

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики
(наименование института полностью)

Кафедра «Химическая технология и ресурсосбережение»
(Наименование)

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии
и биотехнологии
(Код и наименование направления подготовки/специальности)

Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов
(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Оптимизация процесса очистки сточных вод на предприятии
АО «Максам-Чирчик»

Обучающийся

Л.Н. Гранкина
(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Ю.В. Чариков
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы и Фамилия)



Тольятти 2023



Росдистант
ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННО

Аннотация

Название выпускной квалификационной работы: «Оптимизация процесса очистки сточных вод на предприятии АО «МАХАМ-СНІРСНІQ»».

Выпускная работа состоит из введения, трех разделов, заключения, 5 таблиц, 9 рисунков, списка используемых источников и 4 чертежей.

В выпускной квалификационной работе рассматривается вопрос модернизации вторичных отстойников во флотационные машины с целью снижения негативного воздействия промышленных сточных вод АО «МАХАМ-СНІРСНІQ» на окружающую среду.

Целью работы является разработка рекомендаций по улучшению очистки производственных сточных вод АО «МАХАМ-СНІРСНІQ».

Объектом исследования – модернизация вторичных отстойников во флотационные машины.

Во введении ставится цель и формулируются задачи работы.

В первом разделе проанализированы характеристика сточных вод и методы их очистки, выявлены их достоинства и недостатки и выбрано техническое решение для оптимизации процесса.

Во втором разделе дана общая характеристика деятельности предприятия АО «МАХАМ-СНІРСНІQ» и технология очистки сточных вод. Проведены лабораторные исследования очищенных сточных вод, сырого и илового осадка, и обосновано предлагаемое техническое решение.

В третьем разделе приводятся данные по расчетам оборудования (флотатора-отстойника), выбору коагулянта и рассчитан материальный баланс.

В заключении делаются выводы о техническом эффекте оптимизации.

Содержание

Введение.....	4
1 Сточные воды и методы их очистки	7
1.1 Характеристика сточных вод	7
1.2 Методы очистки сточных вод.....	12
1.2.1 Механические методы очистки	13
1.2.2 Физико-химические методы	15
1.2.3 Химические методы.....	16
1.2.4 Биологические методы очистки сточных вод.....	18
2 Общая характеристика деятельности и технология очистки сточных вод АО «МАХАМ-CHIRCHIQ».....	21
2.1 Общая характеристика предприятия.....	21
2.2 Технология очистки сточных вод на АО «МАХАМ-CHIRCHIQ»	24
2.3 Условия выпуска производственных сточных вод в городскую канализацию.....	29
2.4 Лабораторные исследования очищенных сточных вод, сырого и илового осадка	30
3 Совершенствование работы очистных сооружений.....	34
3.1 Модернизация отстойников и илоуплотнителей	34
3.2 Технологическая схема предлагаемой флотационной установки	37
3.3 Расчет материального баланса флотатора-отстойника	53
Заключение	56
Список используемой литературы и используемых источников.....	57

Введение

«После воздуха вода является самым необходимым природным ресурсом и необходима для выживания всех живых существ, производства продуктов питания и экономического развития. Многие страны страдают от нехватки воды, которая является результатом загрязнения окружающей среды, и сегодня проблема только усугубляется»[1].

Актуальность работы обусловлена необходимостью совершенствования систем очистки и сточных вод химических предприятий с применением новых наукоемких технологий с целью снижения экономических затрат, а так же повышения уровня надежности и безопасности существующих промышленных систем и комплексов.

Используемые сегодня водоочистные сооружения представляют собой крупные, масштабные строительные проекты с очистными сооружениями с большой площадью испарения, которые громоздки в обслуживании, увеличивают затраты и усложняют очистку сточных вод от различных загрязнителей.

В целом, разработка и применение новых и современных методов очистки промышленных сточных вод является важной задачей, с которой сталкиваются промышленные предприятия в современной экологически ориентированной среде. Она требует постоянного совершенствования и инноваций, чтобы обеспечить максимальную эффективность и экономичность очистки воды. Это становится возможным при применении физико-химических методов очистки сточных вод, которые включают в себя различные процессы, такие как флотация, фильтрация, осаждение, ионный обмен, адсорбция и другие. Эти методы основаны на использовании физических и химических свойств веществ, которые могут удалять загрязнения из воды.

Кроме того, регулирование степени очистки позволяет учитывать специфические требования в отношении определенных веществ или

загрязнителей. Как следствие, возможность регулирования степени очистки является важной функцией технических методов и помогает обеспечить эффективность и экономическую целесообразность процессов очистки.

Ограничения, связанные с затратами на обеззараживание очистных сооружений, являются главным фактором, влияющим на возможность достижения любого уровня обеззараживания при понимании принципов микробного метаболизма. Стоимость электроэнергии и количество персонала играют решающую роль в этом вопросе.

Аэрационные системы обеспечивают качественную и последовательную очистку сточных вод, которые адсорбируются и разрушаются микроорганизмами, взвешенными в чистой воде (активный ил).

Однако, воздушные резервуары, окислительные емкости и аэротенки имеют свои недостатки, такие как высокое энергопотребление, которое составляет от 0,4 до 0,6 кВт.

Многоступенчатые решения с применением активного ила последние годы широко используются во всем мире для одновременной очистки сточных вод от органических загрязнителей и преобразования соединений азота. Процессы нитрификации и денитрификации осуществляются при сочетании аэробных и анаэробных зон. «Для обеспечения эффективного функционирования системы важными факторами являются высокая производительность (до 1 куб. м городских сточных вод), стабильная работа воздуходувок, вентиляторов высокого давления и механических аэраторов на протяжении продолжительного времени, а также охлаждение обрабатываемой жидкости за счет аэрации холодным воздухом»[2].

Децентрализация системы очистки сточных вод представляется нам одним из современных решений проблемы в крупных населенных пунктах. Тем не менее, в некоторых случаях это оказывается сложным и не позволяет сохранить необходимые санитарно-защитные зоны, что делает невозможным строительство крупных очистных сооружений на критически важных территориях.

Будущие очистные сооружения будут компактными и экологически безопасными, что обеспечит высокое качество очищенной воды для удовлетворения технических потребностей городов.

АО «МАХАМ-ШИРСИҚ» стал объектом исследования в данной выпускной квалификационной работе.

Предметом исследования является негативное воздействие промышленных стоков АО «МАХАМ-ШИРСИҚ» на окружающую среду.

Целью данной выпускной работы является разработка рекомендаций по улучшению очистки производственных сточных вод АО «МАХАМ-ШИРСИҚ»

В соответствии с этой целью ставятся следующие задачи:

- исследования по теоретико-методическим вопросам очистки производственных сточных вод;
- общая характеристика и анализ особенностей очистки производственных сточных вод АО «МАХАМ-ШИРСИҚ»;
- лабораторные исследования сточных вод АО «МАХАМ-ШИРСИҚ»
- разработка рекомендаций по снижению негативного воздействия сточных вод АО «МАХАМ-ШИРСИҚ» на окружающую среду.

Структура работы определяется в соответствии с целями и задачами исследования.

Теоретико-методологическую основу исследования составляют работы зарубежных и отечественных авторов в области экологии переработки. В качестве информационной основы используются статистические данные и документы АО «МАХАМ-ШИРСИҚ».

1 Сточные воды и методы их очистки

1.1 Характеристика сточных вод

В настоящее время наблюдается рост степени загрязнения водоемов от сточных вод предприятий. По современным данным загрязнение поверхностных вод в Республике Узбекистан представляет собой следующую картину. На долю относительно чистых водоемов (фон) приходилось 12 % исследованных водоемов, на долю умеренно загрязненных водоемов приходилось 32 %, а остальные 56 % были загрязнены.

Сточные воды обычно требуют очистки перед повторным использованием или возвратом в окружающую среду. Существует несколько типов процессов очистки сточных вод, и необходимая очистка зависит от источника сточных вод и требуемого уровня качества сточных вод.

«По своему происхождению сточные воды делятся на три группы: бытовые, поверхностные и промышленные. Каждая группа имеет свой тип загрязнения и свою специфику очистки» [28].

Бытовые сточные воды – это все, что уходит в канализационную систему из квартир и домов. Он содержит биологические, химические и физические загрязнители: песок, остатки пищи, экскременты человека и животных, бактерии, грибки, вирусы и бытовую химию.

«Поверхностный сток. К ним относятся атмосферный, инфильтрационный и дренажный стоки, оросительные сточные воды» [6].

«Атмосферный сток – это сток дождевых и талых вод. Они собираются самотеком в ливневую канализацию, а затем поступают на очистные сооружения. По сравнению с дождевой водой, талая вода имеет в десятки раз большее загрязнение, поскольку дольше контактирует с окружающей средой и смешивается с пылью, почвой, дорожной грязью и прочим» [7].

«Инфильтрационный сток образуется при просачивании дождевых и талых вод с поверхности земли в канализационную систему через трещины и

пустоты в ней. Затем они смешиваются с остальной водой и также поступают на очистные сооружения» [8].

Дренажные воды – это вода, отводимая с участка для его осушения. Существуют закрытые и открытые дренажные системы. В первом случае воды стекают сначала в дренажную канаву, а затем в канализацию. В случае закрытого дренажа сточные воды стекают в трубу, которая выходит в канализацию.

Промышленные сточные воды образуются на предприятиях (за исключением производства и строительства), таких как магазины и торговые центры, рынки, офисные здания, рестораны, больницы, гостиницы и т. д.

Этапы и степень очистки зависят от того, чем и насколько загрязнены сточные воды.

Существует несколько видов загрязнений:

Для очистки воды от различных видов загрязнений применяются различные методы. Одним из видов загрязнений являются биологические загрязнения, такие как бактерии, грибы и водоросли. Для их удаления используются методы, такие как обеззараживание ультразвуком или УФ излучением, анаэробная или аэробная обработка, а также дезактивация.

«Кроме того, вода может быть загрязнена химическими веществами, такими как органические или минеральные примеси, или их смесь. Для борьбы с химическими загрязнениями применяются методы окисления и восстановления, озонирования, обезвреживания и осаждения. Эти химические методы дополняются физико-химическими методами, которые включают обработку воды реагентами и механическую очистку с использованием различных устройств и фильтров» [28].

Мусор и песок – это примеры крупных механических примесей, которые являются физическими веществами.

Мелкодисперсные и коллоидные частицы удаляются физико-химическим методом с использованием реагентов и установок очистки.

«Термальные – это сточная охлаждающая и энергетическая вода без химических и биологических загрязнений, но с высокой температурой. Такие сточные воды считаются условно чистыми, но если их не охладить и не сбросить в водоем, они изменят свой естественный температурный режим и погибнут его обитатели» [9].

Что касается фазовой дисперсии, все загрязняющие вещества подразделяются по степени их дисперсности (т.е. способности к измельчению) следующим образом.

Растворенный материал, состоящий из молекулярно-дисперсных частиц размером менее 0,01 мкм (10-8 мкм).

Коллоидные вещества - частицы размером от 0,01 до 0,1 мкм.

Нерастворимая примесь с размером частиц более 0,1 мкм. Затем эти примеси разделяют на взвешенные вещества, осажденные твердые вещества и взвешенные вещества.

Промышленные стоки, которые в основном используются для охлаждения, в большинстве своем являются незагрязненными, а загрязненные условно-чисто разделенными. Последнюю категорию можно разделить на три группы сточных вод, в том числе:

- преимущественно минеральные вещества;
- в основном органические вещества;
- органические, без токсичных веществ.

В зависимости от концентрации промышленные сточные воды могут быть высоко- и низкоконтрированными, а в зависимости от значения рН сточные воды могут быть малоагрессивными (включая слабокислотные и слабощелочные) и высокоагрессивными (сильнокислотными и сильнощелочными).

Согласно существующей классификации, сточные воды подразделяются следующим образом:

– чистые сточные воды: связанные с производством, практически незагрязненные, сбрасываемые без очистки и не нарушающие стандарты качества воды;

– загрязненные сточные воды: сточные воды, которые загрязняются различными компонентами в процессе использования и сбрасываются без очистки, и степень очистки очищенных сточных вод ниже стандарта, установленного местным агентством Департамента природных ресурсов, Национальной комиссией, и сточные воды, которые нарушают стандарты качества воды водного объекта при сбросе.

Основные характеристики сточных вод следующие:

Окисляемость - общее содержание органических и неорганических восстановителей в воде. Считается, что в городских сточных водах показатели окисляемости полностью связаны с органическими примесями, так как подавляющее большинство восстановителей являются органическими.

Перманганат калия является слабым окислителем, тогда как дихромат калия и йодат калия – почти одинаково сильные окислители. Результат определения окислительного потенциала выражается в мг O₂/л, независимо от типа окислителя.

Органические загрязнения, которые содержатся в сточных водах, можно оценить по двум показателям по химическому потреблению кислорода (ХПК) и биологическому потреблению кислорода (БПК).

БПК – количество кислорода, израсходованного на аэробное биологическое разложение веществ в сточных водах за период времени при стандартных условиях.

