

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

**ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ**

**Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»**

20.03.01 Техносферная безопасность

профиль «Инженерная защита окружающей среды»

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: **Совершенствование технологической схемы очистки стоков  
на очистных сооружениях ОАО «Тольяттиазот»**

Студент(ка)

Н.С. Носарев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

М.В. Кравцова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

**Зав. кафедрой**

**«Рациональное**

**природопользование**

**и ресурсосбережение» к.п.н., М.В.Кравцова**

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2016

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего 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 бакалаврскую работу**

Студент: Носарев Никита Сергеевич

1. Тема: Совершенствование технологической схемы очистки стоков на очистных сооружениях ОАО «Тольяттиазот».
2. Срок сдачи студентом законченной бакалаврской работы 10.06.2016
3. Исходные данные к бакалаврской работе:
  - 3.1 Положение о цехе №5. Очистные сооружения ОАО «Тольяттиазот».
4. Содержание бакалаврской работы:
  - 4.1 Анализ методов очистки стоков на промышленном предприятии ОАО «Тольяттиазот».
  - 4.2 Описание технологической схемы очистки стоков на очистных сооружениях ОАО «Тольяттиазот».
  - 4.3 Совершенствование технологической схемы очистки.
  - 4.4 Экономическая обоснованность.
5. Дата выдачи задания «16» марта 2016 г.

Руководитель бакалаврской работы

\_\_\_\_\_ М.В.Кравцова  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_ Н.С. Носарев  
(подпись) (И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего 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  
бакалаврской работы**

Студента: Носарева Никиты Сергеевича

по теме: Совершенствование технологической схемы очистки стоков на  
очистных сооружениях ОАО «Тольяттиазот»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	20.03.2016			
Анализ методов очистки стоков на предприятии ОАО «Тольяттиазот»	15.04.2016			
Описания технологической схемы очистки стоков на очистных сооружениях ОАО «Тольяттиазот»	05.05.2016			

Совершенствование технологической схемы очистки	25.05.2016			
Эколого-экономическая оценка эффективности разработанных мероприятий.	10.06.2016			

Руководитель бакалаврской работы

М.В.Кравцова

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

Н.С. Носарев

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

**Бакалаврскую работу выполнил:** Носарев Н.С.

**Тема работы:** Совершенствование технологической схемы очистки стоков на очистных сооружениях ОАО «Тольяттиазот».

**Научный руководитель:** Кравцова М.В.

Бакалаврская работа изложена на 55 листах, включает 7 таблиц, 8 рисунков, 61 литературный источник.

Целью работы являются снижение антропогенного воздействия от сбросов очистных сооружений ОАО «Тольяттиазот» на Саратовское водохранилище за счет совершенствования системы очистки сточных вод.

**Актуальность данной темы** обусловлена снижением количества сбросов загрязняющих веществ в Саратовское водохранилище и потребностью рационального использования ресурсов, в частности, возврата части стоков в обратный цикл предприятия.

В данной работе исследовалась технологическая схема очистных сооружений ОАО «Тольяттиазот». Бакалаврская работа состоит из введения, двух глав, заключения и списка использованных источников.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цель и задачи исследования.

Первая глава посвящена исследованию теоретического и практического исследования работы очистных сооружений ОАО «Тольяттиазот», загрязненность стоков, выявлены приоритетные загрязнители. Во второй главе была разработана технологическая схема очистных сооружений с замкнутым циклом водоотведения с дополнительным блоком очистки, проведен эколого-экономический расчет эффективности предлагаемой технологии по совершенствованию процесса очистки. Заключение содержит основные выводы и предложения, направленные на повышение эффективности производственного процесса.

## **СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ**

- БОС** – биологические очистные сооружения
- БПК** – биологическое потребление кислорода
- БПК<sub>полн</sub>** – полное биологическое потребление кислорода
- ВоКС** – ООО «Волжские коммунальные системы»
- КНС** – канализационная насосная станция
- КИП** – контрольно-измерительные приборы
- НС** – насосная станция
- ОС** – очистные сооружения
- ПДК** – предельно-допустимая концентрация
- СПАВ** - синтетические поверхностно-активные вещества
- УФ** – ультрафиолет
- ХФК** – хозяйственно-фекальные сточные воды
- ХПК** – химическое потребление кислорода

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ НА ОАО «ТОЛЬЯТТИАЗОТ»	11
1.1 Описание технологической системы водоотведения	13
1.1.1 Сточные воды с минеральными загрязнениями	13
1.1.2 Стоки с органическими загрязнениями	13
1.1.3 Ливневые сточные воды	14
1.1.4 Хоз-фекальные сточные воды	15
1.2 Характеристика работы очистных сооружений	16
1.3 Стадии очистки сточных вод на предприятии ОАО «Тольяттиазот»	16
1.3.1 Сооружения механической очистки	17
1.3.2 Сооружения биологической очистки	20
1.3.3 Сооружения обеззараживания очищенных стоков	25
Вывод по 1 главе	34
ГЛАВА 2. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОАО «ТОЛЬЯТТИАЗОТ»	35
2.1 Анализ используемых методов очистки сточных вод на ОС	35
2.2 Технологическая схема предлагаемых очистных сооружений	36
2.3 Описание технологической схемы сооружений после реконструкции	38
2.4 Подбор эффективного метода очистки сточных вод	39
2.5 Подбор технологического оборудования	42
2.5.1 Здание обратноосмотических мембран	42
2.5.2 Трансформаторная подстанция	43
2.6 Утилизация отходов от здания обратноосмотических мембран и бло- ка промывки мембран	44
2.7 Расчет экономического эффекта от снижения сброса очищенных сточных вод с ОАО «Тольяттиазот» в р. Волга	45

Вывод по 2 главе	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	50



## ВВЕДЕНИЕ

За все время существования очистных сооружений главной тенденцией являлось решение любых проблем, связанных с увеличением эффективности очистки сточных вод. Для эффективной работы канализационных очистных сооружений, широко использовалось строительство новых или расширение существующих. В настоящее время такие решения неприемлемо, так как большинство очистных сооружений не достигают необходимого качества очистки сточных вод, для сброса в водные объекты, а расширение или строительство новых сооружений представляет весьма непростую задачу, так как выделение соответствующих площадей под строительство не представляется возможным в нашем городе.

