

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

Институт Электронного обучения

Направление подготовки - Охрана окружающей среды и рациональное использование
природных ресурсов

Кафедра технологии органических веществ и полимерных материалов

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект установки очистки нефтесодержащих сточных вод ООО «Томскнефтепереработка» УДК <u>628.31 : 665.6(571.16)</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2К12	Шалагина Лилия Викторовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Мананкова А.А.	к.х.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тухватулина Л.Р.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чулков Н.А.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой	Юсубов М.С.	д.х.н., профессор		

Томск – 2016г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применить базовые математические, естественнонаучные, социально-экономические и специальные знания в профессиональной деятельности
P2	Применять знания в области энерго-и ресурсосберегающих процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии для решения производственных задач
P4	Проектировать и использовать энерго- и ресурсосберегающее оборудование химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области энерго-и ресурсосберегающих процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
P6	Осваивать и эксплуатировать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на производстве, выполнять требования по защите окружающей среды
Универсальные компетенции	
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Институт Электронного обучения
 Направление подготовки (специальность) Охрана окружающей среды и рациональное
 использование природных ресурсов
 Кафедра Технологии органических веществ и полимерных материалов

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой
Юсубов М.С.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2К12	Шалагиной Лилии Викторовне

Тема работы:

Проект установки очистки нефтесодержащих сточных вод ООО «Томскнефтепереработка»

Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 28.01.2016г. №411/с
---	------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ;

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования – технология биологической очистки производительностью 200,000 м³/сут; режим работы – непрерывный; Предмет изучения – производственные сточные воды; требования к технологическому процессу заключаются в очистке сточной воды до норм ПДК.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Через обзор по литературным источникам выявлен основной аппарат биологической очистки – аэротенк. В ходе работы спроектирован и рассчитан аэротенк производительностью 200 м³/сут. Помимо технологического расчета аппарата и материального баланса процесса очистки были дополнительно рассмотрены разделы по социальной ответственности предприятия и финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. В заключении сделан вывод о том, что увеличение мощности производства и увеличение нагрузки на аппарат</p>

	дает возможность его дальнейшего использования.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	ФЮРА. 180302.016 ТЗ ФЮРА. 180302.016 ВО ФЮРА. 180302.016 СБ
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Экономическая часть	к.ф.н., доцент Тухватулина Л.Р.
Социальная ответственность	к.т.н., доцент Чулков Н.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	14.04.2016
---	------------

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Мананкова А.А.	к.х.н.,		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2К12	Шалагина Лилия Викторовна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2К12	Шалагиной Лилии Викторовне

Институт	Электронного обучения	Кафедра	Технологии органических веществ и полимерных материалов
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

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>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

- <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Составить SWOT-анализ используемого комплекса методик. Сформировать морфологическую матрицу.</i>
- <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Расчет затрат на оборудование, сырье и материалы для проведения научного исследования. Расчет заработной платы исполнителей НИ. Расчет общих затрат на НИ.</i>
- <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет интегральных финансовых показателей, интегральных показателей эффективности разработки. Сравнительная эффективность НИ</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Матрица SWOT</i>
2. <i>Морфологическая матрица</i>
3. <i>График проведения НИ</i>
4. <i>Расчет заработной платы исполнителей НИ</i>
5. <i>Расчет бюджета затрат НИ</i>
6. <i>Сравнительная эффективность НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	14.04.16
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Л.Р. Тухватулина	к.х.н., доцент		14.04.16

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2К12	Шалагина Лилия Викторовна		14.04.16

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-2К12	Шалагиной Лилии Викторовне

Институт	Электронного обучения	Кафедра	Технологии органических веществ и полимерных материалов
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Характеристика объекта исследования и области его применения.	<p>Проект установки очистки нефтесодержащих сточных вод ООО «Томскнефтепереработка»</p> <p>Объект исследования – технология биологической очистки.</p> <p>Область применения - очистка промышленных сточных вод</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность	<p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проекта водоочистки на НПЗ в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации НПЗ в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
2. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Чулков Н.А.	к.т.н., доцент		14.04.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2К12	Шалагина Лилия Викторовна		14.04.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена на 134 страницах, включает в себя 14 рисунков, 34 таблиц, 41 источника, 3 листа графического материала.

Ключевые слова: нефтесодержащие промышленные сточные воды, механическая очистка, биологическая очистка, аэротенк.

Объектом проектирования являются очистные сооружения производственных сточных вод завода ООО «Томскнефтенереработка», основные аппараты – нефтеловушка горизонтального типа, аэротенк.

Цель работы - разработка технологической схемы биологической очистки сточных вод от нефти путем подбора и расчета основного оборудования, отвечающего всем условиям процесса, и вспомогательного оборудования.

В работе произведены расчеты материального баланса, механический и гидравлический расчет.

Рассмотрены вопросы по безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды.

Дипломная работа выполнена с использованием пакета программ Microsoft Office 2003 и графического редактора AutoCAD и представлена в электронном варианте на компакт-диске.

Essay

Final qualifying work carried out on 134 pages, includes 14 figures, 34 tables, 41 sources, 3 sheets of graphic material.

Keywords: oily wastewater, industrial wastewater, mechanical treatment, biological treatment, aeration tank.

The object of the design are the treatment facilities of industrial waste water LLC "Tomskneftenererabotka" factory, the main unit - oil trap horizontal type, the aeration tank.

Objective - to develop the technological scheme of biological purification of waste water from oil through the selection and calculation of the basic equipment that meets all the conditions of the process, and auxiliary equipment.

The work produced by the material balance calculations, mechanical and hydraulic calculation.

The questions of safety of life and protection of the environment.

Thesis performed using the Microsoft Office 2003 software package and AutoCAD graphic editor and presented in electronic form on the CD.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Нормативные ссылки:

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ Р 1.5 – 2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.

Сокращения и обозначения:

В работе использованы следующие сокращения и обозначения:

НХП - нефтехимическое производство;

НПЗ – нефтеперерабатывающий завод;

ПДК - утверждённый в законодательном порядке санитарно-гигиенический норматив. Это такая концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений;

ППС - промывочно-пропарочная станция;

Оглавление

Введение.....	13
1 Обзор литературы (теоретическая часть)	15
1.1 Методы очистки сточных вод.....	15
1.2 Оборудование для очистных сооружений.....	18
1.3 Схемы очистки от нефтепродуктов.....	32
1.4 Теоретические основы процесса очистки.....	38
2 Объекты и методы исследования (исходные данные)	40
2.1 Общая характеристика производства.....	40
2.2 Инвентаризация выделяющихся загрязняющих веществ.....	42
2.3 Описание технологической схемы очистной установки.....	49
2.4 Теоретические основы процесса очистки.....	52
3 Расчет и аналитика (инженерные расчеты).....	59
3.1 Материальный баланс.....	59
3.2 Технологический расчет основного аппарата.....	64
3.4 Механический расчет основного аппарата.....	76
4 Результаты проведенного исследования (разработки).....	84
4.1 Ежегодные нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов	84
4.2 Ежегодные нормы образования отходов	85
4.3 Контроль производства и управления технологическим процессом	86
4.4 Размещение технологического оборудования	93
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 94	
5.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	94
5.2 SWOT-анализ.....	95
5.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	99
5.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ	99
5.3.2 Построение календарного плана-графика проведения НИИ.....	100
5.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	100

5.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	100
5.6 Инициация проекта	101
5.6.1 Организационная структура проекта	102
5.7 Бюджет научного исследования	102
5.8 Основная заработная плата	103
5.9 Матрица ответственности	106
5.10 План управления коммуникациями проекта	107
5.11 Реестр рисков проекта	107
5.12 Оценка абсолютной эффективности исследования	107
6 Социальная ответственность	110
6.1 Введение	110
6.2 Производственная безопасность	111
6.2.1 Производственное освещение	113
6.2.2 Шум и вибрация	115
6.2.3 Безопасность механического оборудования	115
6.2.4 Электробезопасность	117
6.2.5 Пожаровзрывобезопасность	118
6.3 Экологическая безопасность	110
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	123
6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	125
6.5.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	125
6.5.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	128
Заключение	129
Список используемых источников	130

Введение

Сегодня нефть и нефтепродукты являются одним из основных видов загрязнения сточных вод.

Источниками нефти и ее продуктов являются нефтедобывающие компании, доставка нефтепродуктов, места ее хранения, переработки и использования. Отдельные водообъекты содержат более сотни кубических метров нефтезагрязнений.

Сточные воды и отходы нефтеперерабатывающей отрасли представляют серьезную угрозу равновесию в биосфере. К наиболее токсичным и быстродействующим относятся низкокипящие ароматические углеводороды (бензин, толуол, бензол, ксилол и др.). Даже при малых концентрациях они оказывают медленное отравляющее воздействие на низшие формы жизни в водоемах и водостоках

В процессе получения и применения нефтепродуктов постоянно возникает проблема их очистки от воды и механических примесей.

Современные технологии очистки сточных вод нефтехимического производства (НХП) не приводят к снижению содержания ряда загрязнений (нефтепродукты, фенолы, показатель ХПК) до уровня, позволяющего сбрасывать их в водоем. Поэтому с целью предотвращения экологического ущерба окружающей среде и здоровью человека целесообразно очищенные стоки НХП использовать повторно в системе оборотного водоснабжения.

Инженерное оборудование станций очистки сточных вод нефтепромышленных предприятий зачастую требует реконструкции из-за изношенности. Это ведет к созданию новых технологических схем, что приведет к повышению эффективности очистки на предприятиях, а также использованию сооружений, принцип работы которых основан на применении биологических методов.

Цель написания дипломной работы: разработка технологической схемы биологической очистки сточных вод от нефти путем подбора и расчета

основного оборудования - аэротенка, отвечающего всем условиям процесса, и вспомогательного оборудования.

Объект исследования: выбор и расчет оборудования для очистки сточных вод от нефтепродуктов: аэротенка.

Предмет исследования: биологическая очистка сточный вод от нефтепродуктов.

Задачи работы:

1) Описать проблему загрязнения сточных вод нефтесодержащими веществами

2) Выделить особенности выбора метода очистки нефтесодержащих сточных вод.

3) Рассмотреть основные методы очистки промышленных сточных вод от нефтепродуктов.

1 Обзор литературы (теоретическая часть)

1.1 Методы очистки сточных вод

Стремительное ухудшение экологической обстановки, истощение природных ресурсов Земли требуют повышения эффективности работы всех звеньев народного хозяйства. Решение этой проблемы возможно только путём внедрения ресурсо- и энергосберегающих технологий на всех уровнях производственных процессов.

Для России особенную остроту приобретают две проблемы, одна из которых – охрана окружающей среды, а вторая – поиск перспективных, дешевых и в то же время возобновляемых видов топлива, обусловленная постоянным ростом цен на углеводородное топливо, исчерпаемостью запасов угля, нефти и газа.

Нефть и нефтепродукты занимают важное место среди факторов, которые угрожают экологической безопасности.

Влияние антропогенных факторов на биосферу Земли привело к возникновению нежелательных негативных явлений, что способствует деградации экосистем и глобальному экологическому кризису.

Вода - один из самых важных компонентов окружающей природной среды. Она постоянно взаимодействует с земельными, лесными ресурсами, с атмосферным воздухом и влияет на их качество.

Одной из категорий стоков, которые загрязняют водоемы, являются нефтесодержащие сточные воды, образующиеся на судах и практически на всех предприятиях народного хозяйства. На каждом предприятии в результате мойки автомобильных цистерн, оборудования, попадания технических масел в воду образуются нефтесодержащие сточные воды. На сегодня очистка данных стоков производится, в основном, путем отстаивания и методом флотации.

Так как нефтепродукты в сточных водах находятся в растворённом виде или в эмульгированном состоянии, это не позволяет в полной мере решить проблему удаления этих загрязнений из них за счет механических и физико-

химических методов. С этой целью для выполнения требований стандарта по качеству воды необходимо разрабатывать другие способы очистки сточных вод от всех фракций загрязнений, и наиболее перспективным из них является биохимическая очистка.

Загрязняющие вещества нефтесодержащих стоков отличаются от загрязнений бытовых сточных вод, так как содержат более тяжело окисляемые компоненты. Такие сточные воды нуждаются в особом подходе к способу их очистки, а также к составу очистных сооружений для удаления вышеуказанных загрязнений, особенно это касается использования способа биохимической очистки.

Таким образом, нефть и нефтепродукты относятся к наиболее опасным загрязнениям окружающей среды.

Известно множество методов очистки нефтесодержащих вод, однако ни один из существующих индивидуальных методов не позволяет осуществить этот процесс с высокой эффективностью без использования сложного оборудования. Поэтому следует применять комбинированные методы очистки, комплексное использование которых позволит добиться максимального эффекта. Анализ показывает, что наиболее целесообразно последовательно осуществлять предварительную очистку нефтесодержащих вод в гравитационных динамических отстойниках, затем их жидкостную фильтрацию и, наконец, утилизацию образовавшихся при этом концентрированных нефтеотходов.

На нефтехимических предприятиях для очистки сточных вод используют сооружения механической очистки, такие как песколовки, нефтеловушки, отстойники, фильтрационные установки и другие [1].

