

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Экологическая безопасность и обеспечение нормированного сброса сточных вод ООО «ВодСнаб» г. Юрги

УДК 628.39

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г51	Парфёнова Татьяна Васильевна		

Руководитель/ консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Лизунков В.Г.	к.пед.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП 20.03.01 «Техносферная безопасность»	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2020 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе направления 20.03.01 – «Техносферная безопасность»

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
Универсальные компетенции	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.

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

Институт: Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ С.А. Солодский
«__» _____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студенту:

Группа	ФИО
3-17Г51	Парфёновой Татьяне Васильевне

Тема работы:

Экологическая безопасность и обеспечение нормированного сброса сточных вод
ООО «ВодСнаб» г. Юрги

Утверждена приказом директора (дата, номер) от 31.01.2020 г. № 13/С

Срок сдачи студентами выполненной работы: 05.06.2020 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе:	1. Схема очистки сточных вод ООО «ВодСнаб» г. Юрги. 2. Фактическая концентрация аммоний-ион, нитрит-ион, нитрат-ион, фосфат-ион в сбросах в поверхностные источники превышает ПДК.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов:	1. Проанализировать нормативные и литературные источники по вопросам биологической очистки сточных вод. 2. Дать характеристику объекта исследования на предмет воздействия очистных сооружений на состояние поверхностных вод в городе Юрга. 3. Рассчитать параметры работы аэротенка с возможным использованием мембранного реактора.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г., к.пед.н., доцент
Социальная ответственность	Солодский С.А., к.т.н.
Нормоконтроль	Мальчик А.Г., к.т.н.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

10.02.2020 г.

Задание выдал руководитель/ консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г51	Парфёнова Т.В.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 104 страницы, 13 рисунков, 12 таблиц, 58 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: СТОЧНЫЕ ВОДЫ, МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫЕ СТОКИ, МЕМБРАННЫЙ РЕАКТОР.

Объектом исследования являются очистные сооружения ООО «ВодСнаб» г. Юрга.

Цель работы – обеспечение нормированного сброса сточных вод ООО «ВодСнаб» г. Юрги путём повышения концентрации активного ила в мембранном реакторе.

Рассмотрены принципы биологической очистки сточных вод, наилучшие доступные технологии в данной области, влияние очистных сооружений ООО «ВодСнаб» г. Юрга на водные объекты, дана оценка эффективности и выявлены причины недостаточно удовлетворительной работы сооружений, предложены пути оптимизации процессов очистки. В качестве оптимального мероприятия выбрано внедрение модифицированного УСТ процесса, который улучшит имеющуюся технологическую схему очистки и не потребует больших капитальных вложений.

Abstract

The final qualification work contains 104 pages, 13 figures, 12 tables, 58 sources, 1 appendix.

Key words: WASTE WATER, WASTE WATER TREATMENT METHODS, ENVIRONMENTAL SAFETY, HOUSEHOLD WASTE, MEMBRANE REACTOR.

The object of the study is the treatment facilities of OOO «VodSnab» Yurga.

The purpose of the work is to ensure the normalized discharge of wastewater from OOO «VodSnab» in Yurga by increasing the concentration of activated sludge in the membrane reactor.

The principles of biological wastewater treatment, the best available technologies in this area, the influence of treatment facilities of OOO «VodSnab» of Yurga on water bodies are examined, the effectiveness is assessed and the reasons for the insufficiently satisfactory operation of the facilities are identified, ways of optimizing the treatment processes are proposed. The implementation of the modified UCT process was chosen as the optimal measure, which will improve the existing purification technological scheme and will not require large capital investments.

Содержание

Введение	9
1 Обеспечение экологической безопасности при очистке вод для сброса в поверхностные источники	11
1.1 Формирование состава вод	11
1.2 Экологическая безопасность как составляющая национальной безопасности и политики государства	16
1.3 Правовое регулирование и органы экологической безопасности	19
1.4 Правовые меры охраны поверхностных источников	20
1.5 Методы очистки сточных вод	21
2 Общая характеристика объекта исследования	26
2.1 Общие сведения о предприятии ООО «ВодСнаб» г. Юрги	26
2.2 Схема подвода сточных вод на очистные сооружения, объёмы подаваемых на очистку стоков	27
2.3 Усреднённая характеристика качественного состава сточных вод, поступающих на очистку	29
2.4 Схема очистки сточных вод на комплексных очистных сооружениях	32
3 Анализ воздействия очистных сооружений на состояние поверхностных вод в городе Юрга	41
3.1 Характеристика современного состояния водного объекта	41
3.2 Расчёт кратности разбавления сточной воды в контрольном створе водного объекта	42
3.3 Расчёт допустимого сброса загрязняющих веществ и микроорганизмов в водный объект со сточными водами	46
3.4 Контроль за соблюдением НДС	54
3.5 Оценка эффективности биохимической очистки сточных вод на комплексных очистных сооружениях	54

3.6 Предложения по усовершенствованию технологической схемы очистки сточных вод на комплексных очистных сооружениях	58
3.7 Детали расчёта очистных сооружений биологической очистки сточных вод	62
3.8 Предложения по повышению эффективности очистки сточных вод от соединений азота и фосфора	65
3.9 Оценка нынешнего состояния и эффективности работы систем аэрации и перемешивание в аэротенке	69
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	75
4.1 Расчёт затрат на очистку 1 м ³ сточных вод	75
4.2 Затраты предприятия на оборудование	76
4.3 Затраты предприятия на оплату рабочим	77
4.4 Затраты предприятия на электроэнергию	77
4.5 Затраты предприятия на материалы	78
4.6 Затраты на утилизацию отходов	78
5 Социальная ответственность	82
5.1 Описание условий работы	82
5.2 Вредные и опасные производственные факторы	83
5.3 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды	84
5.4 Охрана окружающей среды	92
5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях	93
5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	95
Заключение	97
Список использованной литературы	100
Приложение А	

Введение

Вода является очень ценным природным ресурсом, переоценить её значимость для человечества и всего живого довольно сложно. Она является основополагающей составляющей процессов обмена веществ и составляет основу жизни человека. Потребность в питьевой воде на сегодняшний день огромна и продолжает возрастать.

Проблема дефицита пресной воды уже сейчас стоит довольно остро. Однако жизнедеятельность и современные производственные технологии на данном этапе развития не позволяют полностью исключить загрязнение поверхностных и подземных водных объектов от загрязнения сточными водами. Таким образом, наиглавнейшей задачей в данном вопросе является минимизация воздействия на природную среду при образовании в процессе производства или жизнедеятельности сточных вод.

В проблеме сброса загрязняющих веществ со сточными водами особое место занимает водоотведение коммунальных стоков городов. Огромное количество неочищенных и недостаточно очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод продолжает поступать в гидросферу, что приводит к значительным нарушениям в экосистемах водоёмов и ухудшает качество питьевой воды.

Целью – обеспечение нормированного сброса сточных вод ООО «ВодСнаб» г. Юрги путем повышения концентрации активного ила в мембранном реакторе.

Для достижения поставленных целей при проведении исследований необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать нормативные и литературные источники по вопросам биологической очистки сточных вод;
- дать характеристику объекта исследования на предмет воздействия очистных сооружений на состояние поверхностных вод в городе Юрга;
- рассчитать параметры работы аэротенка с возможным

использованием мембранного реактора

– рассчитать экономические затраты на внедрение мембранного реактора в процесс биологической очистки.

Объектом исследования является процесс очистки сточных вод на комплексных канализационных очистных сооружениях ООО «ВодСнаб» г. Юрги.

1 Обеспечение экологической безопасности при очистке вод для сброса в поверхностные источники

1.1 Формирование состава вод

Поверхностные источники и подземные воды являются основными источниками водных ресурсов для промышленных и бытовых целей. Пресной воды в подземных источниках сосредоточено больше, чем в реках и озёрах. Вода из поверхностных источников применяется в промышленности, сельском хозяйстве, в бытовых целях. Подземные воды широко используются для нужд коммунально-бытового хозяйства и промышленности.

Для примера на рис. 1 приведена диаграмма водопотребления (%) в Российской Федерации в 2019 году.

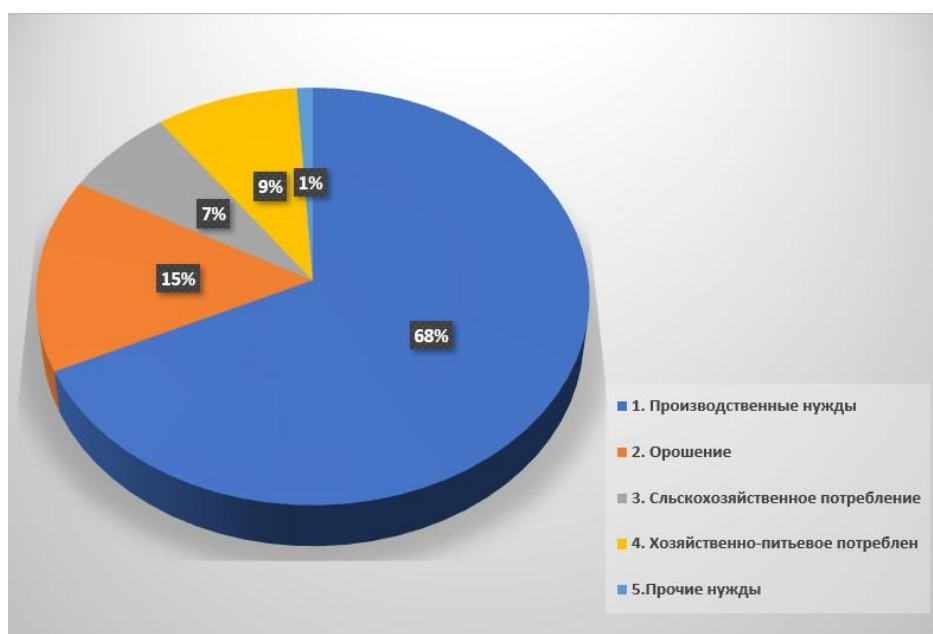


Рисунок 1 – Водопотребление за 2019 год в Российской Федерации

Объем потребления пресной воды в мире достигает 3900 млрд. куб. м/год. Около половины этого количества потребляется безвозвратно, а другая половина превращается в сточные воды. Значительная

часть использованной воды возвращается в водоёмы в виде городских и промышленных сточных вод.

В настоящее время в водоёмы в год выпускается более 500 км³ сточных вод, в том числе около 200 км³ промышленных стоков. По усреднённой оценке реки на 40 % состоят из сточных вод. В Российской Федерации всего из источников водопотребления в 2018 г. забрано около 80 км³ воды, а объем сточных вод составил 51,3 км³. Из них к категории загрязнённых стоков отнесено 18,5 км³.

В зависимости от условий образования сточные воды подразделяют на три основные категории: хозяйственно-бытовые; промышленные; атмосферные (ливневые).

Хозяйственно-бытовые воды образуются в жилых, административных и коммунальных (бани, прачечные и др.) зданиях, а также в бытовых помещениях промышленных предприятий.

Атмосферные сточные воды образуются в результате выпадения атмосферных осадков и стекающие с территорий предприятий и населённых пунктов. Они загрязняются органическими и минеральными веществами.

В промышленности воду используют как сырьё и источник энергии, как хладагент, растворитель, экстрагент, для транспортирования сырья и материалов (рис. 2).

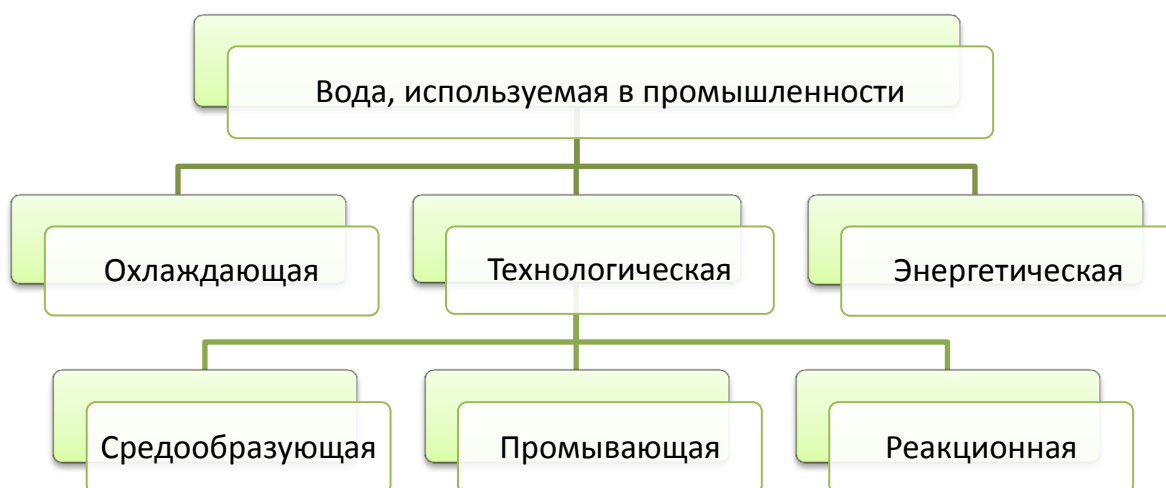


Рисунок 2 – Виды вод различного технического назначения

В промышленности 65-80 % расхода воды потребляется для охлаждения жидких и газообразных продуктов в теплообменных аппаратах. В этих случаях вода не соприкасается с материальными потоками и не загрязняется, а лишь нагревается. Для уменьшения потребления свежей воды создают оборотные и замкнутые системы водоснабжения. При оборотном водоснабжении предусматривают необходимую очистку сточной воды, охлаждение оборотной воды, обработку и повторное использование сточной воды. Качество воды, используемой для технологических процессов, должно быть выше, чем воды, находящейся в оборотных системах.

Применение оборотного водоснабжения позволяет в 10-15 раз уменьшить потребление природной воды. Обратная вода должна соответствовать определённым значениям показателей: карбонатной жёсткости, рН, содержанию взвешенных веществ и биогенных элементов, значению ХПК (химическая потребность в кислороде).

Оборотную воду в основном используют в теплообменной аппаратуре для отведения избыточного тепла. Она многократно нагревается до С и охлаждается в градирнях или в брызгальных бассейнах.

Значительная часть её 40-45° теряется в результате брызгоуноса и испарения. Из-за неисправностей и неплотностей теплообменников она загрязняется до определённого предела. Для предотвращения коррозии, инкрустации, биологического обрастания часть оборотной воды выводят из системы (продувочная вода), добавляя свежую воду из источника или очищенные сточные воды.

Основным требованием к воде, расходуемой на подпитку оборотных систем, является ограничение карбонатной и сульфатной жёсткости. Ограничивается также содержание взвешенных веществ.

Для предотвращения биологического обрастания аппаратов и сооружений в оборотной воде ограничивается содержание органических веществ и соединений биогенных элементов (азота, фосфора), являющихся питательной средой для микроорганизмов. При работе без сброса оборотной

воды для проудвки предъявляются более жёсткие требования к качеству воды.

По своей природе загрязнения сточных вод подразделяются на органические, минеральные, биологические (рис. 3).



Рисунок 3 – Виды загрязнения сточных вод

Сточные воды загрязнены различными веществами:

- биологически нестойкие органические соединения;
- малотоксичные неорганические соли;
- нефтепродукты;
- биогенные соединения;
- вещества со специфичными токсичными свойствами, в т. ч. тяжёлые металлы, биологически жёсткие неразлагающиеся органические синтетические соединения.

Сточные воды многих производств, кроме растворимых неорганических и органических веществ содержат коллоидные примеси (взвеси), а также взвешенные грубодисперсные и мелкодисперсные примеси, плотность которых может быть больше или меньше плотности воды. По характеру загрязнений сточные воды подразделяют на несколько групп.

Тепловое загрязнение происходит при использовании воды для отвода избыточной теплоты.

Экологическая опасность теплового загрязнения природных водоёмов

заключается в возможной интенсификации жизнедеятельности водной биоты и изменение регионального микроклимата.

Загрязнение минеральными солями создают опасность для одноклеточных организмов. Минерализация воды в водооборотных системах приводит к ухудшению технологических показателей.

Взвешенные частицы снижают прозрачность воды, ослабляют процессы фотосинтеза, способствуют заиливанию дна. Они являются адсорбентами и комплексообразователями для различных загрязняющих веществ. Оседая на дно, они могут стать источниками вторичного загрязнения водной среды. Загрязнения тяжёлыми металлами наносят значительный экологический ущерб, т.к. они признаны одними из самых опасных токсичных элементов.

Органические вещества (красители, фенолы, СПАВ, пестициды и другие ксенобиотики) создают опасность возникновения токсикологической ситуации в водоёме и могут влиять на окислительно-восстановительные процессы. Загрязнение вод биогенными элементами приводит к возникновению вторичных эффектов самозагрязнения водной среды.

Нефтепродукты образуют плёнку на поверхности воды, препятствующую газообмену с атмосферой. Кроме того, в нефтепродуктах аккумулируются гидрофобные загрязняющие вещества, а сами нефтепродукты накапливаются в жировых фракциях гидробионтов.

В бытовых сточных водах содержатся загрязнения минерального и органического происхождения. Т.е. и другие находятся в нерастворённом, растворённом и коллоидном состояниях. Часть нерастворённых загрязнений присутствуют в воде в виде взвешенных веществ.

Наибольшую санитарную опасность представляют загрязнения органического происхождения, содержащихся в бытовых сточных водах в среднем 100...300 мг/л. Содержание органических загрязнений, находящихся в растворённом состоянии, оценивается значениями биохимической потребности в кислороде (далее – БПК) и химической потребности в кислороде (далее – ХПК). Бытовые сточные воды имеют БПК=100–400 мг/л, а ХПК=150–600 мг/л,

и их можно оценить как сильно загрязнённые.

1.2 Экологическая безопасность как составляющая национальной безопасности и политики государства

Обеспечение экологической безопасности является частью государственной политики и функции государства, элементами системы национальной безопасности.

Экологическая безопасность (далее – ЭБ) понимается как:

– совокупность природных, социальных и других условий, режимных и охранных мер, обеспечивающих безопасную защищённую жизнедеятельность на данной территории населения и обеспечение устойчивого состояния биоценоза естественной экосистемы;

– совокупность состояний, процессов и действий, обеспечивающая экологический баланс и здоровья баланс в окружающей среде и не приводящая к жизненно значимому ущербу природной среде и человеку.

Принципы (основные идеи и правила) обеспечения экологической безопасности были изложены в Федеральном законе от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 27.12.2019) «Об охране окружающей среды».

К принципам экологической безопасности относят:

- приоритет экологической безопасности перед другими интересами;
- суверенитет государства над природными ресурсами;
- не причинение ущерба окружающей среде;
- взаимную консультацию заинтересованных сторон, деятельность которых создаёт угрозу ЭБ;
- ответственность за причинённый ущерб (загрязнитель платит);
- платность природопользования;
- обязательность экологической и санитарно-эпидемиологической экспертизы всех проектов строительства и производства;

- государственную и общественную поддержку мероприятий по экологической безопасности;
- экологический мониторинг окружающей среды;
- обеспечение своевременной и правдивой информированности граждан и организаций об угрозах ЭБ;
- гласность планов и деятельности, вредящих природной среде.

Стратегической целью экологического развития страны является решение социально-экономических задач, обеспечивающих экологически ориентированный рост экономики, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов для удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, реализации права каждого человека на благоприятную окружающую среду, укрепление правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 326 принята государственная программа Российской Федерации «Охрана окружающей среды» на 2012 – 2020 годы.

Мероприятия и целевые показатели программы разработаны с учётом положений:

1. Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р).

2. Климатической доктрины РФ (утверждена распоряжением Президента РФ от 17 декабря 2009 г. № 861-рп).

3. Концепции развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 22 декабря 2011 г. № 2322-р);

4. Стратегии развития морской деятельности РФ до 2030 года. Основ государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утверждена Президентом РФ 30 апреля

2012 г.) и ряда других правовых документов, с которыми можно ознакомиться на сайтах Минприроды России и Правительства РФ.

В программу включены следующие подпрограммы:

1. «Регулирование качества окружающей среды».
2. «Биологическое разнообразие России».
3. «Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды».
4. «Организация и обеспечение работ и научных исследований в Антарктике».
5. «Обеспечение реализации государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды» на 2012 – 2020 годы».

Таким образом, система экологической безопасности функционально состоит из трёх взаимодополняющих друг друга блоков: экологической политики (управленческие решения), экологической оценки территорий, экологического мониторинга (рис. 4).

