



федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
**ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ**  
**Кафедра «Рациональное природопользование и  
ресурсосбережение»**

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой«РПиР»

\_\_\_\_\_ М.В.Кравцова

(подпись) (И.О. Фамилия)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение бакалаврской работы**

Студент Фабер Екатерина Сергеевна

1. Тема «Оптимизация работы очистных сооружений предприятия ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ»
2. Срок сдачи студентом законченной бакалаврской работы 10.06.2016
3. Содержание выпускной квалификационной работы
  - 3.1 Анализ существующей схемы очистки сточных вод на предприятие ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ»
  - 3.2 Лабораторные исследования очищенных сточных вод, сырого и илового осадка
  - 3.3 Оптимизация работы очистных сооружений
- 4 . Дата выдачи задания «16» март 2016г.

Руководитель бакалаврской работы \_\_\_\_\_

(подпись)

Ю.Н. Шевченко

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

(подпись)

Е.С.Фабер

(И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
**ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ**  
**Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»**

УТВЕРЖДАЮ  
Зав.кафедрой «РПиР»

\_\_\_\_\_  
М.В.Кравцова  
(подпись) (И.О. Фамилия)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**  
**выполнения бакалаврской работы**

Студента: Фабер Екатерина Сергеевна

по теме: Разработка технологических решений по повышению качества  
очистки сточных вод на предприятие ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Анализ существующей схемы очистки сточных вод на предприятие ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ»	20.04.2016			
Лабораторные исследования очищенных сточных вод, сырого и илового осадка	2.05.2016			
Оптимизация работы очистных сооружений	30.04.2016			
Заключение	04.06.2016			

Руководитель бакалаврской работы

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Ю.Н.Шевченко

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Е.С.Фабер

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

**Бакалаврскую работу выполнила:** Фабер Е.С.

**Тема работы:** Разработка технологических решений по повышению качества очистки сточных вод на предприятие ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ»

**Научный руководитель:** Шевченко Ю.Н.

**Цель бакалаврской работы** - снижение антропогенной нагрузки на Волжский бассейн за счет повышения качества очистки и эффективности системы водоотведения предприятия ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать существующей схему очистки сточных вод на предприятии водоподготовки и водоотведения.
2. Провести лабораторные исследования очищенной сточной воды.
3. Разработка технологических решений по повышению качества очистки

В бакалаврской работе была исследована существующая схемы очитки сточных вод предприятия водоподготовки и водоотведения. В ходе работы проводился анализ методов снижения нефтепродуктов в сточных водах, методов обезвоживания илового осадка. Для снижения нефтепродуктов был выбран наиболее эффективный способ с учетом действующего оборудования – напорная флотация с применением коагулянта. В результате анализа методов обезвоживания илового осадка был выбран оптимальный метод с точки зрения снижения экологических рисков – Геотекстильные тубы.

Бакалаврская работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка используемых источников и приложения.

Во введении обосновывая актуальность выбранной темы, сформулирована цель и задачи исследования.

Первая глава посвящена анализу технологической схемы очистки сточных вод, состава сточных вод, экологических рисков при существующих превышениях.

Во второй главе представлены результаты лабораторных исследований очищенных сточных вод, сырого осадка и илового осадка.

В третьей главе рассматривается метод модернизации первичных отстойников с целью повышения качества очистки, метод обезвоживания илового осадка, разработана схема предлагаемого флотатора, проведен экономический расчет коагулянта.

Заключение содержит основные выводы и предложения, направленные на повышение эффективности очистки сточных вод на предприятие ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ».

Бакалаврская работа изложена на 56 листах, включает 5 таблиц, 15 рисунков, 60 литературный источник, 1 приложение.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СХЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ»	10
1.1 Объект исследования	10
1.2 Воздействие сточных вод на окружающую среду	10
1.2.1 Воздействие сточных вод на поверхностные и подземные воды	10
1.2.2 Воздействие осадков сточных вод на почву	12
1.2.3 Оценка воздействия сточных вод на Волжский бассейн	13
1.3 Анализ технологической схемы очистки сточных вод. Оценка воздействия предприятия на окружающую среду	13
1.3.1 Механическая очистка сточных вод	16
1.3.2 Биологическая очистка сточных вод	19
1.3.3 Доочистка сточных вод	25
1.3.4 Обеззараживание сточных вод	26
1.3.5 Обработка осадка сточных вод	29
ГЛАВА 2 ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД, СЫРОГО И ИЛОВОГО ОСАДКА	33
2.1 Лабораторные исследования очищенной сточной воды на содержание	33
2.2 Лабораторные исследования сырого и илового осадка	35
ГЛАВА 3. ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ	38
3.1 Модернизация первичных отстойников	38
3.1.1 Метод модернизации первичных отстойников	38
3.1.2 Технологическая схема предлагаемой флотационной установки	40
3.2 Разработка системы утилизации илового осадка	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

51

ПРИЛОЖЕНИЕ

57

## ВВЕДЕНИЕ

Вода - ценнейший природный ресурс. Рост городов, бурное развитие промышленности, интенсификация сельского хозяйства и ряд других факторов все больше усложняет проблемы обеспечения водой.

Особенно негативное влияние на водные ресурсы оказывает промышленное производство. Утилизация и обезвреживание сточных вод составляет одну из самых важных экологических проблем настоящего времени и в этом направлении наработано множество разнообразных технологических приёмов, в основе которых лежат физико-химические или биохимические процессы деградации вредных компонентов сточных вод.

Основная масса органических веществ, поступающих на канализационные очистные сооружения, удаляется в сооружениях биологической очистки. При превышении токсичности сточных вод, поступающих на очистные сооружения, процесс биологической очистки не проходит должным образом. Вынос органических веществ приводит к нарушению равновесия экосистемы водного объекта.

Очищенные сточные воды предприятия ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ» содержат превышения по основным показателям. Постоянные промышленные сбросы, содержащие азот и фосфор, являются причиной загрязнения Волжского бассейна, что приводит к распространению одноклеточных сине-зелёных водорослей, гибели рыб и птиц.

Помимо биологического загрязнения, предприятия засоряют водные объекты ядохимикатами. Данные вещества особенно опасны в связи с их способностью накапливаться в организмах и с их возможностью биоконцентрирования. В последнем случае животные последующих трофических уровней, питаясь организмами, накопившими ядохимикат, получают исходно более высокие концентрации. В результате на вершине

данной пищевой цепи концентрация химиката в организме может стать в  $10^5$  раз выше, чем во внешней водной среде.

Целью работы является снижение антропогенной нагрузки на Волжский бассейн за счет повышения качества очистки и модернизации существующей схемы очистки предприятия ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать существующей схему очистки сточных вод на предприятии водоподготовки и водоотведения.
2. Провести лабораторные исследования очищенной сточной воды.
3. Разработка технологических решений по повышению качества очистки

# **ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СХЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ»**

## **1.1 Объект исследования**

Объектом исследования бакалаврской работы являются очистные сооружения предприятия ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ» г. Тольятти. Предприятие занимается водоснабжением и водоотведением населения и юридических лиц Автозаводского района г.Тольятти. Производственное водоснабжение осуществляется для промышленной площадки ОАО «АВТОВАЗ» (предприятие автомобильной промышленности) и предприятий ПКЗ и ТЭЦ ВАЗа. Численность населения Автозаводского района превышает 439000 человек – это крупнейший по численности населения район Поволжья. Забор воды осуществляется из Куйбышевского водохранилища.

Водоотведение осуществляется в цехе очистных сооружения канализации, предназначенном для приёма и очистки сточных вод канализации Автозаводского района до норм ПДК, с дальнейшим сбросом в Саратовское водохранилище.

## **1.2 Воздействие сточных вод на окружающую среду**

### **1.2.1 Воздействие сточных вод на поверхностные и подземные воды**

Состояние равновесия экосистемы водоемов может быть нарушено в результате многих причин.

Особенно значим в процессах самоочищения кислородный режим водоёмов. Расход кислорода на минерализацию органических веществ определяется через биохимическое потребление кислорода (БПК). При большом сбросе органических веществ наступает дефицит кислорода. вызывает значительное ухудшение качества воды.

Несмотря на то, что органические вещества не относятся к вредным, их сброс вызывает значительное ухудшение качества воды.

Сброс других веществ - биогенов, которые не являются вредным или ядовитым, приводит к экологическим последствиям. Эти вещества необходимы для существования живых организмов. Водоёмы в естественном состоянии бедны биогенами. При их попадании в водоемы, происходит бурный рост фитопланктона – множества видов водорослей, представляющих собой отдельные клетки, их скопления или «нити», которые держатся вблизи поверхности воды[59]. Фитопланктон препятствует прохождению солнечного света в толщу воды, что приводит к нарушению процессов фотосинтеза водных растений. В результате резко уменьшается поступление кислорода, производимого бентосными растениями при фотосинтезе. У фитопланктона короткий жизненный цикл, он быстро отмирает, что ведёт к накоплению большой массы отмершего фитопланктона – детрита. Питаясь детритом, редуценты, в основном, бактерии, потребляют кислород, уменьшая его содержание в воде.

Свою лепту в эвтрофикацию вносят и взвешенные частицы, попадающие в водоём. Вещество этих частиц не отнесено к разряду химически вредных. Но они уменьшают прохождение света в толщу воды, засоряют жабры, обволакивают икринки рыб и других водных организмов.

Действие токсичных соединений на гидробионты проявляется в зависимости от их концентрации. При больших концентрациях наступает гибель гидробионтов, меньших – изменяются обмен веществ, темп развития, мутагенез, потеря способности к размножению и др. Особенно чувствительны к вредным веществам гидробионты, находящиеся на начальных стадиях своего развития: икринки и т.п. Отдельные популяции, например, зоопланктон, чрезвычайно чувствительны к вредным веществам. Уже небольшие концентрации вредных веществ вызывают их гибель, и это влияет на биоценоз в целом.

Особую опасность для гидросферы несут ядохимикаты на основе соединений тяжёлых металлов (свинец, олово, мышьяк, кадмий, ртуть, хром, медь, цинк) и синтетических органических соединений. Ионы тяжёлых

металлов, попадая в организм, подавляют активность ряда ферментов, что приводит к крайне тяжёлым физиологическим и неврологическим последствиям[58]. Выделяют канцерогенные (развитие рака), мутагенные (появление мутаций) и тератогенные (врождённые дефекты у детей) эффекты.

Ядохимикаты особенно опасны в связи с их способностью накапливаться в организмах и с их возможностью биоконцентрирования.

### **1.2.2 Воздействие осадков сточных вод на почву**

Воздействие осадков сточных вод на почву можно подразделить на химическое загрязнение почвы и на загрязнение патогенной микрофлорой.

В эпидемическом отношении отходы сточных вод очень опасны. Содержание огромного количества возбудителей различных инфекционных заболеваний способствует созданию благоприятной среды для развития домашней мухи. Самка домашней мухи, привлеченная запахом аммиака, выделяющегося из загнивающих отходов, откладывает в поверхностном слое (на глубине 1 - 3 см) яйца. Мухи активно переносят бактериальные загрязнения отходов на пищевые продукты и предметы быта. Доказано, что патогенные микроорганизмы на поверхности тела мухи выживают в течение 1 - 7 суток, а в желудке - от 2 до 8 суток. Личинки и куколки мух находили в 100% проб отходов сточных вод.