На предприятиях промышленности метод очистки сточных вод определяется в зависимости от вида нефтехимических примесей. Компании по транспортировке нефти должны очищать выработанные сточные воды, а нефтепримеси отправлять на переработку. Тетраэтилсвинец удаляется только с

добавлением реактивов. Разделяют сточные воды по группам нефтепродуктов и используют составные методы очистки, учитывая следующие правила:

- следует стремиться к максимальному снижению количества сточных вод и содержание в них примесей;
- нужно извлекать все примеси, которые в дальнейшем используются или перерабатываются;
- стремятся к повторному применению очищенных вод в технологиях на производстве и водообеспечения предприятия.

Для очистки сточных вод от нефтепродуктов применяют различные методы, среди них такие, как

- механический метод;
- физико-химический метод;
- химические методы;
- биологические методы.

Очистка вод от нефтепродуктов:

- максимально извлекает перерабатываемые примесей;
- позволяет повторное применение на производстве;
- обеспечивает минимальные выбросы в природные водоемы [2].

На практике часто применяются такие механические методы очистки сточных вод от примесей нефтепродуктов:

- отстаивание,
- центрифугирование и фильтрование.

Из физико-механических методов очистки сточных вод от примесей нефтепродуктов используются такие, как флотация, коагуляция и сорбция.

Среди химических методов очистки сточных вод от примесей нефтепродуктов можно выделить хлорирование и озонирование.

Типовая схема очистки сточных вод от нефтепродуктов заключается в последовательном извлечении их в нефтеловушке, флотаторе и доочистке на механических фильтрах, загруженных антрацитом или песком.

Степень очистки сточных вод от примесей нефтепродуктов по данной технологической схеме составляет ≈ 95 %. Данный показатель не зависит от исходной концентрации нефти и нефтепродуктов. Поэтому можно говорить о несоответствии современным требованиям к качеству очистки сточных вод от примесей в нефтехимической промышленности.

По современным требованиям ПДК нефтепродуктов, содержащихся в сточных водах перед сбросом их в природные водоёмы, составляет не более 0,05 мг/л. Поэтому проблема поиска более эффективных в техническом и экономическом плане решений по глубокой очистке до сих пор актуальна.

Основным оборудованием для улавливания нефтепродуктов из промывочных вод ППС являются нефтеловушки вертикальной, радиальной или горизонтальной конструкции.

При различных ситуациях может быть актуальной любая из перечисленных конструкций.

Работа нефтеловушки горизонтального типа основана на принципе отстаивания и является наиболее целесообразной и экономически обоснованной для очистки промывочных вод и обеспечивает требуемую расчётную эффективность очистки [2].

1.2 Оборудование для очистных сооружений

Механическая очистка сточных вод от нефтепродуктов является предварительным этапом.

Механическая очистка обеспечивает удаление взвешенных веществ нефтепродуктов из сточных вод примерно 65 %. Определенные по своему составу производственные сточные воды могут быть очищены до 95 %

Механическая очистка от нефтепродуктов решает такие задачи: это подготовка воды к физико-химической очистке и далее к биологической.

Механическая очистка заключается в выделении из сточных воды нерастворенных грубодисперсных примесей нефтепродуктов с помощью отстаивания и фильтрования [4].

Нефтеловушки являются основными сооружениями для извлечения из сточных вод нефтепродуктов. Кроме того, в нефтеловушках осаждаются основная часть механических примесей, находящихся в сточных водах. Их также применяют в схемах очистных сооружений на всех зарубежных НПЗ, поскольку именно они являются их начальным и основным звеном.



Рисунок. 1.2.1 – Нефтеловушка

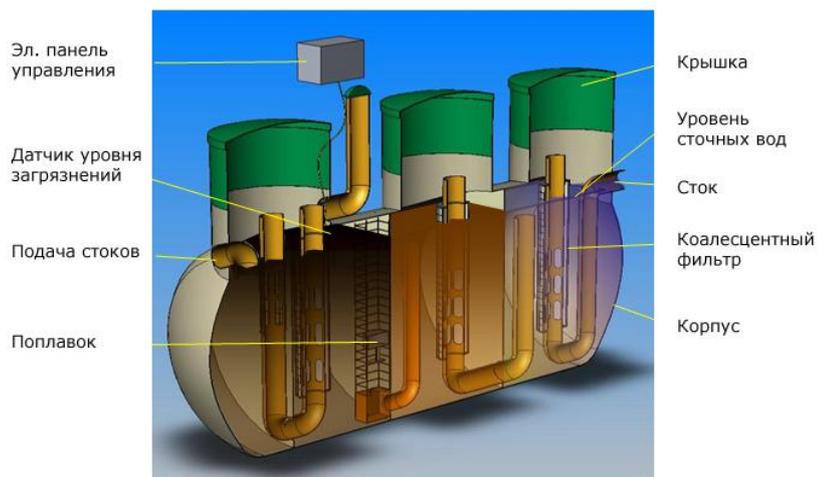


Рисунок 1.2.2 – Схема нефтеловушки

Нефтеловушка это сооружение для улавливания примесей нефти из сточных вод. Она выглядит как бетонный, либо железобетонный отстойник,

который разделён продольными стенками на 2 и больше секции, которые работают параллельно.

Нефтеловушками улавливается до 98 % нефтепродуктов.

Они используются на автостоянках, бензоколонках и нефтебазах в составе очистных сооружений ливневой канализации при очистке сточных вод с содержанием нефтепродуктов не более 120 мг/л (при содержании нефтепродуктов в обрабатываемом стоке более 120 мг/л необходима разработка индивидуальных схем очистки).

Применение нефтеуловителей без предварительного отстаивания ливневых стоков в пескоуловителе из-за трудностей связанных с удалением осадка не рекомендуется.

Принцип работы нефтеуловителя (нефтеловушки) основан на использовании гравитационных сил. Сточная вода через входной патрубок самотеком поступает в первый отсек, где происходит частичное оседание взвешенных веществ. Частицы нефтепродуктов укрупняются, в результате слипания частиц на коалисцентном модуле второго отсека и всплывают на поверхность. В последнем отсеке вода направляется на открыто пористый микрофильтр, где окончательно очищается.

Слой всплывших нефтепродуктов откачивается ассенизационной машиной через соответствующий стояк.

Нефтеуловители. Такие типовые аппараты позволяют произвести очистку стоков благодаря гравитационным силам. Стекающие воды попадают в первый отсек, в котором производится первичное оседание взвеси. При необходимости перед первым отсеком можно установить дополнительную камеру, в которой будет происходить очистка от твердых минеральных осадков.

Далее, отстаивная вода попадает в следующий отсек, который снабжен коалисцентным модулем, провоцирующим слипание частиц нефтепродуктов и всплытие их на поверхность. На последнем этапе вода проходит через микрофильтр с открытыми порами, который позволяет произвести

окончательную очистку. Всплывшие нефтепродукты можно удалить, используя ассенизационную технику, подключаемую через специальную горловину. При надобности, данное водоочистительное оборудование можно дополнить устройством, позволяющим удалить с поверхности воды поднявшиеся нефтепродукты.

Если поверхностные стоки нужно очистить до уровня, позволяющего сбрасывать очищенные стоки в водоемы рыбных хозяйств или для дальнейшего использования в технологических схемах очистки, то в конструкцию уловителя нефти вводят сорбционный фильтр.

Особенность работы нефтеулавливающих модулей, это самоочистка в процессе эксплуатации. Протекающая вода создает вибрации, которые ускоряют всплытие нефтепродуктов и оседание взвесей. Стоит отметить, что по вашему желанию в модуль может быть установлен датчик, сигнализирующий о достижении предельной установленной толщины слоя всплывших нефтепродуктов. Такой подход позволит вам вовремя удалять накопившееся масло, бензин, дизельное топливо и т.д.

Для производства уловителя нефти используется армированный стеклопластик. Данный материал производят из полиэфирной смолы, по технологии машинного формования. Такой подход позволяет увеличить содержание стеклянных нитей, и соответственно поднять до максимума эксплуатационные сроки.

Для обеспечения очистки поверхностных сточных вод до ПДК сброса в водоёмы рыбохозяйственного назначения в технологическую схему очистных сооружений, после нефтеуловителя добавляется сорбционный фильтр.

Песколовки. Песколовки применяются для удаления крупнодисперстного мусора и механических частиц размером 200– 250 мкм. Существование таких аппаратов определяется необходимостью предварительного удаления из сточных вод механических частиц, таких как окалина, песок и др. При отсутствии этих аппаратов в технологической цепи осаждение песка

происходит в других очистных сооружениях и этим самым усложняют их работу [6].

Отстойники. В качестве предварительной очистки от нефтепродуктов в традиционной системе используются ёмкостные отстойники-нефтеловушки.

Недостатками этих установок является низкая эффективность и громоздкая конструкция.

Для того чтобы сточные воды в необходимой степени очистились от взвеси нефтепродуктов, время пребывания воды в отстойнике должно составлять несколько часов.

Для эффективной очистки должны быть значительными и габариты маслобензоотделителя.

Эффективность очистки от масло- и нефтепродуктов в ёмкостных отстойниках-нефтеловушках не превышает 50 %.

Невысокая степень эффективности является следствием морально устаревшей конструкции отстойника, в котором возможны турбулентные потоки из-за перепадов температур и неравномерного распределения концентраций загрязняющих веществ в толще очищаемой воды.

Эффективность очистки в ёмкостном отстойнике — непостоянная величина, зависящая от расхода очищаемой воды, содержания загрязняющих частиц и температуры воды.

Поэтому можно утверждать, что работа ёмкостного отстойника отличается большой нестабильностью [5].

Горизонтальные нефтеловушки представляют собой отстойные камеры, которые разделены вертикальными стенками на секции, в каждую из которых поступает сточная вода.

Всплывающая нефть передвигается верхним скребковым механизмом к щелевым поворотным трубам и удаляется в резервуар на осушку, либо по линии регенерации назад в производство, а осадок, состоящий из взвешенных частиц собирается в приемке.

Остаточное содержание нефтепродуктов в сточной воде после нефтеловушки — менее 100 мг/л.

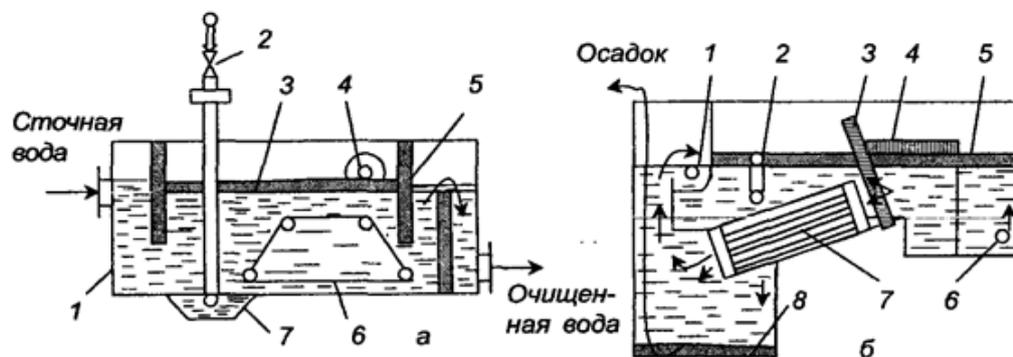


Рисунок 1.2.3 – Нефтеловушки:

а – горизонтальная:

- 1 – корпус нефтеловушки;
- 2 – гидроэлеватор;
- 3 – слой нефти;
- 4 – нефтесборная труба;
- 5 – нефтеудерживающая перегородка;
- 6 – скребковый транспортер;
- 7 – приямок для осадка

б – тонкослойная

- 1 – вывод очищенной воды;
- 2 – нефтесборная труба;
- 3 – перегородка;
- 4 – плавающий пенопласт;
- 5 – слой нефти;
- 6 – ввод сточной трубы.

Радиальные отстойники.

Механизмы менее чувствительны к гидравлическим перегрузкам, но при их эксплуатации также следует учитывать некоторые особенности, предотвращающие избыточный вынос взвешенных веществ за счет возникающих в отстойниках дополнительных гидравлических потоков.

Большое значение для радиальных отстойников имеет глубина погружения цилиндрического распределительного щита. При избыточном заглублении кожуха щита происходит взмучивание осевшего на дне осадка потоками поступающих сточных вод. При недостаточном — развиваются повышенные скорости у входящих в отстойник потоков, что также приводит к избыточному выносу взвешенных веществ из отстойника. В таких случаях требуется наращивание кожуха или изменение высоты его положения. Опыт сооружений, где такие работы проводились, показывает, что, если оптимальное положение цилиндрического распределительного щита устанавливать экспериментально, до получения результата минимального взмучивания сырого осадка потоками поступающих сточных вод, то изменение положения щита может составлять метр и более. Это свидетельствует о том, что при монтаже сооружений положение распределительного щита экспериментально не оптимизируется.

Подводная кромка щита должна быть установлена строго горизонтально. В новых конструкциях радиальных отстойников предусматривается периферийный впуск сточных вод по трубам в стенках, что позволяет исключить центральную подачу воды по одной трубе. Радиальные отстойники имеют в сравнении с другими типами отстойников самую большую длину водоперелива, которая с увеличением диаметра отстойника возрастает.