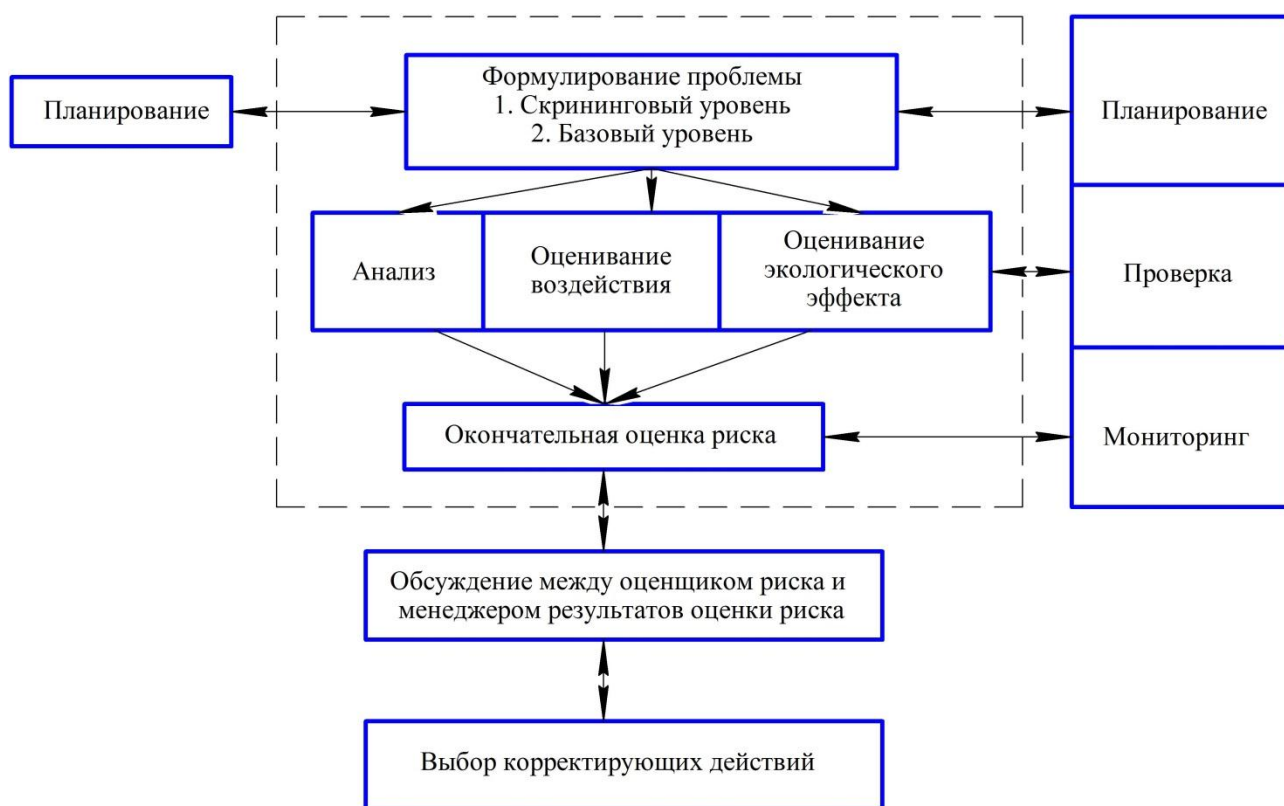


Рисунок 4 – Базовая схема оценки в области управления безопасностью

1.3 Правовое регулирование и органы экологической безопасности

Правовые формы осуществления экологической функции государства:

1. законодательная;
2. управленческая (исполнительная), заключающаяся в повседневной реализации органами власти экологической функции;
3. судебная, связанная с рассмотрением в судебном порядке возникающих споров;
4. контрольно-надзорная, связанная с выполнением надзора и контроля за законностью, в частности прокурорского надзора за точным и неуклонным соблюдением законов всеми субъектами природопользования, и ЭБ.

Государственный контроль (надзор) в области ЭБ осуществляют государственные органы, которые созданы непосредственно для решения природоохранных задач. Общественный контроль в области ЭБ осуществляется добровольными объединениями и личным участием граждан, так как государственные органы не имеют необходимого количества работников, чтобы осуществлять действенный контроль на больших территориях.

В уголовном, гражданском и иных кодексах имеются статьи, устанавливающие ответственность за экологические нарушения. В Конституцию РФ как источник права высшей силы включён комплекс норм, которые:

- выделяют конституционную функцию охраны здоровья и окружающей природной среды;
- устанавливают общеправовой принцип приоритета охраны природы;
- закрепляют ответственность нынешнего поколения перед будущими;
- предусматривают экологический суверенитет страны и обязанности его защиты во внутренних и внешних отношениях (ст. 9, 36, 41, 42, 58, некоторые положения ст. 71 (п. «в», «д», «е», «и», «м», «н», «р») и 72 (п. «в»,

«Г», «Д», «З», «К», «М»)).

Основной является ст. 42 Конституции РФ, закрепляющая:

- право на благоприятную окружающую среду;
- право на достоверную информацию о её состоянии;
- право на возмещение ущерба, причинённого здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

В ст. 58 Конституции РФ установлена обязанность каждого сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам.

Особо выделяется обязанность собственников, осуществляющих владение, пользование и распоряжение землёй и другими природными ресурсами: не наносить ущерба окружающей среде и не нарушать прав и законных интересов.

1.4 Правовые меры охраны поверхностных источников

Государственный контроль охраны вод – система мер, которые направлены на обеспечение соблюдения юридическими и физическими лицами установленного законодательством порядка использования и охраны водных объектов, стандартов, нормативов правил в области использования и охраны водных объектов, режима использования территорий водоохраных зон и иных требований водного законодательства.

Охране вод и предупреждению их вредного воздействия посвящена гл. 6 «Охрана водных объектов» Водного кодекса РФ. При размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию хозяйственных и других объектов и при внедрении новых технологических процессов обязательно учитывается их влияние на состояние водных объектов и окружающую природную среду.

Для поддержания водных объектов в состоянии, соответствующем экологическим требованиям, для предотвращения загрязнения, засорения и

истощения поверхностных вод, а также сохранения среды обитания объектов животного и растительного мира устанавливаются водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы.

Водоохранная зона – это территория, примыкающая к акваториям рек, озёр, водохранилищ и других поверхностных водных объектов, на которой устанавливается специальный режим хозяйственной и иных видов деятельности с целью предотвращения загрязнения, засорения, заиления и истощения водных объектов, а также сохранения среды обитания объектов животного и растительного мира.

Государственный контроль использования и охраны водных объектов осуществляется органами исполнительной власти субъектов РФ, специально уполномоченными государственными органами в области охраны окружающей природной среды, другими органами исполнительной власти в пределах их компетенции.

1.5 Методы очистки сточных вод

Сточные воды, которые сбрасываются в водоёмы, должны быть предварительно очищены и удовлетворять ряду требований в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании»:

- не изменять такие параметры водоёма, как температура, прозрачность, рН, содержание взвешенных веществ;
- не обладать токсичностью в отношении обитателей водной среды;
- не нарушать динамику окислительно-восстановительных процессов в водоёме, т.е. не должно быть превышено допустимое содержание биогенных элементов. В основе существующих методов водоочистки лежат общие химические и физико-химические методы и инженерные решения.

Для возможности сброса в открытые водоёмы и создания замкнутых систем водоснабжения промышленные и бытовые сточные воды подвергаются

очистке до необходимого качества механическими, химическими, физико-химическими, биологическими и термическими методами (рис. 5) [1].

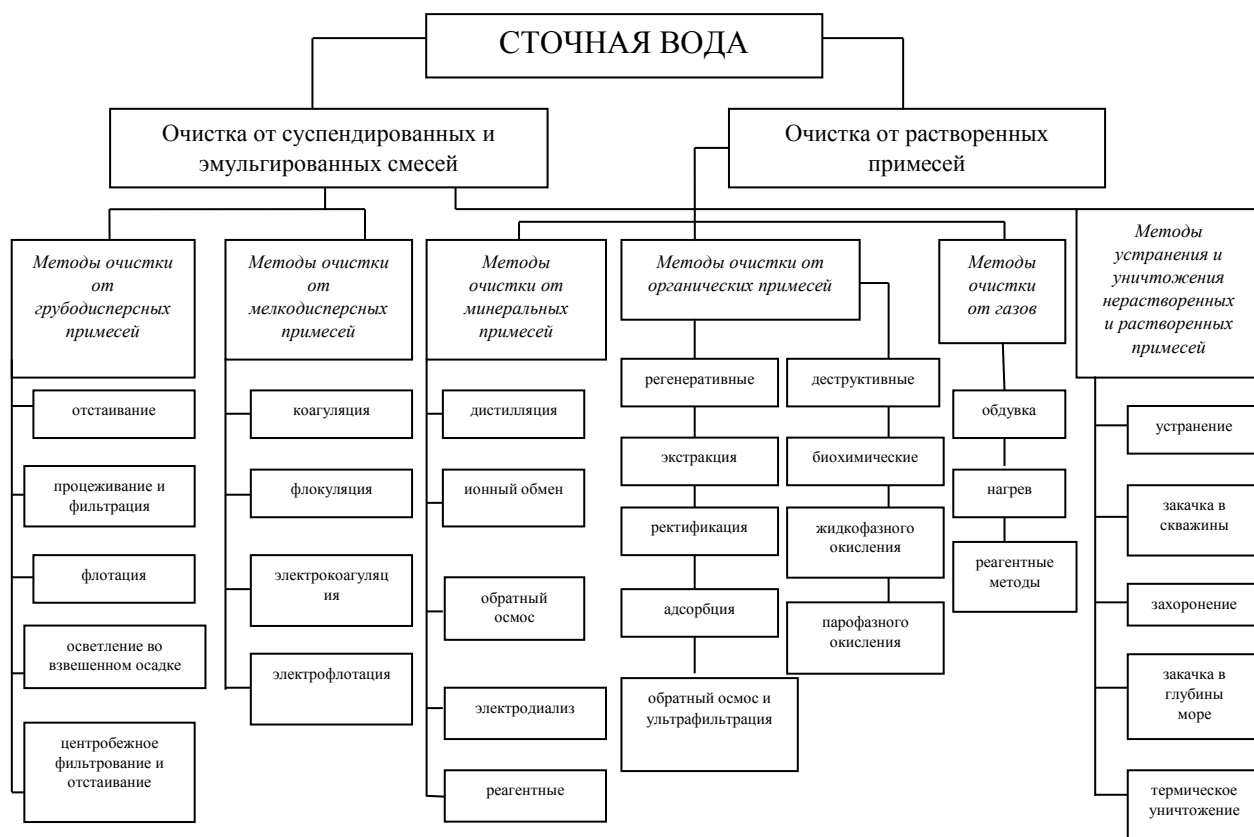


Рисунок 5 – Классификация методов очистки сточных вод

Указанные методы очистки подразделяются на рекуперационные и деструктивные. Рекуперационные методы предусматривают извлечение из сточных вод и дальнейшую переработку всех ценных веществ. В деструктивных методах загрязняющие вещества подвергаются разрушению путём окисления или восстановления, а продукты разрушения удаляются из воды в виде газов или осадков.

Основные методы очистки различной природы можно разделить на группы очистки сточной воды как от суспендированных и эмульгированных примесей, так и для очистки от растворенных примесей.

В свою очередь, группа очистки водных гетерогенных систем подразделяется на механические методы очистки от грубодисперсных

примесей, куда входят способы отстаивания, процеживания и фильтрации, центробежного осаждения; и на физико-химические методы очистки от мелкодисперсных примесей путём коагуляции, флокуляции, флотации и электрофлотации.

В первую группу также можно отнести методы устранения и уничтожения примесей путём закачки в скважины, захоронения и термического уничтожения.

Вторая группа включает физико-химические методы очистки воды от растворенных минеральных примесей путём дистилляции, ионного обмена, обратного осмоса, электролиза; методы очистки от органических примесей, включающие регенеративные способы экстракции, адсорбции, обратного осмоса и ультрафильтрации, ректификации, и деструктивные способы: биохимические, жидко- и парофазного окисления, радиационного и электрохимического окисления; а также методы очистки от растворенных газов, включая способы отдувки, нагрева и реагентные.

Механические методы удаления взвешенных частиц из сточных вод основаны на законах гидромеханических процессов. Механическая очистка позволяет удалить из воды взвешенные частицы, жидкие капли или масляные плёнки.

Наиболее часто для этих целей используют отстаивание, центрифугирование или фильтрацию. Отстаивание используется для выделения грубодисперсных частиц, центрифугирование – для осаждения более мелких частиц. Фильтрацию применяют для осветления сточных вод в тех случаях, когда загрязняющие вещества находятся во взвешенной или коллоидной форме.

Физико-химические методы очистки сточных вод используют для удаления из сточных вод тонкодисперсных твёрдых и жидких взвешенных частиц, растворимых газов, минеральных и органических веществ. Механизмы этих методов основаны на использовании законов физико-химической гидромеханики, физической и коллоидной химии, электрохимии, процессов химической технологии.

Метод коагуляции и флокуляции примесей сточных вод. Сточные воды в большинстве случаев представляют собой слабоконцентрированные эмульсии или суспензии, содержащие коллоидные частицы размером 0,001-0,1 мкм, мелкодисперсные частицы размером 0,1-10 мкм, а также частицы размером 10 мкм и более.

Для их очистки применяют методы коагуляции и флокуляции, которые проводят в целях удаления мелко диспергированных или коллоидных частиц в качестве дополнительной ступени водоподготовки или осветления воды после её химической обработки и выделения осадка.

Метод флотации представляет собой процесс молекулярного прилипания взвешенных в воде частиц флотируемого материала к поверхности раздела двух фаз, обычно газа (чаще воздуха) и жидкости, обусловленный избытком свободной энергии поверхностных пограничных слоёв, а также поверхностными явлениями смачивания.

Флотация может быть использована при сочетании с коагуляцией и флокуляцией. Флотацию применяют для удаления из воды очень мелких взвешенных частиц, ПАВ, нефтепродуктов, жиров, масел, смол и других веществ, осаждение которых малоэффективно.

Экстракционный метод очистки сточных вод основан на распределении загрязняющего вещества в смеси двух взаимно нерастворимых жидкостей соответственно его растворимости в них.

Жидкостную экстракцию применяют для очистки сточных вод, содержащих фенолы, масла, органические кислоты, ионы металлов и др. В качестве экстрагентов используют органические растворители (бензол, бутилацетат и др.).

Метод сорбции представляет собой один из наиболее эффективных способов глубокой очистки от растворенных в сточных водах органических веществ. Преимуществами этого метода являются возможность адсорбции веществ многокомпонентных смесей и, кроме того, высокая эффективность очистки, особенно слабо-концентрированных сточных вод.

Сорбционные методы эффективны для извлечения из сточных вод ценных растворенных веществ с их последующей утилизацией и использования очищенных сточных вод в системе оборотного водоснабжения.

Метод ионного обмена использует процесс обмена между ионами, находящимися в растворе, и ионами, присутствующими на поверхности твёрдой фазы – ионита. Этот метод является одним из наиболее перспективных в технике очистки сточных вод.

Ионообменные смолы – иониты способны комплексно удалять из воды катионы металлов. Очистка сточных вод методом ионного обмена позволяет извлекать и утилизировать ценные примеси (соединения мышьяка, фосфора, а также хром, цинк, свинец, медь, ртуть и другие металлы), ПАВ и радиоактивные вещества, очищать сточную воду до предельно допустимых концентраций с последующим её использованием в технологических процессах или в системах оборотного водоснабжения.

Метод мембранной очистки сточных вод основан на свойствах пористых тел пропускать предпочтительнее одни вещества, чем другие. В технологии очистки сточных вод от растворенных и тонкодиспергированных примесей чаще всего используются мембранные процессы обратного осмоса, ультрафильтрации и электродиализа. Их можно применять для выделения из раствора коллоидных частиц и некоторых видов бактерий.

2 Общая характеристика объекта исследования

2.1 Общие сведения о предприятии ООО «ВодСнаб» г. Юрги

Общество с ограниченной ответственностью «ВодСнаб» по данным ЕГРЮЛ организация ООО «ВодСнаб» зарегистрирована 2 октября 2015 по адресу 652055, Кемеровская область – Кузбасс, г. Юрга, улица Шоссейная, 14 А. ООО «ВодСнаб» расположено в промышленной зоне г. Юрга. На очистные сооружения ООО «ВодСнаб» поступают сточные воды от жилой зоны и хозяйственно-бытовые стоки промышленных предприятий.

Основной вид деятельности ОСК: забор, очистка и распределение воды. Дополнительные виды деятельности ОСК: сбор и обработка сточных вод; сбор неопасных отходов; сбор опасных отходов; строительство инженерных коммуникаций для водоснабжения и водоотведения, газоснабжения [46].

Предприятие ООО «ВодСнаб» одно из крупных предприятий, круглосуточно обеспечивающее качественной водой город. Канализационные очистные сооружения ООО «ВодСнаб» работают с максимальной производительностью 40 тыс. м³/сут и среднесуточным расходом воды 27-36 тыс. м³/сут [46].

На площадке очистных сооружений располагаются скудеющие здания и сооружения: приёмная камера, здание решёток, песколовки, водоизмерительный лоток Вентури, блок ёмкостей, насосно-воздуховодная станция, здание цеха механического обезвоживания и сушки, канализационная насосная станция дренажных вод с аварийных иловых площадок, аварийные иловые площадки, здание обработки песка.

Самотёчное движение стоков по очистным сооружениям обеспечивается за счёт разницы отметок уровня воды в подводящем канале приёмной камеры и в сборном лотке контактных резервуаров перед выпуском сточной воды из сооружений. Сбор стоков происходит по отдельной схеме. Для отвода

дождевых вод в городе спроектированы и введены в работу самотёчные коллектора и выпуски в реку Томь.

На очистных сооружениях города осуществляется полная биологическая и механическая и очистка сточных вод. Согласно ГОСТ 20522 [14], на площадке очистных сооружений выделено семь инженерно геологическим элементов (ИГЭ):

- ИГЭ 1 – насыпной грунт;
- ИГЭ 2 – суглинок туго пластичный;
- ИГЭ 3 – суглинок полутвёрдый и твёрдый;
- ИГЭ 4 – щебенистый грунт;
- ИГЭ 5 – эффузивные скальные породы низкой прочности;
- ИГЭ 5а – осадочные скальные породы низкой прочности;
- ИГЭ 6а – осадочные породы мало прочные;
- ИГЭ 7 – эффузивные породы средней прочности и прочные;
- ИГЭ 7а – осадочные породы средней прочности и прочные.

Так как станция очистки сточных вод располагается в черте города приведём климатические характеристики города Юрга.

Климат в Юрге, как и во всей Кемеровской области – Кузбассе – резко континентальный: зима холодная и продолжительная, лето короткое, но тёплое. На территорию города приходится 1722-2186 часов солнечного сияния. Среднемесячная температура составляет в январе от минус 18°С до минус 22°С, а в июле от +17°С до +22°С. Среднегодовое количество осадков 536 мм [45].

2.2 Схема подвода сточных вод на очистные сооружения, объёмы подаваемых на очистку стоков

Объектами водоотведения являются жилые и общественные застройки города Юрга. Промышленные стоки сбрасываются после локальных очистных

сооружений.

В связи с тем, что в настоящее время численность населения города составляет 89 тыс. чел. и имеет тенденцию к уменьшению, а основное прилегающее предприятие (ООО «Юргинский машиностроительный завод») уменьшила обороты использования и выбросов вод, за основу производительности системы водоотведения примем мощность 40 тыс. м³/сут. согласно схемы канализации города Юрга.

Подвод сточных вод от объектов водоотведения осуществляется по сети канализационных коллекторов. Попадая на станцию очистки, сточные воды в количестве 40 тыс. м³/сутки подаются на площадку очистных сооружений по двум напорным трубопроводам канализационной насосной станцией № 2 в приёмную камеру.

Расчётные расходы сточных вод, подаваемых на очистные сооружения, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчётные расходы сточных вод для КНС №1 и КНС № 3

КНС	Расчётные расходы		
	Среднесуточный, м ³ /сут.	Максимальный	
		м ³ /час	дм ³ /час
№ 1	32000,00	1333,00	256,32
№ 3	40000,00	1666,66	296,14

На очистных сооружениях образуются возвратные сточные воды, которые создают дополнительную нагрузку на них.

К ним относят:

- загрязнённые воды от промывки песчаных фильтров. Они составляют около 5 % от объёма профильтрованной воды, то есть 500 м³/сутки;
- фильтрат после сгущения избыточного ила, 1072,5 м³/сутки;
- фильтрат от обезвоживания избыточного ила, 195 м³/сутки;
- хозяйственно-бытовые и дренажные сточные воды в размере

9000 м³/сутки.

2.3 Усреднённая характеристика качественного состава сточных вод, поступающих на очистку

На очистные сооружения биологической очистки подаются сточные воды как хозяйственно-бытового характера, так и производственные стоки после локальных очистных сооружений или без очистки.

Измерение расхода сточных вод, поступающих на очистные сооружения не производится, расход измеряется на выходе сточных вод после очистки. Для измерения данного показателя применяется расходомер-счётчик ультразвуковой «ВЗЛЕТ РСЛ» (рис. 6).