ХПК – химическая потребность в кислороде, кислородный эквивалент общего количества органических веществ в сточных водах.

«Отношение величины БПК к величине ХПК характеризует способность примесей сточных вод подвергаться биохимическому окислению. Для бытовых сточных вод это отношение составляет 0,86, для

промышленных сточных вод оно колеблется в широких пределах, но, как правило, оказывается ниже, чем для бытовых сточных вод» [10].

«Сухой остаток характеризует общее загрязнение воды примесями во всех агрегатных состояниях» [12].

Количество взвешенных веществ является одним из основных критериев для определения необходимой степени очистки сточных вод и характеризует количество примесей первой группы, которые задерживаются на бумажном фильтре при фильтровании пробы

Синтетические поверхностно-активные вещества делятся на ионные и неионные типы. Ионные ПАВ могут быть анионными – гидрофобные органические ионы имеют отрицательный заряд, а гидрофобные катионные органические ионы - положительный. Растворимость ионных веществ в воде зависит от катионов и анионов, которые обладают гидрофильными и неорганическими свойствами соответственно.

Неионные ПАВ не образуют ионов, и их растворимость в воде обусловлена наличием гидрофильных функциональных групп в молекулах.

Присутствие ПАВ в сточных водах связано с их широким использованием в качестве моющих средств, эмульгаторов, увлажнителей и разглаживающих формул в повседневной жизни и в промышленности. Анионные вещества составляют около 75% от общего количества ПАВ, а производство и использование неионных соединений занимает второе место. В сточных водах города было обнаружено два типа ПАВ.

На все этапы очистки сточных вод оказывает влияние присутствие в них ПАВ. Эти соединения замедляют процесс опускания частиц накипи, образуют большое количество пены в каналах и дыхательных сооружениях и останавливают биохимические процессы в биологических окислителях. Использование пресной воды для поступления в резервуар сильно затрудняет последующее использование воды в бытовых и промышленных целях.

ПАВ всех типов зависят от возможности биохимического окисления и обычно делятся на три категории: мягкие в установках биологической

очистки удаляются на 75-85%; средняя степень извлечения 60% и жесткие активного уровня степень извлечения ниже 60%.

В результате допустимое количество мягких и средних веществ ограничено.

1.2 Методы очистки сточных вод

Процесс очистки промышленных стоков является важным элементом охраны окружающей среды и имеет большое экологическое значение. Основной источник загрязнения окружающей среды – производственные сточные воды.

Существующие в настоящее время методы очистки сточных вод изображены на рисунке 1

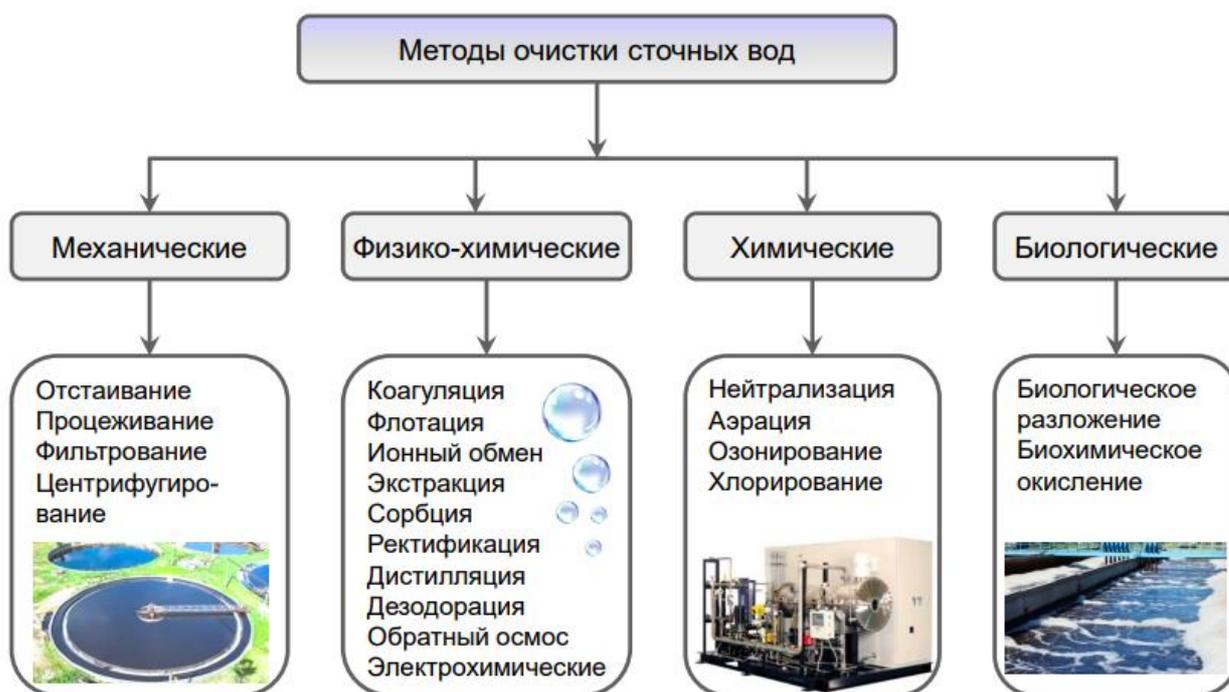


Рисунок 1 – Существующие в настоящее время методы очистки сточных вод

Поскольку сточные воды имеет очень сложный состав, для их очистки обычно применяют сочетание различных методов.

«Чтобы защитить и обеспечить наличие достаточного количества пресной воды для использования и потребления человеком, сточные воды должны быть очищены, прежде чем их можно будет повторно использовать или сбрасывать» [13].

«Чтобы очистить сточные воды и сделать их чистыми, используются различные методы очистки промышленных сточных вод. Различные традиционные методы очистки сточных вод, используемые для удаления загрязнений из сточных вод, - это физические, механические, биологические и химические методы» [11].

Ниже приводится подробное описание каждого из этих методов очистки воды.

1.2.1 Механические методы очистки

«Механическая очистка - это предварительная обработка поступающих сточных вод, подготавливающая их к биологической очистке. На этом этапе удаляются крупные нерастворимые примеси. Минеральные загрязнения удаляются на 70%, а БПК (биохимическая потребность в кислороде) снижается на 30%»[14].

«Удаление осевших или взвешенных нерастворимых твердых частиц, волокон и грубых примесей из сточных вод - это важный шаг перед полной очисткой сточных вод на специальных сооружениях» [15]. Основная цель механической очистки – предотвратить повреждение фильтров, не предназначенных для такого типа загрязнений, а также негативное влияние на работу другого оборудования. Механическая фильтрация является одним из классических методов очистки сточных вод и используется для удаления загрязнений и очистки сточных вод.

Для фильтрации сточных вод применяется технология керамической мембраны, основанная на использовании специальных корпусов с установленными в них керамическими мембранами. Этот процесс фильтрации позволяет достичь эффективной очистки сточных вод.

«Процесс фильтрации с помощью керамической мембраны - это использование керамических мембран, установленных в корпусах, для фильтрации сточных вод. Процесс фильтрации начинается, когда сточные воды начинают проходить через мембраны. Подающий насос отвечает за обеспечение давления, необходимого для прохождения воды через керамическую мембрану» [28].

Технология песчаных фильтров

«Эта технология существует уже более 200 лет. Она более применима там, где есть текущие вниз жидкости, движимые либо гравитацией, либо давлением. Недостатком этой технологии является то, что она может не обеспечить адекватную дезинфекцию. Песчаные фильтры состоят из большого количества песка специального сорта в большом резервуаре» [17].

В септиках (резервуарах) сточные воды, содержащие органические загрязнители, промываются методами предварительной аэрации, флокуляции, защиты и фильтруются через слой накипи и пыли, образующийся при затоплении. Ил поступает в отстойник, а очищенная вода поступает на выход и обрабатывается непосредственно оттуда. Эффективность очистки сточных вод флокуляцией составляет 70%, а в вертикальных резервуарах только 40%.

«Экраны (микрофильтры, троммели) и гранулированные льняные фильтры используются для отделения хрупких веществ или жидкости от сточных вод, которые трудно осадить путем осаждения. Гранулированные постельные фильтры очень популярны. Они делятся на медленные и быстрые (скоростные), открытые и закрытые» [17]

Преимущество этого фильтра в том, что он обладает высокой степенью очистки, но недостатком является то, что он громоздкий, дорогой и его трудно удалить. Полиуретановая пена (ППУ), 1 дм² может впитывать 950-980 г масла, является эффективным фильтрующим материалом.

Сточные воды поступают в верхнюю часть фильтра и равномерно распределяются по всей зоне загрузки. Сточные воды, такие как масло и жир,

прошедшие через слой пенополиуретана, направляются за пределы фильтра по линии рециркуляции и удаляются путем механического отжима.

Физическая очистка сточных вод – это когда используются физико-механические свойства, разделение и удаление внешних твердых частиц из сточных вод. Примерами таких процессов являются засорение, сортировка, всплытие, секвестрация и другие.

«Физическая очистка сточных вод является первым этапом очистки промышленных и санитарных сточных вод и не только повышает эффективность последующих процессов, но и защищает оборудование химической и биологической очистки. Оборудование и методы, используемые при физической очистке сточных вод, различаются в зависимости от типа сточных вод и их качества»[28].

1.2.2 Физико-химические методы

«Физико-химические методы очистки промышленных сточных вод являются наиболее распространенными и эффективными. После механической очистки промышленные сточные воды содержат большое количество загрязняющих веществ в виде взвешенных и растворенных веществ. Задача физической и химической очистки заключается в удалении этих загрязняющих веществ» [16].

Задача физических и химических методов состоит в том, чтобы использовать физические свойства загрязняющих веществ и химических реагентов для удаления взвешенных и растворенных загрязняющих веществ: эти процессы основаны на различной способности веществ взаимодействовать с водой, химическими реагентами и друг с другом: при этом условия гидрофобные вещества отделяются от гидрофильных, а их изменения концентрации и физической природы зависят от образования осадка гидрофобных веществ или пены.

Для очистки различных типов промышленных сточных вод используются определенные физические и химические методы:

Конденсация – усиливает очистку от мелких примесей.

Флокуляция обеспечивает эффективную и быструю очистку дренажных канав от взвешенных веществ.

«Флотация – это широкий спектр методов очистки сточных вод от нерастворимых веществ (поверхностно-активные вещества, жиры, нефтепродукты, треска и т.д.)» [28].

Адсорбция и флотация позволяют очищать растворенные вещества.

Методы ионообменной очистки используются для удаления специфических промышленных загрязнителей (металлов, мышьяка, цианида, радия и др.).

«Обработка обратным осмосом позволяет извлекать неорганические вещества (хлориды, сульфаты, белки, ферменты и т.д.) Из потока сточных вод» [18].

Основным преимуществом физико-химических методов очистки воды является высокая производительность. Их можно использовать как на стадии предварительной водоподготовки, так и на конечной стадии глубокой очистки воды. В настоящее время особое распространение получили физико-химические методы очистки воды в связи с широким внедрением систем оборотного водоснабжения.

1.2.3 Химические методы

«Химическая очистка воды из сточных вод помогает высвободить растворенные вещества из потока отходов - то, чего не может сделать механическая очистка. Эта технология воздействует на загрязняющие вещества на молекулярном уровне, не только удаляя примеси, но и обеззараживая и обесцвечивая воду. Однако для достижения желаемого эффекта важно строго соблюдать количество используемых реагентов и обеспечить оптимальные условия для полного завершения реакции» [19].

Химические методы очистки сточных вод

Существуют различные процессы химической обработки, но наиболее распространенными являются химическая нейтрализация, адсорбция, осаждение, дезинфекция и ионный обмен. Хотя перечисленные выше

процессы химической обработки отличаются друг от друга, их объединяет то, что на вещество воздействуют путем изменения посторонних факторов.

Нейтрализация

Это использование кислоты или щелочи для контроля и поддержания уровня рН сточных вод около 7. Если вода не обладает достаточной кислотностью, то для достижения необходимого уровня рН добавляется кислота. Также, если в воде недостаточно щелочи, в нее добавляется основание для достижения необходимого уровня рН.

Адсорбция

Этот метод химической очистки промышленных сточных вод представляет собой процесс, при котором адсорбенты используются для удаления растворимых молекул из сточных вод. Различные органические материалы, такие как токсичные соединения и моющие средства, могут быть удалены с помощью адсорбции. Для достижения эффективных результатов адсорбент должен быть активирован перед использованием.

Осаждение

Процесс химического осаждения предполагает использование кислоты или щелочи для удаления растворенных неорганических веществ в сточных водах. Этот метод достигается путем изменения температуры или введения химических веществ. Затем осадок может быть удален путем флотации или отстаивания.

Дезинфекция

Это процесс химической обработки, при котором сточные воды обрабатываются с помощью выбранного метода дезинфекции для уничтожения или инактивации патогенов (вирусов, микробов и простейших) в сточных водах. Основной целью этого процесса является защита качества сточных вод от микроорганизмов.