**Актуальность темы исследования.** На сегодняшний день актуальной проблемой является охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Организация мероприятий по очистки сточных вод до норматива сброса загрязняющих веществ в водоем на промышленных предприятиях является необходимой частью современного производственного процесса. Приоритетными направлениями в решении проблемы охраны Саратовского водохранилища являются сокращение сбросов сточных вод и повышение качества их очистки. Качество очистки сточных вод нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности не соответствуют нормативной очистке: по нефтепродуктам; ХПК; металлам. В связи с этим, во-первых, обязательные платы за нормативный сброс и плата за сброс загрязняющих веществ, сверх установленных лимитов, которая возрастет к 2018 г. в 15 раз и будет составлять для ОАО «Тольяттиазот» 618,18 млн. рублей. Во-вторых, данные очистные сооружения не позволяют добиться очистки сточных вод до установленных норм по следующим показателям: нитратам, нитритам, хлоридам, сульфатам, а по алюминию, фосфатам, меди, метанолу, формальдегиду, нефтепродуктам, хрому, фтору, взвешенным веществам. В-третьих, важным элементом антропогенной деятельности человека являются сточные воды, ко-

торые после очистки попадают в естественные водоемы, и от того, насколько качественно проводится их очистка, зависит здоровье населения регионов и страны в целом. Решение данных проблем позволят: осуществить очистку сточных вод до норматива предельно допустимого сброса загрязняющих веществ в водоем; сохранить естественные водоемы; прекратить плату за сброс загрязняющих веществ, сверх установленных лимитов. В связи с этим необходимо увеличивать качество очистки сточных вод, и уменьшать водопотребление, создавая замкнутые водооборотные системы, которые позволят снизить нагрузку на водные объекты, путем использования очищенных вод для нужд предприятия.

**Цель работы:** снижение антропогенного воздействия от сбросов очистных сооружений ОАО «Тольяттиазот» на Саратовское водохранилище за счет совершенствования системы очистки сточных вод.

**Задачи:**

1. Провести анализ существующей системы очистки на очистных сооружениях ОАО «Тольяттиазот».
2. Разработать технические мероприятия по совершенствованию системы очистки сточных вод на очистных сооружениях ОАО «Тольяттиазот».
3. Провести эколого-экономическую оценку эффективности проведения разработанных мероприятий.

## ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ НА ОАО «ТОЛЬЯТТИАЗОТ»

Основным видом деятельности предприятия является производство удобрений и азотных соединений. ОАО "Тольяттиазот" располагается в Северном промышленном узле г. Тольятти, по адресу: Самарская область, г. Тольятти Поволжское шоссе, 32, схема расположения предприятия представлена на рисунке 1. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 ОАО "Тольяттиазот" по санитарной классификации относится к I классу и имеет размер СЗЗ - 1000 м по всем направлениям. Предприятия имеет свои очистные сооружения – цех №15 нейтрализации и очистки.



**Рисунок 1 - Схема расположения ОАО «Тольяттиазот»**

Водоснабжение на предприятии осуществляется из Саратовского водохранилища. Биологические очистные сооружения очищают все сточные воды предприятия, а также сточные воды (Комсомольского района - ООО «ВоКС») и воды ЗАО «СВ-Поволжский». На рисунке 2 представлена схема водоотведения централизованной системы предприятия.