Рисунок 6 – Расходомер-счётчик ультразвуковой «ВЗЛЕТ РСЛ»

Расходомер предназначен для автоматического бесконтактного измерения объёмного расхода, объёма, уровня различных жидкостей с широким спектром свойств (включая агрессивные) в безнапорных

трубопроводах и открытых каналах (U-образных лотках, стандартных водосливах и лотках, а также открытых каналах произвольной формы). Установлен в безнапорном трубопроводе после контактных резервуаров перед выпуском очищенной воды в реку Томь.

Принцип работы расходомера основан на бесконтактном измерении уровня жидкости, протекающей в безнапорном трубопроводе или открытом канале, и пересчёте текущего значения уровня в соответствующее значение расхода с последующим вычислением при необходимости суммарного объёма прошедшей жидкости. Пересчёт измеренного значения уровня в значение расхода производится в соответствии с функцией «уровень – расход» для конкретного типа канала (трубопровода) [44].

Согласно данным предприятия в период 2018 – 2019 гг. по среднесуточный расход сточных вод составляет 45325 м³/сут. Максимальный среднесуточный расход сточных вод с учётом коэффициента неравномерности $K_{сут}=1,54$ (СНиП) принимает 50000 м³/сут. [12].

Усреднённые данные качества сточных вод, подаваемых на очистные сооружения, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Усреднённые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, подаваемых на очистку ООО «ВодСнаб»

№ п/п	Перечень загрязняющих веществ	Концентрация по данным МДК 3-01.2001	Концентрация по данным лабораторных исследований, мг/дм ³
1	Взвешенные вещества	247,0	150,3
2	БПК	183,0	156,0
3	ХПК	250,0	302,0
4	Жиры	40,0	25,0
5	Азот аммонийный	18,0	26,0
6	Хлориды	45,0	40,0

Продолжение таблицы 2

7	Сульфаты	40,0	-
8	Сухой остаток	300,00	-
9	Нефтепродукты	7,24	0,9
10	АПАВ	2,20	0,6
11	Фенолы	0,005	0,001
12	Железо общее	2,20 (валовое)	0,05 (растворенное)
13	Медь	0,02	-
14	Никель	0,005	-
15	Цинк	0,1	-
16	Хром ⁺³	0,04	-
17	Хром ⁺⁶	0,0003	-
18	Свинец	0,004	-
19	Ртуть	0,0001	-
20	Алюминий	0,5	-
21	Фосфаты (P)	2,00	2,15

Концентрация загрязняющих веществ приведены по данным, указанным в «Методических рекомендациях по расчёту количества и качества принимаемых сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населённых пунктов (МДК 3-01.2001)» [18], а так же по данным лабораторных исследований за 2019 год.

Исходя из сравнительных данных в целом химический состав сточных вод, поступающих на очистные сооружения ООО «ВодСнаб» являются типичными для смешанных (хозяйственно-бытовых и производственных) сточных вод. Об этом свидетельствуют высокие концентрации взвешенных и легкоокисляемых органических веществ, биогенных веществ, АПАВ и жиров.

Фактическая средняя концентрация загрязнителей в сточных водах, подаваемых на очистку, по таким показателям как ХПК и азот аммонийный превышают нормативные значения, указанных в методических указаниях [18],

по остальным определяемым показателям фактические значения меньше нормативных. Невысокие концентрации загрязняющих веществ на входе в очистные сооружения можно объяснить недостаточной гидравлической нагрузкой.

2.4 Схема очистки сточных вод на комплексных очистных сооружениях

В настоящее время система очистки ООО «ВодСнаб» обеспечивает глубокую очистку загрязнённой воды до нормативов на сброс в р. Томь.

Технологической схемой предполагаются следующие этапы очистки сточных вод:

- механическая очистка;
- биологическая очистка;
- доочистка на песчаных фильтрах;
- обеззараживание на ультрафиолетовых установках.

Одной из особенностей компоновочный и объёмно-планировочных решений в процессе проектирования и строительства ОСК является отсутствие первичных отстойников. Для эффективного протекания процесса нитриденитрификации в аэротенке достаточно на начальном этапе очистки в аэрируемой песколовке.

Механическая очистка. Сточные воды от городской насосной станции подаются в приёмную камеру, а от туда через решётки в песколовку. Максимальный секундный расход воды, поступающей в здание решёток 653 дм³/с. Габариты каналов 800×400 мм. Принято три рабочих, один резервный канал с установкой механических ступенчатых решёток с прозорами 6 мм.

Пропускная способность одной решётки 400 дм³/с. На очистных сооружениях применены аэрируемые песколовки с вращательным движением жидкости, имеющие удлинённую форму в плане и прямоугольное

полигональное поперечное сечение [36].

На рис. 7 представлена аэрируемая песколовка с трапецеидальным поперечным сечением.

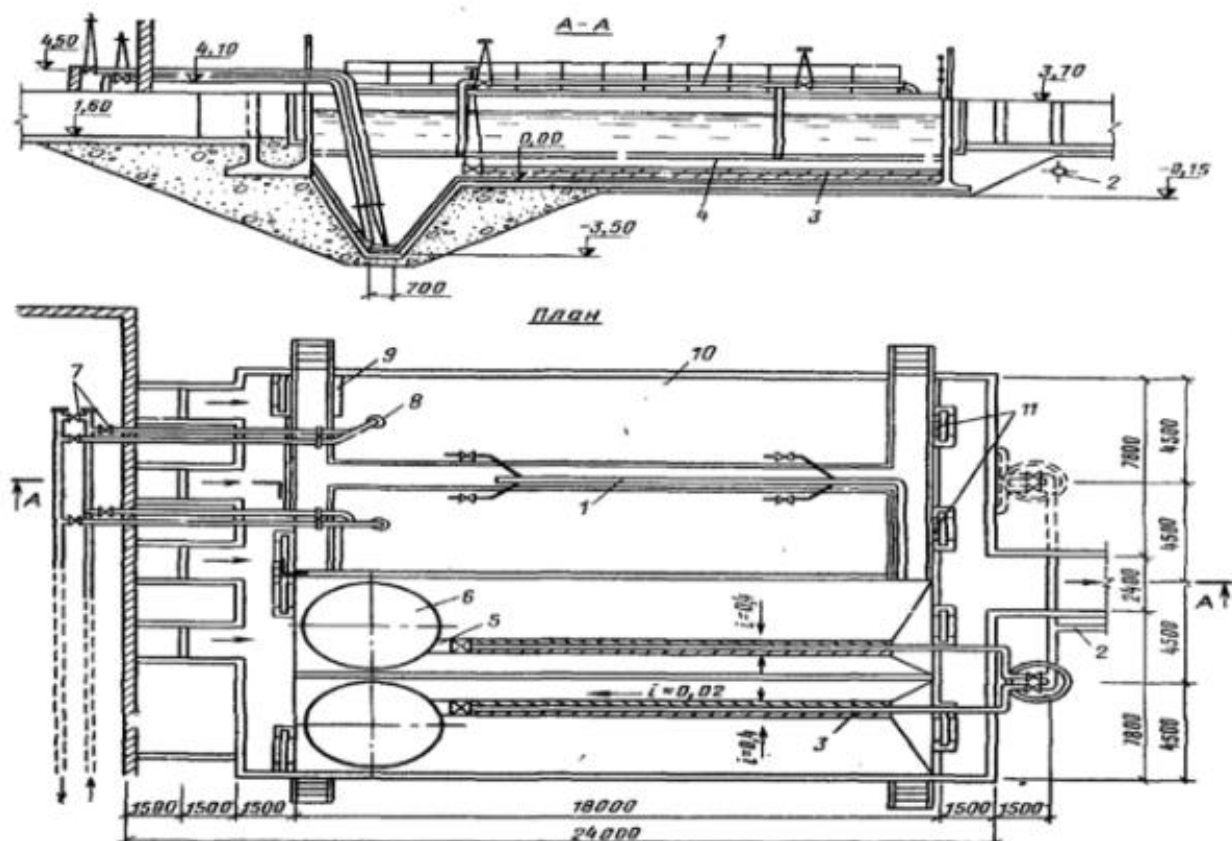


Рисунок 7 – Аэрируемая песколовка с гидромеханическим удалением песка:

- 1 – воздуховод; 2 – трубопровод для гидросмыва;
- 3 – смывной трубопровод со sprысками; 5 – песковой лоток;
- 6 – песковой бункер; 7 – задвижки; 8 – гидроэлеваторы;
- 9 – отражательные щиты; 10 – отделение песколовки; 11 – щитовые затворы

Максимальный секундный приток сточных вод на песколовки $0,9 \text{ м}^3/\text{с}$.
Количество песколовок – четыре, все рабочие.

Согласно СНиП 2.04.03 [19] аэрируемые песколовки задерживают $0,03 \text{ дм}^3/\text{чел.-сут.}$ песка гидравлической крупностью 13,2-18,7 мм/с. Скорость движения при максимальном часовом притоке равна 0,08-0,12 м/с. Пропускная

способность песколовки – $0,723 \text{ м}^3/\text{с}$. Рассчитанная длина песколовки с учётом запаса на приём и выпуск сточной воды длина составляет 9 м. Для подачи воздуха в песколовки предусмотрены три компрессора, размещенные в здании реагентного хозяйства.

Производительность компрессора равна $605 \text{ м}^3/\text{час}$, напор 40 кПа, мощность 18,5 кВт. Интенсивность аэрации составит $3,7 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, при рекомендуемой 3-5 $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

От общего магистрального воздуховода к каждой песколовке запроектирован самостоятельный воздухопровод из стальных труб с отключающей задвижкой в начале. Аэраторы в песколовках представляют собой перфорированные трубы и расположены вдоль продольной стены над лотком для сбора песка [26].

Для улавливания жира в песколовке предусматривается жироловка. Слив накопившегося жира производится периодически с помощью щитового затвора с подвижным водосливом, с ручным приводом в резервуар плавающих веществ за счёт разности плотности воды и жира происходит их разделение. Вода находится внизу резервуара, а жир сверху. Отделённая от жира вода отводится самотёком в канализационную сеть станции. Жир перекачивается насосом на сооружения обработки осадка. Средняя эффективность улавливания жира составляет 50-60% [36]. После песколовок сточные воды поступают на сооружения биологической очистки.

Биологическая очистка. В состав сооружений биологической очистки и биологической очистки насосно-воздуходувная включает: аэротенки входят блок станция. Блок (нитри-денитрификаторы) карусельного типа, вторичные отстойники горизонтального типа. Схема циркуляции очищаемой жидкости в аэротенке, сконструированной по коридорному принципу, каким также является аэротенк ОСК ООО «ВодСнаб» представлен на рисунке 8.

Процесс биологической очистки осуществляется в аэротенке, работающем в режиме нитри-денитрификации. В аэротенке с помощью активного ила осуществляется окисление углеродсодержащих органических

веществ до CO_2 и N-NH_4 до N-NO_3 .



Рисунок 8 – Циркуляция очищаемой воды в коридорном аэротенке

В денитрификаторе в анаэробных условиях, так же с помощью активного ила, осуществляется восстановление нитратов до азота, который затем отдувается в атмосферу. В аэротенке используется карусельная схема перемешивания и рециркуляции потока посредством погружной мешалки без разделения перегородками аноксидной (денитрификатор) зоны и аэробной (нитрификатор) зоны аэротенка. Один из вариантов размещения погружных мешалок в аэротенках карусельного типа показан на рисунке 9.

В придонной зоне нитрификатора через мелкопузырчатые аэраторы подаётся воздух от компрессоров. Для эффективной работы аэротенка необходимо соблюдения следующих значений показателей:

1. возраст ила – 20 суток, прирост – 0,6 г/г БПК;
2. доза ила в аэротенке – 4 г/дм³;
3. окислительная мощность – 355 г/м³;
4. рециркуляция ила из вторичных отстойников – 0,75.

Прирост активного ила – 213 г/сутки. Количество избыточного ила по сухому веществу – 25,3 т/сутки. Объем при влажности 99,2% – 3162,5 м³/сутки [32].

Главным преимуществом аэротенков карусельного типа является возможность применения «Кейптаунского цикла».

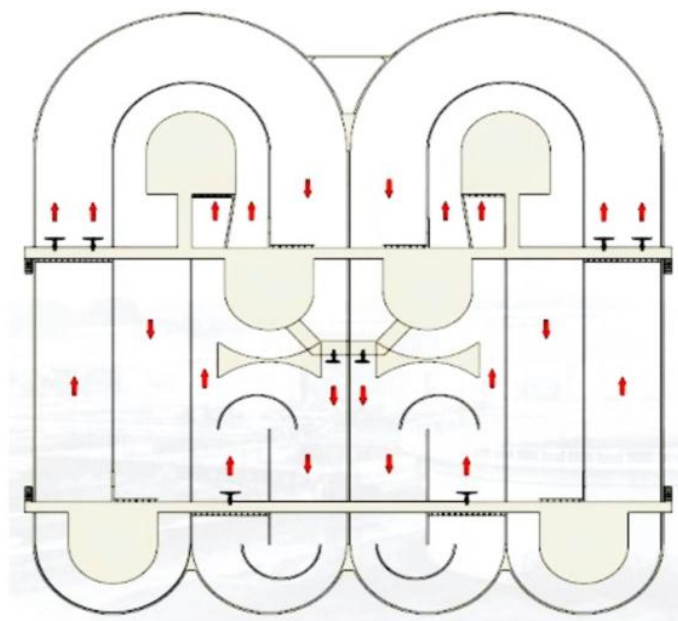


Рисунок 9 – Возможная схема расстановки погружных мешалок в аэротенках карусельного типа

Из аэротенка иловая смесь поступает во вторичные отстойники горизонтального типа, в котором происходит отделение воды от ила. Ил подаётся эрлифтом в сборный лоток активного ила, откуда через измерительный лоток с подвижным водосливом возвратный ил поступает в зону денитрификации, а избыточный ил отводится в резервуар активного ила и далее насосами подаётся на комплекс сооружений обработки осадка. Количество горизонтальных вторичных отстойников – восемь.

Площадь отстойников составляет 2188 м. Суммарный объем проточной части равен 8464 м³. Продолжительность отстаивания сточной воды при максимальном часовом притоке – 2,15 часа. Гидравлическая нагрузка на вторичные отстойники при максимальном расходе сточной воды – 1,4 м³/(м² час) [32].

Требуемое количество воздуха в аэротенке составляет 35880 м³/час. Необходимый расчёт воздуха для эрлифтов вторичных отстойников при удельном расходе 1,0 м³/м³ активного ила составит 1276 м³/час. Требуемое количество воздуха для одного эрлифта равно 142 м³/час.

Необходимый расход воздуха на аэрацию каналов (аэротенков и

вторичных отстойников) при удельном расходе $0,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$ объёма в час равен 624 м^3 .

Таким образом, суммарная потребность воздуха на блок биологической очистки составляет $32580 \text{ м}^3/\text{час}$ [32].

Биологически очищенная вода поступает по самотёчному трубопроводу в блок доочистки на песчаные фильтры.

Доочистка. Биологически очищенная вода, выходя из вторичных отстойников, содержит $10\text{-}30 \text{ г}/\text{дм}^3$ взвешенных веществ, которые состоят из активного ила, фосфорных и органических азотных соединений. Доочистка сточной воды от указанных загрязнителей происходит на песчаных фильтрах с непрерывной регенерацией. Внизу конусный, вверху цилиндрический фильтр высотой $5,45 \text{ м}$, с площадью фильтрования каждого фильтра 6 м . Фильтр заполнен кварцевым песком грануляцией $1\text{-}2 \text{ мм}$ до 70% общего объёма.

Вода фильтруется снизу – вверх за счёт гидростатического напора, создаваемого разностью уровней воды в подводящем и отводящем каналах фильтруемой воды. Сопротивление фильтра в результате непрерывной регенерации незначительно, при среднем расходе сточной воды составляет около $1,2 \text{ м}^3$. Содержание взвешенных веществ в профильтрованной воде составляет около $3 \text{ г}/\text{дм}^3$ [44].

Фильтры размещаются в железобетонном резервуаре длиной $46,2 \text{ м}$, шириной $33,24 \text{ м}$, высотой $7,5 \text{ м}$ разделяются на две линии фильтрации. Внутри каждой линии параллельно друг другу установлены 8 секций по 10 фильтров. Секции разделяются железобетонными перегородками, внутри секции фильтры не полностью отделены друг от друга. Общее количество фильтров 160 штук.

Площадь фильтрации 6 м . Количество загрузки песка фракции $1\text{-}2 \text{ мм}$ для одного фильтра равно 10 тонн. Общая площадь фильтрации 960 м . Скорость фильтрации при максимальном часовом расходе $10,8 \text{ м}/\text{час}$. При среднечасовом расходе – $5,1 \text{ м}/\text{час}$. Количество промывной воды составляет примерно 5% от объёма профильтрованной воды и регулируется водосливом, расположенным внутри узла промывки песка [43].

Обрабатываемая вода после песчаных фильтров подаётся на оборудование УФ-обеззараживания. В блоке УФ – обеззараживания применены УФ-модули специальной конструкции с вертикально установленными лампами. В УФ-модулях использованы амальгамные лампы низкого давления высокой мощности ДБ 36. Использование вертикальных УФ-систем на лампах низкого давления такой высокой мощности позволяет создавать компактные УФ – станции. Вертикальное расположение ламп, установленных в шахматном порядке, позволяет также обеспечить максимально высокую эффективность перемешивания и, как следствие, обеззараживания сточных вод, существенно упростить процедуру замены ламп.

Технологическая схема обработки осадка. Избыточный ил, образующийся в результате биологической очистки сточных вод, поступает на механическое обезвоживание и сушку. Обработка избыточного ила осуществляется по следующей технологической схеме: сгущение на ленточных сгустителях, обезвоживание на ленточных фильтрпрессах, сушка. Высушенный избыточный ил поступает на площадки временного складирования, с последующим вывозом на полигон твёрдых бытовых и промышленных отходов.

Количество избыточного ила, поступающего на мехобезвоживание – 17,3 т/сут. Влажность избыточного ила – 99,2 %. Избыточный ил после азротенков насосами подаётся в приёмный резервуар отделения обработки осадка, оборудованный пропеллерной мешалкой. Объём приёмного резервуара рассчитывается на восьмиминутный приток ила, и равен 7,5 м³. Размеры резервуара: длина – 1,5 м, ширина 1,5 м, высота 1,8 м.

Из резервуара избыточный ил эксцентриковыми шнековыми насосами подаётся на ленточные сгустители. Для улучшения водоотталкивающих свойств избыточного ила, предусматривается подача флокулянта, в смеситель, расположенный на напорных трубопроводах насосов. Влажность сгущённого избыточного ила составит 94 %. Количество воды, необходимое для промывки ткани одного сгустителя составляет 2,7 м³/час.

Обезвоживание осуществляется на ленточных фильтр-прессах. К установке принято 2 фильтр-пресса производительностью $6 \text{ м}^3/\text{час}$ каждый. Для обезвоживания перед фильтр-прессами в смеситель так же предусмотрена подача флокулянта. Влажность обезвоженного осадка составляет 77 %. Фильтрат, образующийся в процессе сгущения и обезвоживания избыточного ила, поступает в резервуар фильтрата, откуда насосами подаётся на сооружения дефосфотации.

Ленточная ткань сгустителей и фильтр-прессов постоянно регенерируется технической водой, которая подаётся насосами промывной воды. Обезвоженный ил подаётся в отделение сушки осадка.

Сушка осуществляется по следующей схеме: обезвоженный осадок эксцентриковыми насосами с двумя независимыми лопастными шнеками через устройство распределения и гранулирования ила непрерывно и равномерно поступает на двухступенчатые ленты сушильной установки, которые непрерывно двигаются вдоль каналов с горячим воздухом. Высушенный ил попадает в выгрузочный бункер спирального конвейера и выгружается на площадки временного складирования осадка.

Принята сушильная установка производительностью 1560 кг/час . Влажность сухого осадка составляет 40 %.

Количество сухого осадка $16 \text{ м}^3/\text{сутки}$. Количество выпаренной влаги в сушилке $38 \text{ м}^3/\text{сутки}$. Площадка временного складирования сухого осадка рассчитывается на трёхмесячное хранение осадка. Месячное количество сухого осадка составляет 1690 м^3 . Высота слоя осадка на площадках составляет 2 м.

Принимается площадка размерами площадки $35 \times 25 \text{ м}^2$ с твёрдым покрытием и железобетонными подпорными стенами. В аварийном режиме избыточный ил из аэротенков насосами подаётся на аварийные иловые площадки для подсушки. Аварийные иловые площадки рассчитываются на 20% количества годового осадка. Приняты иловые площадки на искусственном основании с дренажом. Иловая вода собирается по дренажной системе иловых

площадок и самотёком направляется в насосную станцию дренажных вод, из которой насосами подаётся в голову сооружений.

Очищенная сточная вода после обеззараживания по самотёчному коллектору. Выпуск очищенных сточных вод оснащён рассеивающим оголовком длиной 5 метров, где установлено 5 труб диаметром 0,8 м под углом 60° к горизонту. В целом, характеристики выпуска очищенных сточных вод создают благоприятные условия для процессов смешивания сбрасываемых очищенных сточных вод с водой реки Томь. Таким образом, в главе рассмотрены общие сведения о ОСК ООО «ВодСнаб».