Ионный обмен

Основная цель процесса химической очистки - смягчение. Этот процесс известен как обратимая реакция, поскольку заряженный ион

заменяется другим аналогично заряженным ионом. Другими словами, многовалентные катионы заменяются на натрий. [17]

1.2.4 Биологические методы очистки сточных вод

«Биологическая очистка – процессы очистки являются как физическими, так и биохимическими» [20]. Биологические процессы, участвующие в обработке сточных вод, относятся к разложению органических материалов бактериями и бывают двух типов, в зависимости от природы бактерий:

– аэробные процессы разложения органических веществ в присутствии кислорода, процесс, осуществляемый аэробными бактериями, которые питаются этими веществами;

– анаэробные процессы разложения органических веществ в присутствии кислорода, который поглощает органические соединения анаэробными бактериями, в условиях недостатка кислорода.

«Аэробное очищение осуществляется биопленкой или активным илом. Нечистоты поступают в отстойник или емкость с микроорганизмами, куда далее подается кислород. Происходит процесс окисления органических веществ. Одновременно протекает процесс нитрификации. Часть активного ила - как называют совокупность микроорганизмов - направляется обратно в систему на рециркуляцию, а избыточный активный ил – удаляется на обезвоживание» [3].

Очищенный сток проходит дополнительную обработку на сооружениях доочистки, установках обеззараживания и только затем сбрасывается в водоем.

При большом количестве в сточных водах органических соединений, твердых элементов и активного ила, прибегают к метаногенезу, протекающему при помощи анаэробных бактерий.

Данная технология подразумевает обработку стоков в емкости с биоценозом, в ходе чего выделяется метан и углекислый газ. Далее газы убирают, осадок направляют в центрифугу и отделяют ил. Затем очищенная

вода сбрасывается в водоем, а избыточный ил просушивается, подвергается дезинфекции и может использоваться в качестве удобрения для почвы.

«Биологическая очистка сточных вод – это современный метод, при котором сточные воды обрабатываются микроорганизмами вместо химических веществ. Таким образом, мы пытаемся предотвратить негативные последствия, вызванные химической обработкой сточных вод, такие как накопление химических веществ в водоемах или цветение водорослей» [22].

При биологической очистке сточных вод многие аэробные и анаэробные микроорганизмы могут быть использованы в различных методах для уменьшения различных типов загрязняющих веществ, присутствующих в воде, и для снижения биохимической потребности воды в кислороде.

«Активированный ил также является очень важной частью биологической очистки сточных вод, поскольку он используется в качестве закваски для запуска микробных реакций на станциях очистки сточных вод» [23].

«Различные методы биологической очистки сточных вод могут использоваться для удаления различных загрязняющих веществ из сточных вод, например, традиционный процесс активного ила, мембранные биореакторы или процесс фильтрации» [3].

Биологическая очистка сточных вод является медленным процессом и требует большой площади для очистки и хранения воды, что приводит к высоким капитальным и эксплуатационным затратам. При биологической очистке сточных вод образуются некоторые нежелательные микроорганизмы, которые производят газы и неприятный запах.

Очищенные стоки, содержащие воду, нельзя сбрасывать в водоемы, так как это может вызвать изменение физико-химических свойств воды, что в конечном итоге приводит к сокращению популяции водных животных. Биологическая очистка сточных вод устраняет органические загрязнители, но

не все типы загрязнителей, такие как моющие средства, косметические отходы и т.д.

Таким образом, в первой главе были рассмотрены основные теоретические аспекты очистки сточных вод, дано понятие сточных вод и их виды, раскрыты основные методы очистки сточных вод.

Сточные воды можно рассматривать как совокупность отходов, производимых водой из жилых, административных, коммерческих и промышленных объектов и сливаемых в грунтовые или поверхностные воды. Неочищенные сточные воды содержат патогенные микроорганизмы и органические вещества.

Разложение органических веществ неочищенных сточных вод приводит к образованию зловонных газов. Поэтому очистка сточных вод является одной из основных мер, которые должны быть приняты перед сбросом в окружающую среду. Очистка сточных вод является практическим решением для ускорения процесса получения безопасной и прозрачной воды многократного использования.

2 Общая характеристика деятельности и технология очистки сточных вод АО «МАХАМ-ШИРСЧИҚ»

2.1 Общая характеристика предприятия

Химическая промышленность – одна из самых быстро развивающихся отраслей в мировой промышленности. Предприятия химической отрасли способны производить сырьевые материалы, отсутствующие в природной среде, и позволяют расширить возможности других отраслей экономики по производству конечной продукции. Продукция, производимая предприятиями химической промышленности используется во всех сферах производства. Наиболее крупными потребителями являются – сама химическая промышленность (около 60%), сельское хозяйство, строительство, машиностроение, текстильная, кожевенно-обувная, деревообрабатывающая, мебельная, пищевая и другие отрасли промышленности.

Производственная площадка АО «МАХАМ-ШИРСЧИҚ» расположена в 12 км от Ташкента в Ташкентской области, занимает площадь более 200 дунамов и объединяет комплекс производственных мощностей и административных зданий.

Основной деятельностью компании является производство аммиака, мочевины, прионов и аммиачной воды.

Производственные мощности АО «МАХАМ-ШИРСЧИҚ» способны производить ежегодно:

- 7 крупных тунцевых установок с объемом производства более 30 000 тонн жидкого аммиака
- 960 000 тонн карбамида в двух агрегатах;
- 147 000 тонн карбамидоформальдегидного концентрата (КФК);
- 109 000 тонн аммиачной воды.

В 2022 г. реализовано на экспорт: Аммиак – 1 930 тыс. тонн. Карбамид – 506 тыс. тонн. КФК – 0,19 тыс. тонн.

В 2022 г. реализовано на внутренний рынок: Аммиак – 535 тыс. тонн. Карбамид – 320 тыс. тонн. КФК – 39 тыс. тонн. Аммиачная вода – 49 тыс. тонн.

Третий год подряд АО «МАХАМ-ШИРСЧИҚ» наращивает объемы производства и преодолевает отметку в 3 миллиона тонн годовой выработки аммиака.

Заметно растет и выпуск карбамида – в прошлом году данный показатель увеличился на 8,8%, до 913 тысяч тонн. Доля АО «МАХАМ-ШИРСЧИҚ» на мировом рынке карбамида в 2022 году составляет около 1%.

АО «МАХАМ-ШИРСЧИҚ» использует более 1400 железнодорожных вагонов и более 2000 км собственного аммиакопровода между Чирчиком и Ташкентом, обеспечивая бесперебойные поставки с хорошо развитой инфраструктурой.

Организационная структура МАХАМ-ШИРСЧИҚ (рис. 2) представляет собой линейно-функциональный тип. В этой структуре линейные руководители (директора) являются единственными руководителями и поддерживаются функциональными отделами. Линейные руководители нижнего уровня административно не подчиняются функциональным руководителям более высокого уровня.

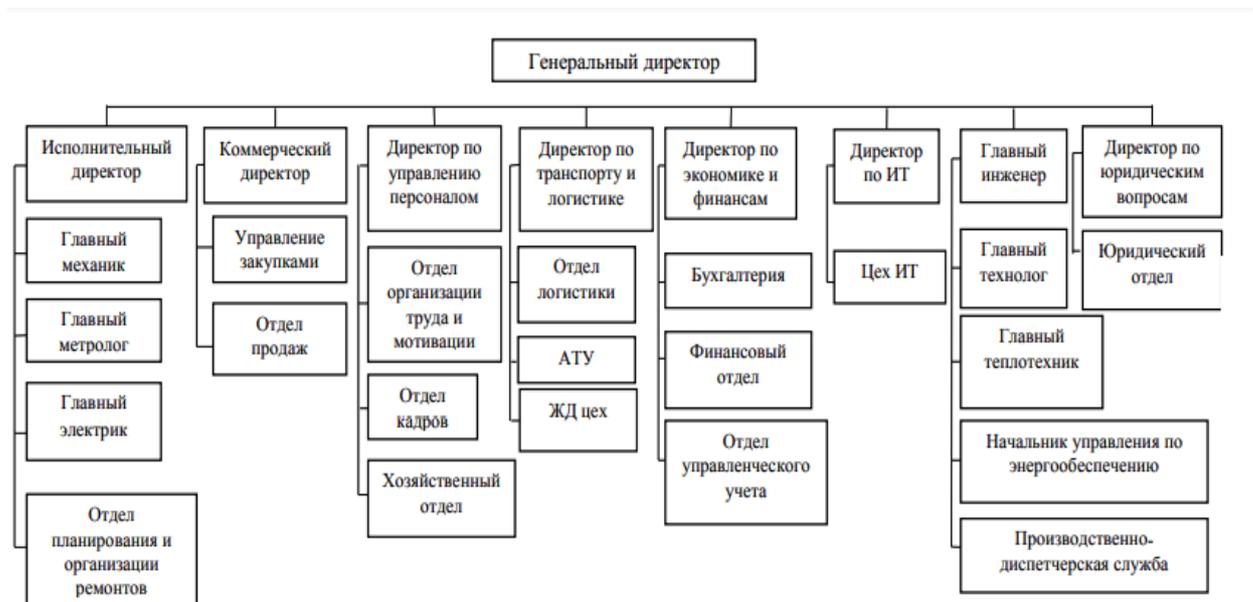


Рисунок 2 – Организационная структура управления АО «MAXAM-CHIRCHIQ»

Объекты биоочистки Чирчиказота очищают бытовые и промышленные сточные воды с завода, а также сточные воды из Чирчикского района, в том числе Чирчикского поселка. Они способны перерабатывать более 100 тысяч кубометров сточных вод в день. АО «MAXAM-CHIRCHIQ» регулярно проводит капитальный и текущий ремонт отдельных единиц очистных сооружений, однако появление новых технологий, ухудшение состава сточных вод, полученных от потребителей, и ужесточение требований к качеству очистки требуют большой-масштабной модернизации оборудования.

АО «MAXAM-CHIRCHIQ» сегодня является диверсифицированным заводом, который, помимо основного производства аммиака и минеральных удобрений, включает производство кирпича, глазурованной плитки, плитки, мебели, трикотажа, центра отдыха, санатория «Нур».

Завод имеет развитую транспортную и энергетическую инфраструктуру, ремонтную службу, собственный проектно-исследовательский институт.

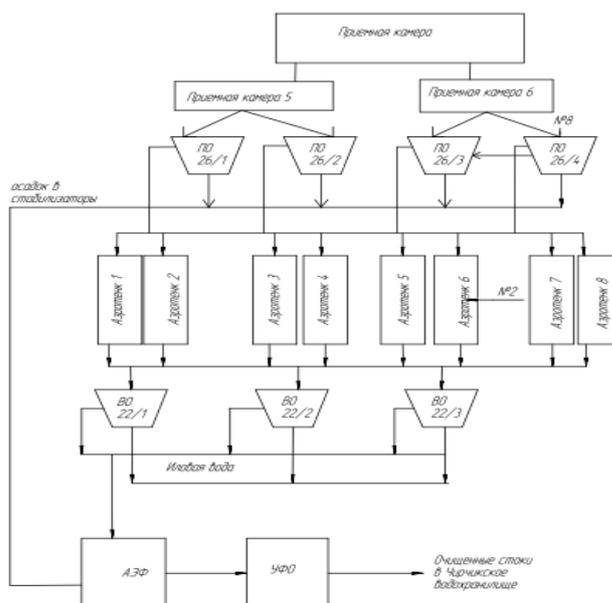
2.2 Технология очистки сточных вод на АО «МАХАМ-ЧИРЧИҚ»

АО «МАХАМ-ЧИРЧИҚ» по адресу: Ташкентская область, г. Чирчик, ул. Ташкентская, 2 (рис.3).



Рисунок 3 – Очистные сооружения АО «МАХАМ-ЧИРЧИҚ»

Схема очистных сооружений АО «МАХАМ-ЧИРЧИҚ» изображена на рисунке 4.



ПО - первичный отстойник, ВО - вторичный отстойник,
УФО - ультрафиолетовая очистка

Рисунок 4 – Особенности очистных сооружений
АО «МАХАМ-ЧИРЧИҚ» (принципиальная схема)

Очистка производственных сточных вод на АО «МАХАМ-ЧИРЧИК» включает в себя следующие этапы очистки:

- этап 1: нейтрализационная обработка продукции и дренаж минеральных загрязнителей АО «МАХАМ-ЧИРЧИК»;
- этап 2: загрязнения органическими и минеральными веществами, обрабатываются механической и биологической очисткой;
- этап 3: дополнительная очистка стоков фильтрами - зернистыми
- этап 4: ультрафиолетовое обеззараживание сточных вод;
- этап 5: на установке центрифугирования механическое обезвоживание осадка, обработка осадка и ила;
- этап 6: складирование на иловых площадках уплотненного осадка;

Схема очистки сточных вод АО «МАХАМ-ЧИРЧИК» представлена на рисунке 5.