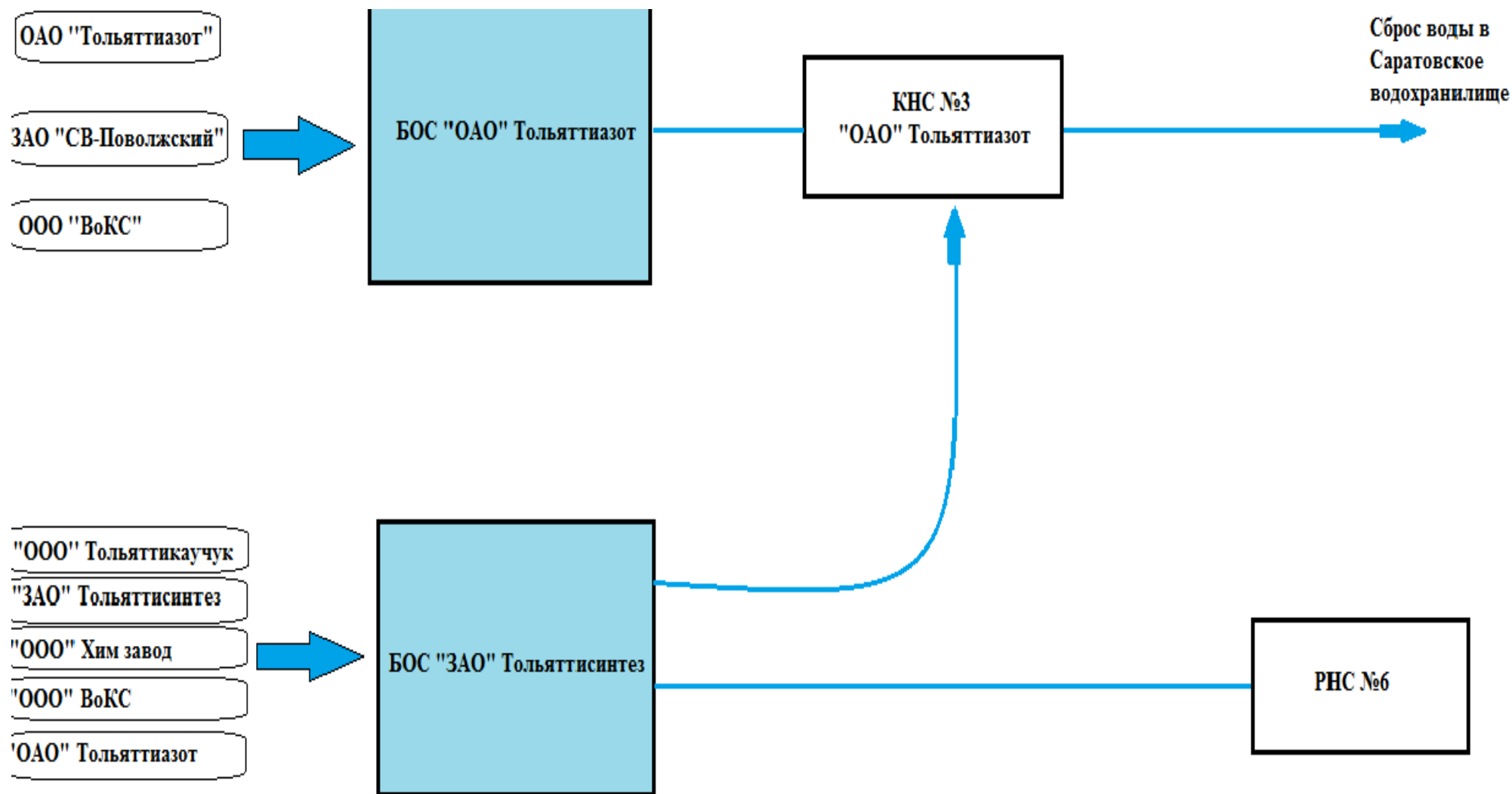


Рисунок 2 - Принципиальная схема водоотведения централизованной системы водоотведения

## **1.1 Описание технологической системы водоотведения**

Исходя из состава загрязнений сточных вод и схемы их очистки, на предприятии предусматриваются следующие разделенные системы канализации:

- производственные стоки с органическими загрязнениями;
- производственные сточные воды с минеральными загрязнениями;
- производственно-ливневые сточные воды;
- хозяйственные сточные воды.

Производственные сточные воды, содержащие загрязнения в количествах превышающих допустимые для биологических очистных сооружений, на выпуске из цехов проходят локальную очистку.

Все производственные сточные воды с площадки завода направляются на узел контроля и подготовки сточных вод.

### **1.1.1 Сточные воды с минеральными загрязнениями**

Сточные воды с минеральными загрязнениями от установок деминерализации, химводоочистки речной воды производств аммиака и карбамида по самотечному коллектору поступают в три барьерные емкости объемом по 4500 м<sup>3</sup> каждая (на 5-6 часовой прием сточных вод).

Работа емкости предусмотрена по следующей схеме: наполнение, лабораторный контроль, выпуск сточных вод.

Из барьерных емкостей сточные воды по самотечному коллектору направляются в приемный резервуар сточных вод объединенной насосной станции. Минеральный сток из приемного резервуара насосами через перемычку подается в коллектор органических стоков и, смешиваясь с ними, поступает в приемную камеру участка механической и биологической очистки.

### **1.1.2 Стоки с органическими загрязнениями**

В состав сооружений по очистке стоков с органическими загрязнениями входят:

- аванкамеры;
- промывные емкости;
- ливневая емкость;
- аварийные емкости;
- решетки-дробилки КРД-600;
- приемный резервуар.

Производственные сточные воды с органическими загрязнениями производств аммиака, карбамида, метанола по самотечному коллектору поступают в три аванкамеры емкостью по 4000 м<sup>3</sup> каждая на узле контроля и подготовки сточных вод.

Работа аванкамер осуществляется по следующей схеме: наполнение, лабораторный контроль, выпуск стоков. Сточные воды, удовлетворяющие требованиям биологической очистки из аванкамер перепускаются в приемный резервуар объединенной насосной станции. Сточные воды с органическими загрязнениями, при неудовлетворительных анализах в аванкамерах, перепускаются в резервуары-накопители: две аварийные емкости объемом 10000 м<sup>3</sup> каждая, а при их заполнении, насосами 1КН, 2КН перекачиваются из аварийных емкостей в промывные емкостью по 10000 м<sup>3</sup> каждая

### **1.1.3 Ливневые сточные воды**

Дождевые воды с площадки завода отводятся в ливневую емкость 20000 м<sup>3</sup>. Из ливневой емкости дождевые воды перепускаются в приемный резервуар № 2 объединенной насосной станции.

При превышении расчетной интенсивности дождя и наполнении емкости, дождевые воды сбрасываются через ливнесбросную камеру в балку. Из приемного резервуара дождевые сточные воды с органическими загрязнениями, поступающие из аванкамер и промывных емкостей (при допустимых концентрациях загрязнений) центробежными насосами установленными в объединенной насосной станции, перекачиваются в приемную камеру очистных сооружений.

Откачка сточных вод из аварийных емкостей производится насосами подкачки аварийных сточных вод в приемный резервуар. Для регулирования расхода на напорном коллекторе установлен байпас для возврата сточных вод в аварийные емкости. Концентрация контролируется лабораторным анализом в приемной камере.

#### **1.1.4 Хоз-фекальные сточные воды**

Хоз-фекальные сточные воды с площадки завода по самотечному коллектору поступают на решетки-дробилки КРД-600 (одна рабочая, другая резервная) для очистки от грубых примесей.

В приемном резервуаре сточные воды с хоз-фекальными загрязнениями смешиваются со стоками с органическими загрязнениями.

Из приемного резервуара бытовые и аварийные сточные воды насосами объединенной насосной станции, смешиваясь в коллекторе со стоками с органическими и минеральными загрязнениями, перекачиваются в приемную камеру очистных сооружений.

Пуск и остановка насосов сблокированы с датчиком верхнего и нижнего уровня в резервуаре.