Объектами водоотведения на ОСК является жилые и общественные застройки города Юрга. Общая мощность сооружений составляет 40 тыс. м³. Поступление сточных вод на очистку осуществляется по сети канализационных коллекторов, через КНС. Качественный состав стоков, подаваемых на очистку характерен для хозяйственной бытовых с примесью производственных. Наблюдаются невысокие значения поллютантов в сточной воде на входе в очистные сооружения.

Технологическая схема очистки предполагает механическую очистку в аэрируемых песколовках, биологическое окисление в аэротенках нитриденитрификаторах карусельного типа и вторичных горизонтальных отстойниках, доочистку на песчаных фильтрах и УФ-обеззараживание. Конструктивной особенностью сооружений является отсутствие первичных отстойников. Схемой очистки предполагается полная очистка сточных вод до показателей на сброс в реку Томь.

Параметры выпуска очищенных сточных вод способствуют эффективному процессу перемешивания сточных и природных речных вод. Водный кодекс водопользователей осуществлять Российской Федерации [39] водохозяйственные обязывает всех мероприятия и мероприятия по охране водных объектов, в число которых входит соблюдение нормирование допустимого сброса загрязняющих веществ со сточными водами.

3 Анализ воздействия очистных сооружений на состояние поверхностных вод в городе Юрга

3.1 Характеристика современного состояния водного объекта

Река Томь – правый приток реки Обь. Длина реки 827 км, ширина поймы до 3 км, перепад высот от истока до устья 185 м, площадь водосбора 62 тыс. км². Средняя скорость течения – 0,33 м/с, на перекатах – 1,75 м/с. Река Томь относится к объектам рыбохозяйственного водопользования. В бассейне реки Томи расположены промышленные предприятия, использующие воду для своих нужд. Анализ речной воды производится ведомственной лабораторией очистных сооружений, аттестованной в установленном порядке.

Питание реки в основном смешанного типа; оно идёт главным образом за счёт талых вод снежников и ледников, а также за счёт дождевого стока и подземных вод. Как правило, реки горных областей отличаются высокой водоносностью. Среднегодовой расход воды в устье реки Томи достигает 1 234 куб. м. в секунду.

Средние значения концентраций загрязняющих веществ в воде водного объекта приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Концентрация загрязняющих веществ в воде

№ п/п	Перечень загрязняющих веществ	Концентрация слоя	
		поверхностного	природного
1	Взвешенные вещества, мг/дм ³	6,0	6,7
2	Растворенный кислород, мг/дм ³	10,01	7,43
3	Водородный показатель (рН)	8,31	8,02
4	БПК ₅ , мг О ₂ /дм ³	1,95	1,47
5	Фосфор, мг/дм ³	10·10 ⁻³	16·10 ⁻³

Продолжение таблицы 3

6	Азот нитритный, мг/дм ³	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$
7	Азот нитратный, мг/дм ³	0,017	0,027
8	Азот аммонийный, мг/дм ³	0,13	0,18
9	Нефтепродукты, мг/дм ³	0,10	0,14
11	Фенолы, мг/дм ³	$0,9 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-3}$
12	АПАВ, мг/дм ³	0,107	0,061
13	Медь, мг/дм ³	$1,04 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
14	Кадмий, мг/дм ³	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$
15	Свинец, мг/дм ³	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$<0,1 \cdot 10^{-3}$
16	Железо растворенное, мг/дм ³	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$
17	Марганец, мг/дм ³	$<0,4 \cdot 10^{-3}$	$<0,4 \cdot 10^{-3}$
18	Хром, мг/дм ³	$0,2 \cdot 10^{-3}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$
19	Ртуть, мг/дм ³	$0,07 \cdot 10^{-3}$	$0,06 \cdot 10^{-3}$

По рассчитанному индексу загрязнения вод (ИВЗ=1,21) качество речной воды относится к III классу (умеренно-загрязнённая).

3.2 Расчёт кратности разбавления сточной воды в контрольном створе водного объекта

Процесс разбавления сточных вод сопровождается снижением концентрации загрязняющих веществ, поступающих в водный объект с очищенными сточными водами, за счёт перемешивания сточных и природных морских вод. Интенсивность этого процесса характеризуется кратностью разбавления.

Для расчёта нормативов допустимого сброса (далее – НДС) загрязняющих веществ со сточными водами акватории морей, согласно методике разработки нормативов допустимых сбросов веществ и

микроорганизмов в водные объекты для водопользователей [41], необходимо учитывать кратность общего разбавления сточных вод в море при их переносе течением от места выпуска до ближайшей границы морских районов водопользования.

Основное разбавление возникает при перемешивании воды от места выпуска к контрольному створу. При сбросе сточных вод в водный объект через рассеивающие выпуски, гарантирующие необходимое смешение и разбавление сбрасываемых вод, нормативные требования к составу и свойствам воды должны обеспечиваться в створе начального разбавления рассеивающего выпуска.

Известные методики определения кратности начального разбавления позволяют производить расчёт её значения независимо от типа выпуска, так как конструкции выпусков обеспечивают отсутствие взаимного влияния струй сточных вод в зоне начального разбавления.

В проточном водоёме внесённые в него сточные воды вместе с разбавляющей их речной водой продвигаются по течению реки на то или иное расстояние. На некотором расстоянии может наступить восстановление состояния реки, т.е. процесс самоочищения закончен. Для расчёта разбавления сточных вод в средних и больших реках наибольшее распространение получил метод Фролова-Родзиллера.

Рассчитаем коэффициент смешения стоков с речными водами на расстоянии от выпуска $L=3,5$ км. Определить кратность разбавления стоков на этом расстоянии и максимально допустимую концентрацию загрязняющего вещества в сточной воде.

Коэффициент смешения вод в данном случае определяется по формуле:

$$a = \frac{1 - e^{-m\sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-m\sqrt[3]{L}}} \quad (1)$$

где Q – расход воды в створе реки (при 95 % обеспеченности) у места выпуска сточных вод, $30 \text{ м}^3/\text{с}$;

L – расстояние от места выпуска сточных вод до расчётного створа, м;

q – расход сточных вод, $0,6 \text{ м}^3/\text{с}$;

m – коэффициент, зависящий от гидравлических условий.

Коэффициент m определяется по формуле:

$$m = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q}} \quad (2)$$

где ξ – коэффициент, учитывающий место расположения выпуска (для берегового выпуска равный 1);

φ – коэффициент извилистости русла, равный отношению расстояния по фарватеру реки от места выпуска вод до расчетного створа к расстоянию по прямой L , для расчёта принимаем равным 1.

E – коэффициент турбулентной диффузии, который находится по формуле:

$$E = \frac{V_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}}}{200} \quad (3)$$

где $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость течения реки на участке смешения, $0,64 \text{ м/с}$;

$H_{\text{ср}}$ – средняя глубина реки на этом участке, $1,2 \text{ м}$.

$$E = \frac{0,64 \cdot 1,2}{200} = 0,00384.$$

$$m = 1 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,00384}{0,6}} = 0,185.$$

$$e^{-m\sqrt[3]{L}} = 2,7^{-0,185\sqrt[3]{3500}} = 0,061.$$

$$a = \frac{1 - 0,061}{1 + \frac{30}{0,6} \cdot 0,061} = 0,23.$$

Для количественной оценки степени разбавления сточных вод в проточном водоёме определяется кратность (степень) разбавления стоков (n) на заданном расстоянии от места сброса по формуле:

$$n = \frac{a \cdot Q + q}{q} \quad (4)$$

$$n = \frac{0,23 \cdot 30 + 0,6}{0,6} = 12,6.$$

Кратность разбавления стоков на расстоянии $3,5 \text{ км}$ от места сброса составит $12,6$ раза.

Зная концентрацию загрязняющего вещества в стоке, и кратность его разбавления на заданном расстоянии, можно определить концентрацию этого вещества в заданном створе:

$$C_l = \frac{C_{Pb}}{n} \quad (5)$$

где C_{Pb} – концентрация свинца в сточной воде, 1,0 мг/л.

$$C_l = \frac{1}{12,6} = 0,079 \text{ мг/л.}$$

Учитывая, что $ПДК_{Pb}=0,03$ мг/л, можно заключить, что на расстоянии 3,5 км от места сброса разбавления концентрации свинца до норм ПДК не произошло.

Таким образом, рассчитав концентрацию загрязняющего вещества в нескольких створах ниже по течению реки от места сброса сточных вод, мы можем определить расстояние от места сброса сточных вод, до места, где концентрация загрязняющего вещества будет соответствовать санитарной норме, принятой для данного водоёма, то есть, где концентрация загрязняющего вещества будет ниже значения ПДК.

Внесённые в реку загрязнения распределяются в воде водоёма согласно следующему уравнению:

$$\alpha \cdot Q \cdot C_{ВВ} + q \cdot C_{max} = (\alpha \cdot Q + q) \cdot C_{ПДК} \quad (6)$$

где α – коэффициент смешения;

Q – расход воды в реке, м³/с;

q – количество сбрасываемых сточных вод, м³/с;

$C_{ВВ}$ – концентрация загрязняющего вещества в воде водоёма до смешения, г/м³;

$C_{ПДК}$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водоёма после смешения, г/м³;

C_{max} – максимальная концентрация загрязняющего вещества, которая может быть допущена в сточных водах (или тот уровень очистки сточных вод, при котором после их смешения с водой водоёма степень его загрязнения не превзойдёт установленного норматива $C_{ПДК}$), г/м³ (мг/л).

Из этого уравнения следует:

$$C_{max} = \frac{\alpha \cdot Q}{g} \cdot (C_{ПДК} - C_{ВВ}) + C_{ПДК} \quad (7)$$

Для установления места (расстояния от сброса) полного разбавления свинца необходимо провести расчёты для большей величины L . Максимально допустимая концентрация загрязняющего вещества в сточной воде:

$$C_{max} = \frac{0,23 \cdot 30}{0,6} \cdot (0,03 - 0,01) + 0,03 = 0,26 \text{ г/м}^3.$$

Рассчитаем допустимую концентрацию взвешенных веществ в сточных водах, сбрасываемых в рыбохозяйственный водоём, если концентрация взвешенных веществ в речной воде $C_{ВВ}=8$ мг/л.

$$C_{max} = C_{д} \cdot \left(\frac{\alpha \cdot Q}{q} + 1 \right) + C_{ВВ} \quad (8)$$

$$C_{max} = 0,25 \cdot \left(\frac{0,23 \cdot 30}{0,6} + 1 \right) + 8 = 11,25 \text{ г/м}^3.$$

3.3 Расчёт по допустимого сброса загрязняющих веществ и микроорганизмов в водный объект со сточными водами

Для всех категорий водопользователей величина НДС рассчитывается согласно методике [41] по формуле (9):

$$\text{НДС} = q \cdot C_{\text{НДС}} \quad (9)$$

где q – максимальный часовой расход сточных вод, проектом [32] принят равным $1,85 \text{ м}^3/\text{с}$;

$C_{\text{НДС}}$ – допустимая концентрация загрязняющих веществ, г/м^3 , определяется с учётом разбавления сточных вод в речных водах определяется по формуле (10):

$$C_{\text{НДС}} = n \cdot (C_{\text{ПДК}} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}} \quad (10)$$

$C_{\text{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества (ПДК) в воде водотока, г/м ;

$C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация загрязняющего вещества в водотоке (г/м^3) выше

выпуска сточных вод, определяемая в соответствии с действующими методическими документами по проведению расчётов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков;

n – кратность общего разбавления сточных вод в водотоке, равная произведению кратности.

Предельно допустимая концентрация вещества в речной воде ($C_{ПДК}$) устанавливается в зависимости от категории водопользования, для реки Тотьм данная категория – рыбохозяйственная. Соответственно принимаем предельно допустимые концентрации загрязняющих согласно нормативам качества воды водных объектов рыбохозяйственного назначения [42]. Предельно допустимые и фоновые концентрации поверхностного слоя речной воды указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Предельно допустимые и фоновые концентрации веществ р. Тотьма

Перечень загрязняющих веществ	$C_{ПДК}$, мг/дм ³	$C_{ф}$, мг/дм ³
Взвешенные вещества	10,00	10,01
БПК _{полн}	3,00	2,79
Жиры	0,04	–
Аммоний-ион	2,90	0,10
Нитрит-ион	0,08	0,07
Нитрат-ион	40	$3,8 \cdot 10^{-3}$
Хлориды	11900	–
Сульфаты	3500	–
Нефтепродукты	0,05	0,10
АПАВ	0,50	0,107
Фенолы	0,001	$0,9 \cdot 10^{-3}$
Железо растворимое	0,05	$3,8 \cdot 10^{-3}$
Медь	0,005	$1,04 \cdot 10^{-3}$
Никель	0,01	$0,3 \cdot 10^{-3}$

Продолжение таблицы 4

Цинк	0,05	$4,10 \cdot 10^{-3}$
Хром ⁺³	0,07	–
Хром ⁺⁶	0,02	$0,20 \cdot 10^{-3}$
Свинец	0,01	$0,10 \cdot 10^{-3}$
Кадмий	0,01	$0,10 \cdot 10^{-3}$
Ртуть	0,0001	$0,07 \cdot 10^{-3}$
Алюминий	0,01	–
Марганец	0,05	$0,40 \cdot 10^{-3}$
Фториды	0,05	–
Фосфаты	0,20	3,30

Перечень нормируемых показателей формируется на основе исходной информации об использовании веществ на конкретном предприятии и анализе данных о качестве исходной и сточной воды. Фактическое содержание загрязняющих веществ в сточных водах определяется как среднеарифметическое значение концентрации за год.

Результат расчётов $C_{НДС}$ и НДС приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Рассчитанные значения $C_{НДС}$ и НДС для сброса сточных вод

Перечень загрязняющих веществ	$C_{ПДК}$, мг/дм ³	НДС, г/час	НДС, т/год
Взвешенные вещества	23,81	158594,6	1389,29
БПК _{полн}	5,67	37793,97	331,07
Жиры	0,303	2019,31	17,69
Аммоний-ион	14,28	95127,44	833,32
Нитрит-ион	0,556	3701,19	32,42
Нитрат-ион	302,7	201606,9	17660,7
Нефтепродукты	0,05	333,0	2,92
АПАВ	3,08	20552,36	180,04

Продолжение таблицы 5

Фенолы	0,0016	11,04	0,097
Железо общее	0,354	2357,61	20,65
Медь	0,031	209,59	1,83
Никель	0,074	497,68	4,31
Цинк	0,352	2344,47	20,54
Хром ⁺³	0,529	3525,03	30,88
Хром ⁺⁶	0,150	1000,89	8,77
Свинец	0,075	500,44	4,38
Кадмий	0,075	500,44	4,38
Ртуть	0,00030	1,98	0,017
Алюминий	0,303	2019,31	17,69
Марганец	0,379	2524,14	22,11
Фториды	0,379	2524,14	22,11
Фосфаты	1,32	8781,88	76,96

Фоновое содержание нефтепродуктов в речной воде превышает предельно допустимое значение, поэтому в соответствии с пунктом 9 Методики [32], НДС по этому показателю разрабатывается исходя из отнесения нормативных требований к составу и свойствам воды водных объектов к самим сточным водам.

Большинство веществ из нормируемых показателей обладают одинаковыми лимитирующими показателями вредности - токсикологическими, поэтому при утверждении значений НДС необходимо учитывать эффект суммации, рассчитываемый для рыбохозяйственного водопользования по формуле (11):

$$\sum \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1 \quad (11)$$

где C_i – концентрация загрязняющих веществ в воде водного объекта.

Результат расчёта эффекта суммации – 1,836, что больше 1, поэтому

по веществам входящих в сумму необходимо снизить допустимую концентрацию и допустимый сброс.

В таблице 6 приведены величины $C_{\text{ндс}}$ и НДС с учётом суммы и концентрации фактического сброса для сравнения.

Таблица 6 – Фактическая и допустимая концентрация загрязняющих веществ в сточных водах с учётом эффекта суммы

Перечень загрязняющих веществ	Фактическая концентрация загрязняющих веществ на сбросе после очистных сооружений, мг/дм ³	Допустимая концентрация загрязняющих веществ, $C_{\text{ндс}}$, мг/дм ³	Допустимый сброс, НДС, г/час	Допустимый сброс, НДС, т/год
Взвешенные вещества	10,23	23,81	158594,6	1389,29
БПК _{полн}	14,18	5,67	37793,97	331,07
Жиры	1,94	0,303	2019,31	17,69
Аммоний-ион	2,21	1,19	95127,44	833,32
Нитрит-ион	0,325	0,046	3701,19	32,42
Нитрат-ион	57,79	25,23	201606,9	17660,7
Нефтепродукты	0,13	0,05	333,0	2,92
АПАВ	0,15	0,257	20552,36	180,04
Фенолы	0,00032	0,0016	11,04	0,097
Железо общее	0,33	0,03	2357,61	20,65
Медь	0,006	0,0026	209,59	1,83
Никель	0,08	0,0061	497,68	4,31
Цинк	0,067	0,029	2344,47	20,54

Продолжение таблицы 6

Хром ⁺³	0,01	0,044	3525,03	30,88
Хром ⁺⁶	0,01	0,012	1000,89	8,77
Свинец	0,3002	0,0063	500,44	4,38
Кадмий	0,05	0,0063	500,44	4,38
Ртуть	0,000001	0,00002	1,98	0,017
Алюминий	0,01	0,025	2019,31	17,69
Марганец	–	0,32	2524,14	22,11
Фториды	–	0,32	2524,14	22,11
Фосфаты	4,52	1,32	8781,88	76,96

Согласно п.12 Методики [32], если фактический сброс действующей организации – водопользователя меньше расчётного НДС, то в качестве НДС принимается фактический сброс.

В таблице 7 приведены фактические концентрации и фактический сброс и допустимая концентрация и допустимый сброс загрязняющих веществ со сточными водами после очистки.

Таблица 7 – Нормативно-допустимый сброс загрязняющих веществ

Перечень загрязняющих веществ	Фактическая концентрация, мг/дм ³	Фактический сброс, т/г	Допустимая концентрация, мг/дм ³	Допустимый сброс, т/год
Взвешенные вещества	10,23	596,83	10,23	596,83
БПК _{полн}	14,18	827,28	5,67	331,07
Жиры	1,94	112,18	0,303	17,69
Аммоний-ион	2,21	128,93	1,19	69,44
Нитрит-ион	0,325	18,96	0,046	2,70
Нитрат-ион	57,79	3371,56	25,23	1471,73

Продолжение таблицы 7

Нефтепродукты	0,13	7,58	0,05	2,92
АПАВ	0,15	8,75	0,09	5,25
Фенолы	0,00032	0,019	0,00032	0,019
Железо общее	0,33	19,25	0,03	1,72
Медь	0,006	0,35	0,006	0,35
Никель	0,08	4,67	0,0061	0,359
Цинк	0,067	3,91	0,029	1,71
Хром ⁺³	0,01	0,58	0,01	0,58
Хром ⁺⁶	0,01	0,58	0,01	0,58
Свинец	0,3002	0,12	0,002	0,12
Кадмий	0,05	0,0029	0,05	0,0029
Ртуть	0,000001	0,00058	0,00001	0,00058
Алюминий	0,01	0,58	0,01	0,58
Марганец	–	–	0,02	1,17
Фториды	–	–	0,032	1,84
Фосфаты	4,52	263,70	1,32	76,93

Фактические концентрации загрязняющих веществ в сточной воде на сбросе в водный объект после очистки превышают рассчитанные допустимые концентрации по показателю БПК_{полн} в 2,5 раза, по жирам в 6,4 раза, по ионам аммония в 7,1 раз, по фосфатам в 3,4 раза, по нитрат-ионам в 2,3 раза, по нефтепродуктам в 2,6 раза, по растворенному железу в 11 раз, по меди в 2,3 раза.

С целью уменьшения количества загрязняющих веществ, превышающие нормативные, в сточной воде на выходе из очистных сооружений необходимо усовершенствование процесса очистки.

Количество микроорганизмов, допустимое к сбросу со сточными водами, рассчитано в соответствии с СанПиН 2.1.5.2582 [43]. Норматив допустимого сброса микроорганизмов в реку Томь приведён в таблице 8.