Проблема отходов сточных вод как источника антропогенного загрязнения почвы приобрела сегодня чрезвычайную актуальность. При размещении отходов на иловых картах в почву попадает большое количество органических веществ, микроорганизмов, яиц геогельминтов [7]. Из почвы компоненты твердых бытовых отходов могут попадать в подземные (в первую очередь грунтовые) воды, смываться атмосферными осадками в открытые водоемы и приводить к загрязнению воды источников водоснабжения. Вследствие расщепления органических веществ отходов, особенно легко загнивающих, образуются газы с неприятным запахом:

аммиак, сероводород, индол, скатол, меркаптаны, которые загрязняют атмосферный воздух.

### **1.2.3 Оценка воздействие сточных вод на Волжский бассейн**

Общую загрязнённость волжского бассейна относят к 3 классу запрещенности. На пляжах Автозаводского района, расположенных ниже стоков ОАО «АВТОВАЗ», чистоту воды относят к максимальным 5 и 6 классам загрязнённости. ПДК фенола и меди превышена в 2-5 раза. Таким образом, деятельность предприятий оказывает существенное воздействие на окружающую среду.

Ещё хуже ситуация у приплотинной зоны водохранилища, где средние ПДК превышаются по меди и марганцу — в 8 раз, а максимально-разовые по нефти в 25-28 раз, по и фенолам — в 30 и более раз.

### **1.3 Анализ технологической схемы очистки сточных вод. Оценка воздействия предприятия на окружающую среду**

На очистных сооружениях предприятия ОАО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ» поступают сточные воды смешанного состава, которые подразделяются на бытовые и производственные:

- бытовые сточные воды содержит минеральные, органические и бытовые загрязнения. Источниками образования бытовых сточных вод является жилой район, санитарные узлы служебных и производственных зданий промышленно-коммунальной зоны.

- производственные сточные воды включает в себя ливневые загрязненные стоки с внутренних дорог, «ТЭЦ ВАЗа» Самарского филиала ОАО «Волжская ТГК» и от промышленной площадки ОАО «АВТОВАЗ».

На рисунке 1 изображены очистные сооружения канализации ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ».



**Рисунок 1 – Очистные сооружения канализации  
ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ»**

В сточной воде, поступающей на очистные сооружения, превышено содержание тяжелых металлов, алюминия, нитритов, нитратов, ионов аммония, фосфатов, нефтепродуктов, анионного ПАВ, сульфатов, хлоридов, ХПК, БПК<sub>полное</sub>, сухого остатка, взвешенного остатка, прокаленного остатка, сульфидов, кадмия, фенолов.

Состав сточных вод указан в Приложении 1.

Из-за превышения ПДС увеличивается токсичность вод, поступающих на предприятие. Сточная вода до очистки является средне загрязненной, так как концентрация взвешенных веществ и БПК<sub>полное</sub> в пределах 100-500 мг/дм<sup>3</sup> (в среднем содержание взвешенных веществ составляет 125,8 мг/дм<sup>3</sup>, БПК<sub>полное</sub> 155,4мгО/дм<sup>3</sup>)

Присутствие ПАВ в сточных водах сказывается на всех стадиях очистки. Эти приводит к снижению седиментацию взвешенных веществ, образованию большое количество пены, торможению биохимических процессов на биологической стадии очистки. Попадая с очищенной водой в

водоем, они серьезно усложняют его дальнейшее использование для бытовых и промышленных целей.

Таким образом, процесс очистки не проходит должным образом, что сказывается на качестве очищенной воды на выходе в Саратовское водохранилище.

Очищенная вода содержит превышения практически по всем перечисленным показателям. Это свидетельствует о необходимости оценки воздействия на окружающую среду и модернизации очистных сооружений.

Технологический процесс очистки сточных вод, схема которого представлена ниже, включает в себя следующие стадии:

4.1 Механическая очистка сточных вод.

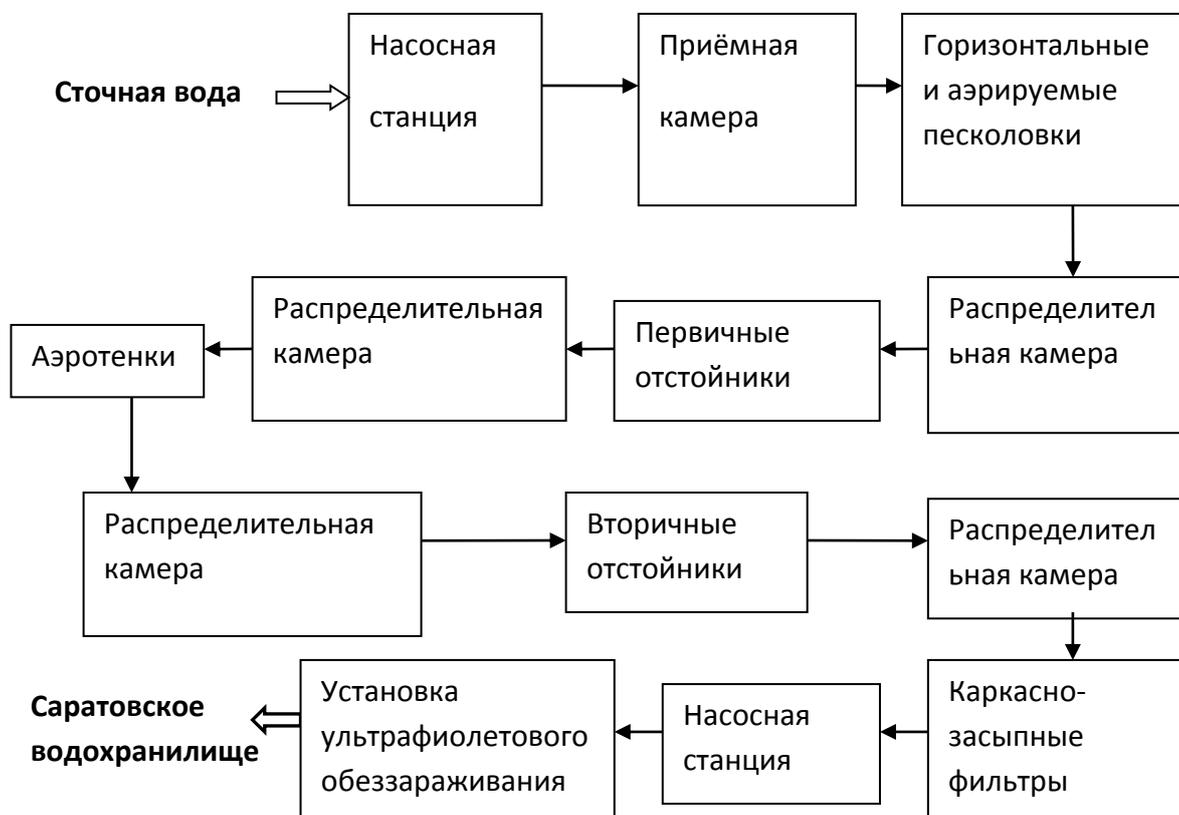
4.2 Биологическая очистка сточных вод.

4.3 Доочистка сточных вод.

4.4 Обеззараживание сточных вод.

4.5 Обработка осадка.

На рисунке 2 представлена существующая схема очистки сточных вод.

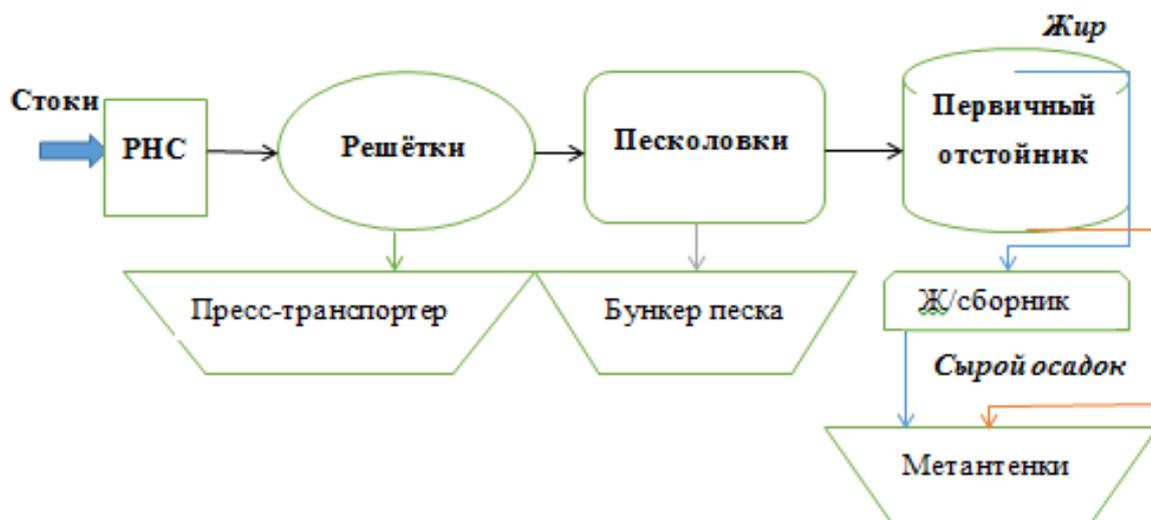


**Рисунок 2 - Схема технологического процесса очистки сточных вод**

### 1.3.1 Механическая очистка сточных вод

Сущность метода механической очистки сточных вод заключается в механическом удалении из воды нерастворенных примесей, с помощью решеток, песколовок и отстойников.

На рисунке 3 изображена существующая схема механической очистки сточных вод.



**Рисунок 3 – Технологическая схема механической очистки сточных вод**

Сточные воды Автозаводского района собираются в главный коллектор, откуда поступают в приёмные резервуары районной насосной станции (РНС-1, РНС-2). Для освобождения сточных вод от крупных плавающих отбросов, на РНС-1 применяются механизированные решётки (3 шт.) с прозорами 16 мм. Задержанные на решетках отбросы снимаются механическими граблями, сбрасываются на шнековый транспортер, далее обезвоживаются шнековым пресс- транспортером и подаются в контейнер.

На рисунке 4 показаны сооружения в здании решеток.



**Рисунок 4 – Здание решеток**

На подводящих каналах к аэрируемым песколовкам, установлены неподвижные решетки с шириной прозоров 16мм. Задержанные на решетках отбросы снимаются ручными граблями и сбрасываются в контейнер закрытого типа. Затем, совместно с контейнерами механической очистки первой очереди, ежедневно загружаются в самосвал и вывозятся на захоронение. В теплое время года отбросы в контейнере посыпаются хлорной известью.

Скорость движения сточных вод по песколовкам с горизонтальным прямоточным движением воды составляет 0,15-0,3 м/с. Осевший на дне песколовок песок и ему подобные минеральные загрязнения сгребают в приямок скребковым механизмом. Из приямка с помощью гидроэлеватора удаляются в специальные бункеры песка для промывки и обезвоживания.

Скорость движения сточных вод по аэрируемым песколовкам составляет 0,08-0,12 м/с. Расположение дырчатой трубы у одной из стен каждой аэрируемой песколовки, через которую подается воздух, позволяет создать спиральную циркуляцию в потоке сточных вод, благодаря которой песчинки отмываются от органических коллоидных веществ. Осевшие на дне

песколовок песок и ему подобные минеральные загрязнения системой гидросмыва транспортируются в приямок, откуда удаляются гидроэлеватором в бункеры песка для промывки и обезвоживания.