Наиболее рациональный диаметр радиальных отстойников 30-40 м, так как при их строительстве минимизируются затраты (за счет применяемого большого размера сокращается число отстойников), а при эксплуатации не возникает проблем, связанных с большой поверхностью (водосборная площадь во время осадков и ветровые течения). При необходимости сократить число применяемых отстойников (для удешевления стоимости строительства) или при перегрузке уже работающих отстойников требуется проведение мероприятий по сокращению гидравлической нагрузки на водослив. Для этого устраивается не один кольцевой периферийный лоток, а два или лоток с двухсторонним переливом осветленных вод. При очень больших нагрузках устанавливают

пристенные и выносные лотки, связанные между собой радиальными желобами.

Тонкослойные отстойники.

Тонкослойное отстаивание реализовано в установках многоярусных отстойников — полочных (ламельных) масло- нефтеловушках. Рабочий объем ламельных нефтеловушек разделяется наклонными перегородками на несколько зон отстаивания. Загрязняющие частицы и капли эмульсии в условиях тонкослойного отстаивания проходят в десятки раз меньший путь движения, поэтому эффективность очистки повышается. Кроме того, тонкослойные масло- нефтеловушки в сравнении с классическими отстойниками более компактны и размещаются на меньшей площади.

Разделительные пластины в живом сечении тонкослойного отстойника дают возможность сразу равномерно направить поток очищаемой жидкости и сохранить оптимальные параметры потока по всей длине очистного сооружения. Коэффициент использования объема сооружения в отстойниках этого типа выше, чем в традиционных нефтеловушках (маслобензоуловителях).

Очистка нефтесодержащих вод с помощью динамического тонкослойного пластинчатого отстойника позволяет удалять из нее твердые загрязнения с частицами размером более 25 мкм и отделять свыше 30 % нефтепродукта, а использование в динамическом отстойнике жидкостного фильтра позволяет очистить воду до предельно допустимой концентрации нефтепродукта.

Конструкционные особенности тонкослойных нефтеловушек:

- ярусы глубиной 40-100 мм, разделенные наклонными пластинами;
- разделительные перегородки наклонены на 45-60 °;
- осадок с пластин самотеком сползает в осадкоуплотнитель, а нефтепродукты поднимаются на поверхность воды;
- ярусы обеспечивают равномерный поток жидкости и предупреждают возникновение турбулентностей.

Результаты испытаний обычной и тонкослойной нефтеловушки (равный объем сооружений, начальная концентрация маслопродуктов 90-98 мг/л).

1) Конечная концентрация нефтепродуктов после очистки: в обычном маслобензоуловителе – 40-45 мг/л, в тонкослойном — 13-20 мг/л.

2) Эффективность первой ступени очистки от масло- и нефтепродуктов: в обычном маслобензоуловителе 50-60 %, в тонкослойном — 78-87 %.

Принципы работы и выгоды использования тонкослойных нефтеловушек были описаны еще в публикациях 40-х годов прошлого века. Но в то время в нашей стране они не получили распространения. Уже в пятидесятых годах тонкослойные отстойники стали внедряться за рубежом — в Голландии, Венгрии, США и других странах.

Радиальный отстойник представляет собой цилиндрическую железобетонную емкость, диаметром от 16 до 60 м и глубиной примерно 0,1-0,15 диаметра.

Сточные воды подаются по трубопроводу или лотку в вертикальную центральную трубу снизу вверх, из которой выливаются в отстойную часть через распределительное устройство — цилиндрический полупогруженный отражательный щит.

Дну отстойника придают уклон к иловому приямку 0,1-0,5. Это больший уклон к горизонту, чем рекомендован в СНиПе 2.04.03-85 для радиальных отстойников (0,005-0,05), но его увеличение позволяет избежать затруднений в процессе сгребания сырого осадка с днища отстойника к приямку. Осадок из приямка удаляют эрлифтами, гидроэлеваторами или погружными насосами. Для сбора осадка отстойник оборудован вращающейся фермой со скребками.

К ферме крепится скребок для сбора плавающих веществ, и отстойник оборудуется жиросборником. Ферма бывает одно-, двух- и четырехкрылой. Применяются радиальные отстойники при производительности очистных сооружений более 20 тыс. м³/сут.

В типовых проектах диаметр радиальных отстойников составляет 18, 24, 28, 30, 33, 40, 50 и 54 метра.

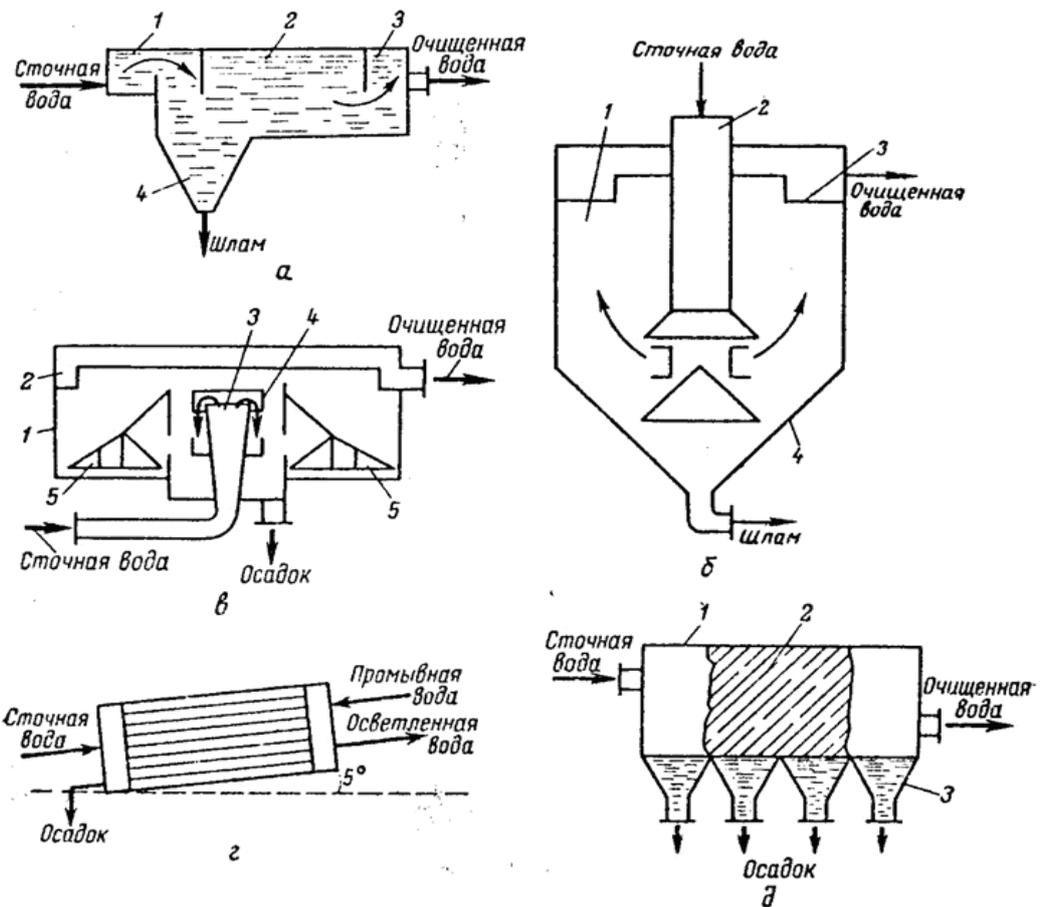


Рисунок 1.2.4 – Отстойники

а – горизонтальный:

- 1 – входной лоток;
- 2 – отстойная камера;
- 3 – выходной лоток;
- 4 – приямок;

б – вертикальный:

- 1 – цилиндрическая часть;
- 2 – центральная труба;
- 3 – желоб;
- 4 – коническая часть;

в – радиальный:

- 1 – корпус;
- 2 – желоб;
- 3 – распределительное устройство;

4 – успокоительная камера;

5 – скребковый механизм;

г – трубчатый, д – с наклонными пластинами:

1 – корпус;

2 – пластины;

3 – шламоприемник.

Трубчатые отстойники.

Трубчатый отстойник, как понятно из названия представлен в виде трубы, обычно изготовленной из пластика. Длина такой трубы обычно равна 1 метру, однако в зависимости от загрязнения воды, длина может быть изменена. Располагается труба под небольшим углом в 10 градусов, либо же углом, превышающим 60 градусов. Небольшой угол расположения трубы необходим для того, чтобы отстойник работал в периодическом режиме, то есть вода очищается в процессе прохождения через трубу и в, то же время происходит удаления осадка. В случае, когда труба расположена под большим углом, осадок просто сползает под своим весом.

Стоит заметить, что трубчатые отстойники довольно эффективны, они способны удалить около 85 % всех примесей из воды. Данный показатель напрямую зависит от длины трубы. Пластинчатые отстойники отличаются от трубчатых тем, что вместо труб в них используются специальные пластины, расположенные параллельно, между ними и движется сточная вода.

Основные преимущества данного типа отстойников:

- объем не очень велик;
- установка не требует высоких затрат;
- очистка осуществляется в сжатые сроки.

Недостатком можно считать, тот факт, что перед началом работы, из сточных вод необходимо удалять все крупные частицы, а так же, существует риск повреждения конструкции вредными примесями нефтепродуктов, которые не удалось удалить заранее.

По первой главе сделаем вывод о том, что механическая очистка состоит из отстаивания и последующей фильтрации загрязненной воды с использованием нефтеловушек, бензомаслоуловителей или ручным методом.

Механической очисткой можно удалить до 75 % нерастворимых нефтепродуктов. Это не достаточно для эффективной очистки воды.

Нефтеловушки являются основными сооружениями для извлечения из сточных вод нефтепродуктов. Кроме того, в нефтеловушках осаждаются основная часть механических примесей, находящихся в сточных водах.

В результате можно сделать вывод о том, что очистка сточных вод от нефтепродуктов должна обеспечивать:

- максимальное извлечение нефтесодержащих примесей для использования их по назначению;
- применение очищенных сточных вод в дальнейшем в технических процессах;
- в итоге минимизировать сброс сточных вод в водоём.

Для полной биологической очистки сточных вод могут применяться:

- аэрационные установки, работающие по методу полного окисления (аэротенки продленной аэрации);
- циркуляционные окислительные каналы;
- аэрационные установки с аэробной стабилизацией избыточного активного ила;
- капельные биофильтры.

Аэрационные установки. Установки с аэробной стабилизацией активного ила нашли применение при расходе сточных вод более 200 м³/сут. Механическая очистка перед аэротенком необходима так же, как для аэротенков с продленной аэрацией. Такие аэрационные установки производятся заводом-изготовителем на заказ и серийно выпускаются партиями.

Циркуляционные окислительные каналы — более выгодные и простые в обслуживании, по сравнению со всеми остальными сооружениями биологической очистки в искусственно созданных условиях. Они

эксплуатируются в районах с расчетной температурой не ниже -25 C в случаях, когда очистные установки типового исполнения применять не целесообразно..

Капельные биофильтры применяются после предварительной очистки сточных вод на решетках, песколовках и двухъярусных отстойниках. Чаще всего капельные биофильтры расположены в зданиях, что предварительно предполагает их высокую стоимость.

Биологическая очистка нефтесодержащих сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий обычно производится в аэротенках.

Аэротенк – это железобетонный резервуар, в котором осуществляется медленное движение смеси активного ила и очищаемой сточной воды. Для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов и создания эффективной очистки сточной воды активным илом они перемешиваются вследствие подачи сжатого воздуха. Активный ил является биоценозом микроорганизмов, сорбирующих на своей поверхности и окисляющих в присутствии кислорода органические вещества из поступающих вод.

Эффект очистки в аэротенках, качество и окислительная способность микроорганизмов определяются свойствами и составом сточных вод, условиями перемешивания, температурой, наличием элементов питания, активной реакцией среды и другими факторами.

Биологическая очистка сточных вод заключается в переработке активным илом органических веществ, приводящей к их полной или частичной минерализации в присутствии кислорода воздуха, подаваемого в аэротенк воздуходувками(аэрационный бассейн).

Развитие активного ила в аэротенках осуществляется в пять фаз:

I фаза: хлопья активного ила сорбируют на себя органические вещества. В это время осуществляется прирост массы активного ила;

II фаза: биохимическое окисление углеродсодержащих органических веществ, вследствие чего происходит выделение энергии, которая используется

микроорганизмами для синтеза клеточного вещества активного ила - фаза логарифмического роста.

III фаза: происходит синтез клеточного вещества у микроорганизмов при медленной скорости процесса - стационарная фаза.

IV фаза: постепенное уменьшение массы или отмирание ила - фаза эндогенного дыхания.

V фаза: фаза глубокого самоокисления активного ила. Происходят процессы нитрификации и денитрификации с дальнейшей деградацией и минерализацией активного ила.