Таблица 8 – Утверждённый норматив допустимого сброса микроорганизмов в водный объект

Показатели по видам микроорганизмов	Размерность	Допустимое содержание	Утверждённый норматив допустимого сброса, т/год
Общие колифобные бактерии	КОЕ/ 100 мл	≤ 100	5834,16
Колифаги	БОЕ/ 100 мл	≤ 10	583,42
Возбудители инфекционный заболеваний	–	Отсутствие	Отсутствие
Жизнеспособный яйца гмитинов	кл./ 25 мл	Отсутствие	Отсутствие
Жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших	кл./ 25 мл	Отсутствие	Отсутствие
Термопатогенные колифобные бактерии	КОЕ/ 100 мл	≤ 100	5,834,16

Согласованные общие свойства сточных вод, в т.ч. дренажных вод:

1. плавающие примеси (вещества): отсутствие необычных для речной воды плавающих веществ на поверхности и в верхнем слое воды (в т.ч. плёнки нефтепродуктов, масел, жиров и скопление других примесей);

2. температура: летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3°C по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет;

3. водородный показатель (pH) 6,5-8,5;

4. растворённый кислород 4-6 мг/дм³;

5. минерализация 1500 мг/дм³;

6. токсичность воды: сточная вода на выпуске в водный объект не

должна оказывать острого токсического воздействия на тест-объекты, вода водного объекта в контрольном створе не должна оказывать хроническое токсичное воздействие на тест-объекты.

3.4 Контроль за соблюдение НДС

В соответствии с Федеральным законом Об охране окружающей среды [44], на предприятии необходима организация экологического контроля.

Так как для предприятия установлены НДС, необходимо организовать систему контроля за соблюдением НДС, которая включает:

- организацию аналитического контроля, осуществляемого силами предприятия, либо специализированной организации (аккредитованной для данного вида деятельности);

- составления графика экологического контроля за сбросом сточных вод в водные объекты.

В графике необходимо указывать:

1. подробное описание мест отбора, створов;
2. частоту и сроки проведения аналитических работ;
3. перечень веществ, определения;
4. подлежащий наименованию и контролю область с указанием аккредитации методик их лаборатории, выполняющей аналитическую работу;
5. лиц, ответственных за выполнение условий графика, сроки отчётности перед контролирующей организацией.

3.5 Оценка эффективности биохимической очистки сточных вод на комплексных очистных сооружениях

Несмотря на то, что комплексные очистные сооружения на

ООО «ВодСнаб» г. Юрга введены в эксплуатацию довольно давно, в процессе очистки применяются новые технологии водоочистки, в частности применение «Кейптаунского цикла», нормативные значения по некоторым веществам всё же не достигаются. Основные превышения рассчитанных НДС приходятся на элементы биогенной группы, что свидетельствует о недостаточно эффективных процессах биохимического окисления и нитри-денитрификации в аэротенке.

Ниже рассмотрены наиболее вероятные причины, по которым процесс очистки на очистных сооружениях может быть недостаточно эффективным. Очистные сооружения рассчитаны на ежедневную нагрузку в 40 тыс. м³, однако по данным за январь – сентябрь 2014г. гидравлическая нагрузка была значительно ниже, как представлено в диаграмме на рисунке 10.

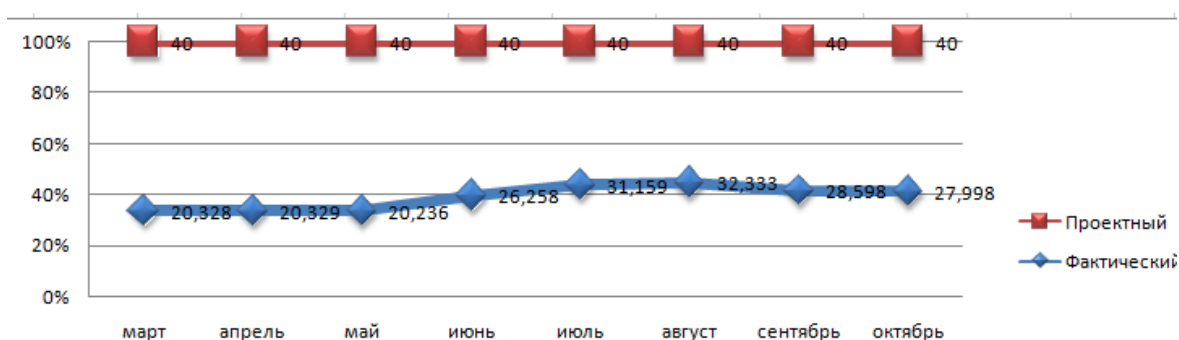


Рисунок 10 – Колебание среднесуточного объёма сточных вод, поступающих на очистные сооружения ООО «ВодСнаб» г. Юрги

Чтобы понять правильно ли протекают процессы очистки по основным показателям, была проведена сравнительная оценка концентрации этих веществ на разных ступенях очистки.

На рисунке 11 показаны динамики изменения концентрации загрязняющих веществ в сточной воде в зависимости от этапа очистки и на выходе из очистных сооружений. Концентрации взяты за 9 месяцев 2019 года.

Из рисунка 11 видно, что концентрация легкоокисляемой органики (показатель БПК_{полн}) сокращается значительно, на 90 % по сравнению со входными значениями, хотя и не достигают нормативных значений.

Это свидетельствует о корректном протекании процесса биохимического окисления. Уменьшение концентрации ионов аммония и увеличение концентрации нитрат ионов являются показателем нормального процесса нитрификации в аэротенке.

В то же время повышение концентрации нитрит-ионов в аноксидной зоне вторичного отстойника подтверждает присутствие процесса денитрификации. Однако, процесс нитри-денитрификации является незавершенным, так как не происходит снижение концентраций нитрит- и нитрат-ионов до нормативных значений.

Концентрация БПК_{полн} и ионов аммония на выходе тоже превышает нормативные значения, что так же говорит о незавершённости процесса биохимического окисления. Кроме того, концентрация фосфатов уменьшается в аэротенке в анаэробных условиях, но практически не изменяется, проходя вторичные отстойники и доочистку на песчаных фильтрах, в результате так же не достигаются нормативные значения.

Основным звеном ОСК, где протекает процесс биохимического окисления активным илом, является аэротек вытеснитель нитри-денитрификатор карусельного типа. Показателями эффективности работы аэротенка считается иловый индекс и доза ила. Ил обладает нормальными седиментационными характеристиками, если иловый индекс меньше $100 \text{ см}^3/\text{г}$, и плохими, если больше $200 \text{ см}^3/\text{г}$.

Фактический средний показатель илового индекса за исследуемый период составляет $48,41 \text{ см}^3/\text{г}$, что говорит о нормальных седиментационных свойствах активного ила. Доза активного ила в аэротенке, принятая проектом [32] составляет $4 \text{ г}/\text{дм}^3$, фактическое среднее значение дозы активного ила незначительно превышает этот показатель и составляет $4,64 \text{ г}/\text{дм}^3$.

Кроме того для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов активного ила и предотвращения таких негативных проявлений, как вспухание и пенообразование ила, необходимо поддерживать определённые значения рН,

температуры и кислородного режима в аэротенке.



Рисунок 11 – Изменение концентраций загрязняющих веществ в процессе очистки

3.6 Предложения по усовершенствованию технологической схемы очистки сточных вод на комплексных очистных сооружениях

В настоящее время внедрение новых технологий и оборудования на действующих очистных сооружениях должны рассчитываться исходя из современных требований экологической безопасности, а так же быть экономически оправданными. Одним из факторов, влияющих на качественную работу очистных сооружений, является не всегда продуманное технологическое решение тех или иных методов очистки.

Первое, что следует учесть при рассмотрении плана реконструкции очистных сооружений, это качество и неравномерность поступающей на очистку воды. Основными причинами неудовлетворительной работы очистных сооружений можно назвать применение современных технологий без привязки к конкретным условиям, плохую эксплуатацию очистных сооружений, тот факт, что качественное соотношение основных загрязнений (БПК: азот: фосфор) не всегда удовлетворяет требуемому для качественной биологической очистки сточных вод [2].

В практике очистки сточных вод до настоящего времени отсутствуют какие-либо методологические материалы по выполнению реконструкции очистных сооружений, что приводит к необоснованности применения тех или иных технологий.

При выполнении реконструкционных работ на очистных сооружениях основополагающими должны быть следующие положения:

- применение технологий, позволяющих обеспечить нормативный сброс в водоём в условиях РФ;
- использование наилучших доступных технологий;
- снижение себестоимости очистки стоков;
- рациональное использование имеющихся земельных площадей;
- снижение нагрузки на водоём по загрязняющим веществам [7].

Безусловно, важным этапом является первоначальный анализ сложившейся на очистных сооружениях ситуации. Итогом таких работ является составление уточнённых технологических схем очистки, с описанием основных параметров и технических характеристик всех узлов очистки. Для получения наиболее достоверных сведений о пропускной способности очистных сооружений выполняются поверочные расчёты по каждому сооружению, оборудованию и узлу [46].

Поверочные расчёты можно выполнить по существующим методикам, либо на основании обмерочных работ с определением объёмов ёмкостных сооружений. На основании проведённой работы анализируется существующее положение на очистных сооружениях и предлагаются возможные технологические схемы и технические решения по усовершенствованию системы очистки (без расширения или с расширением очистных сооружений, модернизации отдельных узлов и сооружений, применением новых современных технологий очистки стоков и т.д.)

На рисунке 12 представлены все виды работ, положенные в основу предпроектной подготовки реконструкции очистных сооружений.



Рисунок 12 – Предпроектная подготовка реконструкции очистных сооружений

Проектные расчёты очистных сооружений ООО «ВодСнаб» осуществлялись по утверждённым методикам СПиП 2.04.03 [37], ниже приведены поверочные расчёты таких характерных для процесса биологической очистки параметров как период аэрации, продолжительность обработки воды в аэротенке, степень рециркуляции активного ила и прирост активного ила исходя из полученных лабораторных данных за март – октябрь 2019 года.

Период аэрации для аэротенков, работающих по принципу смесителей при условии постоянной температуры более 15°C, рассчитывается по формуле (12):

$$t_{atm} = \frac{L_{en} - L_{ex}}{a_i \cdot (1 - s) \cdot \rho} \quad (12)$$

Где L_{en} – БПК_{полн} поступающей в аэротенк воды, по лабораторным где данным равна 170,46 мг/дм³;

L_{ex} – БПК_{полн} очищенной воды, по рассчитанным значениям НДС равна 5,67 мг/дм³;

a_i – доза ила в аэротенке, определяется технико-экономическим расчётом с учетом работы вторичного отстойника, проектом [32] принята равной 4 г/дм³;

s – зольность ила, принимается по СНиП 2.04.03 [37] равной 0,3;

ρ – удельная скорость окисления, мг БПК_{полн} на 1 г беззольного вещества ила в 1 ч, определяется по формуле (13):

$$\rho = p_{max} \cdot \frac{L_{ex} \cdot C_0}{L_{ex} \cdot C_0 + K_i \cdot C_0 + L_{ex} \cdot K_0} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_i} \quad (13)$$

где p_{max} – максимальная скорость окисления, принимается по СНиП 2.04.03[37] равной 85 мг/(г·ч);

C_0 – концентрация растворенного кислорода в аэротенке, средняя по лабораторным данным 3,5 мг О₂/дм³;

K_i – константа, характеризующая свойства органических загрязняющих веществ, по СНиП 2.04.03 [37] принимается равной 33 мг БПК_{полн} /дм³;

K_0 – константа, характеризующая влияние кислорода, принимается по СНиП

2.04.03 [37] равной 0,625 мг О₂/ дм³;

φ – коэффициент ингибирования продуктами распада активного ила, по СНиП 2.04.03[37] равен 0,07 дм³/г.

Согласно СНиП2.04.03 [37] период аэрации не может быть меньше 2 часов. Чтобы увеличить период аэрации до необходимых значений нужно увеличить концентрацию органических веществ на входе в аэротенк, либо увеличить содержание растворённого кислорода. Данный расчёт в очередной раз доказывает недостаточное количество загрязняющих веществ на входе в очистные сооружения.

Продолжительность обработки воды в аэротенке определяется по формуле (12) и составляет 1,85 часа.

$$\rho = 85 \cdot \frac{5,67 \cdot 3,45}{5,67 \cdot 3,45 + 3 \cdot 3,45 + 0,625 \cdot 3,45} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 4} = 40,443 \text{ мг.}$$

$$t_{atm} = \frac{170,46 - 5,67}{4 \cdot (1 - 0,3) \cdot 40,443} = 1,85 \text{ ч.}$$

Степень рециркуляции активного ила при иловом индексе 175 см³/ч и дозе ила менее 5 г/дм³ рассчитывается по формуле (14):

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{j_i - a_i}} \quad (14)$$

где J_i – иловый индекс, согласно СНиП 2.04.03 [37] для городских сточных вод должен составлять 100, по лабораторным данным равен 48,42.

Проектом степень рециркуляции активного ила принята равной 0,75. Рассчитанная по формуле (14) степень рециркуляции для значения илового индекса по СНиП2.04.03 [37] составила 0,67, для фактического положения, согласно лабораторным значениям – 0,24.

Согласно СНиП2.04.03[37] степень рециркуляции при самотёчном удалении ила должна быть не менее 0,6. Результаты данного расчёта говорят так же о недостаточно хороших седиментационных свойствах активного ила.

Прирост активного ила, г/сутки, определяется по формуле (15):

$$P_i = 0,8 \cdot C_{cdp} + K_g \cdot L_{en}, \quad (15)$$

где C_{cdp} – концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей в аэротенк, по лабораторным данным равна 165,125 мг/дм³;

K_g – коэффициент прироста, для городских и близких им по составу стоков равен 0,3 согласно СНиП 2.04.03 г/сутки [37].

$$P_i = 0,8 \cdot 165,125 + 0,3 \cdot 170,46 = 183,23 \text{ г/сутки.}$$

Проектом [32] предусмотрен прирост активного ила равный 213 г/сутки. Поверочные расчёты меньше проектных в 1,2 раза.

Таким образом, проверенные расчётные показали, что биохимические процессы аэротенке проходят недостаточно эффективно. Рассчитанные период аэрации и продолжительность нахождения жидкости в аэротенке получились ниже допустимых нормативной документацией. Степень рециркуляции ила по фактическому значению илового индекса так же ниже допустимой. Низкий показатель илового индекса говорит о плохих седиментационных свойствах ила. Фактический прирост активного ила ниже проектного.

3.7 Детали расчёта очистных сооружений биологической очистки сточных вод

В настоящее время достаточно большой опыт реализации технологий биологической очистки сточных вод в мире даёт возможность достижения стабильной эффективности очистки до соответствующих нормативов на сброс, даже таких жёстких как в нашей стране. Применение аэротенков карусельного типа позволяет снизить эксплуатационные и капитальные затраты на перемешивание иловой смеси в аноксидной зоне. Однако, в связи с тем, что с точки зрения гидродинамики потока, подобные сооружения представляют собой реакторы смесители, постоянным явлением являются проскоки недоочищенных стоков. Применение отработанных на западе A_2O и Bardenpho процессов и их модификаций, не дают стабильных результатов качества очищенной воды по фосфатам при низкоконтрированных сточных водах,

какими являются исследуемые стоки.

В настоящее время расчёт очистных сооружений городской канализации производится по СНиП 2.04.03 [37], однако методики описанные в данных нормах и правилах не учитывают наилучшие доступные технологии и не позволяют произвести расчёт сооружений биологической очистки сточных вод от азота и фосфора. В связи с этим, не редко применяются зарубежные методики расчёта очистных сооружений без должного анализа возможности их применения. Расчёты по этим методикам могут быть некорректны по причине более жёстких требований к качеству очищаемых вод в России по сравнению с Европой.

Так например, для обеспечения требуемых нормативов качества очищенной воды по азоту аммонийному для стран западной Европы значение аэробного возраста активного ила должно составлять 5-8 суток в диапазоне рабочих температур иловой смеси, в то же время для выполнения российских требований к качеству сбрасываемой воды, аналогичные показатели должны составлять 7-12 суток. Для обеспечения требуемого качества очищенной воды по азоту нитритов аэробный возраст активного ила для рассматриваемых сточных вод на аналогичном диапазоне температур иловой смеси должен составлять 13-24 суток.

При расчёте процесса биологической очистки довольно часто применяют методику расчета аэротенков по Standard ATV – DVWK-A131 E. Dimension of Stage Activated Sludge Plants 2000 [47].

Эта комплексная методика позволяет рассчитывать сооружения биологической очистки сточных вод, работающих по различным технологическим схемам. В основу методики положены эмпирические зависимости, которые являются следствием расчётов по формулам ферментативной кинетики процессов. При этом, расчёт производится на качественные показатели очищенной воды для западных стран, а именно общий азот – 10 мг/дм^3 , аммонийный азот – 1 мг/дм^3 .

Расчёт минимального аэробного возраста активного ила

согласно методике [46], определяющий объем зоны нитрификации, производится по формуле (16):

$$t_{ss.aerob.dim} = SF \cdot 3,4 \cdot 1,10^{15 \cdot T} \quad (16)$$

где $t_{ss.aerob.dim}$ – минимальный аэробный возраст активного ила;

3,4 – произведение величины, обратной значению максимальной скорости роста аммоний-окисляющих бактерий *Nitrosomonas* при 15°C и коэффициента запаса 1,6;

SF – фактор надёжности, значение которого зависит от характерного состава сточных вод, кратковременных изменений температуры сточных вод и pH среды, которые влекут за собой изменения значения максимальной скорости роста аммоний-окисляющих бактерий *Nitrosomonas*, и требований к качеству очищенной воды по аммонию;

T – температура в аэротенке.

Соответственно формула 14 даёт минимальный аэробный возраст активного ила значительно ниже, чем значение аэробного возраста активного ила, необходимое для достижения значений в очищенной воде по аммонию и нитритов соответствующее российским стандартам. Этот нюанс является решающим для определения объёмов аэротенка. При расчёте аэробной зоны аэротенка лимитирующим фактором является обеспечение требуемого для процесса нитрификации аэробного возраста активного ила, определяется по формуле (17):

$$SRT_{aer} = \frac{X_{aer} \cdot V_{aer}}{X_{was} \cdot Q_{was}} \quad (17)$$

где SRT_{aer} – аэробный возраст активного ила, необходимый для процесса нитрификации, сутки;

X_{aer} – доза активного ила в аэробной зоне аэротенка, г/дм³;

V_{aer} – объём аэробной зоны аэротенка, м³,

X_{was} – доза избыточного активного ила, г/дм³;

Q_{was} – расход избыточного активного ила, м³/сут.

Из формулы (17) требуемый объём аэробной зоны аэротенка

можно рассчитать по формуле (18):

$$V_{aer} = \frac{SRT_{aer} \cdot X_{was} \cdot Q_{was}}{X_{aer}} \quad (18)$$

Формула (18) показывает линейную зависимость требуемого аэробного возраста активного ила и объёма аэробной зоны аэротенка. Из формулы видно, что уменьшить аэробную зону можно уменьшив прирост активного ила или повысив дозу активного ила.

Одним из эффективных решений уменьшения объёмов аэротенков при реализации процессов нитри-денитрификации и дефосфотации является применение технологий, позволяющих повысить количество биомассы в системе, таких как мембранные биореакторы и SBR-технология. Реализация технологии с биомассой, прикрепленной к загрузке, позволяет увеличить количество биомассы в 3-5 раз по сравнению с системой аэротенк – вторичный отстойник, где активный ил находится во взвешенном состоянии.

Кроме этого такие технологии позволяют в каждой зоне аэротенка культивировать сообщество микроорганизмов, оптимальное для сточной воды, находящейся в данной точке. Сообщество микроорганизмов реализующих процесс денитрификации в аноксидной зоне отличается от микроорганизмов аэробной зоны, реализующих процесс нитрификации. При этом сообщества микроорганизмов в начале, середине и конце зон так же различаются. Распределение микроорганизмов по длине сооружения в соответствии с качеством сточной воды приводит к значительному увеличению окислительной мощности, снижению объёмов сооружений и повышению стабильности и качества очистки.

3.8 Предложения по повышению эффективности очистки сточных вод от соединений азота и фосфора

Наилучшие доступные технологии в области очистки сточных вод

основываются на применении технологии нитрификации–денитрификации. Данная технология подразумевает разделение аэротенка на две зоны - аэробную и аноксидную. Очистные сооружения ООО «ВодСнаб» соответствуют данным конструктивным условиям и рассчитаны для применения технологии нитри-денитрификации с возможностью применения цикла Кейптаунского университета.

Таким образом, нет необходимости в расчёте возраста активного ила с целью внедрения технологии нитри-денитрификации. Конструкция аэротенка смесителя карусельного типа так же способствует благоприятному протеканию процесса биологической дефосфотации.

Однако, схема UTC процесса имеет недостаток: так как подача нитратного цикла и возвратного ила происходит в аноксидную зону, возникает опасность присутствия в аноксидном рецикле нитратов, что недопустимо.

В процессе возникает противоречие: для необходимости увеличения эффективности очистки по нитратам следует увеличить коэффициент нитратной рециркуляции, следствием чего является увеличение концентрации нитратов в конце аноксидной зоны и аноксидном цикле. В итоге нитраты поступают в анаэробную зону и лимитируют процесс дефосфотации. Данное противоречие можно исключить применением модифицированного UTC процесса, который подразумевает разделение аноксидной зоны на две части. Тогда аноксидная зона удаляет нитраты только возвратного ила, и с выхода этой зоны осуществляется аноксидная рециркуляция.