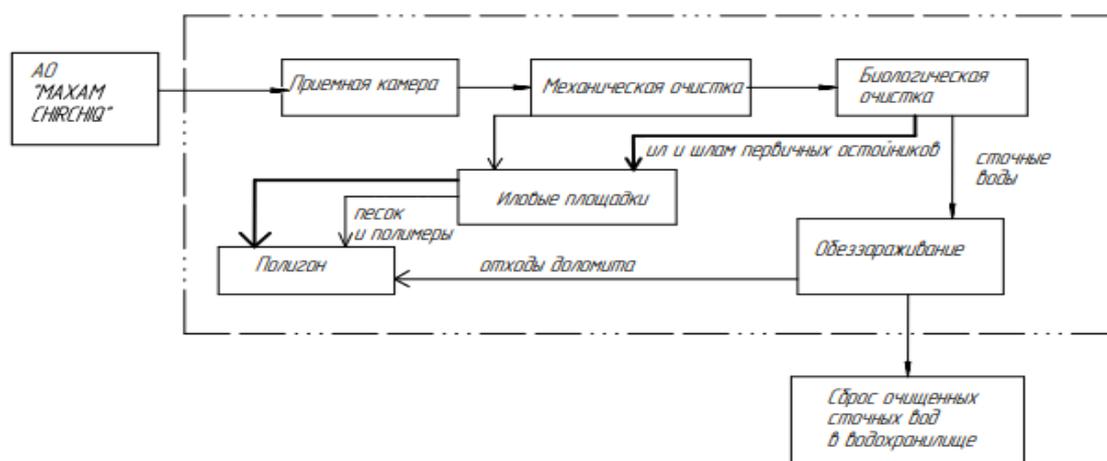


Рисунок 5 – Принципиальная схема очистки сточных вод

Опираясь на принципиальной схеме очистки стоков, видно, что после биологической обработки воды смешиваются, а затем выливаются в водохранилище Чирчик. Как правило, биоочистка получает сточные воды с промышленной площадки ОАО Максам-Чирчик, содержащие минеральные и органические загрязнители.

Особенности, связанные с водоотведением очистных сооружений на заводе АО «МАХАМ-ШИРСИО» показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Особенности связанные с водоотведением очистных сооружений на заводе АО «МАХАМ-ШИРСИО»

Название	Производственные стоки	Бытовые стоки	Итого м куб/час
Стоки АО «МАХАМ-ШИРСИО»	2136,8	182,9	2319,7
Смешанный сток	50,6	10,3	60,9
Прочие сточные воды	-	-	2209
Итого сточных вод на биологич. очистку	-	-	4590

Все сточные воды с поверхности завода направляются на очистные сооружения.

Вначале они поступают в приемную камеру, затем сточные воды проходят механическую очистку. Сточные воды обеззараживаются с помощью ряда этапов механической, биологической и ультрафиолетовой обработки. После отделения сточных вод в первоначальном отстойнике вода поступает в аэробный стабилизатор и поступает в камеру биологической очистки через конденсатор осадка.

Вода из АО «МАХАМ-ШИРСИО» забирается от комбинированной насосной станции для контроля и предотвращения потерь воды подаются в приемную камеру. Сточная вода от основной станции отводится в приемное пространство, от насосной станции Н1 через К-21, а из очистных сооружений и второго бункера через клинкерную решетку в резервную емкость. С камеры сточные воды поступали в камеру КРД-600 и подвергаются очистке.

«Биологическая очистная установка предназначена для биологической очистки от органических и неорганических загрязнителей аэробными методами в аэротенке, а активный ил отделяется от очищаемой воды во вторичном отстойнике» [33].

«Очищенная вода из второго слива самотечно поступает из камеры по двум трубам в следующую камеру, а затем на аэрационный сажевый фильтр.

Вода к фильтру подается по отводящей трубе, представляющей собой железобетонную емкость, размером 9 на 9 метров, внутри заполненную гравием и крупнозернистым кварцевым песком. Вода очищается через слой фильтрующего материала» [23].

«Дальше вода сбрасывается по дренажной системе, состоящей из перфорированных полиэтиленовых труб, а затем самотечно по двум трубам в контактную емкость для обеззараживания раствором гипохлорита натрия или аппаратом ультрафиолетового обеззараживания, а затем в насосную станцию СПУ, в приемную цистерну и стекает в Чирчикское водохранилище» [32].

Для очистки аэрационного сажевого фильтра через коллектор по мере необходимости периодически перекачивается дополнительная чистая вода из приемной емкости.

«Фильтрация протекает со скоростью 5 м/ч на 13-ти фильтрах.

Сжатый воздух от воздушно-дувной станции по трубам подается в распределительную систему, для того чтобы фильтры были насыщены кислородом. На выпускном патрубке фильтрованной воды установлена саморегулирующаяся заслонка, которая поддерживает в фильтре уровень воды» [31].

«Сырой ил из первоначального отстойника и оставшийся активный ил направляются в резервуар аэробной стабилизации для снижения содержания органических веществ и улучшения санитарных показателей. Затем ферментированная смесь переносится в сгуститель ила, откуда она поступает в центрифугу или карту ила. В шламовом поле стабилизированный ил естественным образом обезвоживается и высушивается, чтобы предотвратить выход из строя центрифуги (ремонт)» [24].

Все вышеперечисленные сточные воды сбрасываются в приемный резервуар. Далее перекачивается в Чирчикское водохранилище насосными станциями через три ловителя диаметром 1400 мм.

Сгущенная стабильная смесь первичного ила и остаточного ила влажностью 97-98% подается из сгустителя в заполненную железобетонную емкость. Его помещают в емкость ($V=8\text{м}^3$) и отправляют на центрифугу.

После прохождения через центрифугу обезвоженный шлам влажностью 70% помещается в силос Х-6. Персонал завода медленно открывает задвижку, выгружает фильтровальную лепешку из силоса Х-6, загружает ее в грузовик и либо выгружает в согласованном с руководством месте, либо складировать на шламохранилище. Шлам транспортируется в приемное помещение в начале очистных сооружений.

«Вторая насосная станция предназначена для опорожнения аэробного стабилизатора и шламонакопителя при ремонтных работах. Он также используется для приема очищенных стоков от илоуплотнителей и шламонасосов» [30].

Чтобы сжатый воздух подавался к аэротенкам, первичным отстойникам-жилоуловителям, аэрируемым сажевым фильтрам, аэробным стабилизаторам и аэросмесителям применяются воздуходувные станции.

«Тяга, создаваемая вентилятором, втягивает атмосферный воздух через закрытую решетку в резервуар грязного воздуха, далее воздух проходит через фильтр (роликовый) поступает в камеру чистого воздуха» [26].

«Отфильтрованный воздух через воздухозаборный патрубок, который оборудован дроссельной заслонкой, подается на рабочие колеса первичного и вторичного нагнетателей, сжимаясь при этом до 0,1 МПа и проходит по выпускному патрубку, оборудованному обратным клапаном и электроклапаном, в общий воздухозаборник» [27].

2.3 Условия выпуска производственных сточных вод в городскую канализацию

В городских сточных водах большинство восстановителей являются органическими, поэтому считается, что степень окисления полностью связана с органическими примесями.

Химические окислители включают перманганат (окислитель KMnO_4), дихромат (окислитель $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) и йодат (окислитель KIO_3).

Перманганат калия является слабым окислителем, тогда как дихромат калия и йодат калия являются почти одинаково сильными окислителями. «Независимо от типа окислителя результат оценки окислителя выражается в мг O_2 /л. Окислительные свойства дихромата и йодата называются химической потребностью в кислороде или ХПК. Точно так же биохимическая окислительная способность называется биохимической потребностью в кислороде или БПК»[4].

В городских сточных водах окисленные формы азота (нитритная и нитратная формы) до очистки обычно отсутствуют. Даже если промышленные сточные воды содержат нитриты и нитраты, окисленная форма азота не присутствует при их сбросе в городскую сеть сточных вод. Это можно объяснить активными процессами денитрификации в анаэробных условиях при транспорте сточных вод по дренажной системе. Нитриты и нитраты восстанавливаются до молекулярного азота группой денитрифицирующих бактерий. Окисленные формы азота появляются только в стоках после биологической очистки, что свидетельствует о глубоких процессах в прошлом.

Около 75% общего производства поверхностно-активных веществ приходится на анионные материалы, в то время как неионогенные соединения занимают второе место с точки зрения производства и использования. Поверхностно-активные вещества, содержащиеся в городских сточных водах, подразделяются на два типа.

На все этапы очистки стоков оказывает влияние присутствие ПАВ. Эти соединения нарушают процесс осаждения взвешенных в воздухе частиц, создают большое количество пены в воздуховодах и вентилируемых конструкциях, мешают биохимическим процессам биоцидов. «Попадание в водоемы очищенной воды существенно затрудняет дальнейшее бытовое и промышленное использование» [4].

Поверхностно-активные вещества, независимо от их типа и способности к биохимическому окислению, обычно делятся на три категории: мягкие – удаление 75-85% в установках биологической очистки, средние – удаление 60 %, твердые поверхностные материалы - удаление менее 60%.

Поэтому допустимое содержание мягких и средних ПАВ в городских сточных водах, поступающих на станцию, рассчитано для обеспечения ПДК поверхностного материала водоема.

«Процесс естественного самоочищения воды происходит в реках и других водоемах. Процесс этот не быстрый. Когда промышленных бытовых отходов было мало, сами реки справлялись с ними» [4].

В следующей главе проведен лабораторный анализ качества сточных вод.

2.4 Лабораторные исследования очищенных сточных вод, сырого и илового осадка

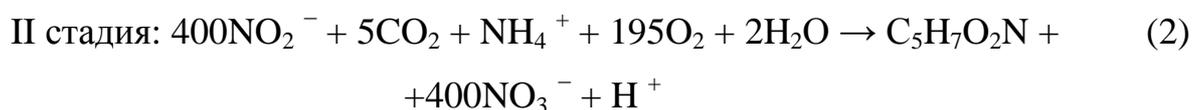
Очистка сточных вод производства от органических и неорганических веществ осуществляется в установках нитрификации промышленных сточных вод по технической схеме денитрификации азотсодержащих соединений и биологической очистки сточных вод.

Нитрификация – это микробный процесс, в ходе которого восстановленные соединения азота (в первую очередь аммиак) последовательно окисляются до нитрита и нитрата. Аммиак присутствует в

питьевой воде либо в результате естественных процессов, либо в результате добавления аммиака во время вторичной дезинфекции для образования хлораминов. Азот, содержащийся в органических соединениях, сначала подвергается стадии аминирования. Источниками энергии нитрифицирующих бактерий являются карбонат и углекислый газ.

«Потребление кислорода при аэробном аминировании зависит от природы соединения и степени его окисления» [5].

По формуле процесс нитрификации делится на две стадии.



Для процесса нитрификации сточные воды должны быть подготовлены в соответствии с их значением pH, щелочностью и содержанием фосфора.

Денитрификация – это процесс, при котором органическое вещество окисляется нитрифицирующим кислородом, а нитрифицирующий азот биологически восстанавливается до свободного азота.

Общий план денитрификации:



Гетеротрофные бактерии используют нитрат как акцептор водорода при окислении органических веществ. Аммиачный азот и фосфор расходуются в качестве питательных веществ в процессе денитрификации. В качестве дополнительного органического субстрата используют щелочные сточные воды с адипинатом натрия (12÷21% по объему).

Исследование качества сточных вод АО «МАХАМ-ШИРЧИҚ» приведено в таблице 3

Среднее соотношение БПК/КОД составило 0,66, что указывает на достаточное количество окисляемых примесей и рекомендует биологическую очистку этих сточных вод.

Среднее соотношение БПК/азот/фосфор составило 100:3,22:0,2, что указывает на дефицит основных питательных веществ. Недостаток азота и фосфора, которые входят в состав живых бактериальных клеток, может замедлить или остановить процесс биологической очистки. Для того чтобы осуществить процесс биоремедиации, необходимо внести питательные вещества.

Концентрация тяжелых металлов - это значение, которое не влияет на метаболизм бактерий. Поскольку в сточных водах очень мало поверхностно-активных веществ, они обладают отличной седиментационной способностью для взвешенных веществ.

Таблица 2 – Исследование качества сточных вод АО «МАХАМ-ШИРСИҚ»

Показатель	Фактическая концентрация		Предельно-допустимая концентрация мг/л	Отклонение (+,-)		
	2021 г	2022 г		2021/ПДК	2022/ПДК	2022/2021
БПК 20,	4,96	7,73	6	-1,04	1,73	2,77
Взвешенные вещества	12,11	14,9	6,608	5,502	8,29	2,79
Сухой остаток	757,8	975,66	975,66	-217,86	-	217,86
Железо	0,38	0,5	0,3	0,08	0,20	0,12
Фосфаты	0,07	0,11	0,11	-0,04	-	0,04
Азот аммонийный	1,74	1,55	1,55	0,19	-	-0,19
Азот нитритов	0,39	1,13	1,13	-0,74	-	0,74
Нефтепродукты	2,89	0,79	0,3	2,59	0,49	-2,1
Азот нитратов	0,8	1,02	1,02	-0,22	-	0,22
Сульфаты	34,6	43,78	43,78	-9,18	-	9,18
Хлориды	196,2	263,63	263,63	-67,43	-	67,43
АПАВ	0,35	0,78	0,5	-0,15	0,28	0,43

Как видно из таблицы 2 в 2022 году качество концентрации сбрасываемых вод после очистных сооружений не соответствовало

нормативам очистки производственных сточных вод по следующим показателям: БПК 20 на 1,73 мг/л, взвешенные вещества на 8,29 мг/л, железо на 0,20 мг/л, нефтепродукты на 0,49 мг/л, и АПАВ на 0,28 мг/л.