На сегодняшний момент биологический метод очистки в аэротенках применяется наиболее часто и является универсальным. Использование различных конструкций аэротенков, технического кислорода, систем отделения активного ила, высокоактивных симбиотических иловых культур, аэрационного оборудования и стимуляторов биохимического окисления, позволяет в несколько раз увеличить производительность рассматриваемого метода.

Отличительной особенностью, которой обладают сооружения – аэротенки - процесс очистки сточных вод регулируется до требуемой степени. Чем больше времени занимает процесс аэрации и чем больше активного ила и воздуха, тем эффективнее очищается вода.

1.3 Схемы очистки от нефтепродуктов

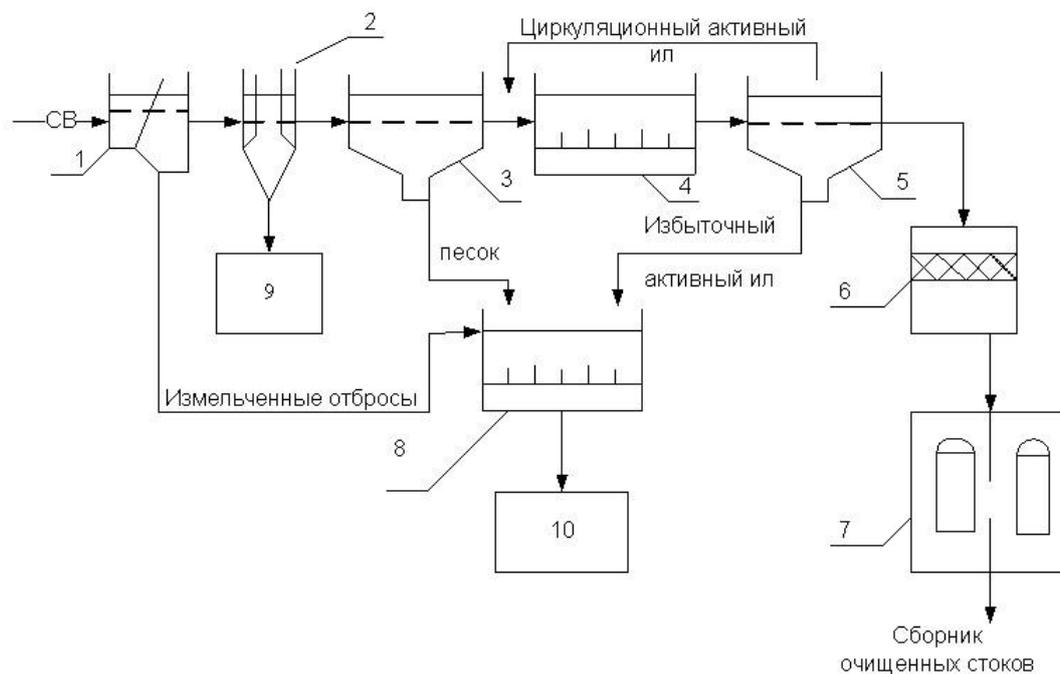


Рисунок 1.3.1 –Схемы очистки сточных вод от нефтепродуктов с помощью аэротенка

Технологические схемы промышленной очистки сточных вод с помощью аэротенка различные. Это обуславливается спецификой их состава и необходимостью подбора в каждом отдельном случае более благоприятного варианта биохимической очистки и окисления.

Разнообразные схемы и конструкции аэротенков обычно классифицируют по следующим двум направлениям:

- по способу обеспечения процесса очистки кислородом.
- по способу подачи на сооружения сточной воды и активного ила и отвода иловой смеси;

Классификация по способу подачи сточной воды и ила позволяет произвести деление аэротенков на три основные группы:

- аэротенки, в которых производится полное и быстрое перемешивание ила с поступающей водой во всем объеме жидкости (смесители);

- аэротенки, в которых активный ил и находящаяся в нем сточная вода почти не смешиваются (вытеснители);

- аэротенки с различными вариантами рассредоточения активного ила и подачи воды (неполного смешения).

С каждой из вариаций аэротенков возможно связать схемы без регенерации или с регенерацией активного ила. Также из сооружений рассмотренных выше групп можно составлять различные варианты двухступенчатой биологической очистки. В настоящее время более широкое распространение получили технологические схемы, включающие в себя отстойное сооружение на линии после аэротенка.

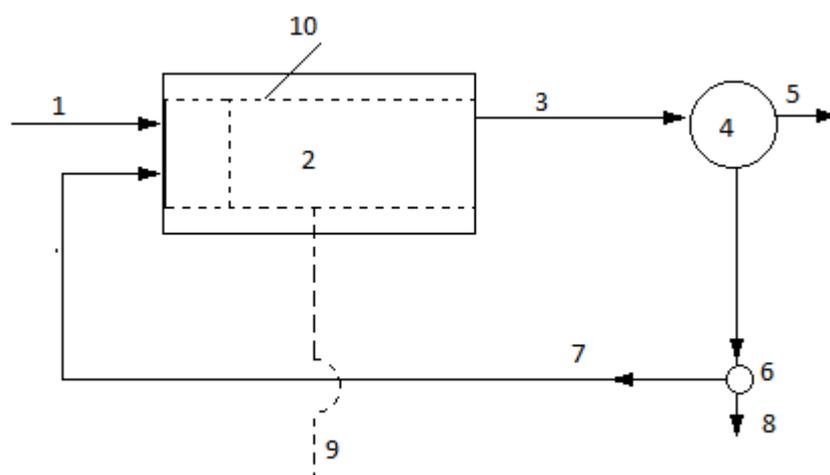


Рисунок 1.3.2 - Классическая схема биологической очистки сточных вод в аэротенках

- 1 — сточная вода после отстойников;
- 2 — аэротенк;
- 3 — иловая смесь из аэротенков;
- 4 — вторичный отстойник;
- 5 — сточная вода после очистки;
- 6 — иловая камера;
- 7, 8 — циркуляционный и избыточный активный ил соответственно;
- 9 — воздух от воздуходувок;
- 10 — аэрационная система распределения воздуха в аэротенке

В классической схеме реализации биологической очистки в аэротенках процесс осуществляется в проточном режиме. Схема состоит из отстойного сооружения до аэротенка, после него; включает само аэрационное сооружение, оборудованное коммуникациями для ввода и вывода сточных вод, для подачи и отвода активного ила и иловой смеси соответственно, а так же коммуникациями для распределения воздуха в аэротенке(рис. 1.3.2).

По описанной схеме активный ил подается сосредоточенным впуском в аэротенк, так же в аэротенк подается сточная вода после первичного отстойника. Процесс смешения сточной воды и активного ила образует иловую смесь, во время движения которой обеспечивается необходимое для протекания биохимических процессов время контакта микроорганизмов с органическими веществами. Более распространенными аэротенками представляются железобетонные резервуары, разделенные продольными перегородками на отдельные коридоры, не соединенные с противоположной стенкой, по которым происходит движение иловой смеси по коридорам при постоянном перемешивании и аэрации кислородом воздуха. Время пребывания иловой смеси после аэротенка во вторичных отстойниках ведет к ее разделению вследствие разности плотностей на очищенную воду и активный ил, оседающий под действием сил тяжести и уплотняющийся в нижней иловой части отстойного сооружения.

Дальнейшее повышение концентрации ила в этой зоне не происходит, так как длительное пребывание активного ила в бескислородной воде в отстойнике ведет к ухудшению седиментационной способности ила и увеличения количества иловой смеси, выносимого с очищенной водой, а также к ухудшению метаболической активности ила после его возврата в аэротенк и снижению окислительной мощности аэротенка. От концентрации ила, выводимого из отстойных сооружений, зависит расход циркуляционного ила, затраты электроэнергии на его перекачку, а так же объем конструкций. Условия, в которых находится ил на всем его движении объясняет:

1) Гидравлический режим движения иловой смеси напоминает процесс вытеснения, где более ранняя порция смеси вытесняется вновь поступившей, вследствие чего такие аэротенки получили название аэротенков-вытеснителей (рис. 1.3.3);

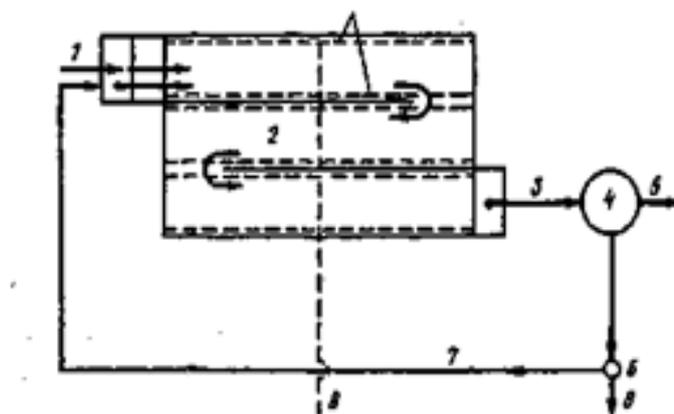


Рисунок 1.3.3 – Схема аэротенка – вытеснителя

- 1 – сточная вода после первичных отстойников;
- 2 – аэротенк;
- 3 – иловая смесь из аэротенков;
- 4 – вторичный отстойник;
- 5 – очищенная вода после вторичных отстойников;
- б – иловая камера;
- 7,8- циркуляционный и избыточный активный ил соответственно;
- 9 – воздух из воздуходувок;
- 10 – аэрационная система для подачи и распределения воздуха в аэротенке

2) Максимальная нагрузка на активный ил у входа в аэротенк снижается до минимального значения к выходу по мере уменьшения значения БПК до минимально возможных при полной биологической очистке;

3) Уменьшение нагрузки на ил соответственно уменьшает и потребность ила в кислороде, значение которого у входа в несколько раз выше, чем на выходе;

4) Колебания расхода поступающей сточной жидкости, медленной скорости движения иловой смеси, а так же высокой интенсивности перемешивания воздухом в аэротенке способствуют продольному перемешиванию ранее поступивших порций жидкости со следующими порциями жидкости, вследствие этого происходит нарушение сходства с режимом идеального вытеснения.

5) Загрязнения, изымающиеся из сточной жидкости, проходят полный цикл метаболических превращений в одном сооружении.

6) Если в сточной воде присутствуют токсичные или другие ингибирующие биологические процессы вещества, то при очередном возврате активного ила он подвергает их шоковому воздействию.

7) Необходимость перемешивания иловой смеси не позволяет полностью использовать окислительную способность подаваемого в аэротенк воздуха. Что неблагоприятно сказывается на работе аэротенка с точки зрения энергии и влияет на его показатели.

Итак, данные исследования и практические опыт эксплуатации сооружений биологической очистки от нефтезагрязнений способствовали созданию различных модификаций процесса биологической очистки сточных вод в оборудовании - аэротенках, которые совершенствуют их функционирование в разных условиях их использования.

К классической схеме ближе всего модификация, где используется переменная подача воздуха по длине аэротенка. Задача этого состоит в приближении скорости подачи кислорода в аэротенк к скорости его потребления активным илом.

При минимальной концентрации кислорода в воздухе в конце аэротенка будет возникать существенный недостаток кислорода, так как в начальных секциях аэротенка потребность в аэрации значительно выше. Если ориентироваться на потребность в кислороде в начальных секциях, то будет наблюдаться избыток его у выхода из аэротенка.

В реальных условиях невозможно обеспечить полное соответствие подачи кислорода и его потребления. В связи с этим осуществляется ступенчатое регулирование подачи воздуха по длине аэротенка, что позволяет существенно увеличить экономическую эффективность работы. В некоторых случаях до половины необходимого количества воздуха подается в первой 1/4 длины аэротенка.

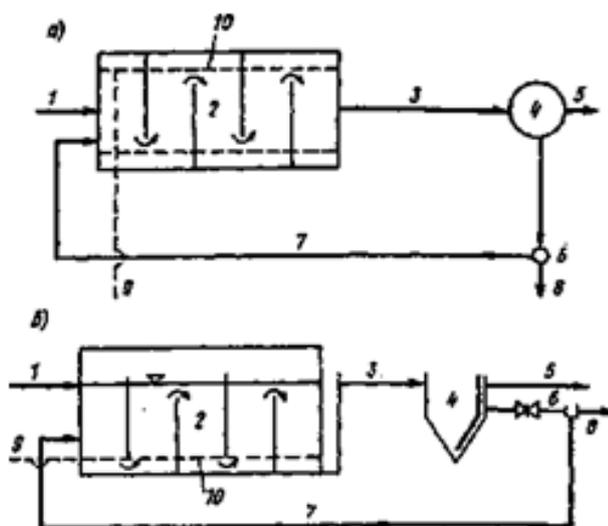


Рисунок 1.3.4 – Схема продольного секционирования аэротенков с помощью поперечных перегородок:

а – не достигающими до противоположной стены;

б – поочередно не достигающими до дна и до уровня воды в аэротенке.

1 – сточная вода после первичных отстойников;

2 – аэротенк;

3 – иловая смесь из аэротенков;

4 – вторичный отстойник;

5 – очищенная вода после вторичных отстойников;

б – иловая камера;

7,8- циркуляционный и избыточный активный ил соответственно;

9 – воздух из систем аэрации;

10 – аэрационная система для подачи и распределения воздуха в аэротенке

Ещё одна модификация классической схемы биологической очистки – это испорльтзорвание метода «продольное секционирование аэротенков поперечными перегородками, которые не доходят либо до дна, либо до противоположной стены» (рис. 1.3.4).