При удовлетворительной эксплуатации песколовок влажность песка в осадке в норме составляет 40-60%, зольность 70-95%, содержание песка 70-90%, плотность 12-1,8 г/см<sup>3</sup>.

Сточные воды освобожденные в песколовках от песка и крупных минеральных взвешенных частиц направляются в первичные отстойники радиального типа (4 шт.), ёмкостью по 5000м<sup>3</sup>, которые предназначены для задержания более мелких взвесей. Сточная вода подается в центр отстойника и движется радиально от центра к периферии. При этом скорость движения осветляемой воды изменяется от максимальных значений в центре до минимальных на периферии. Отстаивание является самым простым, наименее энергоёмким и дешевым методом выделения из вод грубодисперсных не растворенных примесей с плотностью отличной от плотности воды. Процесс отстаивания на способности примесей оседать на дно отстойника под действием гравитационной силы и всплывать на его поверхность под действием архимедовой силы.

Сырой осадок, осевший на дно отстойника, при помощи скребкового механизма сгребаются к центральному приямку, откуда плунжерным насосом перекачиваются для сбраживания в метантенки.

Эффективность выпадения из сточных вод взвешенных веществ составляет 45%, влажности сырого осадка в норме составляет 92-95%, зольность в среднем 25%, содержание песка в осадке 5-8%, объем сырого осадка 200-250м<sup>3</sup>/сутки.

Всплывающие вещества (жиры, механические примеси) с поверхности воды отстойника собираются полупогруженной доской, подвешенной на ферме скребкового механизма, и удаляются в жиросборники, откуда по мере накопления плунжерным насосом перекачиваются для сбраживания в метантенки.

Осветленные сточные воды сливаются через круговой водослив, установленный по окружности отстойника, в сборный лоток и поступают на сооружение биологической очистки.

*Эффективность очистки сточных вод на этапе механической очистки*

На данном этапе происходит очистка по всем показателям.

В результате отстаивания достигаемый эффект осветления составляет 40-60%, снижается величина БПК на 20-40% от исходного значения.

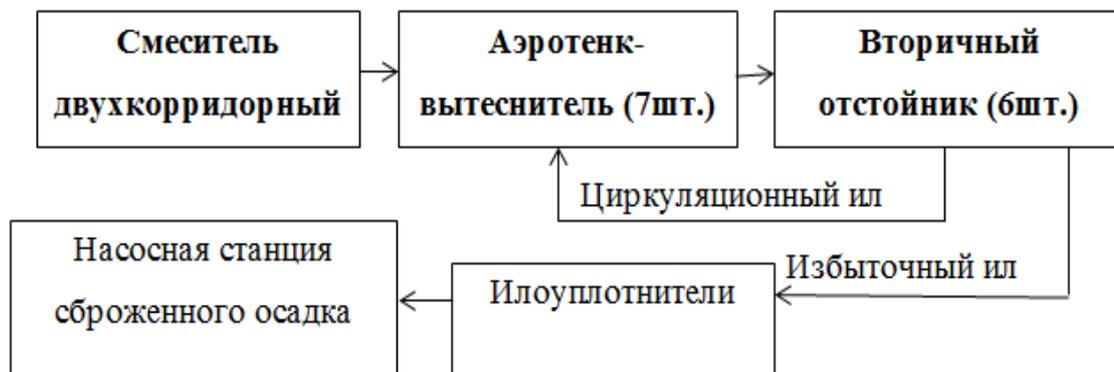
В очищенной сточной воде на выходе в Саратовское водохранилище наблюдаются превышения по нефтепродуктам, что является следствием неудовлетворительной работы отстойников. Нефтепродукты присутствуют в сточных водах в виде опалесцирующей пленки различной толщины, растворенной, эмульгированной и находящейся во взвешенном состоянии в виде клочков. Нефтепродукты очень медленно биологически осаждаются, токсически действуют на активный ил и нарушают процесс дыхания клеток ила[24]. Все это свидетельствует о неэффективности очистки сточных вод от нефтепродуктов на сооружениях биологической очистки. Удалять их следует на стадии механической очистки.

### **1.3.2 Биологическая очистка сточных вод**

Сущность метода биологической очистки заключается в выделении и окислении биологическим путем взвешенных веществ, суспензии, коллоидных и растворенных органических веществ в осветленной сточной воде с помощью вводимого активного ила и интенсивной аэрации.

Осветленные на механической очистке сточные воды проходят через смеситель и далее направляются в сборный канал аэротенков-вытеснителей.

На рисунке 5 изображена существующая схема биологической очистки сточных вод.



**Рисунок 5 – Технологическая схема биологической очистки сточных вод**

Смеситель двухкоридорный предназначен для смешивания сточных вод с биогенными добавками, которые вводятся для поддержания удовлетворительных условий синтеза биомассы активного ила при дефиците в сточных водах азота и фосфора. В качестве биогенных добавок применяются аммиачная селитра и суперфосфат.

Из сборочного канала осветленная сточная вода и циркуляционный активный ил сосредоточенно подаются в начало первых коридоров аэротенков-вытеснителей. Объем циркуляционного активного ила составляет в среднем 50% от объема очищаемых сточных вод.

Существующие аэротенки-вытеснители (7 шт.) представляют собой трехкоридорные резервуары прямоугольного сечения, в которых коридоры отделены друг от друга продольными направляющими перегородками, не достигающими до одной из торцевых стен. Равномерно, по всему днищу каждого аэротенка расположена система пневматической мелкопузырчатой аэрации. Подача воздуха в систему аэрации осуществляется центробежными нагнетателями, производительностью  $750\text{ м}^3/\text{мин}$ .

Основная задача эксплуатации аэротенков заключается в культивировании сообщества микроорганизмов активного ила, обеспечивающего изъятие и окисление органических загрязнений. При удовлетворительно протекающем процессе очистки численность видов микроорганизмов составляет в среднем 30 и более. Постоянное присутствие хищных коловраток, сосущих инфузорий, червей рода *Chaetogaster*,

периодически присутствующих тихиходок говорит о высоком качестве очистки и удовлетворительной нитрификации.

Диапазон удельных нагрузок на активный ил по органическим загрязняющим веществам составляет от 80-200 мг/г. Концентрация растворенного кислорода на заключительном этапе очистки поддерживается на уровне не ниже 3-4 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрация активного ила – на уровне 2-3 г/дм<sup>3</sup>. Время контакта активного ила с загрязненными сточными водами составляет не менее 6 часов.

Из аэротенков смесь очищенных сточных вод с илом самотеком направляется во вторичные отстойники радиального типа (6 шт.), емкостью по 5000 м<sup>3</sup>. Иловая смесь, поступающая во вторичные отстойники, представляет собой гетерогенную (многофазную) систему. Дисперсной средой служит биологически очищенная сточная вода, а основным компонентом дисперсной фазы являются хлопья активного ила, сформированные в виде сложной трехуровневой клеточной структуры, окруженной экзоклеточным веществом биополимерного состава.

Время отстаивания составляет не более 2,5 часов. При удовлетворительной эксплуатации вторичных отстойников состояние взвешенных веществ в отстоянной воде составляет менее 10 мг/дм<sup>3</sup>, содержание растворенного кислорода не менее 2 мг/дм<sup>3</sup>. Влажность удаляемого ила из вторичных отстойников составляет 99,4-99,7%, высота слоя ила от 0,5 до 1 м. Время пребывания ила во вторичных отстойниках не должно превышать 30-40 мин.

Для обеспечения минимального выноса загрязнений из вторичных отстойников активный ил, осевший на дно, круглосуточно собирается системой илососов и по самотечному трубопроводу направляется в иловый резервуар центральной насосной станции. Основная часть ила насосом центральной насосной станции возвращается в аэротенки. Эта часть ила называется циркуляционным.

Так как в резервуаре деятельности организмов масса активного ила непрерывно увеличивается, то образуется так называемый избыточный активный ил, который отделяется от циркуляционного и направляется на дальнейшую переработку в илоуплотнители или в объеме 20-25% от общего, образующегося объема - в первичные отстойники.

Несмотря на постоянную очистку сооружение вторичных отстойников скребковыми механизмами, проблема выноса активного ила является не решенной. Об этом свидетельствуют превышения ХПК, БПК<sub>полное</sub>, нитритов, нитратов, ионов аммония.

Существенное влияние на работу вторичных отстойников оказывает равномерность сбора осветленной воды, которая может нарушаться под воздействием ветра. Ветровой нагон воды способен перегрузить на 30-40% одну часть сборного лотка, вызвать соответствующее перераспределение потока иловой смеси и привести к повышенному выносу загрязнений с осветленной водой. Использование зубчатых водосливов не обеспечивает требуемой равномерности сбора воды.

После вторичных отстойников, очищенные сточные воды самотеком направляются на сооружение доочистки.

#### *Эффективность очистки на сооружениях биологической очистки*

При очистке сточных вод в аэротенках удаляются тяжелые металлы, алюминий, АПАВ, фосфаты, нитриты, нитраты, БПК<sub>полное</sub>, ХПК.

Тяжелые металлы, адсорбируясь на ил, не окисляются. Это приводит к повышению токсичности по тяжелым металлам, что затрудняет дальнейшее использование активного ила на сельскохозяйственных полях окрестностей.

В очищенной сточной воде превышения по следующим тяжелым металлам: железо общее, никель, цинк, медь, свинец.

Среди загрязнителей биосферы металлы относятся к числу важнейших. Основную опасность представляют тяжелые металлы, то есть имеющие атомный вес больше 40. Это связано с биологической активностью многих из них. Попадая в организм, тяжелые металлы приводят к его отравлению или

гибели. К наиболее опасными токсичным металлам относят: кадмий, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец, цинк и хром [30].

Одним из наибольших превышений ПДС в очищенной сточной воде наблюдается по алюминию.

Алюминий представляет потенциальную опасность для здоровья человека. Неорганический алюминий плохо усваивается, основная его часть выводится с мочой. Алюминий влияет на обмен веществ, в особенности минеральный, на функцию нервной системы, в способности действие непосредственно на клетки - их размножение и рост. К важнейшим клиническим проявлениям нейротоксического действия относят нарушение двигательной активности, судороги, снижение или потерю памяти, психопатические реакции.

Присутствие АПАВ в стоках способствует образованию пены в аэротенках, увеличению выноса взвешенных веществ из вторичных отстойников, снижению ферментативной активности ила, сокращению его прироста и, следовательно, ухудшению очистки. Пена в аэротенках может достигать нескольких метров. Она разносится ветром, мешая работе и являясь источником заражения. Помимо этого, наличие АПАВ в воде, поступающей на сооружения биологической очистки, ухудшает процесс первичного отстаивания и подавляет процессы переноса кислорода в клетки микроорганизмов.

Токсическое действие АПАВ определяется, главным образом, неполярной частью молекулы. Оно более выражено при наличии в неполярной части молекулы ароматического кольца. АПАВ оказывают аллергическое действие при любом пути поступления в организм: через кожу, верхние дыхательные пути или желудочно-кишечный тракт [11]. На кожу оказывают местное раздражающее действие, обезжиривая её. Кроме того, АПАВ вызывает нарушения иммунитета, поражение мозга, печени, почек, легких. Самое страшное, что ПАВ способны накапливаться в органах,

чему способствуют фосфаты, превышение которых зафиксировано в очищенных сточных водах.