Таблица 3 – Фактически сброс сточных вод в 2021-2022 г.г

Показатель	Фактический сброс (т/год)		Предельно-допустимый сброс т/г.	Отклонение (+,-)		
	2021	2022		2021/ПДК	2022/ПДК	2022/2021
БПК 20,	2,198	1,44	1,71	0,49	-0,27	-0,76
Взвешенные вещества	30,52	40,007	10,90	2,8	3,67	0,87
Сухой остаток	277,478	220,22	27,48	250,00	192,74	-57,26
Железо	0,142	0,11	0,09	0,06	0,03	-0,03
Фосфаты	0,031	0,02	0,03	0,00	-0,01	-0,01
Азот аммонийный	0,441	0,51	0,44	0,00	0,06	0,06
Азот нитритов	0,322	0,11	0,32	0,00	-0,21	-0,21
Нефтепродукты	0,225	0,84	0,09	0,14	0,75	0,61
Азот нитратов	0,29	0,23	0,29	0,00	-0,06	-0,06
Сульфаты	12,46	10,05	12,46	0,00	-2,41	-2,41
Хлориды	74,976	57,00	74,98	0,00	-17,98	-17,98
АПАВ	0,222	0,10	0,14	0,08	-0,04	-0,12

Как видно из таблицы 3 в 2022 году качество фактически сбрасываемых вод после очистных сооружений не соответствовало нормативам очистки производственных сточных вод по следующим показателям: БПК 20 на 0,49 т/г, взвешенные вещества на 2,11 т/г, железо на 0,06 т/г, нефтепродукты на 0,14 т/г, и АПАВ на 0,08 т/г.

Поэтому сточные воды АО «МАХАМ-СНІРСНІQ» имеют повышенное содержание нефтепродуктов, хлоридов и аммония и взвешенных веществ.

В результате проведенных лабораторных исследований качества сточных вод можно сделать вывод о том, что некоторые показатели выше предельно допустимых и необходима разработка мер, направленных на улучшение очистки сточных вод на предприятии.

3 Совершенствование работы очистных сооружений

3.1 Модернизация отстойников и илоуплотнителей

На рисунке 6 приведены основные методы модернизации отстойников и илоуплотнителей.

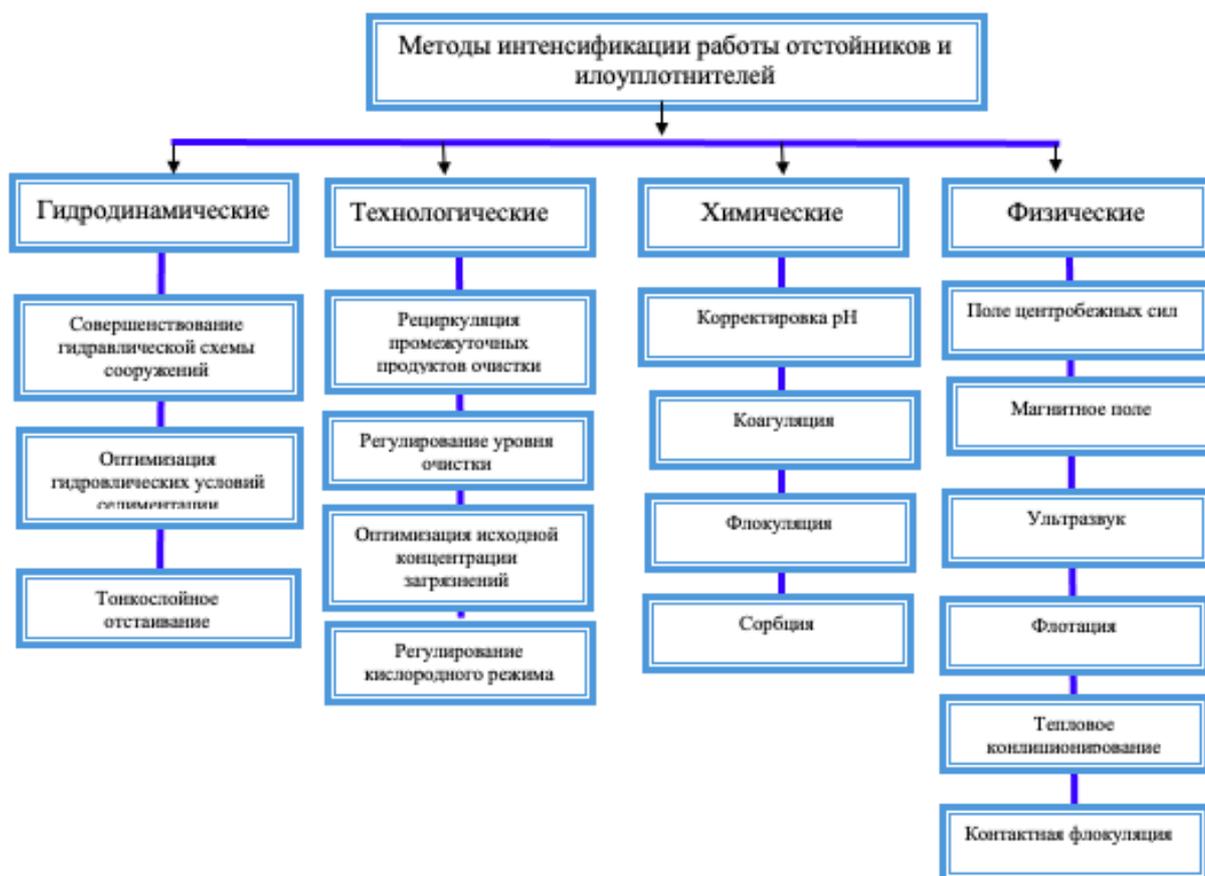


Рисунок 6 – Методы модернизации отстойников и илоуплотнителей

Эффективная и надежная работа вторичных отстойников существенным образом влияет на качество биологической очистки и, в конечном счете, на качество воды на выпуске в водоем.

Фактор, который отрицательно сказывается на работе отстойников КОС, это превышение содержания мелких фракций песка в осадке (по сухому веществу 5–10%), из-за недостаточной производительности песколовок.

С увеличением содержания песка в осадке возрастает нагрузка на скребковый механизм в отстойнике, что в свою очередь ускоряет его износ.

«Сточные воды могут быть очищены с помощью флотации, то есть различных методов образования пузырьков. Одним из новых и многообещающих методов очистки стоков является флотация» [9].

«Процесс, при котором частицы материала прилипают к границе раздела двух фаз, обычно газовой (чаще воздушной) и жидкой, за счет избытка свободной энергии в поверхностном пограничном слое и явлений поверхностного смачивания называется флотацией» [25].

Процесс флотации применяется для удаления из сточных вод дисперсных примесей, трудно поддающихся осаждению. Механизм очистки производственных стоков, с помощью метода флотации состоит в образовании комплексов «пузырек – частица», и всплывании их и удалении образовавшегося слоя пены с поверхности жидкости. Прикрепление частиц к поверхности пузырька возможно только в том случае, если жидкость не смачивает частицы или смачивает их слабо. Образование комплексов "пузырек-частица" зависит от интенсивности столкновений между частицами пузырька, их химического взаимодействия и избыточного давления в стоке.

С помощью данного метода достигается высокая эффективность очистки, непрерывность процесса, широкий спектр применения, низкие инвестиционные и эксплуатационные затраты, простота конструкции процесса, хорошие возможности выделения загрязняющих веществ, высокая скорость процесса, низкая влажность и т.д. дают возможность флотации осадка (отстоя) и извлечения концентрированного состава загрязняющих веществ (90-95%).

При флотации сточные воды насыщаются кислородом, происходят процессы окисления и коагуляции. Для совершенствования механизма отделения активного ила во вторичных отстойниках, и более глубокой очистки биологически очищенных стоков, при физико-химической очистке с применением химреагентов (коагулянтов и флокулянтов) в схемах

вторичного применения очищенных вод, применяются флотаторы.

Переоборудование отстойников во флотационные биокоагуляторы.

Применяя флотацию при очистки сточных вод максимальный эффект достигается при подаче во флотаторы избыточного активного ила. В данном способе предварительной очистки стоков, результативно применяются сорбционные и коагулирующие свойства избыточного активного ила, его способность к флотационному отделению от воды и такие преимущества флотации, как малая продолжительность процесса, эффективное удаление ПАВ, жиров, масел, нефтепродуктов и других загрязнений. Малая продолжительность флотационного процесса (20-40 мин) позволяет легко разместить флотационные камеры в объеме действующих первичных или вторичных отстойников. [29]

Применение способа флотационной биокоагуляции позволяет существенно упростить задачу обеспечения биохимических процессов достаточным количеством кислорода.

Во-первых, путем более полного, чем при отстаивании, снижения ВПК сточных вод, во-вторых, путем насыщения сточных вод кислородом, растворенным в воде под давлением выше атмосферного в процессе флотационного осветления стоков.

Улучшению биологической очистки сточных вод способствует и то, что благодаря сорбции на избыточном активном иле из сточных вод в значительном количестве удаляются токсичные примеси (ионы тяжелых материалов, красители и др.).

В процессе флотационной очистки сточных вод используется вся масса избыточного активного ила, которая образуется на очистной станции.

3.2 Технологическая схема предлагаемой флотационной установки

Модернизация очистки сточных вод на АО «МАХАМ-ШИРСИҚ» заключается в следующем:

Сточные воды, очищаемые на биологических очистных сооружениях, включают активный ил (после аэротенков) или после биофильтров отработавшую биологическую пленку. Для выделения из стоков этих масс используются вторичные отстойники. Вместо вторичных отстойников на их месте будет флотатор. [9]

После изучения различных методов напорной флотации, различных конструкций флотомашин, типов водогазосмесеобразования и различных исполнительных материалов предложена современная модель флотомашин.

Изменение количества подаваемой водогазовой смеси. Много процессов протекает при левитации в жидкости. На качество очистки воды оказывают влияние следующие технологические условия: поглощение пузырьками воздуха плавающих частиц и всплытие на поверхность, при этом образуются плавающие пузырьки. [9]

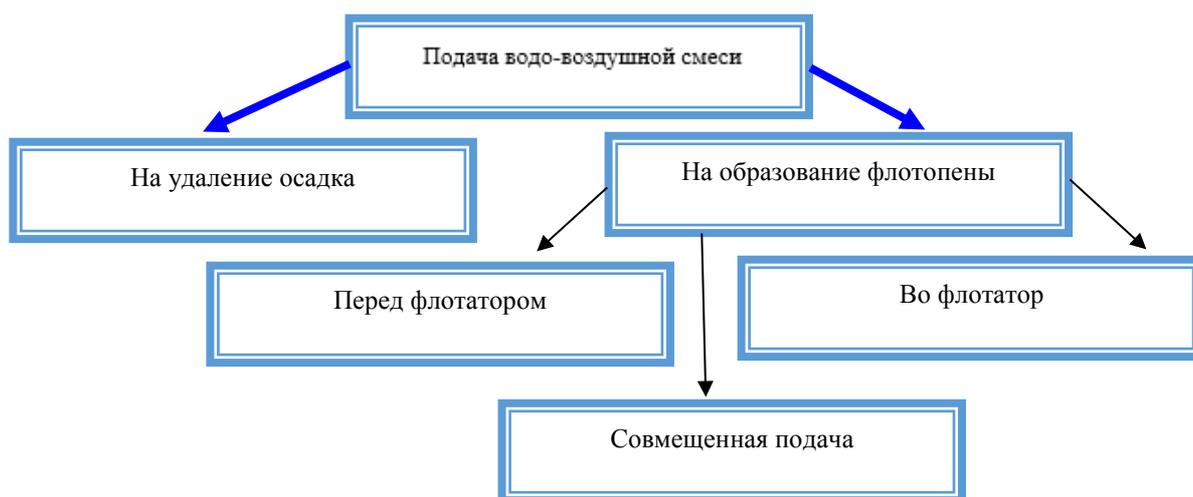


Рисунок 7 – Механизмы подачи водо-воздушной смеси

Дальше проводим расчет и выбор флотатора. Эффективность и производительность флотатора зависит от следующих факторов:

- качественный состав сточных вод (содержание загрязняющих веществ);
- характер сточных вод;
- равномерность поступления сточных вод;
- место сброса очищенной воды;
- требования по обеззараживанию;
- требования по удалению и обработке осадка.