Такое секционирование способствует исключению продольного перемешивания иловой смеси в аэротенке. В результате чего обеспечивается наиболее полное приближение технологического режима работы аэротенка к режиму идеального вытеснителя.

Секционирование определяется по технологическим расчетам аппарата.

Более важные и существенные различия классической схемы от модификаций, ставят задачи:

- приспособление сооружения к стадиям биологической очистки;
- создания в аэротенках одинаковых нагрузок на активный ил, а так же условий кислородного режима.

1.4 Теоретические основы процесса очистки

Очистка сточных вод - это обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных загрязняющих веществ.

Освобождение сточных вод от загрязнения заключается в сложном производстве, где имеется сырьё это сточные воды и готовая продукция (в данном случае - очищенная вода)

Очистка поверхности водоемов от загрязнений включает удаление пленки нефти механическими и (или) физико-химическими способами.

Наиболее перспективным и экологически целесообразным считается способ удаления пленки нефтепродуктов с помощью нефтяных сорбентов [18].

В сточных водах нефтепродукты могут находиться в свободном, растворенном и связанном состояниях. Взвешенные вещества и нефтепродукты

удаляются отстаиванием и разделением вследствие разности плотностей. В литературных источниках существует описание многочисленных способов получения фильтрующих материалов и сорбентов для очистки воды от нефтепродуктов и технологические схемы их применения.

Задача настоящей работы заключается в обзоре особенностей очистки нефтесодержащих вод с помощью аэротенка в процессах очистки воды от нефтепродуктов.

2 Объекты и методы исследования (исходные данные)

2.1 Общая характеристика производства

Общество с ограниченной ответственностью нефтеперерабатывающий завод «Томскнефтепереработка» (ООО «ТНП») – завод по переработке нефти мощностью 900 тыс. т/год по сырью. Находится в 20 км восточнее г. Томска, юго-западнее села Семилужки Томской области, на расстоянии 200-250 м севернее нефтеперекачивающей станции «Семилужки».

НПЗ предназначен для переработки сборной Западно-Сибирской нефти, поступающей от магистрального нефтепровода через коммерческий узел учета нефти с целью получения товарных видов нефтепродуктов – фракции бензина газового стабильного, топливо дизельное, топочного мазута.

Хранение сырья и готовой продукции производится в резервуарном парке нефти и нефтепродуктов. Отгрузка нефтепродуктов осуществляется на пункте налива в автоцистерны через автоматизированные устройства налива.

Все площадки технологических установок имеют сплошное бетонное покрытие, препятствующее проникновению загрязненных промливневых стоков или аварийно разлившегося продукта в почву и грунтовые воды.

Основными структурными подразделениями предприятия являются:

- технологические установки по переработке нефти АТ-1, АТ-2;
- объекты общезаводского и вспомогательного хозяйства.

Технологический процесс установки по переработки нефти разбивается на две основные стадии:

- 1) Подготовка нефти (ЭЛОУ) – электрообессоливание и обезвоживание нефти;
- 2) Атмосферная разгонка нефти – нагрев нефти в печах нагрева, разгонка нефти на фракции, хранение и отгрузка продукции.

В состав складского хозяйства входит резервуарный парк, насосы, пункт налива.

Малогобаритная котельная снабжена двумя паровыми котлами и все необходимым оборудованием. Функция – получение химочищенной воды, пара для технологических нужд, горячей воды ($t=65\text{ }^{\circ}\text{C}$) для нужд работников, смыва площадок, лаборатории, горячей воды ($t=130-180\text{ }^{\circ}\text{C}$) для отопления и вентиляции.

Лаборатория. Обеспечение аналитического контроля производства. Лаборатория предусматривает контроль производственного процесса и качества товарной продукции. Лаборатория размещена в здании АБК (административно-бытового корпуса), оснащается лабораторной мебелью, оборудованием и приборами, необходимыми для проведения испытаний в соответствии с ГОСТами и технологическими условиями на сырье, промежуточные и готовые продукты. А также приточно-вытяжной вентиляцией, водо- и теплоснабжением.

Ремонтное хозяйство. Механическая и электроремонтная Мастерские. Обеспечивает выполнение работ по текущему обслуживанию установки, а также подготовку и чистку оборудования к капитальному ремонту. Кроме того, вместе с технологическим персоналом осуществляет текущую проверку состояния арматура приборов КИПиА, наблюдение за состоянием трубопроводов, трасс электропроводки, вентсистем, контроль за выполнением мероприятий по графику ППР.

Объекты водоснабжения и канализации – противопожарные резервуары, очистные сооружения, резервуар дренажных вод.

На предприятии действует пропускной режим. Охрана осуществляется персоналом специализированной охраны, исполняющим свою функцию по договору обслуживания, установлены системы видеонаблюдения.

Все объекты НПЗ ООО «ГНП» оборудованы первичными средствами пожаротушения, системами обнаружения и оповещения о чрезвычайной ситуации (возгорание, пожар).

2.2 Инвентаризация выделяющихся загрязняющих веществ

Источниками выделений загрязняющих веществ в атмосферу являются:

- Неплотности оборудования;
- «большое» и «малое» дыхание емкостей (резервуаров);
- Оборудование для сжигания топлива (печь, котлы котельной);
- Автотранспорт.

Таблица 2.2.1 Характеристика выбросов, наименование участков и загрязняющих веществ

№ п/п	Характеристика выбросов, наименование участков и загрязняющих веществ	Количество загрязняющих веществ, т/год
1	2	3
1	Установки перегонки нефти УПН100А, УПН100Б	
	1.1. Наружные установки, в том числе:	16,400
	- нефть	5,504
	- бензиновая фракция	3,200
	- дизтопливо	5,536
	- мазут (кубовый остаток АТ)	1,920
	- углеводородные газы (УВГ)	0,240
2	Пункт налива автоцистерн, в том числе:	0,224
	- бензиновая фракция	0,160
	- дизельное топливо	0,048
	- фракция тяжелого дизельного топлива	0,016
3	Очистные сооружения ливневых стоков, в т.ч.	0,0004
	- нефть	0,0004
4	Очистные сооружения химзагрязненных стоков, в том числе:	0,0001
	- нефть	0,0001
5	Автотранспорт, в том числе:	0,2045
	- азота диоксид	0,040
	- азота оксид	0,0065
	- серы диоксид	0,005
	- углерода оксид	0,131
	- сажа	0,002
	- углеводороды	0,020
6	Установки перегонки нефти УПН100А, УПН100Б, в том числе:	37,8482
	1.1. Насосные, в том числе:	1,016
	- нефть	0,640

	- бензиновая фракция	0,136
	- дизельное топливо	0,240
	1.2.Печи подогрева нефти, в том числе:	36,832
	1.2.1.Дымовые газы, в том числе:	36,832
7	- азота оксид	1,972
	- азота диоксид	12,140
	- серы диоксид	14,960
	- углерода оксид	5,560
	- метан	0,560
	- сажа	1,640
	- бенз(а)пирен	$2,489 \cdot 10^{-6}$
	1.3.Дренажные емкости, в том числе:	0,0002
	- нефть	0,0002
8	Склад нефти и нефтепродуктов, в том числе:	152,428
	2.1.Дыхание резервуаров, в том числе:	131,640
	- нефть	114,760
	- бензиновая фракция	15,056
	- дизельное топливо	0,120
	- фракция тяжелого дизтоплива	0,032
	- мазут	1,672
9	2.2.Насосная, в том числе:	0,912
	- нефть	0,912
	2.3.Пункт налива автоцистерн, в том числе:	19,876
	2.3.1. Дыхание автоцистерн, в т. ч.:	19,876
	- бензиновая фракция	19,712
	- дизельное топливо	0,152
	- фракция тяжелого дизтоплива	0,004
	- мазут	0,008
10	Малогабаритная котельная, в том числе:	37,178
	3.1. Дыхание резервуара, в том числе:	0,010
	- «затемненный» продукт	0,010
	3.2.Котлы, в том числе:	37,168
	3.2.1.Дымовые газы, в том числе:	37,168
	- азота оксид	1,109
	- азота диоксид	6,818
	- серы диоксид	18,490
	- углерода оксид	8,701
	- сажа	2,050
	- бенз(а)пирен	$9,084 \cdot 10^{-6}$
11	Мехмастерская, в том числе:	0,0024
	4.1.Вентвыбросы от мехмастерской, в т.ч.:	0,0024
	- железа оксид (пыль металлическая)	0,0014
	- пыль абразивная	0,0010

Продолжение таблицы 2.2.1

11	- железа оксид (пыль металлическая)	0,0014
	- пыль абразивная	0,0010
	-фториды неорганические плохорастворимые	$3,3 \cdot 10^{-6}$
	- фтористый водород	$8 \cdot 10^{-7}$
	- азота диоксид	$1,5 \cdot 10^{-6}$
	- углерода оксид	$1,33 \cdot 10^{-5}$
	- пыль неорганическая (20÷70% SiO ₂)	$1,4 \cdot 10^{-6}$
Итого выбросов по мини-НПЗ, в том числе:		244,2856
	- организованные	227,4566
	- неорганизованные	16,829

Контроль за количеством выделяющихся загрязняющих веществ определяет нормативный документ.

Обращение с твердыми отходами определяет инструкция и устанавливает единый порядок обращения с отходами производства и потребления во всех структурных подразделениях нефтеперерабатывающего завода ООО «Томскнефтепереработка» (далее НПЗ) в целях предотвращения негативного воздействия на здоровье человека и на окружающую среду.

Положения настоящей инструкции обязательны для исполнения во всех структурных подразделениях НПЗ.

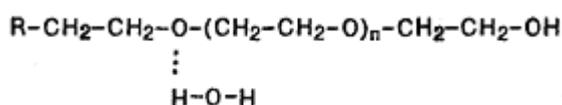
Инженер ООС обеспечивает разработку «Проекта нормативов образования отходов и лимитов на их размещение» (далее - ПНООЛД). Структурные подразделения НПЗ, чья деятельность связана с образованием и обращением с отходами, предоставляют данные, необходимые для определения (расчета) нормативов образования отходов. Периодичность разработки ПНООЛД составляет 1 раз в 5 лет. В случае изменений количестве или составе образующихся отходов производится корректировка Проекта Нормативов. Лимиты на размещение отходов устанавливаются на срок действия ПНООЛД, при условии ежегодного подтверждения неизменности производственного процесса и используемого сырья.

Таблица 2.2.2 - Концентрации загрязнений и их количество, поступившее на водоочистные сооружения

Наименование очистных сооружений и установок	Метод очистки сточных вод	Расход сточных вод на очистных сооружениях, м ³ /сут.	Загрязняющие вещества в сточных водах	Кол-во загрязняющих веществ, поступающих на очистные сооружения, кг/сут.	Концентрация загрязняющих веществ до очистки, мг/л	Концентрация загрязняющих веществ после очистки, мг/л	Эффективность очистных сооружений	Количество загрязняющих веществ, после очистки сточных вод, кг/сут.	Количество осадка подлежащего утилизации, т/год	Метод утилизации, переработки, складирования.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очистка химзагрязненных стоков 1. Установка очистки нефтесодержащих сточных вод	Высокая степень очистки от нефтепродуктов и взвешенных веществ достигается благодаря тонкослойному отстаиванию в сепараторе-разделителе	200,000	Нефтепродукты	1,74	47,22	0,05	99,89	0,002	0,771 нефтепродукты	Вывозится на полигон промышленных токсичных отходов г. Томска
			Неионоген. ПАВ	0,58	15,82	0,1	99,94	0,004	12,64 нефтешлам	
			Хлориды	8,08	219,03	219,03	0	8,08		
			Взвешенные вещества	0,389	10,535	3,0	71,52	0,11		

Нефтепродукты – это фракции нефти, выкипающие в определенном интервале температур, зависящем от числа атомов углерода в составе соединений.

Неионогенные ПАВ - это соединения, растворенные в воде. Растворимость этих соединений ПАВ в воде происходит из-за наличия в них функциональных групп. Они образуют гидраты в водном растворе вследствие образования водородных связей между молекулами воды и атомами кислорода полиэтиленгликолевой части молекулы ПАВ.

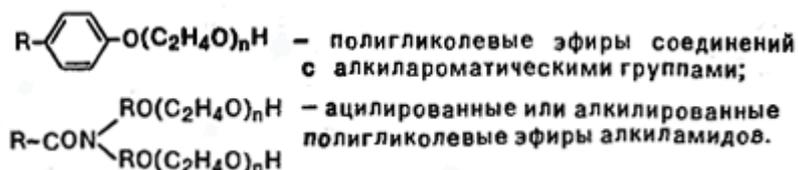


К неионогенным ПАВ относятся:

$\text{RO(C}_2\text{H}_4\text{O)}_n\text{H}$ – полигликолевые эфиры жирных спиртов;

$\text{RCOO(C}_2\text{H}_4\text{O)}_n\text{H}$ – полигликолиевые эфиры жирных кислот;

$\text{RCONH(C}_2\text{H}_4\text{O)}_n\text{H}$ - полигликолевые эфиры амидов жирных кислот;



Кроме указанных в сточных водах имеются также и множество других неионогенных поверхностно активных веществ. Промышленные сточные воды содержат взвешенные частицы растворимых и нерастворимых веществ. Взвешенные примеси подразделяются на твердые и жидкие, образуют с водой дисперсную систему. В зависимости от размера частиц дисперсные системы делят на три группы:

- 1) грубодисперсные системы с частицами размером более 0,1 мкм (суспензии и эмульсии);
- 2) коллоидные системы с частицами размером от 0,1 мкм-1 нм;
- 3) истинные растворы, имеющие частицы, размеры которых соответствуют размерам отдельных молекул или ионов.