Фосфаты представляют большую угрозу для окружающей среды. Попадая в водоёмы, они способствуют развитию сине-зеленых водорослей. Водоросли покрывают поверхность водоёмов, препятствуя поступлению в воду кислорода и солнечного света. Разлагаясь, они выделяют в воду большое количество метана, аммиака, сероводорода, убивающие всё живое в водоёмах.

В результате биологической очистки количество нитритов и нитратов увеличивается. Количество превышения ПДС на выходе по нитритам меньше превышения по нитратам. По данным видно, что процесс нитрификации проходит глубже.

Неудовлетворительная работа аэротенков является причиной превышения БПК<sub>полное</sub> и ХПК. Превышения БПК и ХПК является угрозой антропогенной эвтрофикации водного объекта [36]. Антропогенная эвтрофикация – это повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления биогенных элементов (азота, фосфора, калия и т.д.) Эвтрофикация является составной частью естественного процесса. За несколько лет озеро может измениться естественным образом, иначе говоря «состариться». Антропогенная деятельность приводит к аналогичным последствиям всего за несколько десятилетий. Данное явление служит хорошим примером того, что не все негативные проблемы современности связаны с промышленными выбросами «ядовитых» соединений. На данном примере видно, что изменение любого экологического фактора может нарушить равновесие в экосистеме. Результатом антропогенной эвтрофикации является помутнение воды, гибель бентосных растений, снижение концентрации растворенного кислорода, недостаток его для глубоководных рыб и моллюсков.

Данные превышения свидетельствуют о необходимости оптимизации работы аэротенков.

### 1.3.3 Доочистка сточных вод

Существующие очистные сооружения не обеспечивают нормативные требования к сбросу очищенных сточных вод, поэтому требуется их доочистка. Данная стадия очистки направлена на получение минимальных допустимых концентраций органических соединений, азота, фосфора, нефтепродуктов, АПАВ, тяжелых металлов и других компонентов.

Для доочистки сточных вод применяются скорые каркасно-запасные фильтры (16 шт.). Существующие фильтры представляют собой прямоугольные железобетонные резервуары, разделенные на две равные секции. В качестве фильтрующего материала, применяется дробленый керамзит.

Сточные воды, после их очистки во вторичных отстойниках, поступающие на фильтрующий слой загрузки каркасно-засыпных фильтров. Во время фильтрации загрязнения, содержащиеся в сточной воде, остаются в межзерновом пространстве загрузки на поверхности зёрен керамзита. Сбор фильтра осуществляется распределительной системой, расположенной в поддерживающем гравийном слое, откуда фильтрат самотеком поступает в резервуары доочищенных сточных вод насосной станции доочистки (НСД).

Скорость фильтрации составляет 7 м/ч, фильтроцикл – 12 ч. Эффект доочистки по взвешенным веществам, составляет 70-75%, по БПК<sub>полное</sub> – 60-70%.

Для восстановления фильтрующей способности загрузки производится водовоздушная и водяная промывка, которая осуществляется восходящим потоком фильтрованной воды. Подача фильтрованной воды осуществляется из резервуаров доочищенных сточных вод насосами НСД. Грязная вода после промывки отводится в резервуар грязных сточных вод, откуда насосами перекачивается в голову сооружений механической очистки.

Для предотвращения биологического обрастания фильтров предусматривается еженедельное хлорирование поступающих на КЗФ

сточных вод, дозой хлора 2мг/л, а также биологическая обработка фильтров (2-3 раза в год) хлорной водой при периоде контакта 24ч.

Дочищенные сточные воды высоконапорными насосами НСД перекачиваются в станцию УФО

#### **1.3.4 Обеззараживание сточных вод**

Сточные воды являются основным источником микробного загрязнения объектов окружающей среды, в том числе поверхностных пресных, подземных водоносных горизонтов, питьевой воды и почвы, что является фактором риска распространения возбудителей инфекции с фекально-оральным механизмом передачи. В соответствии с санитарными правилами по охране поверхностных вод от загрязнений, сточные воды, опасные в эпидемическом отношении, должны подвергаться обеззараживанию.

Для обеззараживания очищенных сточных вод на предприятие ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ» применяется ультрафиолетовое облучение (УФО). Данный способ не требует введения в воду химических реагентов, не влияет на вкус и запах воды и действует не только на бактериальную флору, но и на бактериальные споры. Бактерицидное облучение действует почти мгновенно и вода, прошедшая через установку может сразу поступать в водоем. Таким образом, УФО является оптимальным методом обеззараживания воды, поскольку вода, прошедшая дезинфекцию с помощью ультрафиолетовых лучей, не оказывает токсическое влияние на водные организмы и не приводит к образованию вредных для здоровья химических соединений.

На рисунке 6 изображена станции обеззараживания сточных вод.



**Рисунок 6 – Станция ультрафиолетового облучения**

Станция УФО включает в себя 14 установок, которые разделены на две группы:

- низконапорные (9 шт.) с рабочим давлением 0,06 МПа;
- высоконапорные (5 шт.) с рабочим давлением 0,8 МПа.

Каждая установка имеет камеру облучения, в которой расположены бактерицидные лампы, помещенные в кварцевые чехлы (432 шт.).

Очищенные сточные воды по двум трубопроводом от насосной станции доочистки подаются на станцию ультрафиолетового обеззараживания:

- по трубопроводу диаметром 1400мм - на низконапорные установки;
- по трубопроводу диаметром 1200мм – на высоконапорные установки.

Очищенные сточные воды, попадая в камеру облучения, обтекают кварцевые чехлы и под воздействием УФ-излучения, расположенных в них ламп, обеззараживаются. Бактерицидное действие УФО основано преимущественно на повреждении структур ДНК и РНК микробной клетки.

Согласно действующим санитарным правилам по охране поверхностных вод от загрязнения индикаторными микробиологическими показателями эффективности обеззараживания являются:

- общие колиформные бактерии (лактозоположительные кишечные палочки), как микробиологические показатели, характеризующие уровень

фекального загрязнения сточных вод и степень вероятности присутствия возбудителей бактериальных кишечных инфекций;

-колифаги, как индикаторы вирусного загрязнения хозяйственно-бытовых сточных вод;

-термотолерантные (фекальные) колиформные бактерии, E.coli, фекальные стрептококки.

Отвод обеззараженных сточных вод осуществляется по трем трубопроводам диаметром 1200 мм:

-от высоконапорных установок по третьему отводному коллектору в р. Волга или в напорный коллектор центральной насосной станции (ЦНС);

-от низконапорных установок на всасы насосов ЦНС, откуда насосами по левому и правому отводным коллекторам в р. Волга.

Рассеивающий выпуск протяженностью 400м уложен на глубину 5-6м, расположен в 700м от берега ниже с.Федоровка в 10 км ниже плотины Куйбышевской ГЭС.

В случае аварийной ситуации, предполагающей отключение станции УФО, сточные воды после биологической очистки направляются в ершовый смеситель, где происходит их дезинфекция хлорной воды.

Ершовый смеситель представляет собой лоток с четырьмя вертикальными перегородками, подставленными под углом 45 градусов против течения воды. Перегородки суживают сечение и вызывают вихреобразные движение, при котором хлорная вода хорошо смешивается со сточной водой.

Для получения хлорной воды проектом предусматривается хлораторная, производительностью 100кг/час, совмещенная с расходным складом хлора, вместимостью 15тонн. Жидкий (сжиженный) хлор доставляется в металлических контейнерах. Ёмкость хлорного контейнера составляет 800л (около 1000 кг жидкого хлора). Так как жидкий хлор плохо растворим в воде, его предварительно превращают в газ – испаряют. Испарение происходит в контейнерах под действием окружающего тепла.

Газообразный хлор по хлоропроводам поступает в баллон-грязевик, где освобождается от капель хлора и механических примесей. Далее хлор засасывается эжектором, перемешивается с производственной водой и направляется в очищенную сточную воду ершового смесителя.

Из смесителя смесь поступает в резервуары ЦНС, откуда насосами перекачивается в р.Волга.

Контроль за обеззараживанием сточной воды осуществляется проверкой фактического количества израсходованного хлора по массе и определением избыточного хлора в обезвоженной сточной воде, после контакта ее с хлором. Определение избыточного хлора в обеззараженной сточной воде, производится иодометрическим методом. Количество остаточного хлора в обезвоженной сточной воде должно быть не менее 1,5 мг/л.

### **1.3.5 Обработка осадка сточных вод**

Основная часть загрязнений сточных вод задерживается в виде осадков, которые представляют серьезную эпидемиологическую опасность для окружающей среды. Большое содержание органических веществ обуславливает способность осадков быстро загнить, издавая специфический запах. Бактериальная заселенность осадков на порядок выше, чем сточных вод. Они содержат большое количество яиц гельминтов, многие формы бактериальной и патогенной микрофлоры.

Обработка осадков проводится с целью получения конечного продукта, наносящего минимальный ущерб окружающей среде или пригодного для утилизации производстве.

Способ обработки зависит от вида осадков. По происхождению осадки квалифицируются:

- песок и ему подобные минеральные загрязнения (в песколовках);
- сырой осадок (в первичных отстойниках);
- избыточный активный (во вторичных отстойниках);

- сброженный осадок (в метантенках);
- обезвоженный осадок (на иловых площадках).

Для обработки песка и ему подобных минеральных загрязнений применяются песковые бункера, в которых при промывке осадка от органических примесей, происходит его обезвоживание.

Песковые бункеры (4шт.) представляют собой объёмную конструкцию, снабженные трубопроводами подачи пескопульпы и слива воды, трубопроводам подачи воды на промывку, служащего одновременно для отвода дренажной воды в канализацию, а так же щитовым затвором, служащего для выгрузки промытого и обезвоженного песка в автотранспорт. Работа бункера основана на принципе гидроциклона: пескопулька под давлением поступает в бункер, в результате происходит вращение частиц пульпы с большой скоростью. Под действием центробежной силы крупные и тяжелые частицы концентрируются у стенок бункера, перемещаются вниз в виде сгущенного песка, а основная часть воды с мелкими и легкими частицами выносятся через отверстие слива из бункера обратно в песколовки. Промывка сгущенного песка осуществляется производственной водой, остатки воды при обезвоживании песка сливаются в канализацию. Промытый и обезвоженный песок ежедневно выгружается в автотранспорт и вывозится на захоронение.

Основным методом обработки сырого осадка и избыточно активного ила является анаэробная стабилизация в метантенках, работающих в термофильном режиме. Осадок из первичных отстойников имеет влажность 93-95%, влажность избыточно активного ила из вторичных отстойников составляет 99,4-99,7%. Так как высокая влажность осадков (более 97%) нарушает процесс анаэробного сбраживания, избыточно активный ил после вторичных отстойников направляют в графитационные радиальные уплотнители, где происходит уплотнение ила до влажности в 97%.

В качестве илоуплотнителя применяются вторичные радиальные отстойники (2 шт.), диаметром 20м, ёмкостью 880м.кв. Осадок подается

непосредственно в круглый резервуар, оснащенный медленно вращающимся скребковым механизмом, которая разрушает связь между частицами осадка, увеличивает осаждаемость и уплотнение ила. Продолжительность уплотнения составляет 9-12 часов. Осветленная вода из уплотнителей направляется в аэротенки, уплотненный ил поступает в резервуар уплотненного ила, откуда центробежным насосом перекачивается для сбраживания в метантенки.

