диссертации кандидата технических наук : 05.23.04 / Михайлова Юлия Владимировна; Москва: МГСУ, 2017. - 20 с.
8. Технический паспорт «Ловушки-сепараторы для очистки поверхностных и производственных сточных вод от нефтепродуктов марки «ЭКО-Н», производительностью от 10-100 л/с» Тольятти: ООО «ЭКОЛАЙН», 2014. - 23с.
9. Душкин, С.С. Ресурсосберегающие технологии водопроводно-канализационного хозяйства: учебное пособие / С.С. Душкин – Харьков: ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2016. – 92 с.
10. Гудков, А.Г. Механическая очистка сточных вод: учебное пособие / А.Г. Гудков. – Вологда: ВоГТУ, 2003. – 152 с.
11. Хван Т.А. Экология. Основы рационального природопользования: учебное пособие / Т.А. Хван. – Москва: Юрайт, 2013. – 319 с.


12. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды/ Я.Д. Вишняков [и др.]. – Москва: Академия, 2015. – 368 с.
13. Любанская, З.Г. Расчет эксплуатационных расходов в системах водоснабжение и водоотведения: учебное пособие/ З.Г. Любанская . – Хабаровск: ТОГУ, 2012. – 16с.
14. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : федер. закон Российской федерации от 10.01.2002 №7 – ФЗ // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа : <http://www.consultant.ru>
15. Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Системы распределения и подачи воды: в 3 т. / М.Г Журба; научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. – Вологда : ВоГТУ, 2001. – Т 1. – 188 с.
16. Юльtimiрова, И.А. Очистка сточных вод [Электронный ресурс] / И.А. Юльtimiрова – Режим доступа: <http://www.ecoenergy.ru>.
17. Кулагина Т.А. Промышленная экология. Техника эксплуатации очистных сооружений: метод. указ. к практич. занятиям / Т. А. Кулагина ; СФУ, Политехнический институт. - Красноярск : ИПЦ СФУ, 2007. - 66 с.
18. Буренин, В.В. Очистка и обезвреживание нефтесодержащих сточных вод нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий / В.В. Буренин // Нефтепереработка и нефтехимия: журнал. – 2008.- № 6(12). –С. 39-47 .
19. Почекаева, Е.И. Экология и безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / Е.И. Почекаева – Ростов на Дону: Феникс, 2010. – 142 с.
20. Водный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон Российской федерации от 03.06. 2006 №74-ФЗ // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа : <http://www.consultant.ru>
21. СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Введ. 9.01.2014. – Красноярск : ИПК СФУ, 2014. – 41 с.

41 17 2

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности»

УТВЕРЖДАЮ



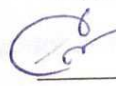
Заведующий кафедрой

 Т.А. Кулагина
подпись инициалы, фамилия
«15» 04 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Усовершенствование системы очистки нефтесодержащих сточных вод
теплоэлектростанции

Руководитель	15.07.19  подпись, дата	канд. техн. наук	И.В. Андруняк
Выпускник	 15.07.19 подпись, дата		Н.Е. Читняева
Нормоконтролёр	 15.07.19 подпись, дата	ст. преподаватель	Е.Н. Зайцева

Красноярск 2019