БПК - это биохимическая потребность в кислороде, или количество кислорода, использованного при биохимических процессах окисления

органических веществ (не включая процессы нитрификации) за определенный промежуток времени (2,5,8,10,20 сут), в мг O₂ на 1 мг вещества. Например: БПК₅-биохимическая потребность в кислороде за 5 сут, БПК_{полн} - полная биохимическая потребность в кислороде до начала процессов нитрификации.

Контактируя с органическими веществами, микроорганизмы частично разрушают их, превращая в воду, диоксид углерода, нитрит - и сульфат - ионы и др. Другая часть вещества идет на образование биомассы. Разрушение органических веществ называют биохимическим окислением. Некоторые органические вещества способны легко окисляться, а некоторые не окисляются совсем или окисляются очень медленно.

Таблица 2.2.3 - Параметры очищенных сточных вод

Наименование параметров	Значение параметров
1 БПК	≤ 3мг/л
2 ХПК	≤ 30 мг/л
3 Взвешенные вещества	≤ 3 мг/л

Технологические процессы очистки сточных вод позволяют осуществлять очистку поступающих сточных вод с широким диапазоном загрязняющих веществ.

Таблица 2.2.4 - Параметры сточных вод, подаваемых на очистные сооружения

Наименование параметров	Расчетные значения параметров загрязняющих веществ	
	200 л-чел/сут (расчетный сток)	Допустимые отклонения параметров
1 БПК _П (биологическая потребность в кислороде)	225мг/л	±10%
2 ХПК (химическая потребность в кислороде)	$\text{ХПК}=\text{БПК}(\text{п.1}) \cdot 1,3-1,4$	
3 Взвешенные вещества	100 мг/л	±10%
4 Температура	20°С	

2.3 Описание технологической схемы очистной установки

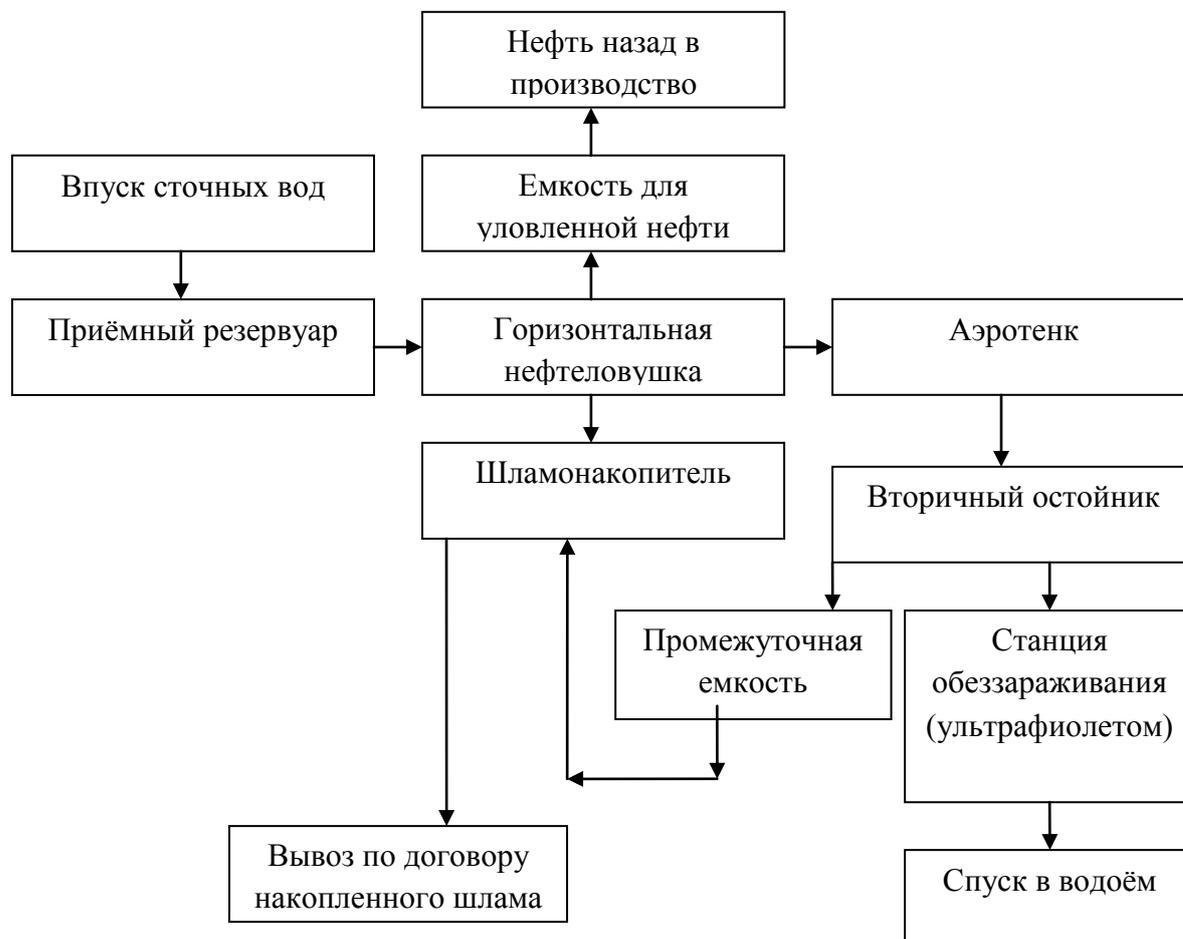


Рисунок 2.3.1 Технологическая схема очистки

Проект установки очистки нефтесодержащих сточных вод включает следующие этапы:

1) Загрязненная вода из сточных вод для переработки из специального резервуара поступает в нефтеловушку.

В нашем случае для предприятия ООО «Томскнефтепереработка» предлагаем нефтеловушку горизонтального типа для этапа механической очистки воды от нефти.

Нефтеловушка выглядит как бетонный, либо железобетонный отстойник, который разделён продольными стенками на 2 и больше секции, которые работают параллельно.

Работа нефтеловушки горизонтального типа основана на принципе отстаивания и является наиболее целесообразной и экономически обоснованной для очистки промывочных вод и обеспечивает требуемую расчётную эффективность очистки.

Нефтеловушками улавливается до 98 % нефтепродуктов.

2) Из нефтеловушки собираются «отходы» - нефть и шлам.

3) Нефть возвращается назад в производство.

4) Шлам, который собирается внизу отправляется в шламонакопитель.

Шламонакопители представляют собой открытые земельные емкости различных размеров, предназначенные для накопления и временного хранения нефтешлама.

Иногда шламонакопители служат одновременно для отстаивания сточных вод и для уплотнения илового осадка.

5) Нефть после нефтеловушки отправляется назад на переработку по линии рециркуляции.

6) Далее вода поступает в аэротенк.

Аэротенк выступает ключевым элементом технологической схемы очистки.

Аэротенки – это резервуары или открытые бассейны, в которых медленно движется смесь активного ила и очищаемая сточная вода. Для увеличения эффективности биологических процессов в аэротенке устанавливаются устройства для принудительной аэрации. Преимущество аэротенка перед биофильтром заключается в том, что процесс очистки можно регулировать – процесс аэрации, концентрации воздуха и активного ила.

В рамках проекта на предприятии ООО «Томскнефтепереработка» предлагается заменить старые системы аэрации на мембранные аэрационные системы типа «Fortex».

Основными достоинствами такого предложения являются:

– увеличение эффективности (качества и скорости) очищения производственных и бытовых сточных вод вследствие использования более совершенной – мембранной – конструкции системы аэрации;

– применение биологического метода как основного при очистке сточных вод, является одним из самых эффективных, наиболее безвредным, обеспечивающим экологическую безопасность сбрасываемых стоков;

– экономия электроэнергии происходит из-за снижения подачи воздуха в воздухоподогреватель мембранной системы аэрации, и, следовательно, экономия денежных средств при эксплуатации аэротенка.

7) Далее вода из аэротенка поступает во вторичный отстойник, откуда шлам переходит в шламонакопитель и вода поступает на станцию обеззараживания (ультрафиолетом).

8) Дезинфекция сточных вод необходима для уничтожения патогенных микробов. При спуске их в водоем может произойти заражение вод. Биологическая очистка, отстаивание и другие искусственные методы не дают 100 % очищения отходов от вредных бактерий.

Поэтому на предприятии ООО «Томскнефтепереработка» используется станция обеззараживания (ультрафиолетом).

Принцип действия данного метода заключается в следующем: сточные воды пропускают через корпус, в котором находятся ультрафиолетовые лампы.

Под их действием клетки микроорганизмов перестают делиться и погибают. Воздействие ультрафиолетом считается быстрым методом, поскольку лампы работают безостановочно.

Наблюдается также смягчение, проходящей через систему воды. УФ-лампы имеют высокое дезинфицирующее действие. Для защиты от влажной среды их располагают в специальных кварцевых отделениях.

9) И в итоге вода спускается в водоём.

10) Подводя итог, важно сказать, что проблема ликвидации нефтешлама на большинстве заводов, в том числе и на предприятии ООО

«Томскнефтепереработка» не решена, поэтому количество его постоянно растет.

В моем проекте предусмотрена откачка нефтешлама 1 раз в неделю, по договору с организацией, занимающейся утилизацией отходов.

После накопления в шламонакопителях определенного количества шлама их вывозят автомашинами.

2.4 Теоретические основы процесса очистки

Горизонтальная нефтеловушка являет собой прямоугольную емкость. Иначе говоря, нефтеловушка горизонтального типа представляет отстойник, разделенный продольными стенками на параллельные секции.

В ней из медленно движущегося потока сточных вод отделяются всплывающие нефтепродукты и оседают механические примеси.

Производственная сточная вода из отдельно расположенной распределительной емкости по трубопроводам самотеком или с помощью насоса поступает через щелевую перегородку в каждую секцию нефтеловушки в соответствии с рисунком 2.4.1.

Освобожденная от нефти вода в конце секции проходит под затопленной нефтеудерживающей стенкой и через водослив переливается в отводящий лоток и далее в трубопровод.

Для утилизации всплывающего слоя монтируются нефтесборные щелевые поворотные трубы, а для удаления осадка — углубление в начале сооружения и днище, смонтированное с уклоном [8].

В зимнее время для уменьшения вязкости нефти оборудование обогревается змеевиком.

Для обогрева всплывшего слоя нефтепродуктов в зимнее время с целью облегчения удаления по периметру очистного сооружения предусматривается обогрев паровыми или водяными змеевиками, размещенных на глубине 20 см от поверхности воды.