Хоз-фекальные стоки п. Поволжский поступают на решетки-дробилки. После очистки от грубых примесей вместе с хоз-фекальным стоком завода поступают в приемный резервуар.

Кроме указанных групп насосов в машзале объединенной насосной станции установлены:

- два вихревых самовсасывающих насоса поз.1ДН, 2ДН (один рабочий, другой резервный) для удаления вод из дренажного приемка машинного зала
- центробежный консольный насос ДН для откачки стоков в случае заполнения машинного зала объединенной насосной станции.

В дренажном приемке установлен трехпозиционный уровнемер-сигнализатор верхнего и нижнего уровней и затопления машинного зала, сблокированный с остановкой или пуском насосов ДН, 2ДН, 3ДН.

## 1.2 Характеристика работы очистных сооружений

Цех №15-нейтрализации и очистки промстоков.

Мощность производства:

Проектная производительность очистных сооружений - 104000 м<sup>3</sup>/сут.

Производительность за 2015 год - 79482 м<sup>3</sup>/сут.

На биологическую очистку поступают сточные воды с промплощадки ОАО «Тольяттиазот», содержащие минеральные и органические загрязнения и сточные воды Комсомольского района.

Примерный расход сточных вод указан в таблице 1 (2015 г.).

**Таблица 1 - Характеристика водоотведения в 2015 году**

№	Наименование	Стоки ОАО Тольятти-Азот	Смешанные стоки Азотрем-маша и хозяйственной мел-ких пред-приятий	Сточ-ные воды п. По-волж-ский	Сточные воды Комсо-моль-ского р-на	Итого сточных вод на биоло-гиче-скую очистку
1	2	3	5	6	7	8
1.	Всего м <sup>3</sup> /сут	37958	998	2725	37801	79482
2.	Производ-ственные сточные воды	34964	829			
3.	Бытовые сточные воды	2993	169			

## 1.3 Стадии очистки сточных вод на предприятии ОАО «Тольятти-азот»

На предприятии ОАО «Тольяттиазот» загрязнённые сточные воды проходят шесть стадий очистки, которые включают в себя:

- стадия нейтрализации сточных вод с минеральными загрязнениями;



- механическая и биологическая очистка сточных вод с органическими и минеральными загрязнениями;
- доочистка сточных вод на аэрируемых зернистых фильтрах;
- ультрафиолетовое обеззараживание очищенных сточных вод, обеззараживание раствором гипохлорита натрия;
- механическое обезвоживание уплотненной смеси сброженного, сырого осадка и избыточного ила на установке центрифугирования;
- складирование уплотненного осадка на иловых площадках для естественного подсушивания и временного хранения.

Цех нейтрализации и очистки промстоков является составной частью комплексного проекта азотного завода, разработанного генеральным проектировщиком - ГИАП, г. Москва.

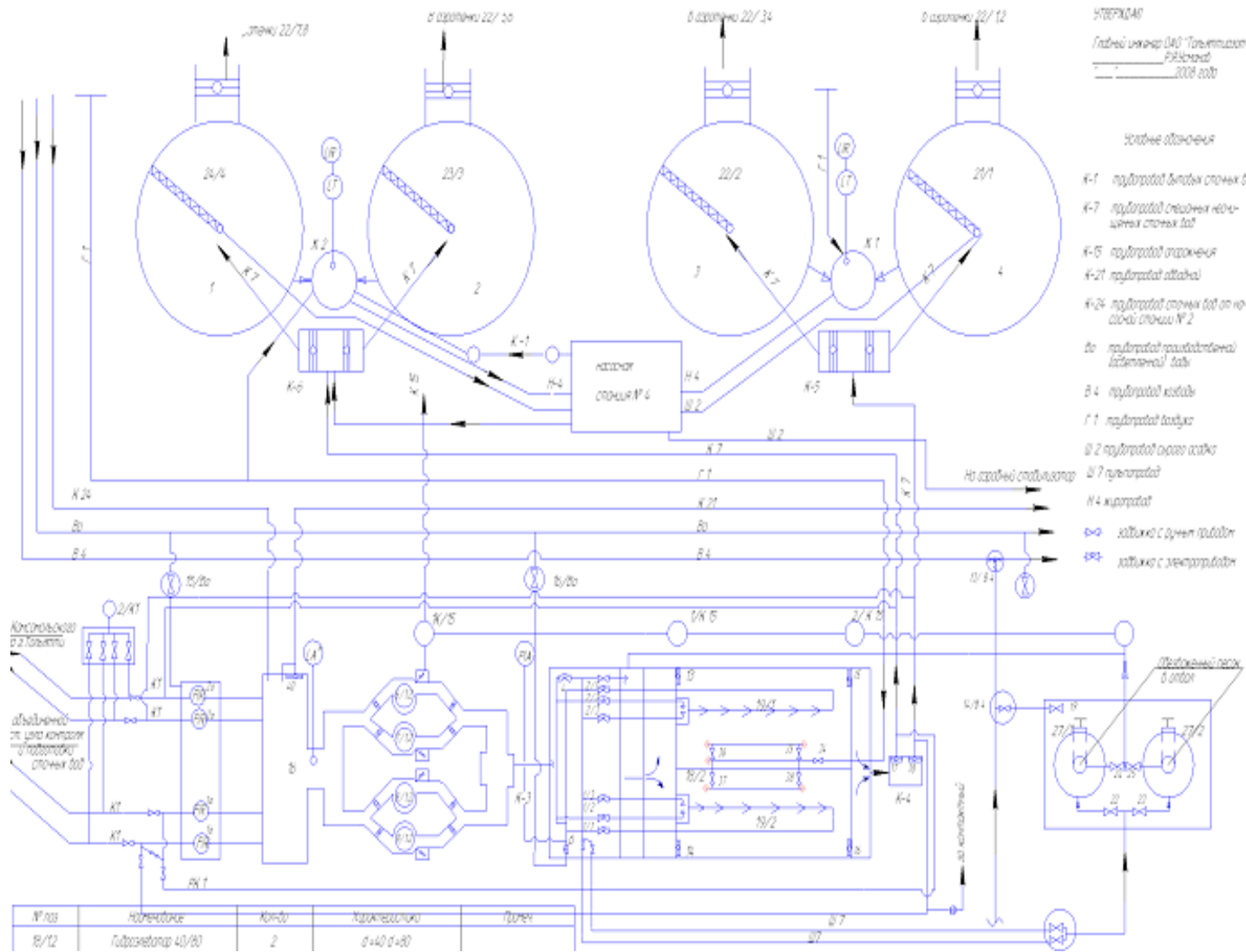
### **1.3.1 Сооружения механической очистки**