Таким образом, противоречие обычного UTC цикла снимаются: чем выше коэффициент нитратной рециркуляции, тем больше эффективность очистки от нитратов, меньше нитратов в возвратном иле и меньше нитратов в аноксидном рецикле.

Так как отечественный опыт применения технологий биологической дефосфотации очень ограничен и его закономерности недостаточно изучены, имеет смысл выявление значения возраста активного ила, при котором совместное применение технологий нитри–денитрификации и биологической

дефосфотации даст наилучший результат. Немногочисленные экспериментальные данные в этой области говорят о том, что оптимальное значение возраста активного ила для эффективногоодновременного протекания этих процессов составляет 6-11 суток.

Принятый проектом [32] возраст активного ила составляет 20 суток. Таким образом одним из предложений по усовершенствованию технологии очистки сточных вод на ОСК ООО «ВодСнаб» является переход от традиционного УТС процесса к модифицированному и снижение возраста активного ила до 6-11 суток. Процесс разделения аноксидной зоны на две части и изменения в подаче нитратного и аноксидного рециклов не требуют серьёзных изменений в конструкции сооружения и, соответственно, больших капитальных вложений. Однако значительное изменение возраста активного ила могут привести также и к негативным процессам, поэтому необходим детальный расчёт данных мероприятий.

С целью улучшения эффективности работы аэротенка возможно его оборудование мембранными модулями. Это так же позволит сократить площадь, занимаемую очистными сооружениями, за счёт отказа от вторичных отстойников и ступени доочистки.

Принцип работы МБР заключается в погружении в реактор биологической очистки, в нашем случае аэротенк, мембранных модулей с применением ультра- или микрофльтрационных материалов [3].

Мембранные установки планируемые для установки с трубчатыми мембранными элементами. Во всех установках для ведения мембранных процессов могут быть использованы как мембраны с жёсткой структурой (керамические) так и уплотняющиеся мембраны (полимерные). Внедрение технологии МБР позволяет усовершенствовать существующие технологические решения, применяемые для очистки природных и сточных вод для наиболее полного соответствия действующим природоохранным и санитарным нормам РФ за счёт:

– повышения надёжности и увеличения эффективности работы

очистных сооружений (исключение возможности выноса биомассы из очистных сооружений);

– увеличения концентрации активного ила в аэротенке и, следовательно, окислительной мощности очистных сооружений;

– компактности очистных сооружений, поскольку мембранная доочистка заменяет вторичное отстаивание, доочистку на фильтрах и частично обеззараживание;

– снижения объема избыточного активного ила и увеличения его водоотдающих свойств [46].

На очистных сооружениях данного предприятия установлены мелкопузырчатые дисковые аэраторы, поэтому при переоборудовании аэротенка в мембранный биореактор модернизация системы аэрации не потребуется. Чистка и регенерация фильтрующей загрузки осуществляется подбором режима фильтрования и обратной промывки [6].

Основные технологические показатели МБР представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Технологические показатели МБР

Показатель	Значение
Концентрация активного ила	10-20 г/л (оптимально – менее 10 г/л)
Время пребывания воды в МБР	4-20 ч
Средний возраст ила	15-45 суток (оптимально – 15 суток)
Окислительная мощность	0,5-10 кгХПК/м ³ ·сут
Избыточный активный ил	до 0,5 кг/кгБПК
Удельное энергопотребление	0,6-1,6 кВт·ч/м ³
Удельная производительность мембран	20-30 л/м ² ·ч

Эксплуатация МБР в режимах небольших нагрузок, какой наблюдался на ООО «ВодСнаб» в исследуемый период, позволяет повысить концентрацию

активного ила до 18 мг/дм³, вместо принятых проектом 4 мг/дм³. Это позволит создать резервные окислительные мощности и повысить устойчивость биоценоза к колебаниям качества воды, а также обеспечить стабильное качество очищаемых сточных вод. Возраст активного ила при применении технологии МБР может достигать 30-50 суток, что на первый взгляд должно негативно отразиться на процессах нитри- денитрификации и дефосфотации, оптимальным возрастом для которых является 6-11 суток.

Однако, в данном случае биоценоз представлен медленно растущей микрофлорой, а размер хлопьев ила в 5-10 раз меньше чем в обычном аэротенке, что позволяет эффективно разлагать трудно окисляемые органические соединения. А чередование аноксидной и аэробной зон по схеме Кейптаунского университета будет способствовать эффективному удалению азота и фосфора.

Из предложенных на рынке мембранных модулей, полволоконные модели больше всего подходят для реконструкции очистных сооружений и являются самыми дешёвыми. И все же стоимость переоборудования аэротенка в мембранный биореактор обойдется не малыми финансовыми затратами.

Степень очистки сточных вод в МБР приведён в таблице 10.

Таблица 10 – Степень очистки сточных вод в МБР

Показатель	Значение	Снижение
ХПК	< 30 мгО ² /л	80-90 %
БПК	< 5 мгО ² /л	90-99 % и более
Взвешенные вещества	< 1 мг/л	~ 100 %
Азот общий	10-15 мг/л и более	от 10-20 до 99 %
Фосфор	0,5-2,0 мг/л	10-60 %
Общие колиформные бактерии	< 500 КОЕ/мл	снижение на 5-8 порядков (log 5-8)

Продолжение таблицы 10

Термотолерантные колиформные бактерии	< 100 КОЕ/мл	снижение на 5-8 порядков (log 5-8)
---------------------------------------------	--------------	---------------------------------------

3.9 Оценка нынешнего состояния и эффективности работы систем аэрации и перемешивание в аэротенке

На ООО «ВодСнаб» применён аэротенк с карусельной схемой перемешивания по средствам погружных мешалок Амаргор, установленных на литые монолитные стойки АмаРос, без разделения перегородками аноксидной и аэробной зон.

В придонном слое нитрификатора через мелкопузырчатые дисковые аэраторы подается воздух от компрессоров. Требуемое количество воздуха в аэротенке составляет 75 880 м³/час [32].

Применяемые мелкопузырчатые аэраторы являются на сегодняшний день наилучшими доступными и эффективными для равномерного насыщения очищаемой воды кислородом. В большинстве случаев выбор осуществляется между мелкопузырчатыми дисковыми и трубчатыми аэраторами. Применение трубчатых аэраторов позволяет достичь увеличения отношения площади аэрации к общей площади аэротенка при применении меньшего количества элементов аэрации и сокращения длины трубопроводов.

В соответствии с этим уменьшаются стоимость и сроки монтажа. Так как трубчатые аэраторы перфорированы по всей длине мембраны, это создаёт зону высокой турбулентности в нижней части аэратора и позволяет избежать застойных зон под аэратором.

Применение дисковых аэраторов часто оправдано конструктивными особенностями аэротенков. В пользу применения дисковых аэраторов говорит также большой отечественный и зарубежный опыт их эффективной работы в

аэротенках различных конструкций, при разных значениях давления воздуха в системе аэрации и различных средах очищаемой воды.

Современная инженерная раскладка дисковых аэраторов на ООО «ВодСнаб», выполненная в виде плетей и равномерно по ширине коридора, способствует эффективному растворению кислорода в воде и КПД аэрации. Таким образом, изначально грамотно спроектированная система аэрации способствует благоприятному процессу насыщения кислородом сточной воды в зоне нитрификации и эффективному процессу биологического окисления примесей, и на данном этапе исследований не требует доработок и реконструкции.

Аэротенки с зоной аэрации требуют комплексной поддержки устройствами горизонтального перемешивания. Аэротенк с продольной рециркуляцией иловой смеси по карусельному типу являются конструктивно более удобными для протекания этих процессов. В нём функциональные обязанности распределены следующим образом: ввод кислорода осуществляется аэраторами, а перемешивание погружными мешалками. Такое комплексное решение накладывает особую ответственность на надёжность работы погружных мешалок, так как в случае выхода их из строя работоспособность системы в целом не снижается, а прекращается [42-46].

На ООО «ВодСнаб» применены одни из новейших разработанных фирмой KSB мешалок – Амаргор, как представлено на рисунке 13. Данный вид мешалок является наиболее подходящим для аэротенков карусельного типа, обеспечивает необходимую эффективность перемешивания и не требует замены или реконструкции в ближайшее время.

Мероприятия по повышению надёжности эксплуатации мешалок:

- резервирование на складе оборудования с возможностью срочной установки;
- использование оригинальных установочных аксессуаров мешалок, рассчитанных фирмой – производителем на прочность и противостояние резонансным нагрузкам;

- устройство шкафов управления, позволяющих предсказать возможные выходы из строя мешалок на ранних этапах;
- обеспечение проходов по технологическим мостикам с тяжёлым и габаритным оборудованием, наличие подъёмных устройств на местах.



Рисунок 13 – Погружное перемешивающего оборудования

В настоящей главе рассмотрено действующее положение на ООО «ВодСнаб» с точки зрения возможности применения наилучших доступных технологий. Несмотря на то, что эксплуатации очистные сооружения современные разработки в области очистки сточных вод, имеют место превышения загрязняющих веществ на сбросе в водный объект после очистки на сооружениях.

При разработке мероприятий по улучшению работы очистных сооружений, помимо применения наилучших доступных технологий, важным критерием является ориентированность внедряемых технологий на нормативные показатели, утверждённые в РФ, снижение себестоимости очистки стоков, рациональное использование имеющихся территорий и производственных мощностей.

Важным этапом является предпроектная подготовка реконструкции,

включающая обмерочные работы, поверочные расчёты и составление уточнённой технологической схемы очистки сточных вод.

В главе произведены поверочные расчёты таких характерных для процесса биологической очистки сточных вод параметров, как период аэрации, продолжительность обработки воды в аэротенке, прирост и степень рециркуляции активного ила. Рассчитанные, по фактическим значениям загрязняющих веществ в очищенной воде, период аэрации и продолжительность нахождения жидкости в аэротенке, получились ниже допустимых СНиП 2.04.03 [37].

Степень рециркуляции активного ила ниже допустимой, прирост ила ниже проектного. При расчёте реконструкции очистных сооружений и проектировании новых сооружений очистки сточных вод следует учитывать, что существующая утверждённая в РФ методика расчёта сооружений не позволяет провести расчёты по новым технологическим схемам, а зарубежные методики ориентированы на нормативные показатели для западных стран, которые значительно мягче российских значений.

Таким образом, для применения расчётов очистных сооружений, работающих по наилучшим доступным технологиям, необходима адаптация западных методик к российским нормативам и условиям эксплуатации, при помощи корректирующих формул. Анализ наилучших доступных технологий по очистки сточных вод от азота и фосфора показал актуальности применения модифицированного УСТ процесса.

Конструктивные решения будут заключаться в разделении аноксидной зоны на две части и корректировке в работе нитратного и аноксидного рециклов. Оборудование, имеющегося на очистных сооружениях аэротенка, мембранным биореактором для улучшения эффективности очистки по органическим, биогенным и взвешенным веществам в принципе возможно.

Это также приведёт к улучшению седиментационных свойств активного ила и позволит отказаться от вторичного отстаивания и доочистки. Однако стоимость внедрения данной технологии, даже с применением

наиболее дешёвых ультрафильтрационных материалов, довольно высокая и не обосновывается полученными значениями превышений нормативных значений по загрязняющим веществам на сбросе после очистных сооружений.

В главе описаны характеристики современного состояния р. Томь – приёмника очищенных сточных вод, качество речной воды оценивается как умеренно загрязнённое. Приведены характеристики очистных сооружений как объекта загрязнения гидросферы, дана проектная эффективности очистки сточных вод по веществам и концентрации их в сточной воде перед сбросом в реку.

Так же произведён расчёт допустимой концентрации взвешенных веществ в сточных водах. Рассчитаны НДС загрязняющих веществ в очищенных сточных водах с учётом эффекта суммации и кратности общего разбавления. Рассчитанные значения НДС были сравнены с фактическим сбросом и установлены окончательные значения НДС. Фактические концентрации загрязняющих веществ в сточной воде на сбросе превышают рассчитанные нормативные значения по содержанию веществ биогенной группы, жирам, нефтепродуктам, железу и меди.

Предложены мероприятия по контролю за соблюдением НДС. Произведена оценка эффективности биохимической очистки на ОСК, результаты которой позволяют предположить, что процессы нитрификации, денитрификации, дефосфотации и общего биохимического окисления происходят, но являются незавершёнными. В результате чего на выходе из очистных сооружений не достигаются нормативные значения.

Так же было предложение по усовершенствованию технологической схемы очистки сточных вод на комплексных очистных сооружениях. Показало, что мембранные биотехнологии обеспечивают высокую степень очистки при высокой стабильности и устойчивости процесса. Качество очищенной воды после БМР удовлетворяло установленным нормативам на сброс по основным показателям. Мембранная очистка сточных вод является одним из важнейших мероприятий в области водоочистки.

4.1 Расчёт затрат на очистку 1 м³ сточных вод

Все промышленные предприятия являются источниками загрязнения окружающей среды. В частности, предприятия загрязняют гидросферу промышленными стоками путём их отвода в водоёмы, что оказывает вредное воздействие на поверхностные воды.

Перед предприятием стоит выбор: либо оно платит штрафы за загрязнение водных ресурсов, либо очищает поверхностный сток со своей территории. Затраты предприятия на охрану гидросферы компенсируются предотвращённым ущербом, который наносится окружающей среде загрязнением водных объектов неочищенными или недостаточно очищенными стоками.

Количественно эти затраты можно определить по формуле:

$$Z_{\Sigma} = \Sigma Z_i \quad (19)$$

где Z_i – затраты на i -фактор, $i=1, 2, 3 \dots n$.

Себестоимость очистки 1 м³ сточных вод будет определять по формуле:

$$S = \frac{Z_{\text{оч}}}{V_{\text{с.в.}}} \quad (20)$$

где $Z_{\text{оч}}$ – общие затраты на очистку, определяемые капитальными и эксплуатационными затратами ООО «ВодСнаб»;

$V_{\text{с.в.}}$ – объём сбрасываемых сточных вод.

К капитальным затратам можно отнести затраты:

- на приобретение оборудования (очистного сооружения);
- на покупку насосного оборудования;
- строительно-монтажные и пуско-наладочные работы.

К эксплуатационным затратам можно отнести: на электроэнергию; на

заработную плату; на замену загрузочного материала; на вывоз отходов из очистных сооружений.

4.2 Затраты предприятия на оборудование

Затраты предприятия на оборудование определяются по формуле:

$$Z_{об} = \sum S_i \quad (21)$$

где S_i – затраты на оборудование и услуги.

В таблице 11 представлена стоимостная характеристика и срок службы оборудования, а также стоимость монтажных и пуско-наладочных работ, которые в среднем составляют 15-20% от стоимости оборудования.

Таблица 11 – Стоимостная характеристика и срок службы оборудования

Вид оборудования	Стоимость, руб.	Стоимость монтажных и пусконаладочных работ, руб.	Стоимость оборудования (с учётом стоимости монтажных и пусконаладочных работ), руб.	Срок службы, лет
Мембранный модуль GEMINI 1500-RF3	1 059 380	211 876	1 271 256	50
Аэратор мембранный Экотон	198 300	36 660	237 960	30
Резервуар ЧВ	929 130	185 826	1 114 956	10
Станция обезвоживания осадка	15 960 000	3 192 000	19 152 000	30
Итого:	18 146 810	3 629 362	21 776 172	-

Таким образом, общие затраты на оборудование составят:

$$Z_{об} = 18\,145\,810 + 3\,629\,362 = 21\,776\,172 \text{ руб.}$$

На основании данных таблицы 11 годовые затраты на оборудование составят:

$$Z_{об.год} = \frac{1\,271\,256}{50} + \frac{237\,960}{30} + \frac{1\,114\,956}{10} + \frac{3\,351\,600}{30} = 256\,573 \text{ руб.}$$

4.3 Затраты предприятия на оплату рабочим

Затраты предприятия на оплату рабочим определяются по формуле:

$$Z_z = \sum Z_i \quad (22)$$

где $\sum Z_i$ – заработная плата i - рабочего;

i – количество рабочих.

Периодическую проверку работы очистных сооружений производят электрик и один оператор. Зарботная плата каждого из них составляет 25 000 руб. в месяц. Тогда затраты предприятия на заработную плату составят:

$$Z_z = 2 \cdot 25\,000 = 50\,000 \text{ руб.}, \text{ что за год составит } 600\,000 \text{ руб.}$$

4.4 Затраты предприятия на электроэнергию

Затраты предприятия на электроэнергию определяются по формуле:

$$Z_{эл} = Ktd \cdot \sum P_i \quad (23)$$

где K – стоимость 1 кВт/ч;

t – количество рабочих часов в день;

d – число рабочих дней в год;

P_i – мощность оборудования.

Стоимость электроэнергии составляет 4,41 руб за 1 кВт/ч. Мощность потребителя насосом фирмы Grundfos, $P_{порт}=2,5$ кВт. Установка работает

круглосуточно.

Затраты на электроэнергию составят:

$$Z_{эл} = 2,5 \cdot 24 \cdot 360 \cdot 4,41 = 95\,342,20 \text{ руб/год.}$$

4.5 Затраты предприятия на материалы

Затраты предприятия на материалы определяются по формуле:

$$Z_m = \sum K_i \cdot C_i \quad (24)$$

где K_i – количество материалов;

C_i – стоимость расчетной единицы материала.

Стоимость загрузочного материала для мембранных фильтров составляет: микрофльтрационные материалы – 40 000 р/м³; дисковый фильтрующий материал – 200 000 р/м³.

Для загрузки одного мембранного фильтра необходимо 0,535 м материала. Средняя продолжительность работы мембранного фильтра до замены загрузки при концентрации ила в очищенной воде 0,05 мг/л равна 915 суток. Рассматриваемый период работы очистных сооружений – 12 месяцев. На основании этого можно сделать вывод, что загрузку на фильтрах необходимо менять один раз в 3 года. Фильтрующий материал достаточно менять раз в 6 лет.

$$Z_m = \frac{40\,000 \cdot 0,535}{4} + \frac{200\,000 \cdot 0,12}{12} = 7350 \text{ руб/год.}$$

4.6 Затраты на утилизацию отходов

Затраты на утилизацию отходов определяются по формуле:

$$Z_{отх} = p \sum H_i \cdot \sum C_i \quad (25)$$

где p – стоимость услуг специализированного предприятия;

H_i – количество отходов;

C_i – стоимость вывоза расчетной единицы отходов.

При очистке сточных вод образуется иловый осадок. Утилизация илового осадка составляет 7 600 руб./т. Соответственно, затраты на вывоз осадка составят:

$$Z_{\text{отх}} = 7\,600 \cdot 0,107 = 813 \text{ руб./год.}$$

Годовые затраты предприятия на очистку 1 м³ илового осадка составят:

$$Z_{\text{оч}} = 256\,573 + 32\,361 + 600\,000 + 7\,350 + 813 = 897\,097 \text{ руб./год.}$$

Себестоимость 1 м³ очищенных вод составит:

$$S = \frac{897\,097}{51\,836,4} = 17,3 \text{ руб/м.}$$

В случае сброса предприятием стоков с превышением максимальных допустимых значений и концентрации, плата за негативное воздействие на работу централизованной системы водоотведения за 1 м³ составит:

$$\begin{aligned} \Pi = & (\text{Макс}(K_{i1}) + \text{Сумм}(K_{i2}) + \text{Макс}(K_{i3}) + \text{Сумм}(K_{i4}) + K_{\text{рН}} + K_{\text{илос}} \\ & + K_{\text{ГТ}} + K_{\text{пхб}} + K_{\text{жиры}} + \text{Макс}(K_{i5}) \cdot T \end{aligned} \quad (26)$$

где $\text{Макс}(K_{i1})$ – максимальные из всех значений кратностей превышения фактической концентрации i – загрязняющего компонента или фактического показателя свойств стоков абонента над максимальным допустимым значением концентрации i – загрязняющего вещества или показателя свойств стоков, отнесённых к группе 1;

$\text{Сумм}(K_{i2})$ – суммарные значения кратностей превышения (K_i) по показателям или веществам, отнесённым к группе 2;

$\text{Макс}(K_{i3})$ – максимальные из всех значений кратностей превышения (K_i) по показателям или веществам, отнесённым к группе 3;

$\text{Сумм}(K_{i4})$ – суммарные значения кратностей превышения (K_i) по веществам или показателям, отнесённым к группе 4;

$K_{\text{рН}}$ – значение кратности превышения (K_i) по водородному показателю (рН), равное соответствующему значению коэффициента воздействия указанного показателя свойств стоков;

$K_{\text{илос}}, K_{\text{Т}}, K_{\text{илхб}}, K_{\text{жиры}}$, – значения кратностей превышения (K_i) соответственно по летучим органическим соединениям, температуре, полихлорированным бифенилам, жирам;

$\text{Макс}(K_{i5})$ – максимальные из значений кратностей превышения (K_i) по веществам, отнесённым к группе 5;

T – тариф на водоотведение, действующий для абонента (руб./м³) (под данным Региональной энергетической комиссии Кемеровской области постановление от 26 декабря 2019 года № 861 $T=36,52$ руб./м³).