Схема устройства нефтеловушки представлена на рис. 2.4.1:

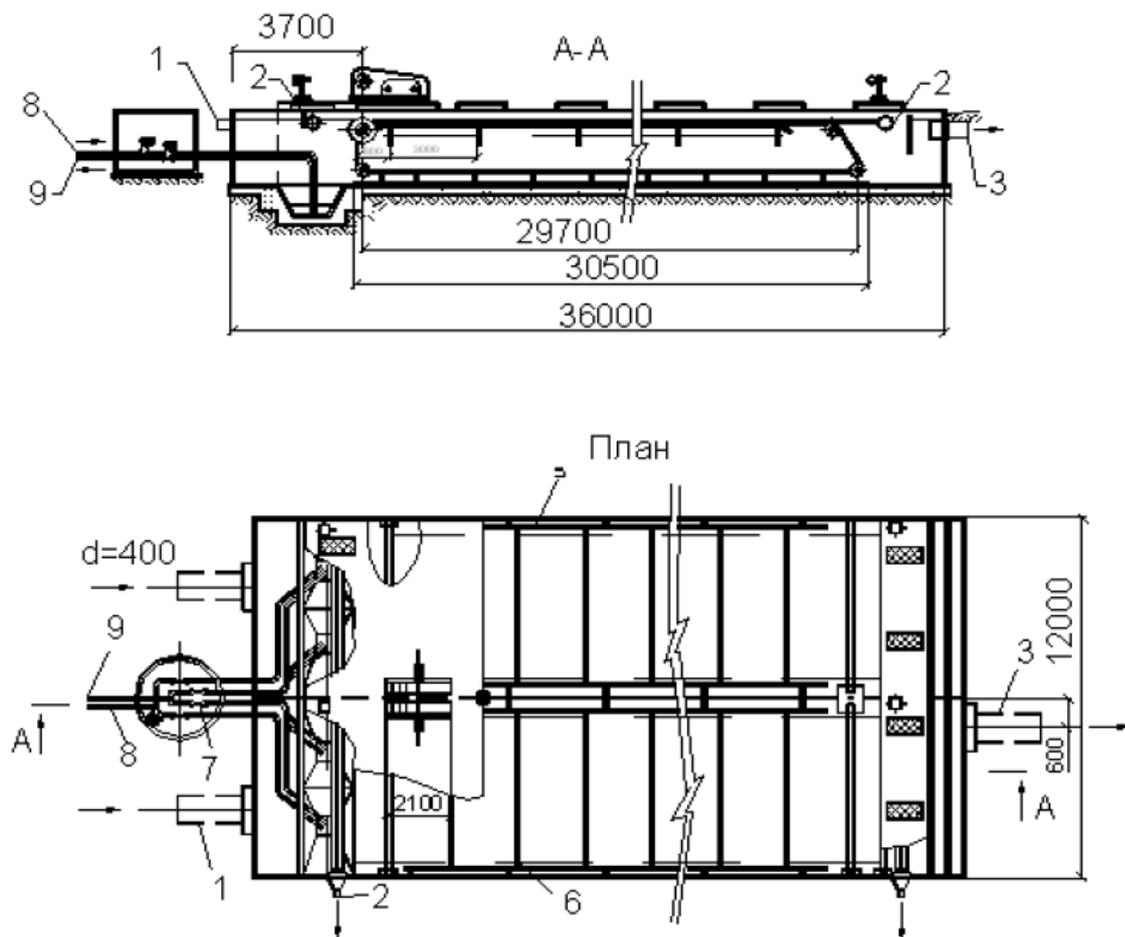


Рисунок 2.4.1. Горизонтальная нефтеловушка [20]

- 1 – трубопровод для подачи сточных вод на очистку;
- 2 – нефтесборная труба;
- 3 – трубопровод для отвода осветленных сточных вод;
- 4 – гидроэлеватор;
- 5 – скребковый транспортер левый;
- 6 – скребковый транспортер правый;
- 7 – задвижки с электроприводом во взрывобезопасном исполнении;
- 8 – трубопровод для подачи воды к гидроэлеватору;
- 9 – трубопровод для отвода осадка.

Всплывшая нефть по мере ее накопления сгоняется скребковым транспортером к щелевым поворотным трубам и выводится по ним из нефтеловушки [20].

В нефтеловушке вместе с всплыванием взвешенных частиц нефтепродуктов происходит выпадение механических примесей в осадок. Распределение осадка по днищу нефтеловушки неравномерное. Больше всего осадка выпадает в первых 5-6 метрах сооружения. Далее до конца установки высота слоя незначительна и остается постоянной.

Влажность только что выпавшего осадка составляет примерно 95 %, объемный вес 1,1 т/м³. Со временем осадок уплотняется: через 3 ч его влажность 65—70 %; после 6 ч — 55—60 %; после 24 ч — 50—55 %. Плотность осадка при 70 % влажности равна 1,5 т/м³. Масса сухого вещества осадка принимается как 80—120 г на 1 м³ сточных вод. Содержание нефтепродуктов в осадке 15-20 процентов массы.

Осадок, выпадающий в начале установки имеет угол естественного откоса 25—30 град и не склонен к сползанию. В середине осадок сползает под углом 18—20 град, в конце длины установки он очень подвижен и сползает под любым углом. Для перемещения выпавшего осадка к сборному отверстию очистные сооружения должны оборудоваться скребковым устройством. Скорость движения такого скребка не должна быть более 0,01 м/с. Удаление осадка производится обычно гидроэлеваторами. Можно также применять песковые насосы и донные клапаны. Гидроэлеватор из приемка в виде усеченной пирамиды откачивает осадок полностью, если угол наклона граней превышает 50 град, а на плоском дне — вокруг себя в радиусе 1,5—2,0 м [23].

Количество осадка (м³/сут), задерживаемого в очистном сооружении, можно определить по формуле

$$W = \frac{24 \cdot Q \cdot C_n}{\gamma_{oc} \cdot (100 - z)}$$

где C — содержание механических примесей в сточной воде, кг/м³;

Q — расход сточных вод, м³/ч;

n — степень фильтрации взвешенных веществ, принимаемая равной 60—70 %;

γ_{oc} — объемный вес осадка, кгс/м³;

z — влажность осадка, %.

Для удаления всплывших капель щелевые поворотные нефтесборные трубы располагают в верхнем слое стоков в начале и в конце секции. Они устанавливаются строго горизонтально. Всплывшие нефтепродукты часто малоподвижны и удаляются лишь в пределах 2—3 м, что можно улучшить установкой скребкового устройства, которое будет сдвигать всплывший слой к трубам. Собранный слой содержит 30—40 % воды, остальное – нефтепродукты [27].

В биологической очистке сточных вод есть много аспектов, величин, взаимосвязи между которыми до конца еще не изучены.

Экспериментальные исследования режима работы аэротенков в совокупности с применением на практике позволят заполнить многие пробелы в этой области.

Многие методы очистки природных и сточных вод основаны на окислительно-восстановительных реакциях. К таким методам относятся: биологическая очистка сточных вод, каталитическое разрушение органических веществ кислородом воздуха, удаление железа и марганца из воды, обеззараживание и т. д.

Как правило, биологическая очистка сточных вод осуществляется с помощью микроорганизмов, которые сначала адсорбируют на себе загрязнения, а затем минерализуют их. Первый процесс протекает быстро (примерно за 10...15 мин), а второй затягивается на длительное время. Продолжительность десорбции зависит от условий работы сооружений, температуры, интенсивности перемешивания, подачи кислорода и многих других факторов.

Активный ил в аэротенках представляет собой биологическую систему — альганобактериальное сообщество [28], напоминающее целостный живой организм, способный дышать, в котором проходят окислительные процессы.

Очистка сточных вод, поступающих на очистные сооружения, состоит из нескольких последовательных этапов, одним из которых является биологическая очистка.

Процесс основан на способности организмов осуществлять разрушение органических загрязнений. Одним из аэробных сооружений, работающим с непосредственной подачей в него воздуха, является аэротенк.

Аэротенки представляют собой железобетонный резервуар (чаще всего прямоугольный в плане) (рис.2.4.2), размером 12х24 метров и более, по которому протекает сточная вода, смешанная с активным илом.

На дне резервуара по всей его площади распределена аэрационная система подачи воздуха, вводимого с помощью пневматических или механических аэраторов для перемешивания сточной воды и активного ила и поддержания подачи кислорода жизнедеятельности бактерий.



Рисунок 2.4.2 - Аэротенк

Процесс биологической очистки загрязняющих веществ в аэротенках происходит при непосредственном контакте сточных вод с оптимальным количеством организмов активного ила в присутствии соответствующего количества растворённого кислорода (в течение необходимого периода

времени) с последующим отделением активного ила от очищенной воды во вторичных отстойниках.

Существенными факторами, оказывающими влияние на качество биологической очистки стоков и на жизнеспособность активного ила являются наличие питательных веществ, температура, значение рН, содержание растворённого кислорода в иловой смеси, присутствие токсических веществ. Технологический режим эксплуатации аэротенков в значительной степени зависит от:

- оптимального соотношения между концентрацией органических соединений в поступающей воде и рабочей дозой активного ила (при уменьшении дозы ила возникает эффект повышения нагрузки и снижения качества очистки, при увеличении — затрудняется эффективность разделения ила и очищенной воды во вторичных отстойниках);
- необходимого времени контакта сточной воды с активным илом;
- достаточное количество подаваемого кислорода в систему.

Скорость течения воды в аэротенках достигает 0,9 м/час [30]. Однако, такая скорость способна обеспечить только протекание воды прямоотком площадь водного зеркала аэротенка, в связи с чем времени для контакта загрязненной сточной воды с кислородом воздуха и микроорганизмами по всему объему аппарата недостаточно. Значительное понижение эффекта очистки наблюдается при колебаниях технологического режима при «залповых выбросах» стоков. В этот период погибает много микроорганизмов.

Предлагается для интенсификации работы аэротенка совершенствовать принцип подачи в него сточной воды, который заключается в применении насадок на подающий трубопровод специальных конструкций. Расход воды насадками зависит от их диаметра и напора и определяется по формуле [6]:

$$q = \mu f (2gH)^{1/2} \quad (2.3.1)$$

где: q – расход воды, протекающий через насадку в м³/с;

μ - коэффициент расхода воды, зависящий от формы и конструкции насадки;

f – площадь входного отверстия насадка в m^2 ;

H – напор у насадки в м. Технический эффект - повышение степени очистки сточной воды в условиях колебания технологического режима очистки; увеличение поверхности контакта по всему объему аэротенка между кислородом воздуха, микроорганизмами и загрязнениями стоков.

С целью повышения интенсивности очистки сточных вод с увеличением скорости процесса биологической очистки рядом авторов (Кармазинов Ф.В., Крючихин Е.М., Николаев А.Н. и др.) была разработана следующая система аэрации (рис. 2.3.2): в аэротенке для очистки сточных вод над соответствующими участками дна аэротенка расположены две зоны: зона нитрификации и зона денитрификации.

В этих зонах пневматические аэраторы собираются в модули и размещаются в придонной части соответствующего участка дна аэротенка.

Группа аэраторов, расположенная в зоне нитрификации, образована из пористых трубчатых аэраторов, а в зоне денитрификации – из перфорированных трубчатых аэраторов. Эти группы аэраторов собраны в аэрирующие модули и образуют в широкую полосу аэрации, от которой часть энергии затрачивается не только на механическое поддержание активного ила во взвешенном состоянии, но и на процесс аэробной биологической очистки.

В итоге в зоне денитрификации частично происходит процесс нитрификации и уменьшаются затраты на электроэнергию. Такое усовершенствование технического оформления позволяет создать систему аэрации в аэротенке, в которой повышена интенсивность очистки сточных вод с одновременным увеличением скорости процесса биологической очистки [6].

Кроме рассмотренных методов интенсификации биологической очистки сточных вод повысить производительность процесса в последнее время позволяет использование высокоактивных симбиотических иловых культур, использование технического кислорода, стимуляторов биохимического окисления, различного рода усовершенствованных конструкций аэротенков,

аэрационного оборудования и систем отделения активного ила. Значительные резервы скрыты также в области интенсификации массообмена.

Защита водных ресурсов от истощения, загрязнения и их рациональное использование – одна из наиболее важных проблем, требующих незамедлительного решения. Сегодня уже никто не спорит о достоинствах аэротенков для очистки сточных вод. В то же время, существенное влияние на повышение качества водооборота, может оказать внедрение высокоэффективных методов очистки сточных вод.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Научно-исследовательская работа - это деятельность научного характера, связанная с научным поиском, проведением исследований в целях расширения имеющихся и получения новых знаний, установления закономерностей, изыскания принципов и путей создания (моделирования) продукции.

5.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Таблица 5.1 – Анализ и оценка конкурентов

№ п/п	Характеристика предприятия	Основные конкуренты		ООО «Томскнефтепереработка»
		АО «Транснефть – Западная Сибирь» (Анжеро-Судженская ЛПДС)	Акционерное общество «Ачинский нефтеперерабатывающий завод Восточной нефтяной компании» (АО «АНПЗ ВНК»)	
1.	Уровень собственная инфраструктура	высокий	средний	высокий
2.	Уровень технологии	высокий	средний	высокий
3.	Качество продукции	высокое	высокое	высокое
4.	Расходы на рекламу	осуществляют	осуществляют	осуществляют
5.	Время деятельности предприятия, лет	11	9	7
6.	Количество месторождений	24	5	4
7.	Объёмы добываемой нефти, г.	13,9 млн. тонн	24 431 тыс. тонн	900 тыс. тонн

По таблице 5.1 можно сделать вывод о том, что ООО «Томскнефтепереработка» занимает достаточно высокую позицию в конкурентной среде на рынке нефтепереработке.

ООО «Томскнефтепереработка» осуществляет свою производственную деятельность в Томской области, Западная Сибирь. Западная Сибирь является наиболее продуктивным регионом России с точки зрения нефтедобычи, на территории которой находятся крупнейшие мировые месторождения. Добыча нефти в Западной Сибири составляет 71 % от общероссийской. Томская область – вторая по величине нефтеносная провинция Западной Сибири. На ее территории находится несколько крупнейших в мире месторождений, объем добычи нефти на которых стабильно составляет около 300 000 баррелей в сутки. Томская область является площадкой работы для крупнейших участников рынка, включая НК «Газпром нефть», «Томскнефть» - дочернее предприятие НК «Роснефть», ТНК-ВР, «Сургутнефтегаз» и др.

В настоящее время производится наращивание ресурсной базы путем проведения успешной геологоразведки на обширных лицензионных участках и нефтедобыча на вновь открытых месторождениях, также увеличение производительности на месторождениях за счет использования современных технологий. Вывод нефтяной продукции на рынок с помощью созданной инфраструктуры и собственной сети нефтепроводов.

5.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта.

В таблице 1 представим матрицу SWOT-анализа, где опишем сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы анализируемого проекта.