В основе процесса метанового брожения лежит способность сложного комплекса микроорганизмов окислять органические вещества осадков в отсутствие кислорода. При этом происходит распад органического вещества с образованием воды, биологически стабилизированного осадка и биогаза, содержащего в основном метан и углекислый газ. Термофильный режим сбраживания (при 52-55°С) обеспечивает полную гибель яиц гельминтов и патогенных микроорганизмов.

Существующие метантенки (2 шт.) представляют собой цилиндрические резервуары из монолитного железобетона с конусным днищем и жестким сферическим куполом, в верхней части которого имеется колпак для сбора газа. Между метантенками размещается четырехуровневая камера управления с загрузочными и выгрузочными бункерами, насосами, трубопроводами и паровым инжектором. Боковая поверхность цилиндра в целях утепления почти полностью обсыпана грунтом. Подогрев осадка осуществляется насыщенным паром (из котельной очистных сооружений) с помощью инжектора. Сырой осадок и уплотненный ил насосам подаются в верхние части метантенков через загрузочные бункеры. Сброженный осадок выпускается из нижней части резервуаров через выгрузочные бункеры в объеме соответствующему объему загружаемого осадка и направляется в резервуар сброженного осадка, откуда насосом перекачивается на иловые площадки. Выделяющийся в процессе брожения биогаз отводится «на свечу» для сжигания. Объем одного метантенка составляет 2500м<sup>2</sup>, диаметр – 17,5м.

Для нормально протекающего процесса метанового брожения характерны слабозелочная реакция среды ( $\text{pH} \leq 7,6$ ), высокая щелочность иловой воды (65-90 мг·экв/л) и низкое содержание жирных кислот (до 5-10 мг·экв/л). Концентрация аммонийного азота в иловой воде достигает 500-800 мг/л.

## **ГЛАВА 2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД, СЫРОГО И ИЛОВОГО ОСАДКА**

### **2.1 Лабораторные исследования сточной воды на содержание меди**

Тяжелые металлы несут особую опасность для гидросферы. Попадая в организм, ионы тяжёлых металлов подавляют активность ряда ферментов. Это приводит к тяжелым физиологическим и неврологическим последствиям.

Превышение меди одно из наибольших превышений по тяжелым металлам в очищенной сточной воде. Ионы меди и ее соединений обладают ярко выраженным токсическим действием на все живые организмы, поэтому ее ПДК для сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения составляет не более 0,001 мг/л. Необходимость выделения меди из сточной воды, помимо ее вредного влияния, диктуется еще и ценностью выделяемого сырья.

Самым простым способом осаждения и выделения ионов меди из содержащей их сточной воды является их обработка пятипроцентным раствором гидроксида кальция. Водная среда при этом становится щелочной, что благоприятствует выделению и осаждению гидроксидов поливалентных металлов.

Были проведены лабораторные исследования сточной воды на содержание меди. Определение меди проводилось фотоэлектроколориметрическим методом по окраске ее аммиачного комплекса.

Метод основан на измерении оптической плотности синего раствора аммиаката меди (II). Лабораторное исследование проводилось с помощью фотоэлектроколориметра, изображенного на рисунке 7



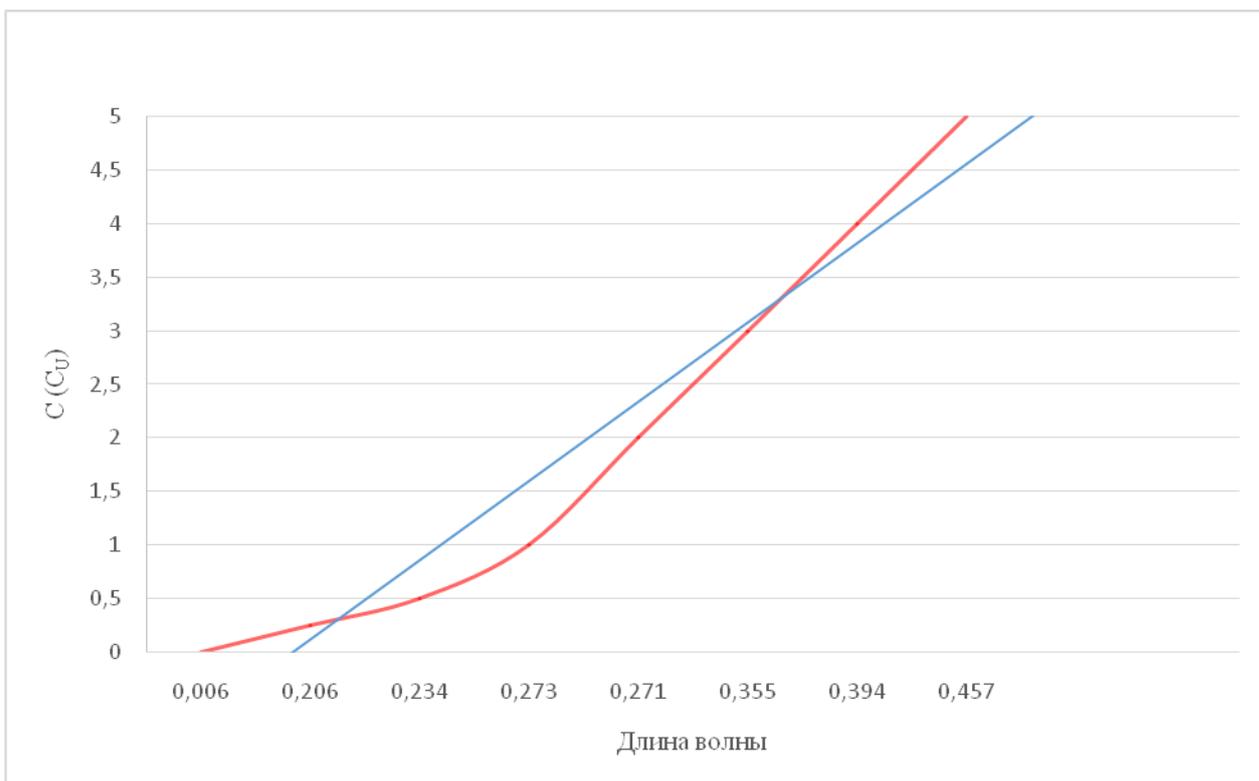
**Рисунок 7 - Фотоэлектроколоримерт**

Для определения концентрации меди были приготовлены растворы, изображенные на странице 8.



**Рисунок 8 – Анализируемые растворы**

На основании полученных данных оптической плотности был построен градуировочный график, представленный на рисунке 9.



**Рисунок 9 – Градуировочный график зависимости оптической плотности от концентрации меди**

Количество меди в воде равняется  $0,002 \text{ мг/дм}^3$ . В результате лабораторные исследования были подтверждены превышения содержания меди в очищенных сточных вода.

## 2.2 Лабораторные исследования сырого и илового осадка

В таблице 1 представлены результаты лабораторных исследований пробы сырого осадка, взятой с насосной станции №1

**Таблица 2 – Результат лабораторных исследований**

п/п №	Определяемые показатели	Результаты испытаний, мг/кг
1	Нефтепродукты	$18500,0 \pm 4625,0$
2	Медь	$181,0 \pm 45,0$
3	Цинк	$820,0 \pm 164,0$
4	Никель	$69,0 \pm 21,0$
5	Фосфор	$< 25,0$

**Продолжение таблицы 1**

6	Калий	410,0±41,0
7	Хром	48,0±14,0
8	Свинец	18,8±5,6
9	Кадмий	<0,50
10	Ртуть	0,54±0,13
11	Мышьяк	2,2±1,3
12	Марганец	1450,0±290,0

В таблице 2 представлены результаты лабораторных исследований пробы илового осадка, взятой с иловых карт.

**Таблица 2 – Результат лабораторных исследований пробы илового осадка**

п/п №	Определяемый показатель	Результат измерений, мг/кг
1	Медь	165,0±41,0
2	Цинк	523,0±105,0
3	Никель	73,0±22,0
4	Фосфор	<25,0
5	Калий	784,0±78,0
6	Хром	43,0±13,0
7	Свинец	21,2±6,4
8	Кадмий	2,0±0,7
9	Ртуть	0,45±0,11
10	Мышьяк	0,46±0,27

Анализ состава илового осадка сточных вод свидетельствует о целесообразности его использования в сельском хозяйстве в качестве азотнофосфорного удобрения. Однако сброженный осадок имеет высокую влажность (96-98%), что затрудняет применение его в сельском хозяйстве для удобрения (из-за трудностей перемещения обычными транспортными

средствами). Поэтому основной задачей следующего этапа обработки осадка является уменьшение его объёма на иловых площадках за счет отделения воды и получения транспортабельного продукта.

## ГЛАВА 3. ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

### 3.1 Модернизация первичных отстойников

На основании лабораторных исследований, представленных во второй главе, и данных, полученных на предприятии, видно, что для удовлетворительной очистки сточных вод с дальнейшим сбросом в Саратовское водохранилище необходимо удаление частиц нефти и взвешенной фазы, влияющих, в том числе на уровень БПК.

Удаление грубодисперсной фазы входит в систему технологической первичной переработки.

#### 3.1.1 Метод модернизации первичных отстойников

При анализе методов очистки сточных вод от нефтесодержащих веществ и механических примесей были выбраны оптимальные методы с учетом действующего оборудования (радиальные отстойники): флотация с применением коагулянта.

При выборе подходящих методов рассматривались достоинства и недостатки каждого. В таблице 3 представлена оценка выбранных методов.

**Таблица 3 - Анализ выбранных методов модернизации первичных отстойников**

Метод	Достоинства	Недостатки
Флотация	Небольшие затраты в процессе эксплуатации Возможность выделения определенных загрязнителей Скорость процесса флотации от некоторых взвесей выше скорости оседания Непрерывность процесса Эффективность очистки может достигать 95–98 %.	Зачастую приходится использовать реагенты для повышения гидрофобности загрязнителей

#### Продолжение таблицы 4

Коагуляция	Эффективность Доступность Экономичность Возможность проделывать реакцию в любых условиях Эффективность очистки может достигать 90–95 %	Необходимость соблюдения четкой дозировки После обработки желательно повторно отфильтровать жидкость
------------	--	---

Одним из эффективных способов первичной очистки стоков до их перехода на сооружения биологической очистки является флотационный метод. Данный метод подходит для очистки сточных вод от нефтепродуктов, АПАВ, тяжелых металлов и других растворенных примесей.

**Принцип действия.** Метод основан на способности частиц прилипать к пузырькам воздуха, которым искусственно насыщается вода. Пузырьки воздуха увеличивают скорость всплытия.

В результате флотации образуется трехфазная пена (вода, воздух и нефть). Самопроизвольное разрушение пены обычно происходит в течение 5—10 мин. Этот процесс можно ускорить прогреванием пены или опрыскиванием ее водой.

Различают несколько видов флотации, отличающихся способом введения воздушных пузырьков в очищаемую воду.

Для интенсификации процесса в сточную воду добавляются коагулянты.

Коагуляция – введение в сточные воды реагентов для образования хлопьевидных осадков, которые затем легко удаляются. Коагуляция широко применяется для очистки сточных вод предприятий химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной, легкой, текстильной отраслей промышленности.