Сооружения механической очистки предназначены для освобождения сточных вод от грубых примесей песка и значительного количества взвешенных веществ. В состав сооружений входят: - приемная камера поз.16 (рис3): - круглые решетки - дробилки поз.6/1, 6/2, 7/1, 7/2, 8/1, 8/2, 9/1, 9/2; - аэрируемые песколовки поз.19/1-2; - бункера для обезвоживания песка поз.27/1-2; - первичные радиальные отстойники поз.1-4; - насосная станция N 4.

Сточные воды с промышленной площадки завода из приемных камер №1, 2, 3 объединенной насосной станции (по двум коллекторам К-7) и сточные воды из Комсомольского района (по двум коллекторам К-1) через камеру расходомеров РК-1 поступают в приемную камеру очистных сооружений поз. К-169(рис 3).

Из приемной камеры поз.16 смешанный сток самотеком поступает на круглые решетки-дробилки КРД-600 поз.6/1-2, 7/1-2, 8/1-2, 9/1-2 (рис 3).

Дробление грубых примесей производится в потоке сточных вод. При повышении уровня стоков в подводящем лотке решеток-дробилок световой и звуковой сигнал передается на ЦПУ на щит управления.



- PIR прибор показывающий, регистрирующий расход установленный по месту
- PIA прибор показывающий сигнализирующий минимальное и максимальное давление и установленный по месту
- LA прибор сигнализирующий максимальный уровень установленный по месту
- LR прибор показывающий и регистрирующий уровень установленный на щите

**Рисунок 3 – Схема сооружения механической очистки**

Очищенные от грубых примесей на решетках-дробилках сточные воды направляются в аэрируемые песколовки поз.19/1-2 (рис 3) для удаления песка. Для повышения эффективности удаления песка из сточных вод, промывки песка от органики внутри песколовки проходят перфорированные трубы для подачи воздуха. Интенсивность аэрации 3-5 м<sup>3</sup> воздуха на 1 м<sup>3</sup> сточных вод в час. Воздух подается от воздуходувной станции. Песок, задерживаемый песколовками, с помощью гидроэлеваторов поз.18/1-2 удаляется в бункера песка поз.27/1-2 (рис 3), предназначенные для его обезвоживания. После обезвоживания песок вывозится в места, отведенные для его складирования. Отделившаяся от песка сточная вода из бункера песка отводится в жиросборный колодец Ж-2. Сточные воды из аэрируемых песколовок через распределительные камеры К-4, К-5, К-6 поступают в первичные радиальные отстойники поз.1-4. Первичные радиальные отстойники поз. 1-4 представляют собой круглые железобетонные резервуары диаметром 30 м, предназначенные для удаления из сточных вод взвешенных веществ, способных осесть или всплывать под действием силы тяжести. Время пребывания сточных вод в отстойнике 1,5-2 часа. Осадок, выпадающий на дне первичных отстойников периодически (2 раза в смену) сгребается илоскребами отстойников поз.21/1-4, в центральный приямок, откуда удаляется центробежными насосами поз.9,10 (один рабочий, другой резервный) на сооружения обработки осадка. Влажность сырого осадка 93,5-94 %. Жирные вещества и нефтепродукты, собирающиеся на поверхности первичных отстойников поз.1-4 специальным скребком, прикрепленным к ферме илоскреба, сбрасывается в бункер-жиросборник, из которого самотеком попадает в жиросборные колодцы Ж-1, Ж-2. Из жиросборных колодцев содержимое периодически перекачивается на аэробный стабилизатор поз.32/1-2, насосами поз. 9,10 насосной станции № 4. В первичных отстойниках поз.1-4 удаётся осадить лишь грубую часть взвешенных веществ, находящихся в сточных водах. Осветленный сток, собираемый в периферийных лотках отстойника, после механической

очистки направляется на биологическую очистку на аэротенки-смесители поз.22/1-8 (рис 3).

Предельное содержание взвешенных веществ в сточных водах, направляемых на биологическую очистку не должно превышать 150 мг/л (после механической очистки).

### **1.3.2 Сооружения биологической очистки**

Сооружения биологической очистки предназначены для окисления в сточных водах суспензированных, коллоидальных и растворенных органических веществ.

В состав сооружений входят (рис. 4):