Следовательно, при определении режима работы и производительности флотационной установки влияют шесть факторов, учитывая их далее проводим расчеты:

Расход сточных вод при схеме с 50% - ной рециркуляцией определяем следующим образом:

$$Q_{расх} = 4590 + 4590 \cdot 0,5 = 6885 \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (4)$$

Далее определяем площадь флотационной установки:

Производительность флотатора принимаем $900 \text{ м}^3 / \text{ч}$

Нагрузка на поверхность флотатора - $5 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$

$$\text{Площадь} = \frac{900}{5} = 180 \text{ м}^2 \quad (5)$$

Принимем 8 флотаторов диаметром 15 м.

На насосной станции - устанавливаются три группы насосов, напорные баки и эжекторы. Для подачи сточных вод, подачи рециркуляционного потока и откачки осадка из флотатора предусмотрены насосы.

Исходя из минутного пребывания стоков (рабочее давление – 5 атм) вычислим объем сатураторов (напорных баков).

Вычислим объем баков, где рециркуляционный расход $2295 \text{ м}^3 / \text{ч}$:

$$V_{\text{сатур}} = \frac{2295 \cdot 1}{60} = 38 \text{ м}^3 \quad (6)$$

Следовательно, каждый из 5 напорных резервуаров диаметром 1,6 м, высотой 4,32 м, полезным объемом по 8 м³.

Количество воздуха, которое необходимо для насыщения сточных вод, составит 9 % общего расхода обрабатываемой воды:

$$q_{\text{возд}} = \frac{2295 \cdot 9}{100} = 206 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (7)$$

Используем эжектор ЭВ-100-48 для подачи воздуха во всасывающую трубу насоса, со следующими техническими характеристиками:

Массовый расход рабочей воды-100 т/ч

Массовый расход неконденсирующихся газов, 6,8-15 кг/ч

Следующим этапом необходимо сделать подбор насосного оборудования, которые подают сточные воды по флотатор:

Расход сточных вод . вначале переводим $4590 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} = 1275 \text{ л/с}$

Дальше делаем расчет требуемого напора насоса по формуле:

$$H = h_1 + h_i + h_{H.C} + h_{PACX} \quad (8)$$

где H - требуемый напор насоса;

h_1 - геометрическая высота нагнетания;

h_i - потери напора по длине (м);

$h_{H.C}$. – потери напора в насосной станции 4 (см);

h_{PACX} – потери напора в расходомере 3,5 м

Определим потери напора:

$$h_i = \lambda \cdot \frac{l \cdot v^2}{d \cdot 2g} \quad (9)$$

$q = 1275$ л/с,

$l = 50$ м,

диаметр $d = 800$ мм,

Скорость движения воды:

$$v = \frac{1000 \cdot q}{\pi \cdot \left(\frac{d^2}{4}\right)} = \frac{1000 \cdot 1275}{3,14 \cdot \left(\frac{800^2}{4}\right)} = 2,54 \text{ м/с} \quad (10)$$

λ - коэффициент гидравлического трения

g -ускорение свободного падения – $9,81 \text{ м/с}^2$

«Для определения коэффициента гидравлического трения необходимо вычислить число Рейнольдса»

$$Re = v \cdot \frac{d}{\nu} \quad (11)$$

ν - кинетическая вязкость воды - $1,004 \cdot 10^{-6}$

$$Re = 2,54 \cdot \frac{0,8}{1,004 \cdot 10^{-6}} = 2023904 \quad (12)$$

Турбулентный режим течения

При $Re > 560 \frac{d}{\Delta}$

Формуля Альтшуля для шероховатой стенки

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d}\right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,03}{0,8}\right)^{0,25} = 0,048406 \quad (13)$$

Δ -эквивалент шероховатости стенки – $0,03$ м, данные из ГОСТ 8.586-1-2005 ГСИ шероховатость внутренней поверхности трубопровода

$$h_i = \lambda \cdot \frac{l \cdot v^2}{d \cdot 2g} = 0,048406 \cdot \frac{50 \cdot 2,54^2}{0,8 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,994 \text{ м} \quad (14)$$

$$H = h_1 + h_i + h_{н.с} + h_{расх} \quad (15)$$

$$H = 5 + 0,302 + 4 + 3,5 = 13,494 \text{ м}$$

Исходя из расчета мощность напора 13,494 м выбираем два рабочих и один запасной насосы марки Д-2000-21а-2, напором 19 м, электродвигатель выбираем тип ВАО-92/6, номинальной мощностью 110 кВт, и частотой вращения 980 об/мин.

«Насос для подачи рециркуляционного расхода» [21].

Расход сточных вод = 2295 л/с

$$H = h_1 + h_i + h_{н.с.} + h_{расх} + h_{насыщ} \quad (16)$$

где H – требуемый напор насоса;

h_1 – геометрическая высота нагнетания б;

« h_i – потери напора по длине (м)» [21];

$$h_i = \lambda \cdot \frac{l \cdot v^2}{d \cdot 2g} \quad (17)$$

Определим потери напора где:

$q = 2295$ л/с,

$l = 20$ м;

диаметр $d_y = 500$ мм,

скорость движения воды

$$v = \frac{1000 \cdot q}{\pi \cdot \left(\frac{d^2}{4}\right)} = \frac{1000 \cdot 2295}{3,14 \cdot \left(\frac{500^2}{4}\right)} = 11,6 \text{ м/с} \quad (18)$$

λ - коэффициент гидравлического трения

g -ускорение свободного падения – 9,81 м/с²

«Для определения коэффициента гидравлического трения необходимо вычислить число Рейнольдса»

$$Re = v \cdot \frac{d}{\nu} \quad (19)$$

ν - кинетическая вязкость воды - $1,004 \cdot 10^{-6}$

$$Re = 11,6 \cdot \frac{0,5}{1,004 \cdot 10^{-6}} = 5776892 \quad (20)$$

Турбулентный режим течения

При $Re > 560 \frac{d}{\Delta}$

Формула Альтшуля для шероховатой стенки

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d}\right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,03}{0,5}\right)^{0,25} = 0.054441 \quad (21)$$

Δ -эквивалент шероховатости стенки – 0,03 м, данные из ГОСТ 8.586-1-2005 ГСИ шероховатость внутренней поверхности трубопровода

$$h_i = \lambda \cdot \frac{l \cdot v^2}{d \cdot 2g} = 0,054441 \cdot \frac{20 \cdot 11,6^2}{0,5 \cdot 2 \cdot 9,81} = 14,9 \text{ м} \quad (22)$$

$$H = 56 + 14,9 + 4 + 3,5 = 78,4 \text{ м} \quad (23)$$

Принимаем 1 рабочий и 1 запасной насосы марки Д4000-95а-2 -, производительностью $3700 \text{ м}^3/\text{ч}$, напором 82 м, с электродвигателем типа АИР250М2, номинальной мощностью 955 кВт, и частотой вращения 980 об/мин.

В результате вместимость приемного резервуара до и после флотации определяется исходя из продуктивности насосов в течении 5-10 мин:

$$W = 3700 \cdot \frac{5}{60} = 308 \text{ м}^3 \quad (24)$$

Резервуар принимаем емкостью 310 м³

В камере смешения и распределения основной поток воды смешивается с рециркуляционным и смешанный поток распределяется по четырем флотаторам.

$$4590 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} = 1275 \text{ л/с} \quad (25)$$

Рециркуляционный расход

$$\frac{1275}{2} = 637,5 \text{ л/с} \quad (26)$$

Определяем общий расход смеси:

$$Q = Q_p + Q_{bc} \quad (27)$$

где Q_p - расход рабочей жидкости – 637,5 л/с;

Q_{bc} - расход всасывающей жидкости 1275 л/с,

$$Q = 1275 + 637,5 = 1912,5 \text{ л/с}$$

Коэффициент подсоса

$$q = \frac{Q_{bc}}{Q_p} \quad (28)$$

$$q = \frac{1275}{637,5} = 2,0 \quad (29)$$

«Оптимальное соотношение давлений

$$\beta = 2/\varphi_0^2 (1 + \varepsilon)(1 + \sqrt{1 - \frac{\varphi_0^2}{1 + \varepsilon}}) - 1 \quad (30)$$

где φ_0 – коэффициент скорости для сопла = 0,9;

$\varepsilon = 0,3$ – коэффициент местного сопротивления в диффузоре (при $\alpha=15^\circ$)» [21].

$$\beta = 2/0,9^2 (1 + 0,3) \left(1 + \sqrt{1 - \frac{0,9^2}{1 + 0,3}} \right) - 1 = 4,2$$

Оптимальность соотношения площадей сечений горловин и сопла:

$$m_{\text{опт}} = \frac{F^2}{F_1} = \varphi_0 \quad (31)$$

$$\beta = 0,9^2 \cdot 4,2 = 3,4 \quad (32)$$

d_2 - диаметр горла=500 мм;

d_1 – диаметр сопла;

$$d_i = \sqrt{\frac{0,5^2}{3,4}} = 270 \text{ мм} \quad (33)$$

Отсюда $d_i = 300$ мм

Длина камеры смешения

$L_{\text{см}}=5/8$ при $d_2 = 500$ и $L_{\text{н.о.м.}} = 3$ м

Длину диффузора определяем следующим образом:

$$d_T = \frac{d_{\text{тр}} - d_2}{2 \operatorname{tg} \alpha / 2} \quad (34)$$

где $d_{\text{тр}}$ к которой присоединяется диффузор = 800 мм;

угол конусности диффузора $\alpha=15^\circ$ -;

$$d_T = \frac{0,8 - 0,5}{2 \operatorname{tg} 7} = 1,23$$

Вычислим шайбы гашения напора:

$$h = \varepsilon \frac{v_2^2}{2g} \quad (35)$$

$$h = 50 - 5 = 45 \text{ м} \quad (36)$$

где 50 – давление в трубопроводе до шайбы (м);

5 – давление в трубопроводе после шайбы (м);

$$\varepsilon = \frac{2gh}{v_2^2} \quad (37)$$

где v_2 - скорость в трубопроводе диаметром 300 м.м, ($\frac{1912}{3} = 637,5$ л/с)

$$v_2 = 8,4 \text{ м/с}$$

$$\varepsilon = \frac{2 \cdot 9,8 \cdot 45}{8,4^2} = 12,5 \quad (38)$$

При $\varepsilon=12,5$ $\omega = 0,06$, $\omega_2 = 0,06 \cdot 0,071 = 0,0042$

Диаметр шайб будет:

$$d_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{w}{\pi}} \quad (39)$$

$$d_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0042}{3,14}} = 73 \text{ мм}$$

Расход сточных вод – 4590 м³ /ч.

Число камер – 4 шт.

Объем смесителя рассчитаем из расчета 2 – минутного пребывания в нем стоков:

$$V_{\text{смес}} = \frac{4590}{4} \cdot \frac{2}{60} = 38,25 \text{ м}^3 \quad (40)$$

Вычислим площадь камеры, при глубине $H = 3,5$ м:

$$F = \frac{38,25}{3,5} = 10,92 \text{ м}^3 \quad (41)$$

Ширина камеры 5 м, длина 2,18 м.

«В камере 2 вертикальные оси с одной мешалкой (м) на каждой. Каждая мешалка имеет 4 лопасти (р)» [21].

«Радиус вращения лопасти 1,2 м.

Размеры лопасти: длина $l = 2,5$ м, ширина $b = 0,25$ м.

Площадь лопастей, находящихся в поперечном сечении камеры» [21]

$$f = lb p / 2 \quad (42)$$
$$f = 2,5 \cdot 0,25 \cdot 2 = 1,25$$

«Площадь поперечного сечения смесителя» [21]

$$f_1 = 3,5 \cdot 2,18 = 7,63 \text{ м}^3 \quad (43)$$

«Отношения площади лопастей к площади поперечного сечения» [21]

$$\frac{f}{f_1} \cdot 100 = \frac{1,25}{7,63} \cdot 100 = 12,5\% \quad (44)$$

т.е. менее предельной величины – 15-20 %.

Относительная скорость движения лопастей:

$$v1 = \frac{n \cdot 2\pi R \frac{\Delta v}{v}}{60} \quad (45)$$

где $\Delta v / v = 0,75$ – отношение разности скоростей к скорости движения лопасти;

R – радиус вращения 1,2 м;

n – скорость вращения;

$$v1 = \frac{n \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 1,2 \cdot 0,75}{60} = 0,094n \text{ м/с} \quad (46)$$

По формуле вычислим мощность, которая необходима при перемещении одной лопастью

$$N = 51 \cdot C_d \cdot A \cdot v^3, \text{ кг} \cdot \text{М/с} \quad (47)$$

где C_d – коэффициент сопротивления воды 1,5;

A - площадь лопасти - $1,25 \cdot 2 \cdot 2 = 5 \text{ м}^2$

$$N = 51 \cdot 1,5 \cdot 0,094^3 = 0,32 \text{ кг} \cdot \text{м/с} \quad (48)$$

$$W = N / V = 0,32 \cdot n^3 / 40 = 0,008 n^3 \quad (49)$$

Критерий работы камеры

$$G = 10 \sqrt{\frac{W}{\mu}} \quad (50)$$

где μ - абсолютная вязкость воды 0,01005 (пз.)

$$G = 10 \cdot \frac{0,008 n^3}{0,01005} = 150 \text{ с} - 1 \quad (51)$$

Камера хлопьеобразования

Количество камер – 4 шт.