**Принцип действия.** Производственные сточные воды, прошедшие сооружения механической очистки, представляют собой агрегативно устойчивую систему. При введении в сточную воду агрегатная устойчивость

нарушается, образуются более крупные агрегаты частиц (хлопья), которые удаляются из сточных вод механическими методами.

В процессе коагуляции образуется значительный объем рыхлого хлопьевидного осадка (до 10–20 % объема обрабатываемой сточной воды).

#### *Коагулянты*

При необходимости удаления из сточных вод в качестве коагулянтов применяют соли алюминия и железа. Соли железа имеют ряд преимуществ перед солями алюминия: лучшее действие при низких температурах воды, более широкая область оптимальных значений pH среды, большая прочность и гидравлическая крупность хлопьев; возможность использовать для вод с более широким диапазоном солевого состава; способность устранять вредные запахи и привкусы, обусловленные присутствием сероводорода.

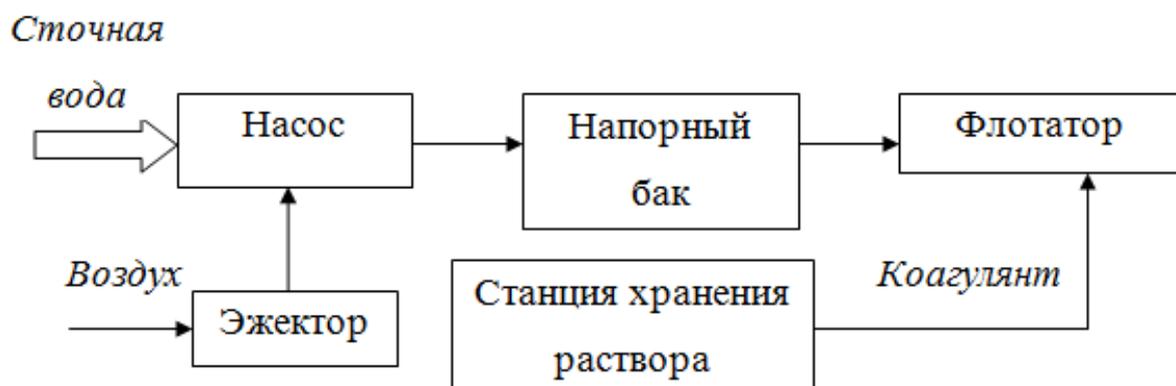
Однако солей железа необходимо тщательно дозировать. Нарушение дозировки приводит к загрязнению воды железом.

### **3.1.2 Технологическая схема предлагаемой флотационной установки**

С учетом действующего оборудования механической очистки был выбран напорный метод флотации.

На предприятии ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ» действуют 4 первичные отстойники радиального типа, ёмкостью по 5000м<sup>3</sup>. Для снижения загрязнения сточных вод по нефтепродуктам, тяжелым металлам и АПАВ предлагается реконструкция двух первичных отстойников в напорные флотаторы с применением коагулянта.

На рисунке 4 изображена схема предлагаемой флотационной установки.



**Рисунок 10 – Технологическая схема предлагаемой флотационной установки**

Воздух растворяется в воде под избыточным давлением до 0,5 МПа.

Трубопровод проходит от сооружений механической очистки через насосы, где с помощью эжектора сточная вода насыщается воздухом. Затем водовоздушная смесь в течение 8 - 10 минут находится в специальном напорном баке, откуда направляется во флотатор.

В этот же трубопровод подается раствор коагулянта после станции приготовления раствора. Так во флотаторе происходит два процесса одновременно – флотация и коагуляция.

Из центральной распределительной колонны смесь распределяется по всему объему флотатора. Происходит снижение давления, образование пузырьков воздуха и собственно флотационный процесс разделения воды и примеси.

Хлопья взвешенных веществ, увлекаемые воздухом, поднимаются на поверхность воды и образуют устойчивый слой флотошлама - фазу 1. Пена и всплывающие вещества собираются действующей в первичном отстойнике полупогруженной доской, подвешенной на ферме скребкового механизма, и удаляются в жиросборники, откуда по мере накопления плунжерным насосом перекачиваются для сбрасывания в метантенки.

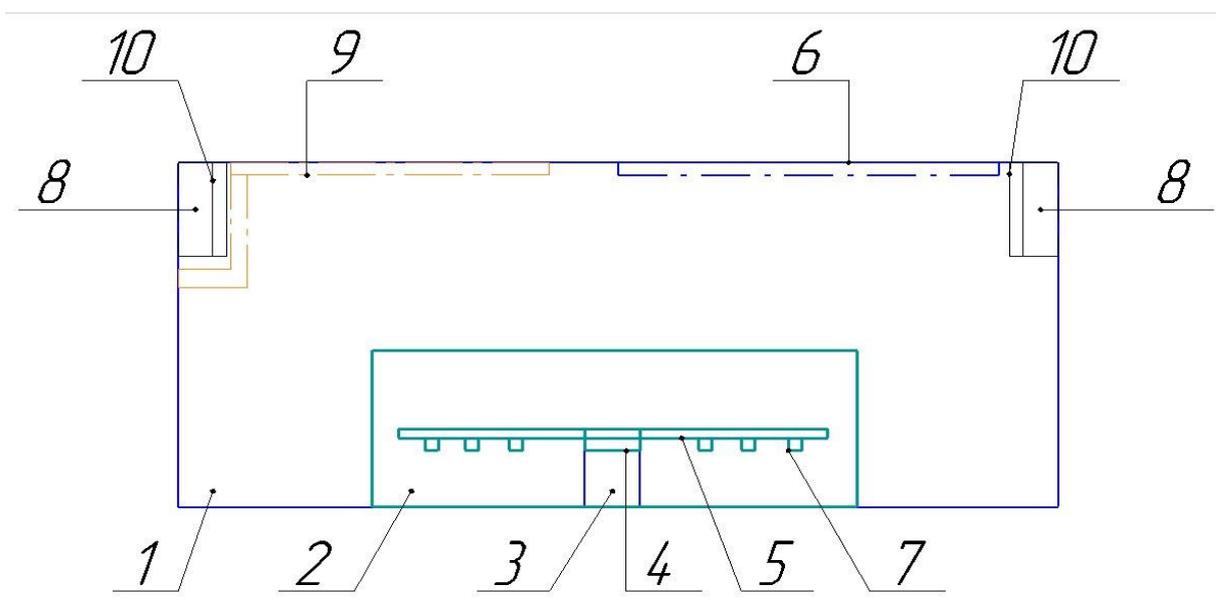
Вода без загрязнений - фаза 2 собирается в кольцевой трубе постоянной скорости. Вода выходит из флотатора самотеком через регулируемый перелив стакан в стакане, установленный на наружной стенке флотатора. За счет перелива можно регулировать уровень во флотаторе.

Осветленные сточные воды сливаются через круговой водослив, установленный по окружности отстойника в сборный лоток, и поступают на сооружения биологической очистки.

Часть взвешенных частиц по различным причинам (неразвитая поверхность из-за нехватки флокулянта, нехватка растворенного воздуха) оседает на дно флотатора и образует донный осадок - фаза 3. Осевший осадок собирается донным скребком в приямок, откуда плунжерным насосом перекачивается для сбраживания в метантенки.

Эффективность флотации зависит от конструкции флотатора, особенно от системы распределения стока. Наилучшие показатели имеют флотаторы с вращающимся водораспределителем типа Сегнерова колеса.

На рисунке 8 представлен водораспределитель.



1 - отстойная камера; 2 - флотационная камера; 3 - подвод воды; 4 - вращающийся водораспределитель; 5 - водораспределительные трубы; 6 - скребок; 7 - выходные патрубки; 8 - сборный лоток для очищенной воды; 9 - желоб для всплывающих взвешенных веществ и пены; 10 - кольцевая перегородка.

**Рисунок 11 – Предлагаемая флотационная установка**

Конструкция водораспределителя представляет собой вращающуюся пята, к которой приварены водораспределительные трубы с шестью фланцами для присоединения патрубков. Выходные патрубки привариваются к трубе под углом 45—60° для равномерного распределения воды по площади флотатора.

При выходе воды из патрубков возникает реактивная сила, под действием которой водораспределитель начинает вращаться, и вода равномерно распределяется во флотаторе

В качестве коагулянта добавляется железо (III) хлорное (кристаллическое)- первичный коагулянт на основе трехвалентного железа (Fe<sup>3+</sup>). В таблице 4 представлены расходы на выбранный коагулянт.

**Таблица 4 – Стоимость коагулянта**

<b>Расходы</b>	<b>Количество, кг</b>	<b>Цена, руб/кг</b>	<b>Общая стоимость, руб.</b>
Хлорное железо (кристаллическое)	150	42	5250

### **3.2 Разработка системы утилизации илового осадка**

Необходимо уделить основное внимание осадкам, поскольку хранение осадка сточных вод, поступающих на иловые карты, сопровождается экологическими рисками загрязнения поверхностных и подземных вод, почв, атмосферы. Сброженный осадок содержит, в среднем, 96-98 % воды.

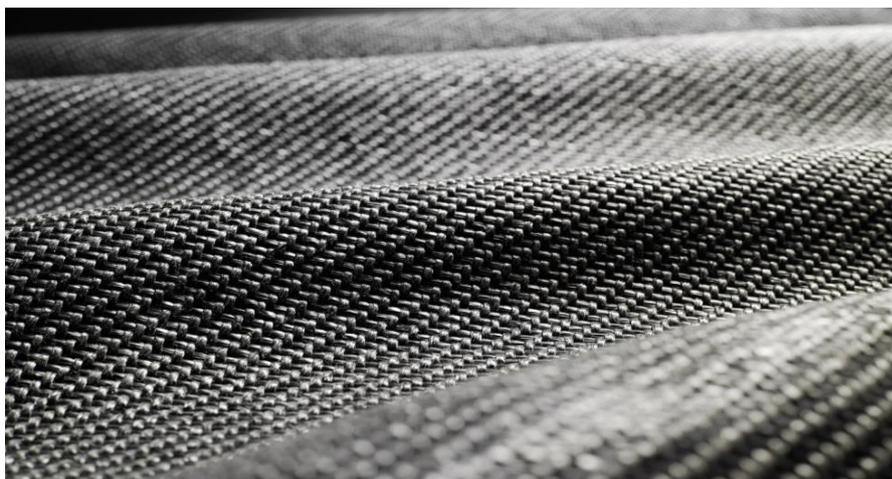
Из таблицы 3 видно, что осадки сточных вод полностью соответствуют нормативным требованиям. Это говорит о возможности их применения в сельском хозяйстве

Основной проблемой является снижение влажности. При анализе способов обезвоживания осадка на очистных сооружениях был выбран наиболее эффективный с точки зрения снижения экологических рисков - использование технологии обезвреживания геотекстильные тубы. В таблице 5 представлены достоинства и недостатки данного метода.