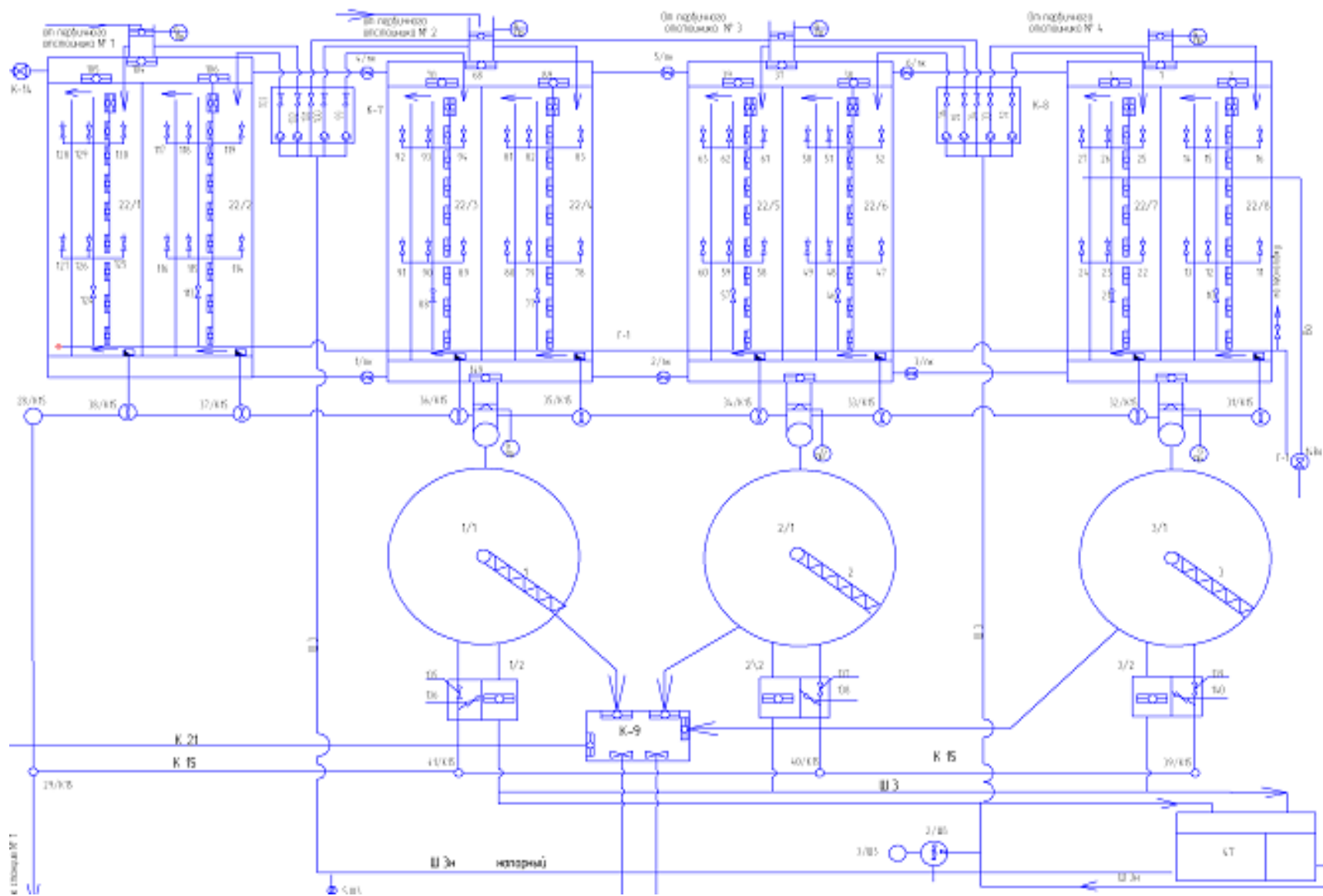
- аэротенки-смесители поз.22/1-8;
- вторичные радиальные отстойники поз.1/1, 2/1, 3/1;
- лотки и трубопроводы с запорной арматурой.

Биологический метод основан на способности микроорганизмов использовать для своего питания находящиеся в сточных водах органические вещества (органические кислоты, белки, углеводы, спирты и т.д.).

Необходимые для жизнедеятельности микроорганизмов азот, фосфор, калий и другие микроэлементы они получают из различных соединений, содержащихся в сточных водах. В процессе питания микроорганизмы получают материалы для построения своего тела, вследствие чего происходит рост массы бактерий.

В процессе дыхания бактерии используют кислород воздуха, который расходуется на окисление и минерализацию органических веществ.

Химические реакции, протекающие в живой клетке, ускоряются при помощи особых катализаторов-ферментов. При неблагоприятных условиях среды ферменты теряют свою активность. Особое значение имеет температура: при 40-60 °С деятельность ферментов снижается, а при 60 °С полностью прекращается. На ход процессов также оказывают влияние реакция среды, концентрация растворенных веществ, содержание токсичных веществ.



**Рисунок 4 – Схема сооружения биологической очистки**

В результате аэробных окислительных процессов органические вещества, содержащиеся в сточных водах, минерализуются: конечным продуктом окисления являются  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Некоторые органические соединения окисляются не полностью - до промежуточных продуктов. Помимо органических веществ в процессе биологической очистки окисляются и некоторые минеральные вещества: например, сероводород до серы, аммиак - до азота и нитратов (нитрификация).

Кроме бактерий в аэротенках развиваются и более организованные формы: грибы, бесцветные жгутиковые, инфузории, колероватки и др.

Процесс биологической очистки сточных вод, протекающий в аэротенке, можно разделить на три стадии [1,13,16,17]:

1. В начальной стадии после смешения в аэротенке сточных вод и активного ила происходит адсорбция активным илом загрязнений сточных вод и окисление легкоокисляющихся веществ. В результате происходит резкое снижение БПК на 40-80 % и полное потребление растворенного кислорода на окислительные процессы, так что содержание кислорода в стоках приближается к нулю. Первая стадия продолжается 0,5-2,0 часа.

2. Во второй стадии процесса происходит окисление медленноокисляющихся веществ и регенерация активного ила, т.е. восстановление его активных свойств, значительно сниженных к концу первой стадии. Скорость потребления растворенного кислорода во второй стадии значительно ниже, чем в первой.

3. В третьей стадии происходит нейтрализация аммонийных солей, скорость потребления кислорода вновь возрастает. К концу периода очистки сточных вод из-за неполного потребления кислорода происходит его накопление в жидкости и выходящие из аэротенка сточные воды обогащены кислородом.

Для биологической очистки сточных вод ОАО «Тольяттиазот» и Комсомольского района принято восемь трехкоридорных аэротенков - смесителей по  $8000 \text{ м}^3$  каждый.