Расход воды на одну камеру равен $4590/4 = 1147 \text{ м}^3 / \text{ч}$;

«Объем камеры определяется из расчета 20 – минутного пребывания в ней сточных вод» [21]

$$V = 1147 \cdot \frac{20}{60} = 382 \text{ м}^3 \quad (52)$$

Глубину камеры принимаем

$H = 3,8 \text{ м}$

$$F = 382 / 3,8 = 100 \text{ м}^3 \quad (53)$$

Длину камеры принимаем - 14 м, ширину $100/14=7,14$ (принимаем 8 м).

На каждой оси установим четыре горизонтальные оси с тремя мешалками.

«Радиус вращения лопасти 1,45 м (расчет мешалок аналогичен расчету их для камеры смешения)

У каждой мешалки 4 лопасти» [21].

Размеры лопастей: длина $l = 2,5$ м, ширина $b = 0,25$ м.

Площадь поперечного сечения камеры

$$F = 3,5 \cdot 8 = 28 \text{ м}^2 \quad (54)$$

$$\frac{f}{F} \cdot 100 = \frac{3,74}{28} \cdot 100 = 13\% < 15\% \quad (55)$$

$$f = lbp2 = 2,5 \cdot 0,25 \cdot 3 \cdot 2 = 3,75 \quad (56)$$

«Определим относительную скорость вращения» [21]

$$v_1 = \frac{n \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 1,45 \cdot 0,75}{60} = 0,114n \text{ м/с} \quad (57)$$

«Вычислим общую площадь лопастей» [21]

$$A = \sum f A = 3,74 \cdot 4 \cdot 2 = 30 \quad (58)$$

«Определим необходимый расход мощности для вращения» [21]

$$N = 51 \cdot 1,5 \cdot 30 \cdot 0,114^3 = 3,4n^2 \quad (59)$$

«Рассчитаем удельный расход мощности» [21]

$$W = N / V = 3,4n^2 / 400 = 0,0085 n^2 \quad (60)$$

$$G = 10 \sqrt{\frac{0,0085 n^2}{0,01005}} = 25c^{-1} \quad (61)$$

где $n = 2$ об/мин;

« μ – абсолютная вязкость воды ($\mu = 0,01005$);

G – критерий работы мешалок;

b – скорость вращения;

$N = 0,3$ кВт» [21]

В реagentных хозяйствах имеются не только емкости для хранения кислот и щелочей, но и емкости для хранения reagentов. Рабочий раствор, используемый в процессе, представляет собой 5%-ный раствор reagenta (кислоты, щелочи). Для подготовки раствора требуется одни сутки. В качестве коагулянта используется $TiCl_3$, с дозировкой 4 мл/л. Подбор коагулянтов осуществляется в соответствии с методикой «Коагулянты для хозяйственно-питьевого водоснабжения» ГОСТ Р 51642-2000. Для сравнительного анализа эффективности процесса очистки с применением коагуляции были использованы полиоксихлорид алюминия (Polypacs-30 LF) и титан (III) хлористый ($TiCl_3$).

Оба коагулянта обеспечивают степень очистки от взвешенных веществ в соответствии с нормативами ПДК. Однако, $TiCl_3$ обладает более высокой эффективностью по сравнению с Polypacs-30 LF. Кроме того, расход $TiCl_3$ в несколько раз меньше, чем расход полиоксихлорида алюминия - 3,6 м³/сутки против 17 л/сутки. Этот коагулянт также безопасен, так как относится к 4 классу опасности, и его не нужно удалять из очищенных стоков.

Для хранения коагулянта в резервуарах мокрого хранения в расходных баках, объем которых составляет 3,6 м³/сутки, необходима емкость, достаточная для хранения коагулянта при его максимальном расходе в 15% в течение 15 суток:

$$W_p = 3.6 \cdot 15 = 54 \text{ м}^3 \quad (62)$$

Принимаем 2 бака - хранилища, емкость каждого из которых составляет 27 м³, с размерами в плане 4*3*2 м.

При мокром типе хранения коагулянта, объем расходных баков составит:

$$W = \frac{q \cdot D_k \cdot t}{10\,000 \cdot v \cdot \gamma} \quad (63)$$

где q - часовая производительность станции ($200 \text{ м}^3 / \text{ч}$);

t – время, на которое заготовлен коагулянт (продолжительность смены 8 часов);

D_k – доза коагулянта (3600 мл/час)

v – процентная концентрация раствора коагулянта – 15 %

$$W = \frac{200 \cdot 8 \cdot 3600}{10000 \cdot 15 \cdot 1} = 38,4 \text{ м}^3$$

Минимальное количество расходных баков - не менее 2-х.

Выбираем 3 расходных бака емкостью 20 м^3 , один из которых будет запасным.

Дно бака имеет уклон не менее 0,010.

Конфигурация баков в плане принята квадратной.

Соотношение высоты H , м, и размера стороны в плане B , м, принято $H/B = 3/2$

Для баков хранилищ:

$$H = \sqrt{\frac{9 \cdot 28}{4}} = 8 \text{ м} \quad (64)$$

$$B = \sqrt{\frac{2 \cdot 28}{3}} = 4,4 \text{ м} \quad (65)$$

Для расходных баков:

$$H = \sqrt{\frac{9 \cdot 20}{4}} = 7 \text{ м} \quad (66)$$

Схема флотационной установки приведен на рис. 8

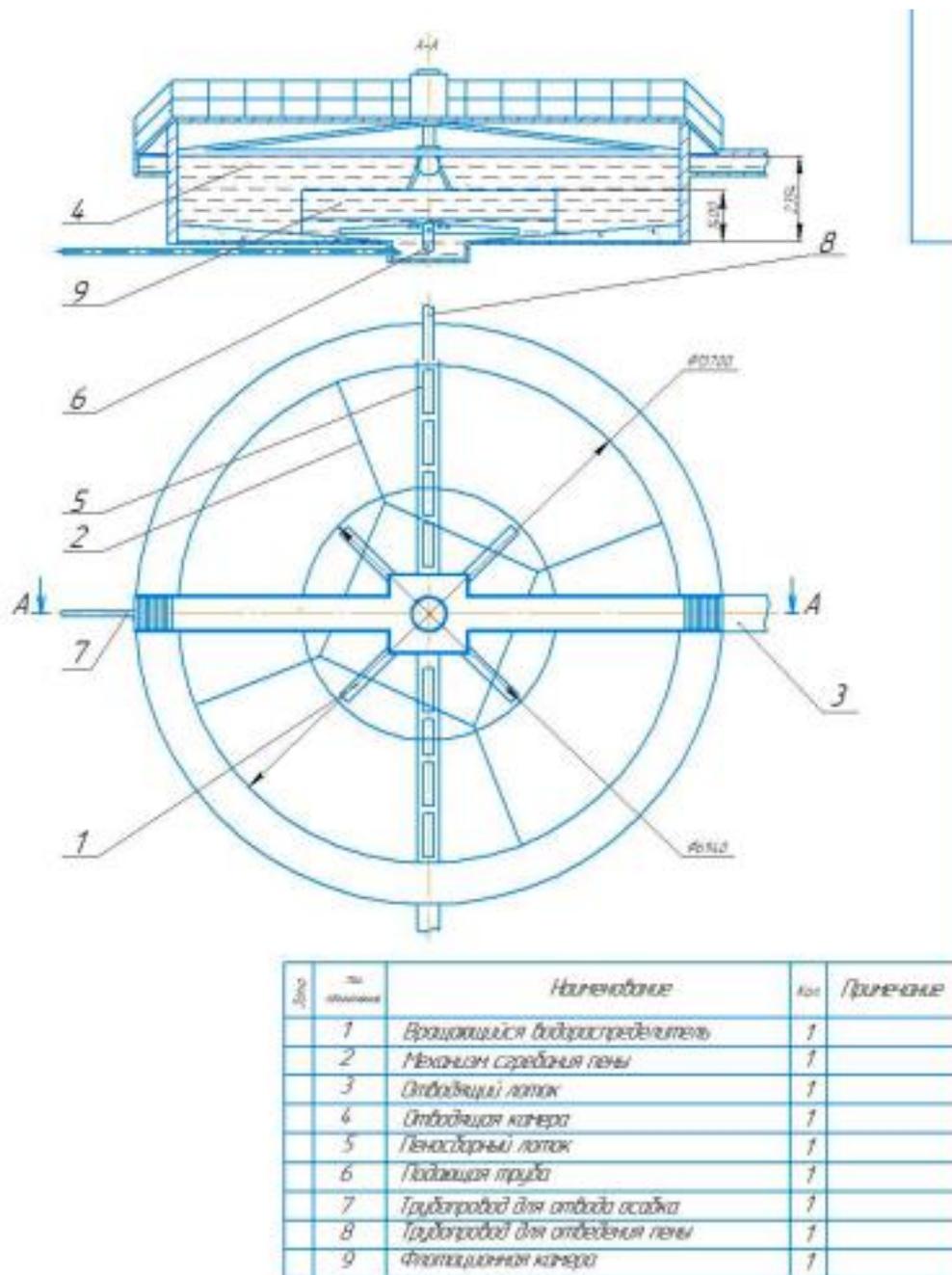


Рисунок 8 – Схема установки флотации

В трубном блоке размещены три статических смесителя для подачи и смешивания растворов щелочи, коагулянта и флокулянта. Во флотационную камеру подается очищенная вода, которая содержит коагулированные примеси.

На дне скиммера образуется осадок в процессе очистки стоков. Для удаления осадка установлен запорный клапан с пневматическим приводом. Клапан удаления осадка работает в режиме таймера. Под гидростатическим

давлением осадок флотатора поступает в горизонтальную песколовку, где происходит процесс оседания тяжелых минеральных примесей. В блок смешивания поступает осветленная вода.

Эффективность флотационной установки повышается за счет добавления в очищаемую воду раствора коагулянта и флокулянта, которые способствуют образованию осадка, а для корректировки значения pH, на установку подается раствор гидроксида натрия.

Мембранные насосы – дозаторы для подачи растворов флокулянтов и гидроксида натрия во флокуляторы.

Для изготовления и дозировки флокулянта необходима установка, включающая в себя станцию приготовления раствора флокулянта и винтового насоса - дозатора для раствора флокулянта.

Принципиальная технологическая схема трубного флокулятора приведена на рисунке 9.

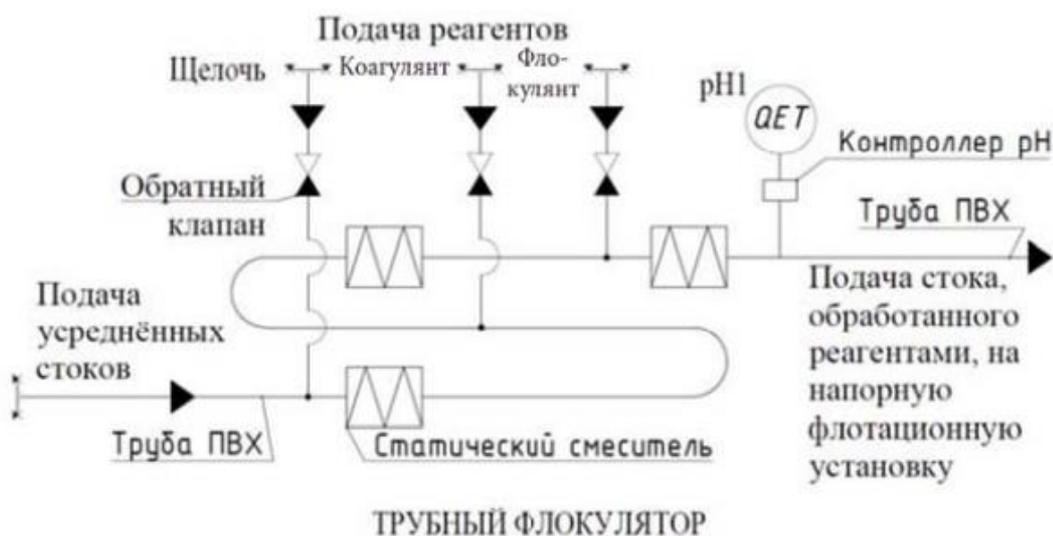


Рисунок 9 – Принципиальная технологическая схема трубного флокулятора

При флотационном способе очищенные реагентом сточные воды поступают в специальный конусообразный флотационный резервуар.

Материал флотационного устройства – полипропилен, обладающий отличной коррозионной стойкостью по отношению к сточным водам и отличающийся низкой стоимостью.