**Таблица 5 - Анализ обезвоживания осадка в геотекстильных тубах**

Методы	Достоинства	Недостатки
<p>Геотекстильные тубы (ГеоТубы/Geotube)</p>	<p>1. Не требует затрат на приобретение запчастей и запасных фильтровальных тканей в ходе эксплуатации.</p> <p>2. Контейнеры могут быть уложены многослойно, что позволяет существенно экономить место работ.</p> <p>3. Защищенность обезвоживаемых отходов от негативного влияния окружающей среды: ветровой и водной эрозии, птиц, грызунов.</p> <p>4. Низкое энергопотребление.</p>	<p>1. Более высокая стоимость в сравнении с традиционными методами.</p>

Геотекстильные тубы (ГеоТубы) - сшитые из высокопрочного геотекстиля изделия в форме контейнера для заполнения илом. Специальное плетение геотекстиля образует поры, изображенные на рисунке 12. Высокая разрывная прочность геотекстиля и соединительных швов обеспечивает стабильность размеров и целостность геотубы как в процессе установки, так и в процессе эксплуатации.

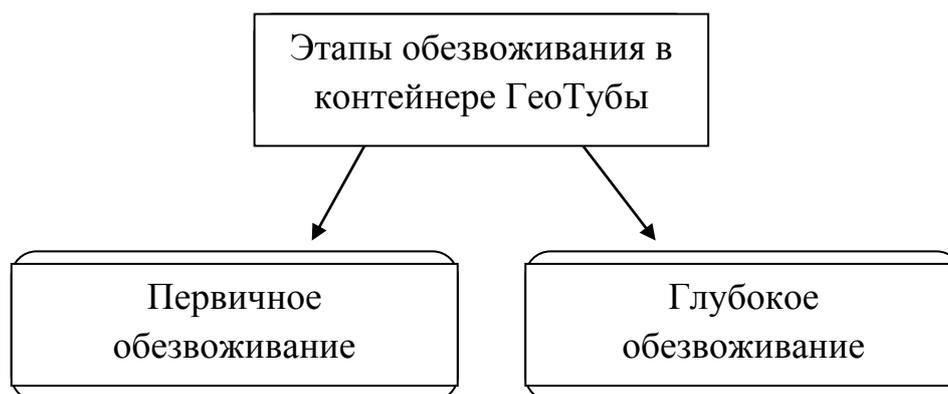


**Рисунок12 - Геотекстиль, из которого изготавливаются ГеоТубы**

Геотекстильный контейнер в незаполненном состоянии представляет собой плоский заторцованный рукав, оснащенный питающими портами для подачи внутрь контейнера илового осадка.

Контейнеры могут изготавливаться в зависимости от требуемых объемов обезвоживания могут изготавливаться различных размеров. Уменьшение обезвоживаемых объемов может достигать 90%, с итоговой высокой плотностью обезвоженного материала.

*Технологическая схема предлагаемого метода обезвоживания осадка*



**Рисунок 13 - Этапы обезвоживания в контейнере ГеоТубы**

*Первичное обезвоживание*

Свободная вода выходит через стенки контейнера сквозь мелкие поры геотекстиля. В результате этого происходит обезвоживание осадка (шлама) и, как следствие, уменьшение его объема.

*Применение реагентов в процессе обезвоживания*

Для улучшения водоотдающих свойств осадка в него добавляют в большинстве случаев органические флокулянты на основе полиакриламида. Флокулянты разрушают структуру осадка, облегчая отвод чистой и не содержащей механических взвесей воды, а твердая фаза улавливается и осаждается благодаря этим реагентам. Эффективность их применения зависит от их свойств, а подбор осуществляется экспериментальным путем.

Флокулянты увеличивают скорость обезвоживания, но не итоговую концентрацию твердой фазы. Для коллоидных сред и суспензий наблюдается явно выраженный эффект и значительно ускоряется процесс обезвоживания; Введение флокулянтов в обрабатываемый осадок должно осуществляться как можно ближе к точке входа напорной трубы в контейнер, но на расстоянии, позволяющем полноценное смешение реагентов и суспензии для образования хлопьев.

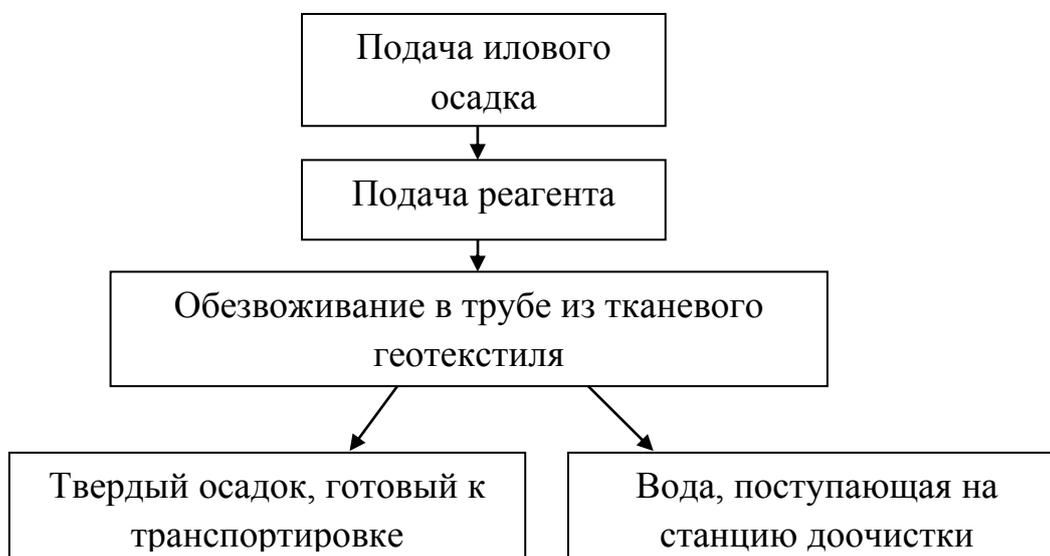
#### *Глубокое обезвоживание*

После завершения активной стадии водоотдачи осадок, закаченный в геотекстильные контейнеры, продолжает обезвоживаться благодаря хорошей светопоглощающей способности геотекстиля и испарению через большую площадь поверхности контейнера. Кроме того, Обезвоженный материал в контейнере не способен принимать воду извне, но при этом беспрепятственно отдает влагу, а также газы, если в нем протекают остаточные биологические процессы.

Положительно на процесс обезвоживания влияет «зимовка» контейнера ГеоТубы. Благодаря промораживанию осадка меняется его структура, и происходит отделение остаточной влаги. В результате, после оттаивания весной из контейнера выходит дополнительная порция воды, а объем содержащегося шлама сокращается.

Иловый осадок после обезвоживания в контейнере представляют собой плотный материал, который удобен для планировки, погрузки, транспортировки или складирования. Контейнер вскрывается, и его содержимое вывозится.

Образовавшаяся в процессе обезвоживания илового осадка вода может применяться в качестве полива сельскохозяйственных полей или возвращаться на доочистку.

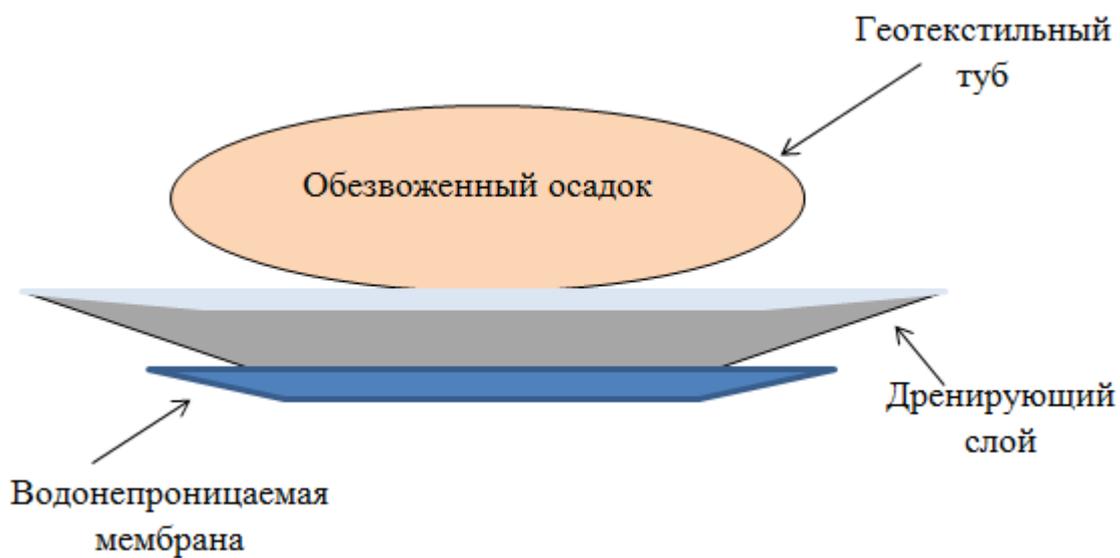


**Рисунок 14 – Технологическая схема процесса обезвоживания илового осадка в геотекстильных контейнерах**

Для установки контейнера ГеоТуб необходимо произвести следующую подготовку:

- Отбор проб илового осадка и отправление их на тестирование в лабораторных условиях для подбора оптимальной марки и дозы реагента;
- Определение требуемого количества контейнеров ГеоТуб, их оптимального размера, способа укладки, размеров площадки под укладку и обвязку контейнеров закачивающими трубопроводами;
- Выполнение подготовительных работ по обустройству технологической площадки, укладка и заполнение контейнеров.
- По периметру площадки должна быть выкопана траншея для сбора стока из контейнера ГеоТуб и передачи его в сборный коллектор или отстойник.

На рисунке 15 представлена схема укладки геотекстильных туб.



**Рисунок 15 – Технология расположения геотекстильных туб**

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе был произведен анализ существующей схемы очистки сточных вод и их состава. В очищенных сточных водах большое содержание нефтепродуктов, ПАВ (поверхностно активные вещества), ионов тяжелых металлов, которые имеют высокую токсичность. В результате анализа была выявлена необходимость модернизации очистных сооружений, с целью экономии и рационального использования водных ресурсов.

Были проведены лабораторные исследования сточных вод, в результате которых подтверждены превышения по меди и железу. Лабораторные исследования сырого и илового осадка обосновали возможность его использования в качестве азотно-фосфорного удобрения на сельскохозяйственных полях при снижении влажности осадка.

В данной бакалаврской работе производится модернизация первичных отстойников. Предложенное совершенствование технологической линии очистки сточных вод позволяет снизить содержания нефтепродуктов, АПАВ, тяжелых металлов и других растворенных примесей, а также позволяет снять нагрузку на биологические очистные сооружения, что приводит к улучшению качества очищенной воды.

Данная технология очистки сточных вод с модернизацией первичных отстойников во флотатор позволит:

- довести качество очистки сточных вод до более низкого содержания нефтепродуктов, ПАВ, ионов тяжелых металлов;
- снизить нагрузки на активный ил, что положительно скажется на стадии биологической очистки;
- увеличить скорость отстаивания;

Для снижения влажности илового осадка, с целью дальнейшего его использования на сельскохозяйственных полях, был предложен метод обезвоживания осадка – геотекстильные тубы.

Использование данной технологии позволит:

- экономить площади, отводимые под иловые карты;
- снизить экологические риски воздействия на атмосферу, почву, поверхностные и подземные воды;
- использовать осадок в качестве азотно-фосфорного удобрения на близлежащих сельскохозяйственных полях.