Осветленные сточные воды по подводящему лотку из первичного отстойника поз.1-4 подаются в верхний канал аэротенка поз. 22/1-8(рис 4), откуда поступают в распределительные лотки каждой секции.

Впуск сточных вод в аэротенк осуществляется одновременно в первое отверстие распределительного лотка. Подача циркуляционного активного ила производится в начале первого коридора каждой секции, служащего регенератором активного ила.

Расход циркуляционного активного ила принят от 30 % до 70 % притока сточных вод. Для обеспечения нормальной жизнедеятельности бактерий и поддержания активного ила во взвешенном состоянии в аэротенк непрерывно подается сжатый воздух давлением до 1 кгс/см<sup>2</sup> от воздуходувной станции воздуходувными поз. 58/1-4.

Воздух распределяется по всей длине аэротенка через пористые полиэтиленовые трубы, уложенные по дну коридоров.

Удельный расход воздуха до 20 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> сточных вод.

Период аэрации - 15 часов.

Концентрация активного ила в аэротенке - 1,8-3,0 г/л.

Иловая смесь в конце третьего коридора через водослив переливается в нижний канал и далее по отводящему лотку направляется на вторичные радиальные отстойники поз. 1/1, 2/1, 3/1(рис 4).

Вторичные отстойники служат для задержания активного ила, поступающего вместе с очищенной водой из аэротенка.

Время пребывания стоков в отстойнике 1,5-2,0 часа. Допустимый вынос взвешенных веществ с очищенными сточными водами до 15,7 мг/л; БПК полн.-5,0.

Очищенные стоки собираются в периферийном лотке отстойника и через распределительную камеру К-9 по отводящим трубопроводам самотеком направляются на аэрируемые зернистые фильтры, а также могут, минуя сооружения доочистки, сбрасываться в контактный резервуар поз.25, куда подается раствор гипохлорита вода для обеззараживания.

Контактный резервуар предназначен для обеспечения необходимого времени контакта хлора со стоками (не менее 30 мин.) перед сбросом их в Саратовское водохранилище.

Очищенные обеззараженные сточные воды по самотечному трубопроводу поступают в приемный резервуар поз.1 объединенной насосной станции Северного промышленного узла и по коллектору через рассеивающий выпуск сбрасываются в Саратовское водохранилище.

Выпавший на дно вторичного отстойника активный ил влажностью 95-99,2 % удаляется с помощью илососа, представляющего собой систему движущихся сосунов. Электропривод приводной тележки илососа снабжен специальной блокировкой, обеспечивающей автоматическое отключение илососа при обрыве тягового троса и нарушении герметичности пневмокамеры колеса приводной тележки.

Ил через сосуны поступает в горизонтальную трубу, уложенную под отстойником и по ней направляется в приемный резервуар поз.47 иловой насосной станции.

Из приемного резервуара поз. 47 активный ил центробежными насосами поз.1-5 подается на аэротенки поз.22/1-6(рис 4), а избыточный активный ил поступает в аэробные стабилизаторы поз.32/1-3 самотеком или откачивается насосами поз.1-5.

Резервуар поз.47 имеет звуковую сигнализацию максимального уровня. Имеется световая сигнализация останова илососов вторичных отстойников поз. 1,2,3.

В машинном зале иловой насосной станции установлены два вихревых самовсасывающих насоса поз.6,7-11 группы (один рабочий, другой резервный) для удаления сточных вод из дренажного приемка, сблокированные с минимальным и максимальным уровнем. При открытых задвижках 17 и 18 сточные воды из дренажного приемка удаляются в напорный трубопровод активного ила.



### 1.3.3 Сооружения обеззараживания очищенных стоков

Сооружения обеззараживания очищенных стоков включают в себя станцию ультрафиолетового обеззараживания очищенных сточных вод и установку приготовления и подачи в контактный резервуар раствора гипохлорита натрия.

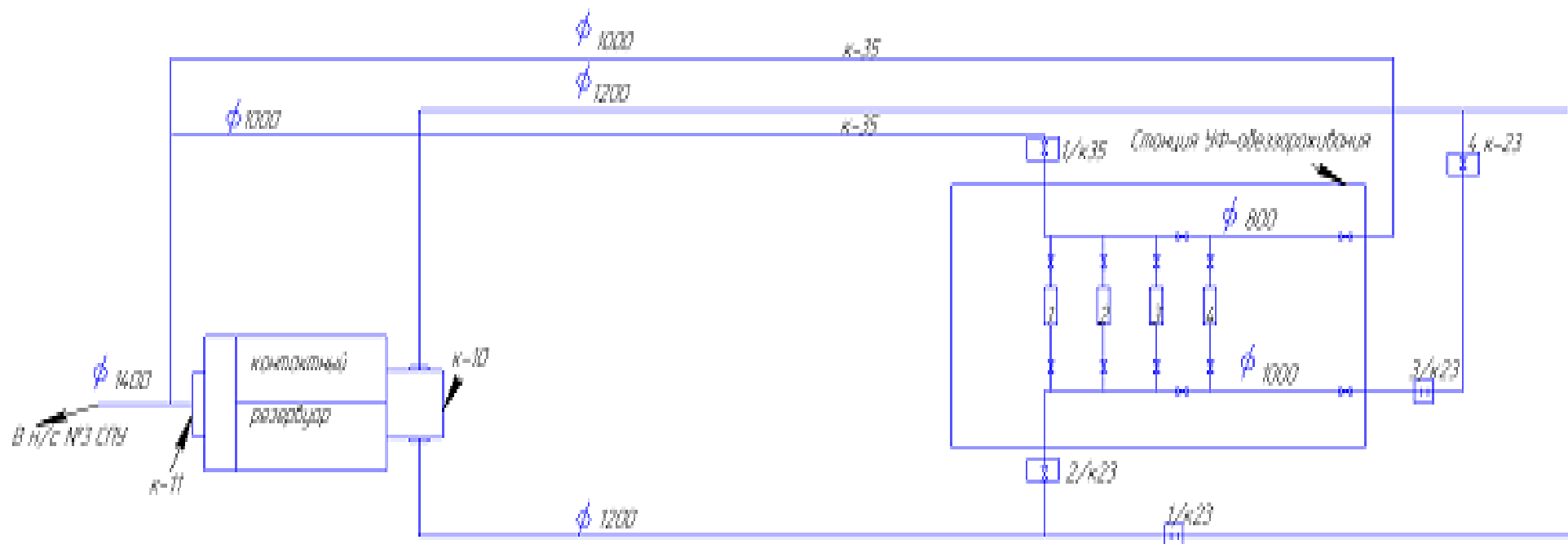
Схема сооружения обеззараживания очищенных стоков представлена на (рис. 5).