В воронку флокулянта станции оператором насыпается сухой флокулянт. В станцию также необходимо подать воду для того чтобы приготовить раствор флокулянта. В верхней камере идет процесс приготовления готового раствора флокулянта. В нижней камере отбирается готовый раствор. После необходимой выдержки разбавленный раствор реагента из верхней камеры готов к дальнейшему использованию. Когда нижняя камера пуста, поступает сигнал на перелив готового раствора из верхней камеры в нижнюю. С помощью насоса – дозатора раствор флокулянта подается в точку дозирования во флокуляторе.

Автоматизация узла приготовления флокулянта позволяет экономить до 20-30% средств на закупке реагентов, позволяет обеспечить получение на выходе раствора нужной концентрации, а также контролировать и прогнозировать расход флокулянта.

После прохождения физико-химической очистки на флотационной установке промышленные стоки попадают в дренажный колодец очищенных сточных вод и далее в водохранилище.

3.3 Расчет материального баланса флотатора-отстойника

Количество сточной воды Q , поступающей на флотатор – 4590 м³/ч.

Перед очисткой масса взвешенных веществ $C_{в.в.} = 8,84$ кг/ч.

Коэффициент очистки $\omega_{в.в.} = 0,97$, вычислим массу взвешенных веществ после очистки:

$$m_{в.в.} = \omega_{в.в.} \cdot m_{в.в.}, \text{ кг / ч} \quad (67)$$

где $\omega_{в.в.}$ – коэффициент очистки, масс. %;

$$m_{в.в.} = 0,97 \cdot 8,84 = 8,570 \text{ кг / ч} \quad (68)$$

Вычислим количество взвешенных веществ, оставшихся в воде:

$$m_{2В. В.} = m_{1В. В.} - m_{В. В. '}, \text{ кг / ч} \quad (69)$$

$$m_{2В. В.} = 8,840 - 8,570 = 0,27 \text{ кг / ч}$$

После очистки с применением коагулянта $TiCl_3$, масса взвешенных веществ в воде стала 0,0000216 кг/л, то есть, на выходе расход взвешенных веществ в час составляет 0,812 кг/ч.

Результаты расчета приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчета материального баланса флотатора

Наименование	Сточная вода	Взвешенные вещества	Итого:
Приход (кг/час)	4 590	8,84	4 598,84
Расход (кг/час)	4 590	0,991	4 590,99

Таким образом, в результате проведенной работы определено, что одним из главных преимуществ использования технологии напорного флотатора-отстойника для очистки сточных вод является возможность достижения высокой эффективности. Степень очистки от взвешенных веществ в отстойнике составляет 6,27 кг/час, а на флотаторе в пене содержится 7,84 кг/час. Это позволяет обеспечить высокое качество очищенной сточной воды и повысить ее пригодность для повторного использования.

В сточной воде флотационной установки практически не обнаруживается взвешенных веществ, при том, что количество воды на выходе остается постоянным.

Таблица 5 – Результаты испытаний с различными видами подачи водо-воздушной смеси

Критерии	Виды подачи водо-воздушной смеси		
	перед флотатором	во флотатор	совмещенная подача
Наблюдения	Подача воздуха воздушной смеси происходит перед флотационной камерой. После чего сточная вода вместе с водо воздушной смесью поступает в камеру флотации. Во время данного процесса пузыри воздуха большого размера. Процесс флотации направлен лишь в одну точку, когда боковые края ротационной камеры не задействованы	На входе во в этот сон на камеру, На уровне 25 см от дна по всей ширине флотатора располагается трубопровод с маленькими отверстиями по всей его длине. В отличие от первого метода, процесс флотации направлен на всю ширину флотационной камеры.	Водо – воздушная смесь подается в две точки: Перед ротационной камерой. И в саму что-то ценную камеру. Во время данного процесса пузыри воздуха имеет необходимый размер, процесс флотации направлен на всю ширину флотационной камеры
Эффективность очистки стоков на выходе из очистных сооружений, %			
Взвешенные вещества	70-80	80-90	95-98
БПКполн	80	90	95-98
ХПК	80	90	95-98
Фостат-ион	80-90	80-90	93-95
Нефтепродукты	85-90	90-93	93-95
Цинк	80-90	80-90	80-90
Железо	80-90	80-90	80-90
Медь	80-90	80-90	80-90
Вывод:	Данный метод можно использовать последующей чисткой на флотаторе. Также флотационная установка исполняет роль первичного отстойника Эффективность очистки воды –до норм сброса		

За счет расширения подачи водо-воздушной смеси предлагаемая установка повышает эффективность очистки сточных вод АО «МАХАМ-ШИРСИЧ» по сравнению с традиционными установками.

Заключение

В выпускной квалификационной работе было рассмотрено предприятие химической промышленности АО «МАХАМ-СНРСНІQ», основной деятельностью которого является производство аммиака, мочевины, прионов и аммиачной воды. На предприятии существует система очистки сточных вод, включающая в себя 6 этапов, один из которых биологическая очистка на котором и предложено провести модернизацию.

В результате проведенных лабораторных исследований качества сточных вод после очистных сооружений не соответствовало нормативам очистки производственных сточных вод по следующим показателям: БПК₂₀, взвешенным веществам, железу, нефтепродуктам и АПАВ.

В результате чего предложено модернизировать вторичные отстойники во флотаторы. С помощью данного метода будет достигнута высокая эффективность очистки, непрерывность процесса, широкий спектр применения, низкие инвестиционные и эксплуатационные затраты, простота конструкции процесса, хорошие возможности выделения загрязняющих веществ, высокая скорость процесса, низкая влажность, что даст возможность флотации осадка и извлечения концентрированного состава загрязняющих веществ (90-95%). Например, степень очистки от взвешенных веществ в отстойнике на выходе составляет 6,27 кг/час в сточной воде, а на флотаторе в пене содержится 7,84 кг/час. То есть в сточной воде флотационной установки содержание взвешенных веществ практически нулевое. При этом объем воды на выходе остается неизменным.

Эффективность и надежность работы отстойников существенным образом влияет на качество биологической очистки и, в конечном счете, на качество воды на выпуске в водоем.

Модернизация данной технологии очистки сточных вод вторичных отстойников во флотационные машины позволит повысить эффективность очистки сточных вод.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Байрамова А. Интенсификация флотационной очистки сточных вод / А. Байрамова. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2016. – 132 с.
2. Безбородова О.Е. Комплексная утилизация сточных вод предприятий / Безбородова О.Е. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2019. – 124 с.
3. Биологическая очистка поверхностных сточных вод промышленных площадок в биореакторах с ершовой загрузкой / М.Г. Зубов, Е.В. Вильсон, В.А. Литвиненко, А.А. Кадревич // Водоснабжение и санитарная техника. – 2022. – № 4. – С. 26-33.
4. Благоразумова А.М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод. Учебное пособие / А.М. Благоразумова. – М.: Лань, 2020. – 208 с.
5. Ветошкин А.Г. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод. Учебное пособие / Ветошкин Александр Григорьевич. – М.: Инфра-Инженерия, 2016. – 997 с.
6. Гавриленков А.М. Оборудование для очистки воздушных выбросов и сточных вод пищевых предприятий. Учебное пособие. Гриф УМО МО РФ / А. М. Гавриленков. – М.: Гиорд, 2018. – 684 с.
7. Гильманова З.А. Технология очистки сточных вод от фосфора и азота на примере предприятия АО «Алтайхимпром» / З.А. Гильманова А.Н. Залялеева, Р.Р. Ситдикова // Вестник магистратуры. – 2016. – № 6-2(57). – С. 126-127.
8. ГОСТ 17.1.3.07-82: Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012472> (дата обращения: 14.04.2023).
9. Динар Фазуллин. Методы очистки и утилизации водоземлюльсионных сточных вод / Фазуллин Динар, Геннадий Маврин und Рубен Мелконян. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2020. – 152 с.

10. Иванова А.С. Эффективность очистки сточных вод на предприятии КАО «Азот» / А.С. Иванова // Междисциплинарные подходы в биологии, медицине и науках о Земле: теоретические и прикладные аспекты : Материалы симпозиума XV (XLVII) Международной научно-практической конференции, Кемерово, 01–30 апреля 2020 года / Научный редактор С.Л. Лузянин. Том Выпуск 21. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2020. – С. 201-203.

11. Карманов А.П. Технология очистки сточных вод : учебное пособие / А.П. Карманов, И.Н. Полина. – Сыктывкар: СЛИ, 2018. – 207 с.

12. Карякин А.В. Методы оптической спектроскопии и люминесценции в анализе природных и сточных вод / А. В. Карякин, И.Ф. Грибовская. – М.: Химия, 2021. – 304 с.

13. Левадный В.С. Дренаж и очистка сточных вод: моногр. / В.С. Левадный. – М.: ИЗДАТЕЛЬСТВО АДЕЛАНТ, 2021. – 345 с.

14. Левин Г.М. Защита водоемов от загрязнений сточными водами предприятий черной металлургии. / Г. М. Левин, Г. С. Пантелят, И.А. Вайнштейн. – Москва: СПб. [и др.] : Питер, 2020. – 193 с.

15. Луканин А.В. Инженерная экология: процессы и аппараты очистки сточных вод и переработки осадков. Учебное пособие / А.В. Луканин. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 959 с.

16. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье. – М.: Медиа, 2017. – 171 с.

17. Маннанова Г.В. Методы Очистки Промышленных Сточных Вод / Маннанова Г.В. – Москва: РГГУ, 2019. – 815 с.

18. Мелкерт А.И. К вопросу о загрязнении рек промышленными и городскими сточными водами / А.И. Мелкерт. – Москва: Высшая школа, 2019. – 822 с.

19. Методика определения основных технологических параметров сооружений систем водоснабжения и водоотведения, очистки сточных вод и обработки осадка. Раздел 2. Том 2. Водоотведение, очистка сточных вод и

обработка осадка. – Текст : электронный // Информационно-справочная система «Техэксперт». – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200118114> (дата обращения: 23.04.2023).

20. Мудровская Е.В. Биологическая очистка сточных вод на предприятии КАО "Азот" с использованием установки УФО / Е.В. Мудровская // Сборник материалов VIII Всероссийской, научно-практической конференции молодых ученых с международным участием "Россия молодая", Кемерово, 19–22 апреля 2016 года / Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева; Ответственный редактор О.В. Тайлаков. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2016. – С. 308.

21. Руководство по проектированию и расчету флотационных установок для очистки сточных вод, г. Москва Стройиздат, 1978 г.-35 с.

22. Степанов С.В. Биологическая очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов / С.В. Степанов. – М.: Ассоциация строительных вузов (АСВ), 2017. – 561 с.

23. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод / И.С. Туровский. – М.: Стройиздат, 2017. – 224 с.

24. Технологии переработки отходов с получением новой продукции: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, г. Киров, 30 ноября 2022 г. – Киров : Вятский государственный университет, 2022. – 274 с.

25. Федеральный закон РФ № 416 – ФЗ от 07.12.11 «О водоснабжении и водоотведении». [Электронный ресурс] URL.: <https://taborkids.ru/zhkh/holodnoe-vodosnabzhenie-i-vodootvedenie.html> (дата обращения: 14.04.2023).

26. Федеральный закон РФ от 10.01.02 №7 – ФЗ «Об охране окружающей среды». [Электронный ресурс] URL.: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения:

15.04.2023).

27. Хайруллин Р.И. Разработка рекомендаций по повышению эффективности работы системы очистки сточных вод на предприятии ЖКХ / Р.И. Хайруллин, Э.Р. Бариева, Е.В. Серазеева // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2021 : Сборник трудов восьмого международного экологического конгресса (десятой международной научно-технической конференции), Самара-Тольятти, 22–26 сентября 2021 года. Том 4. – Самара: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, 2021. – С. 121-125.

28. Шлёкова И.Ю. Сточные воды : состав, свойства, методы и схемы очистки : учебное пособие / И.Ю. Шлёкова, А.И. Кныш. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2020. – 93 с.

29. Adlan M.N., Palaniandy P. and Aziz H. A. 2011. Optimization of coagulation and dissolved air flotation (DAF) treatment of semi-aerobic landfill leachate using response surface methodology (RSM). *Desalination*, 277 (1-3): 74-82.

30. Behin J. and Bahrami S. 2012. Modeling an industrial dissolved air flotation tank used for separating oil from wastewater. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 59: 1-8.

31. Emmanuel Kweinor Tetteh Optimisation of dissolved air flotation (DAF) for separating industrial mineral oil from water// https://openscholar.dut.ac.za/bitstream/10321/3182/1/TETTECHEK_2018.pdf

32. Ebeling J.M., Ogden S.R., Sibrell P.L. and Rishel K.L. 2004. Application of chemical coagulation aids for the removal of suspended solids (TSS) and phosphorus from the microscreen effluent discharge of an intensive recirculating aquaculture system. *North American Journal of Aquaculture*, 66 (3): 198-207.

33. Hirasaki G.J., Miller C.A., Raney O.G., Poindexter M.K., Nguyen D.T. and Hera J. 2011. Separation of Produced Emulsions from Surfactant

Enhanced Oil Recovery Processes. Energy & Fuels, 25 (2): 555-561.