Кратность превышения K_i определяется по формуле:

$$K_i = \frac{(\Phi K_i - ДK_i)}{ДK_i} \cdot KB \quad (27)$$

где ΦK_i – фактическая концентрация i -го загрязняющего компонента или фактический показатель свойств стоков абонента, заявленные в декларации или зафиксированные в контрольной пробе сточных вод абонента, отобранной организацией, осуществляющей водоотведение, на конкретном канализационном выпуске (мг/л);

$ДK_i$ – максимальное допустимое значение концентрации i – загрязняющего компонента или показателя свойств стоков (мг/л) определяем;

KB – коэффициент воздействия загрязняющего вещества или показателя свойств стоков;

Определим кратность по нефти:

$$K_n = \frac{(20 - 1,6)}{1,6} \cdot 1 = 11,6.$$

Определим кратность превышения по взвешенным веществам:

$$K_n = \frac{(2000 - 125)}{125} \cdot 0,7 = 10,5.$$

Стоимость выброса 1 м³ загрязнённых сточных вод:

$$П = (11,6 + 10,5) \cdot 22,91 = 506,3 \frac{p}{m}$$

На основании расчётов делаем вывод о том, что в случае сброса предприятием стоков с превышением максимальных допустимых значений показателей и концентраций, плата за негативное воздействие на работу

централизованной системы водоотведения за 1 м³ составит, что в 29 раз больше себестоимости воды, получаемой на выходе после очистных сооружений.

Произведённые расчёты доказывают не только необходимость, но и целесообразность организации природоохранных мероприятий, показывая не только их необходимость, но и реальную выгоду для предприятия.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание условий работы

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на участке ООО «ВодСнаб»

Характеристика объекта: рабочее место расположено в здании кирпичное 6х12м, где находится насос №1, №2 СМ150-125-315 , вентилятор ВЦ4-70, ЗРУ (закрытое распределительное устройство) – 0,4 кВт, колодец куда поступают хоз-бытовые сток. В дежурной комнате находится мебель, компьютер, журнал НХБС и стационарный телефон, аптечка.

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ Опасные и вредные производственные факторы» на ОСК рабочие подвергается следующим опасным и вредным производственным факторам: физические, химические, биологические.

На рабочем месте машиниста насосной станции обслуживающего насосные установки присутствуют следующие физически вредные и опасные производственные факторы:

Повышенный уровень вибрации; повышенный уровень производственного шума; наличие вредных веществ в воздухе рабочей зоны; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная влажность воздуха; недостаточная освещённость рабочей зоны.

В данном разделе проанализируем условия труда с точки зрения наличия возможности появления опасных и вредных факторов, влияние которых может оказывать негативное воздействие на организм работников предприятия, рассмотрим мероприятия по технике безопасности и производственной санитарии, а также мероприятия по противопожарной профилактике и по повышению устойчивости объекта при чрезвычайных

ситуациях.

5.2 Вредные и опасные производственные факторы

Вредными производственными факторами называют те неблагоприятные факторы, которые при длительном воздействии могут вызывать у рабочих или служащих профессиональные заболевания.

Анализ несчастных случаев на предприятиях водоснабжения и канализации даёт возможность классифицировать большинство причин травматизма по трём основным видам: технические; санитарно-гигиенические; организационные.

Технические причины включают конструктивные недостатки оборудования, машин, механизмов, приспособлений, инструмента. Неисправность электрических систем, подъёмно-транспортных средств, автотранспорта, оградительных, предохранительных и блокировочных устройств, несовершенств технологических процессов и т.д.

К санитарно-гигиеническим причинам относятся вредные выделения в технологическом цикле, неудовлетворительное освещение, повышенный уровень шума, запыленность и загазованность рабочей зоны и т.д.

К организационным причинам относятся отсутствие надлежащего надзора и контроля за ведением работ, нарушения технологических процессов. Несоблюдение норм расположения оборудования, проходов, проездов, захламление и загромождение территории и помещений, загрязнённость полов и рабочих мест, нарушение режима труда и отдыха работающих, использование рабочих не по специальности, отсутствие, несовершенство или несоответствие средств защиты, контрольно-измерительных приборов, недостатки в обучении, инструктаже работающих другие причины.

Производственные вредные факторы оператора очистных сооружений. При эксплуатации сооружений необходимо учитывать наличие и возможность

воздействия следующих опасных и вредных производственных факторов:

- движущихся элементов оборудования (насоса марки СМ-150-125-315) отлетающих частей (при выбивании заглушек в испытываемых трубопроводах, при обработке и обкалывании бетонных труб и фасонных изделий и др.);
- падающих предметов и инструментов (при работах в водопроводных и канализационных колодцах, на очистных сооружениях и сетях, в помещениях);
- опасного уровня напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека;
- пониженной температуры воздуха в производственных помещениях и сооружениях;
- повышенной влажности воздуха (в насосных станциях, в помещениях фильтров, отстойников и др.);
- повышенного уровня шума и вибраций (в машинных залах);
- недостаточной освещённости рабочей зоны (в колодцах, камерах, каналах и т.п.);
- газообразных веществ общетоксического и другого вредного воздействия в колодцах, камерах, каналах, очистных сооружениях (сероводород, метан, пары бензина, эфира, углекислый газ, озон и др.);
- патогенных микроорганизмов в сточных и природных водах.

5.3 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды

В процессе труда человек вступает во взаимодействие с различными предметами, другими людьми. Кроме этого на него воздействуют параметры производственной обстановки (температура, влажность, подвижность воздуха, шум и т.д.). Это характеризует определённые условия, в которых протекает труд человека. От условий труда в большой степени зависят здоровье и работоспособность человека, его отношение к труду.

При плохих условиях резко снижается производительность, и создаются предпосылки для возникновения травматизма и профессиональных заболеваний.

Высокий уровень шума и вибрации. Работающее технологическое оборудование (насосы, компрессоры, электродвигатели) является источником повышенного шума и вибрации, что неблагоприятно воздействует на работника, а так же может вызывать разрушения различных конструкций и оборудования. Уровень шума и вибрации на рабочем месте не должен превышать допустимый уровень шума и вибрации, согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03.

Шум уровня до 65 дБ вызывает раздражение, носящее лишь психологический характер. Особенно отрицательно такой шум сказывается при умственной работе. Зачастую такой шум, производимый самим человеком, не беспокоит его, в то время как посторонний вызывает раздражение.

Для борьбы с шумом и вибрацией необходимо применять следующие мероприятия: производится тщательное наблюдение за узлами оборудования, и, в случае необходимости, настройка оборудования и замена изношенных частей установок. Оборудование насоса марки СМ-150-125-315 являющееся источником вибраций, должно быть установлено на виброопорах ОВ 70 и ФГС-70 так же применяется конструкции глушителя 1-1/2 РВ128 (МНРТ) Глушители так же применяются, абсорбционными, реактивными и комбинированными. Все средства СИЗ подразделяются на наушники марки СОМЗ – 1 ЯГУАР.

Неблагоприятное действие может быть уменьшено путём сокращения времени нахождения в условиях воздействия шума, рационального режима труда и отдыха с использованием комнат акустической разгрузки. Для профилактики воздействия шумов необходимо проводить постоянные медосмотры и освидетельствования.

В производстве оборудование насоса марки СМ-150-125-315 вибрация которых, имеет максимальные уровни энергии (максимальный уровень

виброскорости) в полосах низких частот (до 36 Гц), вызывают вибрационную патологию с преимущественным поражением нервно-мышечной ткани и опорно-двигательного аппарата.

При работе с ручными машинами, вибрация которых имеет максимальный уровень энергии в высокочастотной области спектра (выше 125 Гц), возникают главным образом сосудистые расстройства. При воздействии вибрации низкой частоты заболевание возникает через 8-10 лет, а при воздействии высокочастотной вибрации – через 5 лет и раньше. Общая вибрация разных параметров вызывает различную степень выраженности изменений нервной системы (центральной и вегетативной), сердечнососудистой системы, и вестибулярного аппарата.

Для защиты от вибрации применяют следующие методы:

1. Снижение виброактивности каналопромывочная машина Преус Б2055КР машин; за счёт уменьшения частоты вращения и уменьшения вращающихся масс, а также перераспределение энергии во времени.

2. Отстройка от резонансных частот осуществляют на стадии проектирования, т.к. в условиях эксплуатации режимы работы определяются условиями технологического процесса; динамическое виброгашение осуществляют путем установки агрегатов на фундаменты. Для объектов между основанием и агрегатом устанавливают массивную опорную плиту.

3. Виброизоляция: в идеальном случае насос и приводной электродвигатель собирают на общей плите, которую затем монтируют на крышке масляного резервуара с применением амортизаторов. Применяют амортизаторы резиновые, резинометаллические, пластмассовые и комбинированные, резинометаллические амортизаторы с мягким демпфирующим элементом, эластичные прокладки.

4. Виброгашение осуществляют путём установки агрегатов на фундаменты. Массу фундамента подбирают таким образом, чтобы амплитуда колебаний подошвы фундамента в любом случае не превышала 0,1-0,2 мм, а для особо ответственных сооружений 0,005 мм между основанием и агрегатом

устанавливают массивную опорную плиту. Сопротивления колебательных систем является установка динамических виброгасителей и динамические виброгасители, уменьшающие уровень вибраций защищаемого объекта за счёт воздействия на него реакций виброгасителя.

5. Виброгаситель жёстко крепится на вибрирующем агрегате, поэтому в нем в каждый момент времени возбуждаются колебания, находящиеся в противофазе с колебаниями агрегата.

6. Индивидуальные средства защиты: наушники марки СОМЗ–1 ЯГУАР, костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, сапоги резиновые с защитным подноском, перчатки с полимерным покрытием, перчатки резиновые из полимерных материалов, средство индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующее изолирующее респираторы (FFP).

Химические. Контакт человека с химикатами на предприятии может проходить самым непосредственным образом и иметь пагубные последствия; он может быть также и достаточно продолжительным. В процессах коагуляции, флокуляции, дезинфекции. Их выбор определяется тем, каким именно загрязняющим веществом или веществами насыщены стоки; некоторые промышленные отходы требуют несколько химической обработки. Тем не менее, наиболее распространенными химическими рисками в процессе коагуляции и флокуляции, являются раздражения кожи и повреждения глаз при прямом контакте с химикатами. Особенно это касается растворов Дезинфекция стока часто проводится с использованием жидкого или газообразного хлора. Можно повредить глаза, если в них попадут брызги жидкого хлора. Также для дезинфекции стоков используют озон и ультрафиолет.

Химические риски на очистных сооружениях сточных вод связаны с распадом органического материала, приводящего к образованию сероводорода и метана из токсичных отходов, оседающих на дне канализационных линий, а также с загрязняющими веществами как сероводород, аммиак, этилмеркаптан,

углерод оксид, азот диоксид, метан, образующимися в результате операций, которые выполняют сами рабочие. Чтобы избежать отравление применяются индивидуальные средств защиты работника (специальной защитной одежды, обуви, рукавиц, респираторов, защитных очков, нейтрализующих паст и мазей для защиты).

Биологические. На очистных сооружениях одним из гигиенически значимых факторов является биологический. Открытый технологический процесс, непосредственный контакт персонала с загрязненной водой и осадками, усугубляют эту опасность. Преобладающими группами бактерий для очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод являются грамположительные палочки, споровые бактерии и грамположительные кокки, актиномицеты. Преобладающими родами плесневых грибов являлись *Aspergillius*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Ruzopus*. Биологическое действие является особым специфическим процессом, свойственным лишь живой материи. Оно выражается в раздражении и возбуждении живых тканей организма, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями. В результате могут возникнуть различные нарушения в организме, в том числе нарушение и даже полное прекращение деятельности органов дыхания и кровообращения.

В отличие от коллективных, средства индивидуальной направлены на обеспечение безопасности одного человека и применяются в случаях, когда требуется дополнительная защита сотрудника. СИЗ могут использоваться вместе с коллективными средствами защиты или отдельно от них. Широко распространено использование таких видов как:

- специальная одежда;
- спецобувь, (сапоги резиновые с защитным подноском);
- респираторы (FFP);
- перчатки резиновые из полимерных материалов.

Нормативные документы: Приказ Минздрав РФ от 24 декабря 2009 г.

№ 1213 «Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, и других средств индивидуальной защиты работника водных хозяйств, занятым на работах с вредными и опасными условиями труда, а так же на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением».

Освещённость. Согласно научным исследованиям, отсутствие или недостаток естественного освещения на рабочем месте может называть ухудшение самочувствия, привести к потере сна и ослаблению здоровья. Причина отрицательного воздействия может заключаться в изменении циркадных ритмов из-за недостатка естественного света. Поэтому следует уделять большее внимание достаточному дневному освещению для укрепления здоровья и морального состояния работников.

На рабочих местах, где трудовая деятельность ведётся в условиях отсутствия естественного освещения, необходимо проводить мероприятия, направленные на уменьшение уровня вредности условий труда. В их число входят следующие:

- улучшение условий путём использования искусственного освещения;
- защита временем, то есть сокращение продолжительности пребывания работников в помещении без естественного освещения;
- профилактическое ультрафиолетовое облучение работников. В этом случае источники ультрафиолетового излучения устанавливают рядом с обычными осветительными лампами, за счёт чего достигается обогащение обычного искусственного освещения ультрафиолетовым излучением.

В зависимости от напряжения зрительного аппарата при выполнении работы освещённость на предприятиях делят на восемь разрядов – от наивысшей точности до общего наблюдения за ходом производственного процесса по СП 52.13330.2016 [22].

В таблице 12 приведены нормируемые значения КЕО.

Таблице 12 – нормируемые значения КЕО

Характеристика выполняемой зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Значение КЕО в при естественном освещении, %	
			Верхнем и комбинированным	боковым
Наивысшей точности	менее 0,15	1	10	3,5
Очень высокой точности	0,15-0,30	2	7	2,5
Высокой точностью	0,3-0,5	3	5	2,0
Средней точностью	от 0,5 до 1,0	4	4	1,5

К числу источников света массового применения относятся лампы накаливания, лампы ДРЛ, люминесцентные лампы. Лампы накаливания применяются там, где проводятся грубые работы, или осуществляется общий надзор за эксплуатацией оборудования.

Характеристика выполняемой зрительной работы для проекта относится к классу средней точности, где наименьший объект различия от 0,5 до 1,0 мм, в связи с этим значение КЕО при естественном освещении 1,5 %.

Естественное освещение осуществляется через светопроемы, обеспечивающие необходимый коэффициент естественной освещенности не ниже 1,2 %. Искусственное освещение в помещениях должно осуществляться системой равномерного освещения. В качестве источников света при искусственном освещении применяются преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ. Освещённость на рабочем месте оператора должна составлять не менее 200 лк при системе общего освещения и не менее 750 лк при системе комбинированного освещения. Для освещения помещений применяются светильники серии ЛП 036 с зеркализированными решётками, укомплектованные

высокочастотными пускорегулирующими аппаратами (ВЧ ПРА). Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м^2 , а защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.

Коэффициент пульсации не должен превышать 15%, что должно обеспечиваться применением газоразрядных ламп в светильниках общего освещения с высокочастотными пускорегулирующими аппаратами (ВЧ ПРА) для любых типов светильников.

Оператору очистных сооружений выделяется:

- костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий 1 шт.;
- сапоги резиновые с защитным подноском 1 – пара;
- перчатки с полимерным покрытием – 12 пар;
- перчатки резиновые из полимерных материалов – до износа;
- средство индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующее изолирующее – до износа.

Перед работой следует надеть спецодежду, проверить наличие и исправность средств индивидуальной защиты (например, респиратора и т.п.), медицинской аптечки для оказания первой помощи. Спецодежда должна быть соответствующего размера, чистой и не стеснять движений. Перед началом работы нужно убедиться в достаточности освещения рабочей зоны, при необходимости, следует навести чистоту, порядок и обеспечить наличие свободных проходов.

Оператор должен осмотреть инструмент и убедиться в его полной исправности и не должен приступать к работе, если у него имеются сомнения в обеспечении безопасности при выполнении предстоящей работы.

Если общие технические мероприятия не могут полностью предохранить работающего от воздействия вредных и опасных производственных факторов, персонал обязан пользоваться средствами индивидуальной защиты и защитным инвентарём (спецодежда, спец обувь и

предохранительные приспособления, предназначенные для защиты работающих от вредного воздействия среды, а также на работах в неблагоприятных температурных и санитарных условиях).

Повторный инструктаж проходят все работники независимо от квалификации, образования, стажа, характера выполняемой работы один раз в полугодие. Его проводят индивидуально или с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование, в пределах общего рабочего места по программе первичного инструктажа на рабочем месте в полном объёме.

5.4 Охрана окружающей среды

Деятельность предприятия ООО «ВодСнаб» сопровождается следующими воздействиями на окружающую среду:

- выбросы вредных веществ в атмосферу;
- использование сброс загрязнённых сточных вод;
- размещение отходов в производстве.

Определялись компоненты: нитрит-ион, нитрат-ион, азот аммония, БПК₅, фосфат-ион (в пересчёте на фосфор), сульфат-ион, хлорид-ион, АПАВ, взвешенные вещества, сухой остаток, жиры, нефтепродукты, ХПК, рН. Полученные данные были сравнены с ПДК определяемых ингредиентов. Было установлено, их содержание не превышает ПДК. определялось согласно «Правилам приёма производственных и бытовых сточных вод в систему канализации и на очистные сооружения города Юрга. Сброс сточных вод на предприятии осуществляется через городские очистные сооружения, где стоки проходят биологическую доочистку. После очистных сооружений стоки попадают в реку Томь. В соответствии с проектными решениями, отвод ливневых и талых вод предусматривается производить в сливные колодцы, расположенные на территории предприятия.

5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

Опасность в залповых выбросах отравляющих или токсичных веществ в окружающую среду естественно отрицательным воздействием на персонал.

- аварии на ОС сточных вод промышленных предприятий с массовым выбросом загрязняющих веществ;

- аварии на ОС промышленных газов с массовым выбросом загрязняющих веществ.

Очистные сооружения представляют собой специализированное оборудование для очистки сточных вод, которое может быть локального типа, то есть устанавливаться на небольших частных объектах, так и промышленного. Происходить аварии на очистных сооружениях могут по нескольким причинам:

- отключение электричества. Во избежание подобной ситуации необходимо позаботиться об аварийном отключении оборудования или об альтернативных источниках питания;

- износ оборудования. Своевременное обслуживание, выявление неисправностей, реконструкция оборудования, замена вышедших из строя частей или целых установок – меры для предупреждения такого рода аварий;

- погода и стихийные бедствия. Оборудование для очистки сточных вод должно быть разработано и произведено с учётом климатической и сейсмической зоны объекта;

- человеческий фактор. Требуется качественное обучение персонала и подбор ответственных сотрудников, а также обеспечение мер безопасности для предотвращения терактов;

- ненормативная работа очистных сооружений. Количество загрязнённых стоков не должно превышать производительности оборудования, необходимо предусмотреть уничтожение каждого вида загрязнений из промышленных стоков;

Во избежание пожаров от электрического тока необходимо, чтобы электрические сети и электрооборудование отвечали требованиям правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации электроустановок ПОТ Р М-016-2001.

– пожарная безопасность на производстве обеспечивается следующими мероприятиями пожарной профилактики:

- организационные – противопожарный инструктаж,
- создание комиссий, разработка планов эвакуации;
- технические – соблюдение норм и правил при проектировании и строительстве зданий, соблюдение норм при выборе оборудования, устройство вентиляции и отопления, оснащение средствами пожаротушения и т.д.;

- режимные – запрещение курения в неустановленных местах;

- эксплуатационные – своевременный ремонт оборудования.

Система пожарной защиты предусматривает следующие меры:

- предотвращение распространения пожара за пределы очага;

- применение средств пожаротушения;

- эвакуация людей в случае пожара;

- применение средств пожарной сигнализации и средств извещения.

Надёжная и безопасная работа электрооборудования обеспечивается в результате правильного его выбора, качества изготовления и регулярного проведения осмотров, профилактических испытаний и ремонтов. Поэтому имеет особое значение выполнения требований ПУЭ и ГОСТ при выборе электрооборудования.

Согласно документу «Правила противопожарного режима в РФ» от 25.04.2012г. необходимо иметь:

- 1 огнетушителя типа ОП-5;

- не менее 1 огнетушителей типа ОВП-10;

- план эвакуации людей;

- средства пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре.

Каждый, обнаруживший пожар или загорание, обязан немедленно вызвать пожарную охрану по телефону 01, а также при необходимости вызвать газоспасательную, медицинскую и другие службы. Информацию об очаге возгорания необходимо сообщить лицу ответственному за эвакуацию людей из здания. Если в помещении, где произошло загорание, находятся предметы.