Таблица 5.2.1 – Матрица SWOT

<p style="text-align: center;">Сильные стороны</p> <p>С1. Большая ресурсная база С2. 366 км нефтепроводов. С3. Головная организация является дочерним предприятием крупнейшей нефтегазовой корпорации ONGC. С4. квалифицированный персонал с опытом работы в более чем 18 странах. С5. Выход на международный уровень. С6. Сотрудничество с учебными заведениями региона, привлечение молодых специалистов.</p>	<p style="text-align: center;">Слабые стороны</p> <p>Сл1. Дорогой ремонт оборудования Сл2. Большие расходы на разведку месторождений Сл3. Большие затраты на внедрение новых и современных технологий Сл4. Далекое расположение от сибирской магистрали и населенных пунктах Сл5. Суровые климатические условия Сл6. Осуществление экологической безопасности.</p>
<p style="text-align: center;">Возможности</p> <p>В1. Нарращивание ресурсной базы путем проведения успешной геологоразведки на обширных лицензионных участках и нефтедобыча на вновь открытых месторождениях; В2. Привлечение зарубежный специалистов. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт. В4. Увеличение производительности на месторождениях за счет использования современных технологий; В5. Вывод нефтяной продукции на рынок с помощью созданной инфраструктуры и собственной сети нефтепроводов. В6. Внедрение и использование технологий, обеспечивающих экономное расходование сырья, материалов и энергоносителей, вторичное использование ресурсов и утилизацию отходов.</p>	<p style="text-align: center;">Угрозы</p> <p>У1. Повышенная пожароопасность У2. Вредность производства У3. Ограниченность ресурсов У4. Большие налоги на экспорт продукции за границу. У5. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции. У6. Большие процентные ставки по кредиту и налог на прибыль, а также постоянный рост цен на электроэнергию.</p>

Таблица 5.2.2 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

	Сильные стороны проекта						
		С1	С2	С3	С4	С5	С6
Возможности проекта	В1	+	+	+	+	+	+
	В2	+	+	+	-	+	-
	В3	+	+	+	-	0	-
	В4	+	+	-	+	0	+
	В5	0	+	+	+	0	-
	В6	+	0	+	+	+	+

Таблица 5.2.3 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и возможности»

	Слабые стороны проекта						
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5	Сл6
Возможности проекта	B1	-	-	-	+	+	+
	B2	0	0	+	+	0	+
	B3	+	-	-	-	-	+
	B4	-	-	-	-	+	+
	B5	+	-	+	-	0	+
	B6	0	+	-	+	0	+

Таблица 5.2.4 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и угрозы»

	Сильные стороны проекта						
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Возможности проекта	У1	0	0	-	-	0	0
	У2	-	-	+	+	+	-
	У3	0	-	+	+	0	-
	У4	0	-	-	-	0	0
	У5	-	-	0	0	0	0
	У6	-	0	0	0	0	0

Таблица 5.2.5 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и угрозы»

	Слабые стороны проекта						
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Возможности проекта	У1	+	+	+	+	+	0
	У2	+	+	-	-	-	+
	У3	0	0	-	0	-	+
	У4	-	+	0	0	0	0
	У5	0	0	0	0	0	0
	У6	+	0	0	0	0	0

По результатам SWOT-анализа можно сделать следующие выводы:

- Благодаря сильным сторонам предприятия ООО «Томскнефтепереработка» (г.Томск), таким как большая ресурсная база, квалифицированный персонал с большим опытом работы, выход на международный уровень способствуют достижению возможностей:

- Нарращивание ресурсной базы путем проведения успешной геологоразведки на обширных лицензионных участках и нефтедобыча на вновь открытых месторождениях;

- Привлечение зарубежных специалистов.

- Появление дополнительного спроса на новый продукт.

- Увеличение производительности на месторождениях за счет использования современных технологий;

- Вывод нефтяной продукции на рынок с помощью созданной инфраструктуры и собственной сети нефтепроводов.

- Внедрение и использование технологий, обеспечивающих экономное расходование сырья, материалов и энергоносителей, вторичное использование ресурсов и утилизацию отходов

- Сотрудничество с учебными заведениями региона, привлечение молодых специалистов.

Угрозы, которые могут возникнуть в процессе деятельности ООО «Томскнефтепереработка» (г.Томск) возможно предотвратить с помощью сильных сторон и возможностей. В результате можно избежать:

- повышенной пожароопасности;

- вредности производства;

- увеличить ресурсы, которые ограничены;

- снизить налоги на экспорт продукции за границу;

- ввести дополнительные государственные требования к сертификации продукции;

- снизить процентные ставки по кредиту и налог на прибыль, а также постоянный рост цен на электроэнергию.

5.3 Разработка графика проведения научного исследования

5.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ

Ожидаемое значение трудоемкости

Продолжительность каждой работы в рабочих днях

Продолжительность выполнения работы в календарных днях

Сводим все рассчитанные данные в таблицу.

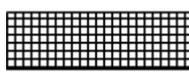
Таблица 5.3.1.1 – Временные показатели проведения научного исследования

	Трудоемкость работ	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
1. Написание литературного обзора.	70	30	25
2. Проведение практического исследования.	50	22	34
3. Анализ результатов по работе	20	20	8
4. Оформление выводов проведенного исследования	5	6	8
5. Оформление и написание пояснительной записки	28	26	32

5.3.2 Построение календарного плана-графика проведения НИТИ

Таблица 5.3.2.1 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Вид работ	Исполн.	Т _к , кал, дн	дек			январь			фев			март			апр			май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. Написание литературного обзора.	Бакалавр. Руководитель проекта	48																		
2. Проведение практического исследования.	Бакалавр.	72																		
3. Анализ результатов по работе	Бакалавр, Руководитель проекта	28																		
4. Оформление выводов проведенного исследования	Бакалавр.	4																		
5. Оформление и написание пояснительной записки	Бакалавр.	26																		

 - руководитель

 - бакалавр

5.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Необходимо оценить степень готовности НИР к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения или завершения. Для этого необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о

степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям.

Таблица 5.4.1 – Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации.

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	3
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	4
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	3	2
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
	ИТОГО БАЛЛОВ	17	15

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i ,$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет судить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации.

По результатам оценки можно сделать вывод об уровне компетенций - перспективность выше среднего.

5.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия.

5.6 Инициация проекта

5.6.1 Организационная структура проекта

Таблица 5.6.1.1 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудовые затраты, час.
1.	Руководитель проекта	Проведение эксперимента	реализация проекта в пределах заданных ограничений по ресурсам, координирует деятельность участника проекта	33
2.	Исполнитель проекта	Исполнение проекта	Выполнение работ по проекту, написание научной исследовательской работы	98
ИТОГО:				131

5.7 Бюджет научного исследования

Стоимость материалов формируется исходя из цены их приобретения и платы за транспортировку, осуществляемую сторонними организациями.

Расчет затрат на материалы производится по форме таблицы 5.7.1 [14].

Таблица 5.7.1 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага офисная SVETO COPY New A4, 80 г/м2, 500 листов	1	150	150
Картридж для принтера	1	1588	1588
Ручки	3	15	45
Блокноты	2	60	120
Память USB 2.0 Flash Kingston 32 Gb DataTraveler DT101G2/32GB	1	850	850
Флипчарт на треноге Attache с бумагой и маркерами (размер 70x100см)	1	2554	2554
Компьютер	1	31878	2125,20
Принтер	1	9545	636,33
Всего за материалы			8068,53
Электроэнергия – 3013,20 руб.			3013,20
Итого по статье C_m			17025,06

Расходы на освещение помещения определяются по формуле:

$$З_{осв} = (15 S_n M t / 1000) \cdot Ц, \text{ руб.}, \quad (5.7.1)$$

где 15 – количество Ватт на 1 м² пола;

S_n – площадь пола = 40 м²

M – количество часов искусственного освещения в сутки, (в среднем 9 ч)

t – число дней работы производства в году, (с декабря по май-180 дней)

$Ц$ – стоимость 1 кВт·часа электроэнергии, (Одноставочный тариф – 3,1)

$$З_{осв} = (15 \cdot 40 \cdot 9 \cdot 180 / 1000) \cdot 3,1 = 3013,20 \text{ руб}$$

5.8 Основная заработная плата

Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых выполнением НИР

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИР, включая премии, доплаты и дополнительную заработную плату.

$$C_{зн} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (5.8.1)$$

где: $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (5.8.2)$$

где: $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{раб}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн. (табл. 11);

Средняя заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d}, \quad (5.8.3)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 5.8.1).

Таблица 5.8.1 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
- выходные дни	51	102
- праздничные дни	12	12
Потери рабочего времени:		
- отпуск	48	24
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	250	223

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_b \cdot (k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (5.8.4)$$

где, Z_b – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

k_d – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 5.8.2 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_b , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	20390,0	0,3	0,5	1,3	47712,6	2137,5	21	44888,0
Исполнитель	14874,5	0,3	0,02	1,3	25524,6	1282,0	19	24357,1
Итого $Z_{осн}$								69245,1

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 12% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (5.8.5)$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В табл. 5.8.3 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 5.8.3 – Заработная плата исполнителей НИР

Заработная плата	Руководитель	Исполнитель
Основная заработная плата, руб.	48888,0	24357,1
Дополнительная заработная плата, руб.	5386,6	2922,8
Зарплата исполнителя, руб.	50274,6	27279,9
Итого по статье $C_{\text{зп}}$, руб.	77554,5	

Отчисления на социальные нужды.

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (5.8.6)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.) 27,1%.

руководитель $C_{\text{внеб}} = 0,271 \cdot (44888,0 + 5386,6) = 13624,40$ руб.

исполнитель $C_{\text{внеб}} = 0,271 \cdot (24357,1 + 2922,8) = 7392,86$ руб.

Итого: $13624,40 + 7392,86 = 21017,26$ руб.

Накладные расходы.

Накладные расходы составляют 75% от суммы основной и дополнительной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (5.8.7)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составим калькуляцию плановой себестоимости НИР «Проект установки очистки нефтесодержащих сточных вод ООО «Томскнефтепереработка»

Таблица 5.8.4 – Калькуляцию плановой себестоимости НИОКР

№ п/п	Наименование статей затрат	Сумма, руб.
1	Материалы	8378,48
2	Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых созданием НИОКР	77554,5
3	Отчисления на социальные нужды	21017,26
4	Прочие прямые расходы	38661,47
5	Накладные расходы	58165,85
Итого себестоимость НИР		203777,60

5.9 Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта формируется матрица ответственности таблица 5.9.1.

Таблица 5.9.1 – Матрица ответственности

Этапы проекта	Руководитель	Исполнитель
Составление и утверждение технического задания на НИР	+	-
1. Написание литературного обзора.	+	+
2. Проведение практического исследования	-	+
3. Анализ результатов по работе	+	-
4. Оформление выводов проведенного исследования	-	+
5. Оформление и написание пояснительной записки	-	+

5.10 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта.

Таблица 5.10.1 –План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Руководитель проекта	Утверждающему проект	Не позже сроков сдачи проекта
2.	Обмен информацией о текущем состоянии Проекта	Исполнитель проекта	Руководитель проекта	Еженедельно (пятница)
3.	Документы и информация по проекту	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Ежемесячно
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже сроков графиков и к. точек

5.11 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты [26].

Таблица 5.11.1 – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления	Уровень риска
1	Технический	Маловероятно	Низкий
2	Внешний	Маловероятно	Низкий
3	Организационный	Маловероятно	Низкий
4	Управление проектом	Маловероятно	Низкий

5.12 Оценка абсолютной эффективности исследования

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (5.12.1)$$

где I_{ϕ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта и аналоги.

$$I_{\phi}^p = 0,8 \quad ; \quad I_{\phi}^a = 1,0$$

Таблица 5.12.1 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог
Способствует росту производительности труда пользователя	0,28	5	4
Энергосбережение	0,32	4	4
Надежность	0,25	4	3
Материалоемкость	0,15	5	4
ИТОГО	1		

$$I_{тп} = 5 \cdot 0,28 + 4 \cdot 0,32 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 = 4,43$$

$$\text{Аналог} = 4 \cdot 0,28 + 4 \cdot 0,32 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 3,75$$

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{финр}^p$ и аналога $I_{финр}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_t^p}{I_{\phi}^p} \quad ; \quad I_{финр}^a = \frac{I_t^a}{I_{\phi}^a} \quad (5.12.2)$$

$$I_{финр}^p = \frac{4,43}{0,8} = 5,54 \quad ; \quad I_{финр}^a = \frac{3,75}{1} = 3,75.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a} = \frac{5,54}{3,75} = 1,48 \quad (5.12.3)$$

где \mathcal{E}_{cp} – сравнительная эффективность проекта; $I_{мэ}^p$ – интегральный показатель разработки; $I_{мэ}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

$$\mathcal{E}_{cp} = 1,48$$

Таблица 5.12.2 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка проекта	Аналог
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,8	1,0
2	Интегральный ресурсоэффективности разработки показатель	4,43	3,75
3	Интегральный показатель эффективности	5,54	3,75
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,48	

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант с позиции финансовой и ресурсной эффективности, в данном случае разработка проекта.