Таким образом, предложенная модификация технологической линии очистки сточных вод и обезвоживания осадка позволит значительно повысить качество очищенной сточной воды, снизив негативное влияние на состояние Волжского бассейна, и даст возможность использовать иловый осадок в качестве удобрения, уменьшив негативное воздействие осадка, складированного на иловых картах, на окружающую среду.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ахобадзе Г. Н. Методы очистки сточных вод от тяжелых металлов и нефтепродуктов [Текст] // Г. Н. Ахобадзе // Экология производства. – 2011. – № 2. – С. 45- 52.
2. Алексеев Л. С. Контроль качества воды / Л.С. Алексеев - М.: ИН ФРА-М, 2012. - 159 с.
3. Андреев И.А. Безопасность водных объектов и принципы управления очистными сооружениями / Известия Самарского научного центра РАН, спец. вып.: Безопасность. Технологии. Управление. 2007. Том 1. С. 7 - 9.
4. Анциферов А.В. Симонов А.В., Филенков В.М., Каплан А.Л., Даирова Д.С. Очистка сточных вод от нефтепродуктов и сокращение сброса очищенных сточных вод в водоем / Известия Самарского научного центра РАН, 2008. С. 15 - 19.
5. Белов В.С. Охрана окружающей среды / В.С. Белова, Ф.А. Баринов. – М.: Высшая школа, 2011. - 156с.
6. Бельдеева Л.Н. Экологический мониторинг / Л.Н. Бельдеева. – Барнаул: АлтГТУ, 2010. – 113с.
7. Беляева С.Д. Комплексные подходы к решению проблемы обработки и размещения осадков сточных вод // С.Д. Беляева, Л.И. Гюнтер // Водоснабжение и санитарная техника. 2002. - №2. - С. 33 — 35.
8. Бертокс П., Радд Д.: Стратегия защиты окружающей среды от загрязнений. - М.: Мир, 1980.
9. Бондарев А.А. Биологические и физико-химические методы очистки сточных вод / А.А. Бондарев. – М.: ВИНТИ, 2012. – 341с.
10. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство / Под ред. В.Н.Кудрявцева. - М.: Произв.-изд. предприятие “Глобус”, 1998.- 302с.

11. Водозаборноочистные сооружения и устройства : учеб.пособие для вузов / М. Г. Журба [и др.] ; под ред. М.Г. Журбы. - Гриф УМО. - М.: Астрель: АСТ, 2003. - 569 с. ил. - Библиогр.: с. 567-569.
12. Гарин В.М. Обезвреживание отходов — актуальная экологическая проблема крупных городов.// В.М. Гарин, А.Г. Хвостиков // Вестник МАНЭБ. 1999. - №1(13). - С. 14 - 15.
13. ГОСТ 12.003-74 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
14. ГОСТ 17.1.1.01-77 «Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения».
15. Гудков А.Г. «Механическая очистка сточных вод» Вологда 2003г.
16. Гусарова Д.В., Рузманова Я.Д. Эко-промышленные комплексы в решении проблем защиты окружающей среды в регионе / Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов: сборник трудов молодых ученых II международного экологического конгресса ELPIT 2009 (IV международной научно-технической конференции), 24-27 сентября 2009 г., г. Тольятти, Россия. - Тольятти: ТГУ, 2009. т. 1. С. 212 - 215.
17. Дорошкевич С.Г. Влияние органоминеральных удобрительных смесей на основе осадков сточных вод и цеолитов на агрохимические свойства аллювиальной дерновой почвы / С.Г. Дорошкевич, Убугунов // Агрохимия. 2002. - №4. - С. 5 - 10.
18. Дягилева А.Б. «Установки, системы и оборудование для очистки воды» Учебное пособие, СПб 2006г.
19. Жмур Н.С. Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками // М.: Луч, 1997. - 172 с.
20. Касатиков В.А. Агроэкологические основы применения осадков городских сточных вод в качестве удобрения: Автореф. дис. док.наук: 03.00.16. / – М., 1989. - 46с.

21. Ковальская А. И. Обеспечение экологической безопасности утилизации иловых осадков[Текст]. // Экология урбанизированных территорий. - 2011. - № 4. - С. 70-72.
22. Костюкевич Г.В., Бразовский И.И., Евсеенко Т.И. Технология очистки промывных стоков гальванического производства // Экология и промышленность России, январь, 2011. С. 16 - 17.
23. Лавров А.Н., Литвиненко А.Е. «Установка водоподготовки УВ-О», Руководство по эксплуатации, Санкт- Петербург, 2002г.
24. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье. - М.: Химия, 2011. - 384 с.
25. Львович М.И. Вода и жизнь / М.И. Львович. – М: Мысль, 2012. – 254с.
26. Максимовский Н.С. Очистка сточных вод / Н.С. Максимовский. - М.: Стройиздат, 2011. - 193с.
27. Мухаметзянов Р.В. «Технологическая линия очистки производственных сточных вод ЗАО «АКОМ» Инструкция по эксплуатации, Санкт- Петербург, 2005г.
28. Очистка природных и сточных вод : сборник научных трудов / ОАО «НИИ ВОДГЕО» ; [науч. ред. В. Н. Швецов]. – Юбил. вып. – Москва : ВСТ ; Москва : Журн. Водоснабжение и санитарная техника, 2009.
29. Очистка сточных вод: Методы. Оборудование. Сост.Т.И. Кукуева- М.: ГПНТБ, 1992г.-183с.
30. Пааль Л.Л., Кару Я.Я., Мельдер Х.А., Репин Б.И.: Справочник по очистке сточных и природных вод. – М.: Высшая школа, 1994г.
31. Петров В.Г., Шумилова М.А., Столов В.В. Физика и химия: //Удмуртия, выпуск 4/ 2013.
32. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-2004 ПНД Ф Т 16.1:2.3:3.7-2004 (изд. 2012 г.) «Методика определения токсичности проб поверхностных пресных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков

сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorellavulgarisbeijer*)».

33. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.7-2002, ПНД Ф Т 16.1:2.3:3.4-2002 (изд. 2007 г.) «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по смертности и изменению плодовитости дафний».

34. Постановление мэра городского округа Жигулевск от 15.12.2008г. №2266.

35. Приложение к постановлению мэра городского округа Жигулевск от 15.12.2008г. №2266 «Нормативы состава сточных вод, разрешенных к сбросу в системы городского округа Жигулевск».

36. Проект нормативов ЗАО «АКОМ» «Показатели состава и свойств сточных вод промышленного объекта».

37. Проектирование сооружений для очистки сточных вод. - М.: Стройиздат, 1990.- 192 с. Справочное пособие к СнИП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения».

38. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России[Текст]. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 528 с.

39. Разумова Е.Р. «Экология» 4.2. Методы очистки сточных вод. Обратное водоснабжение. М.: МИЭМП, 2010.

40. СанПин 2.1.4. 1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно - эпидемиологические правила и нормы.

41. СанПин 2.1.4.1175-02 Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников.

42. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.

43. Смирнов Д.Н. Очистка сточных вод. / Д.Н. Смирнов В.Е. Генкин - М.: Metallurgy, 1980. 196 с.

44. СНиП 2.04.03-85. «Канализация. Наружные сети и сооружения».
45. Соколова В.Н. Охрана производственных сточных вод и утилизация осадков / В.Н. Соколова. - М.: Стройиздат, 2012. - 340 с.
46. Сюняев Х.Х., Слипец А.А., Тютюнькова М.В. Технология и экономика почвенного пути утилизации осадков сточных вод с иловых площадок. Естествознание и гуманизм. Сборник научных работ. Т.2, №4. /Под ред. Н.Н. Ильинских. – Томск: СибГМУ, 2005. – с.41.
47. Толстопятова Н.Г. Агроэкологическая оценка эффективности активного ила. / Н.Г. Толстопятова // Земледелие. — 2001. №1. - С. 6.
48. Туровский И.С. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание, 2008. — 375 с.
49. Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» № 416-ФЗ от 29.06.2011. (действующая ред.09.01.2015г.).
50. Федеральный Закон «Об экологической экспертизе» № 174-ФЗ от 23.11.95 г. (действующая редакция от 01.02.2015г.).
51. Федеральный закон от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
52. Федеральный Закон РФ от 03.06.2006 года № 74-ФЗ «Водный кодекс» (действующая ред. от 29.12.2014 г.).
53. Федеральный Закон РФ от 30.03.99 г. № 52-ФЗ « О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
54. Филенко О. Ф. Водная токсикология. - МГУ, Черноголовка. - 1988. - 175 с.
55. Чикаева А.Г., Холмянская В.И. Городской округ Тольятти как среда обитания и деятельности человека // Безопасность общества и бизнеса: актуальные проблемы. Тольятти, 2010. С. 45 - 60.
56. Штриплинг Л.О., Туренко Ф.П. Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов. [Учебное пособие] – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 192 с.

57. Юшманова О.А. Комплексное использование и охрана водных ресурсов / О.А. Юшманова. - М.: Агропромиздат, 2011. - 220 с.
58. Яковлев С.В. Биохимические процессы в очистке сточных вод / С.В. Яковлев, Т.А. Карюхина. – М.: Стройиздат, 2011. – 239с.
59. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – М.: ИАСВ, 2010. – 122с.
60. Яковлев С.В. Очистка производственных сточных вод / С.В. Яковлев, И.В. Скирдов. – М.: Стройиздат, 2010. – 267с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А – Отчет о работе очистных сооружений ООО «АВТОГРАД ВОДОКАНАЛ»

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Поступающие сточные воды		Очищенные сточные воды	
			ДК	Среднее значение	ПДС	Среднее значение
1	рН	Единиц рН	6,5-8,5	7,39	6,5-8,5	7,32
2	ХПК	мгО/дм <sup>3</sup>	230,0	303,92	30,0	33,18
3	БПК <sub>полное</sub>	мгО/дм <sup>3</sup>	150,0	155,40	3,0	6,72
4	Нитрит-ион	мг/дм <sup>3</sup>	1,56	0,98	0,07	0,0837
5	Нитрат-ион	мг/дм <sup>3</sup>	8,21	1,45	37,3	70,24
6	Ион аммония	мг/дм <sup>3</sup>	13,0	29,84	0,26	0,2902
7	Взвешенные вещества	мг/дм <sup>3</sup>	155,3	125,8	4,66	7,335
8	Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	505,85	542,1	505,85	516,723
9	Прокаленный остаток	мг/дм <sup>3</sup>	Не норм.	234,9	Не норм.	270,467
10	Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	59,23	59,46	59,23	54,586
11	Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	96,6	151,82	96,6	123,23
12	Фосфаты	мг/дм <sup>3</sup>	2,1	2,61	1,96	2,157
13	Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	1,47	3,47	0,044	0,0535
14	Хром <sup>6+</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	0	<0,01	0	<0,01
15	Железо общее	мг/дм <sup>3</sup>	0,9	1,29	0,18	0,2039
16	Никель	мг/дм <sup>3</sup>	0,0064	0,051	0,0032	0,0024
17	Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	0,023	0,123	0,007	0,0114
18	Медь	мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,048	0,001	0,0025

**Продолжение таблицы А**

19	Алюминий	мг/дм <sup>3</sup>	0,15	0,410	0,021	0,0483
20	АПАВ	мг/дм <sup>3</sup>	0,97	1,479	0,058	0,0607
21	Сульфиды	мг/дм <sup>3</sup>	0	6,09	0	<0,02
22	Синец	мг/дм <sup>3</sup>	0	0,0015	0	<0,002
23	Фенолы общие	мг/дм <sup>3</sup>	0	0,0629	0	<0,0005
24	Кадмий	мг/дм <sup>3</sup>	0	0,0004	0	<0,0002