В помещении назначен ответственный, за эксплуатацию электрохозяйства, а обеспечение пожароопасной электроустановок и электросетей. В его обязанности входит:

- своевременное проведение профилактических осмотров и ППР;
- следить за правильностью выбора и применения оборудования;
- систематически контролировать состояние аппаратов, предохраняющих от отклонений в режимах работы;
- следить за наличием средств пожаротушения;
- организовать систему обучения и инструктаж по вопросам, обеспечения пожароопасности.

Меры пожарной безопасности:

- наличие необходимого количества выходов;
- пожарная сигнализация;
- организационно-технические мероприятия.

5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для выполнения работ допускается только аттестованный персонал, имеющие удостоверения аттестации и допуск к данным видам работам. Обучение персонала производится: в соответствии с централизованным графиком повышения квалификации и профессиональной переподготовки руководителей и специалистов. Обучение на курсах повышения квалификации проводится на базе ведущих учебных заведений страны с целью повышения

общего уровня образования и общетеоретической подготовки. График обучения формируется отделом кадров и социального обеспечения по согласованию с отделом технического состояния объектов и утверждается Генеральным директором.

В ходе проделанной работы было выявлено: в данном проекте присутствует особо вредный технологический участок – химический, биологический. Были выявлены участки с вредными производственными факторами, разработаны меры по уменьшению вредного воздействия на здоровье людей, Так же были предложены меры по предотвращению наиболее вероятной ЧС. Предложенные методы из этого раздела, возможно, внедрить на производство.

Так же была определена последовательность выполнения работ. Описаны технологические этапы выполняемых работ с кратким их описанием и требованиям к выполнению. Определены сроки выполнения работ, потребность людских и технических ресурсов. На основании расчётов были обеспечены все необходимые условия для безопасной и бесперебойной работы.

Заключение

В выпускной квалификационной работе произведён анализ фактического протекания процессов очистки сточных вод на ООО «ВодСнаб» города Юрги, выявлены возможные причины не достижения нормативных показателей по ряду загрязняющих веществ в сточных водах на сбросе в реку Томь и предложены мероприятия по усовершенствованию процессов биохимического окисления, нитрификации, денитрификации и дефосфотации.

Для решения поставленных в работе задач сделано детальное описание основных ступеней и процессов, протекающих на канализационных очистных сооружениях. Комплектация городских очистных сооружений в большинстве случаев включает этапы механической очистки и усреднения, подаваемых на очистку сточных вод, процессы биохимического окисления и разложения органических и биогенных веществ, протекающие в биореакторах различной конфигурации с применением микроорганизмов активного ила, вторичное отстаивание, доочистку и обеззараживание.

Литературный обзор наилучших доступных технологий в области очистки хозяйственно-бытовых сточных вод позволил оценить преимущества и недостатки различных современных технологических схем нитриденитрификации и дефосфотации.

Эффективными мероприятиями по улучшению работы городских очистных сооружений так же применены мембранные модули для разделения очищаемой воды и активного ила взамен вторичного отстаивания.

Проектной документацией предлагается очистка сточных вод до нормативов на сброс в реку Томь.

В работе рассчитаны нормативно допустимые и фактические показатели концентрации загрязняющих веществ в сточных водах после очистки. Фактический сброс. На основании рассчитанных значений сброса, анализа динамики протекания процессов очистки и изучения наилучших доступных

технологий усовершенствованию предлагаются технологической следующие схемы мероприятия очистки и по достижения нормативных показателей сброса загрязняющих веществ со сточными водами:

- для повышения качества очистки, в первую очередь, необходим выход гидравлической нагрузки на проектную мощность;

- для более эффективного применения процесса актуальным является проведение проверочных расчётов работы аэротенка с учётом российских требований нормативного сброса и условий эксплуатации объекта;

- несмотря на то, что нормативные показатели по некоторым веществам на сбросе не достигаются, процесс нитри-денитрификации по технологии протекает эффективно и данную практику применения метода можно считать удачной;

- для интенсификации протекающих в аэротенке процессов рекомендуется внедрение модифицированного процесса, который подразумевает разделение аноксидной зоны на две части и устройство более эффективных нитратного и аноксидного рециклов.

Реализация такого мероприятия на данном этапе эксплуатации необоснованно большими капитальными затратами и возможностью нормализации протекающих процессов с увеличением нагрузки.

Таким образом, цель работы, а именно провести детальный анализ процессов очистки сточных вод на канализационных очистных сооружениях ООО «ВодСнаб» г. Юрги и разработать мероприятия по достижению нормативных показателей достигнут, задачи выполнены.

Вывод: альтернативой технологии биологической очистки с многоступенчатой доочисткой является современная мембранно-биологическая технология с использованием мембранного биореактора.

Мембранные биореакторы обеспечивают высокую степень очистки при высокой стабильности и устойчивости процесса. Они сочетают в себе процессы микрофльтрации и ультрафльтрации, а также процесс аэробной биологической очистки сточных вод.

Основные преимущества внедрения технологии мембранных биореакторов:

1. Повышение эффективности и надежности очистных сооружений.
2. Повышение производительности очистных сооружений за счет увеличения концентрации активного ила в аэротенках.
3. Создание компактных очистных сооружений, благодаря замене вторичного отстаивания и фильтрации на фильтрах различного типа на мембранную доочистку;
4. Снижения объёма избыточного активного ила.

Список использованной литературы

1. Очистка сточных Википедии – Режим вод [электронный ресурс]: Материал из :https://ru.wikipedia.org/wiki/очистка_сточных_вод (дата обращения 12.03.2020).
2. Ветошкин А.Г. Инженерная защита водной среды: учеб.пособие / А.Г. Ветошкин. – 1-е изд. – Спб.: Издательство «Лань», 2015. – 416с.
3. Гельфанд Е.Д. Основы биологической очистки сточных вод / Е.Д. Гельфанд: 1-е изд., г. Архангельск, 2012. – 29с.
4. Аэротенк [электронный ресурс]: Материал из Википедии – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Аэротенк> (дата обращения 12.03.2020).
5. Доочистка сточных вод [электронный ресурс] – Режим доступа <http://gardenweb.ru/doochistka-stochnykh-vod> (дата обращения 14.04.2020).
6. Канализация. Биофильтры [электронный ресурс]: электронная библиотека – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-109kanalizacia/97.htm> (дата обращения 14.04.2020).
7. Колобанов С.К. Проектирование очистных сооружений канализации / С.К. Колобанов, А.В. Ершов, М.Е. Кигель. – 1-е изд. – Киев: Будивельник, 1977.
8. Борисов Ю.П. Оборудование для обезвоживания осадка / Ю.П. Борисов // Экология производства. – 2016.
9. Биохимическое превращение загрязнений неприродного происхождения [электронный ресурс]: электронная библиотека – Режим доступа:<http://www.ochistnye-sooruzheniya.ru/bioximicheskaya-ochistka-stochnykh-vod> (дата обращения 02.03.2020).
10. Харькина О.В. Проблемы эксплуатации сооружений очистки сточных вод и их решения: вспухание и пенообразование активного ила / О.В. Харькина // Справочник эколога. – 2015. - № 2. – С. 28-32.
11. Данилович Д.А. Исследование применения метода кинетической селекции для борьбы со вспуханием активного ила /Д.А. Данилович,

М.Н. Козлов, Л.С. Савельева, О.В.Харькина // Международный конгресс по управлению отходами ВэйстТэк-2005 (г. Москва, 31 мая – 3 июня 2005 г.). – М., 2015. – Сборник докладов. – С. 21-26.

12. Данилович Д.А. Технологические мероприятия эксплуатации сооружений биологической очистки в аварийных и экстремальных условиях /Д.А. Данилович, М.Н. Козлов, О.В. Харькина., К.В. Шотина // Сб. статей и публикаций / МГУП Мосводоканал. – М., 2018. С. 154-170.

13. Козлов М.Н. Опыт эксплуатации сооружений биологической очистки сточных вод от соединений азота и фосфора / М.Н. Козлов [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. - 2010. - № 10. Ч. 1. 14. Большаков Н. Ю. Очистка от биогенных элементов на городских очистных сооружениях / Н.Ю. Большаков. – СПб.: Изд. Политехнического университета, 2010 г.

14. Большаков Н.Ю. Внедрение технологии нитриденитрификации на очистных сооружениях /Н.Ю. Большаков / Экология производства. – 2012. № 12. С. 70-75.

15. Tchobanoglous G., Et al. Wastewater Engineering. Treatment and Reuse. N.Y.: McGraw-Hill Hingher Education, 2003.

16. Хенце М. Биологическая очистка сточных вод : учеб.пособие / М. Хенце, П.Армоэс, Йля-Кур-Янсен. – 1-е изд. – М.: Мир, 2015.– 471с.

17. Ногих В.Р. Мембранный биореактор в очистке сточных вод / В.Р. Ногих, Ю.В. Бессонов // Экология производства. – 2012. – № 10.С. 52-54.

18. Гришков М.А. Очистка сточных вод с помощью мембранного биореактора / М.А. Гришков, С.А. Арменинов, Е.В. Тиханова // Экология производства. – 2014. – № 4 – С. 50-56.

19. Yang Gordon C.C., Tsai Chi-Ming. Preparation of carbon fibers / carbon/ alumina tubular composite membranes and their applications in treating Cu-CMP wastewater by a novel electrochemical process// J. Membr. Sci. 2009.331. №1-2.

20. Agnado J. a.o. Aqueous heavy metals removal by absorption от amine-functionalized mesoporous silica// J. Hazardous Mater. 2009. 163. №1. P. 213-221.

21. Jyotikusum Acharya a.o. Tamarind. Removal of lead (II) from wastewater

by activation// Chem. Eng. J. 2009. 149. №1-3. P. 249-262.

22. Chorbani F. a.o. Application of response surface methodology for optimization of cadmium biosorption in an aqueous solution by *saccaromyces cerevisiae*// Chem. Eng. J. 2008. 145. №2. P. 267-275.

23. Xu Cong. Feng Xiaogui, Jing Shan. Application of liquid solid semi-moving bed to fraction-ation of cesium ion in wastewater// J. Chem. Eng. 2007. 15. №5. P. 654-660

24. Панова И.М. Биологическая очистка по технологии SBR / Н.И. Панова, И. Нойберт // Экология производства. –2015. - № 6.- С. 58-61.

25. Трусов А.Н. Система биологической очистки Sanitare ICEASSBR / А.С. Трусов, А.В. Шумков // Экология производства. – 2015. - № 3. – С. 66-67.

26. Аэрация сточных вод [электронный ресурс]: официальный сайт: Петроплан Инжиниринг – Режим доступа <http://petroplanpro.spb.ru/catalog/goods/aeraciia/> (дата обращения 10.02.2020).

27. Фёдорова А.В. Критерии выбора аэрационной системы для биологических очистных сооружений / А.В. Федорова, С.А. Гарипова // Экология производства. – 2014. – № 8. – С. 41-45.

28. Филиппов А.В. Модернизация процессов очистки сточных вод с помощью оборудования KSB / А.В. Филиппов // Экология производства. – 2015.

29. Трусов А.Н. XALEMWATERSOLUTION: погружные мешалки Flygn/ А.Н. Трусов, А.В. Шумков, В.А. Зинаков // Экология производства. – 2014. – № 10. – С. 68-69.

30. Ефремов А.С. XALEMWATERSOLUTION: насосы Flygn

31. А.С. Ефремов, А.Н. Трусов, В.А. Зинаков // Экология производства. – 2016. № 8. – С. 52-54.

32. Печенкина В.А. Краеведение Приморский край/ В.А. Печенкина – Владивосток: Изд-тво Дальневосточного университета, 2005. – 113с.

33. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний: ГОСТ 20522-96. – введ. 01.01.97. – 28с.

34. Климат города Юрга [электронный ресурс]: Материал из Википедии

- Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Юрга> (дата обращения 14.04.2020).

35. Методические рекомендации по расчёту количества и качества принимаемых сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населённых пунктов: МДК 3-01.2001 – утверждены приказом Госстроя России от 6.04.2001. №75.

36. Канализация. Наружные сети и сооружения: СНиП 2.04.03-85 – введ.1986-01-01. – М.: Стройиздат, 1985. – 87с.

37. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006. № 74-ФЗ (ред. От 31.12.2014) // Доступ из справочно – правовой системы «Техэксперт».

38. Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водныхв: ГОСТ 1.2.04-77 – введ. 01-0778: – М., 1977. – 12с.

39. График производственного экологического контроля КГУП «Приморский водоканал» на 2010 г.

40. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей: утверждена приказом МПР России от 17 декабря 2007 года № 333. – 68с.

41. Нормативы качества вод водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: утверждены приказом Росрыболовства от 08.01.2014. – 124с.

42. Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения: СанПиН 2.1.5.2582-10 – утвержден 27-02-2010; М, 2010 – 11с.

43. Об охране окружающей среды: Федер. закон №7-ФЗ от 10.01.2002. – Доступ из справочно – правовой системы «Техэксперт».

44. Гогина Е.С. Исследование технологической схемы биологической очистки сточных вод для реконструкции очистных сооружений / Е.С. Гогина // Водоснабжение и санитарная техника. – 2011. – № 11 – С. 25-33.

45. Гогина Е.С. Решение вопросов удаления биогенных элементов из

сточных вод / Е.С. Гогина, В.П. Саломеев, Н.А. Макиша // Водоснабжение и канализация. – 2011. – №6. – С. 23-27.

46. Standard ATV-DVWK-A131 E. Dimension of Stage Activated Sludge Plants 2000.

47. Paul E. L., Atiemo-Obeng V. A., Kresta S. M., Handbook of industrial mixing: Science and practice, USA, John Wiley & Sons, 2004.

48. Wasser W., Use of horizontal flow submersible mixers in waste water treatment plants. / World Water, February, – 2000.

49. Баженов В.И. Принцип продольной рециркуляции в аэротенках карусельного типа / В.И. Баженов // Водоснабжение и канализация. – 2016.

50. Статьи из журнала: ВОДООЧИСТКА. ВОДОПОДГОТОВКА. ВОДОСНАБЖЕНИЕ. Издательство: ООО «Издательский дом «Орион» (Москва). ISSN: 2072-2710.

51. Книга «Водоотведение и очистка сточных вод», Воронов Ю.В., Яковлев С.В., МГСУ Издательство АСВ, Москва 2006 г, 704 стр.

52. Валерий Иванович Каракеян ЧИСТЫЕ СООРУЖЕНИЯ. УЧЕБНИК И ПРАКТИКУМ ДЛЯ СПО. Жанр: Учебная литература. Серия: Профессиональное образование. Год издания: 2016. Издательство: Юрайт.

53. Книга Карманов А.П., Полина И.Н., 2015. Технология очистки сточных вод.

54. Чудновский С.М. Ч 84 Улучшение качества природных вод: учеб. пособие / С.М. Чудновский. – Вологда: ВоГУ, 2014. – 182с.

55. Книга автор: В. П. Саломеев. Жанр: Техническая литература. Серия: Библиотека научных разработок и проектов МГСУ. Год: 2009.

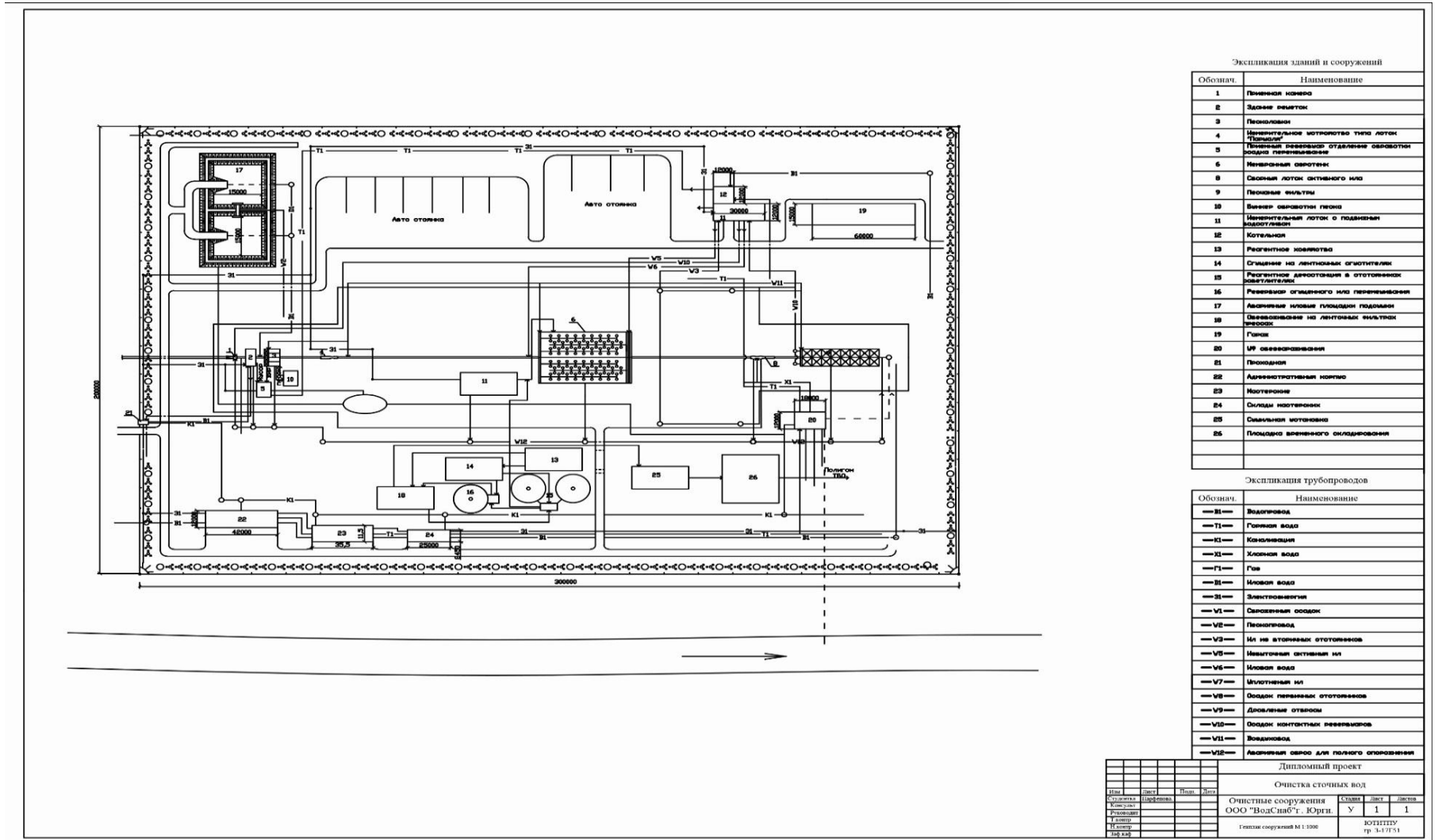
56. Книга Поликар А. по мембранной технологии Молекулярная цитология мембранных систем животной клетки Пер. с франц. М.: Мир, 1972.

57. Книга С.-Т. Хванг, К. Каммермейер Мембранные процессы разделения М.: Химия, 1981.

58. Книга Т.Брок Мембранная фильтрация М: Мир, 1987.-464с.

Приложение А

Схема ОСК г. Юрги ООО «ВодСнаб»



Экспликация зданий и сооружений

Обознач.	Наименование
1	Помещение насосов
2	Здание решеток
3	Песколовник
4	Интерmittентное моторное тягло лоток "Канализ"
5	Полочный резервуар отдувание осветленной воды перевернутого
6	Механический осветитель
8	Сборный лоток активного ила
9	Песчаные фильтры
10	Внеочередной резерв
11	Интерmittентный лоток с подвижной водопроводкой
12	Котельная
13	Регулятор количества
14	Сдвигание на ленточных осветителях
15	Регулятор деаэрации в отстойниках осветителях
16	Резервуар осветленного ила перевернутого
17	Аварийные иловые площадки поддонами
18	Специализированная на ленточных осветителях перевернутого
19	Газовый
20	УФ обеззараживание
21	Помещение
22	Административный корпус
23	Мастерские
24	Склады котельной
25	Самостоятельная котельная
26	Площадка внешнего окисления

Экспликация трубопроводов

Обознач.	Наименование
—В1—	Водопровод
—Т1—	Газовый водопровод
—К1—	Канализация
—Х1—	Холодный водопровод
—Г1—	Газ
—И1—	Иловая вода
—Э1—	Электропитание
—В2—	Среднетемпературный водопровод
—В3—	Паропровод
—В4—	Или не в отстойниках осветителях
—В5—	Или в отстойниках осветителях
—В6—	Иловая вода
—В7—	Или в отстойниках осветителях
—В8—	Осадок первичных осветителей
—В9—	Давление отводом
—В10—	Осадок контактных резервуаров
—В11—	Воздуховод
—В12—	Аварийный слив для полного отстойника

Дипломный проект			
Очистка сточных вод			
Имя	Дата	Имя	Дата
Составитель	10.05.2011	Проверенный	
Курс	5	Специальность	130801
Группа	130801-01	Учебный предмет	У 1 1
Исполнитель		Место	ЮПИИПУ
104 х 148		Год	г. 2011