Станция УФО предназначена для обеззараживания очищенных и доочищенных сточных вод за счет воздействия на микроорганизмы бактерицидного ультрафиолетового излучения с длиной волны 254 нм, с целью достижения летального для микроорганизмов уровня облучения.

Установка приготовления и подачи гипохлорита предназначена для получения раствора гипохлорита натрия требуемой концентрации, который используется для обеззараживания сточных вод, непрошедших обеззараживание на установках УФО, в целях уничтожения содержащихся в них патогенных микробов и устранения возможности бактериологического заражения природного водоема при спуске в него очищенных сточных вод.

В состав сооружений станции УФО входят:

- 4 установки обеззараживания воды ультрафиолетовым излучением УДВ-1000/360-Д23;
- поз. 1,2,3,4 с обвязкой;
- два насоса для откачки дренажных вод из приямков;
- электрощитовая;
- щитовая;
- помещение для хранения щавелевой кислоты;
- бытовые помещения обслуживающего персонала;
- два подводящих трубопровода диаметром 1000 мм и два отводящих трубопровода диаметром 1000 мм, с отсекающей арматурой и расходомерами, установленными на подводящих трубопроводах.



*Поз. 1,2,3,4 - установки УДВ-1000/360-Д23 (4 штуки)*

*1/к23, 3/к23 - расходомерные камеры*

*2/к23, 4/к23 - камеры с отсекающей арматурой*

**Рисунок 5 - Сооружения обеззараживания очищенных стоков**

При биологической очистке сточных вод на аэротенках удаляется от 91 до 98 % болезнетворных бактерий, что в пересчете на бактерии составляет несколько десятков тысяч на один миллилитр очищенных стоков.

На обеззараживание подаются очищенные сточные воды, прошедшие механическую, биологическую и доочистку на аэрируемых зернистых фильтрах. Подаваемые сточные воды не должны содержать масляных веществ и механических предметов (полиэтилен, камни и т. д.), которые могут привести к значительному загрязнению внутреннего объема камеры обеззараживания, а также к физическому разрушению углов камеры, ламп. Показатели поступающих сточных вод должны соответствовать средним показателям физико-химического качества, согласно нормативу водоотведения по составу сточных вод ПДС (предельно допустимый сброс) или ВСС (временно согласованный сброс, установленный лицензией на водопользование). Поступающие на установки ультрафиолетового обеззараживания должны соответствовать следующим показателям, указанным в таблице 2. В таблице 3 указаны основные требования к качеству очищенных сточных вод [23,50] и существующие превышения по ряду загрязняющих веществ.

**Таблица 2 – Требования к воде, поступающей на ультрафиолетовое обеззараживание**

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Нормируемые значения показателей.
1	2	3	4
1	Взвешенные вещества	мг/л	10
2	БПК5	мг O <sub>2</sub> /л	10
3	ХПК	мг O <sub>2</sub> /л	50
4	Число термотолерантных колиформных бактерий в 1 л		5000000
5	Колифаги БОЕ/л		50000

**Таблица 3 – Основные требования к качеству очищенных сточных вод**

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Сточные воды после биологической очистки	
			ВСС	ПДС
1	2	3	4	5
1.	<b>БПКполн</b>	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	3,54	3,0
2.	Взвешенные вещества	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	3,48
3.	Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	1105,3	1000
4.	<b>Фосфаты по фосфору</b>	мг/дм <sup>3</sup>	1,46	0,2
5.	Карбамид	мг/дм <sup>3</sup>	19,6	80,0
6.	<b>Азот нитратный</b> <b>Нитрат-анион</b>	мг/дм <sup>3</sup>	12,81	9,1
		мг/дм <sup>3</sup>	55,7	40,0
7.	Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	237,4	100,0
8.	Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	204,11	300,0
9.	СПАВ	мг/дм <sup>3</sup>	0,037	0,1
10.	Метанол	мг/дм <sup>3</sup>	0,004	0,1
11.	Алюминий	мг/дм <sup>3</sup>	0,03	0,04
12.	Азот аммонийный Ион аммония	мг/дм <sup>3</sup>	0,37	0,39
		мг/дм <sup>3</sup>	0,474	0,5
13.	Азот нитритный Нитрит—ион	мг/дм <sup>3</sup>	0,024	0,024
		мг/дм <sup>3</sup>	0,08	0,08
14.	Никель	мг/дм <sup>3</sup>	0,011	0,01
15.	Медь	мг/дм <sup>3</sup>	0,001	0,001
16.	Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,01
17.	Титан	мг/дм <sup>3</sup>	0,009	0,06
18.	Хром (6 <sup>+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	0,002	0,02
19.	<b>Железо общее</b>	мг/дм <sup>3</sup>	0,44	0,1
20.	Свинец	мг/дм <sup>3</sup>	0,004	0,006
21.	Фтор	мг/дм <sup>3</sup>	0,044	0,05
22.	Формальдегид	мг/дм <sup>3</sup>	0,011	0,25
23.	Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	0,16	0,05
24.	Фенол	мг/дм <sup>3</sup>	0,0004	0,001

Доза УФ-облучения определяется характером и качеством очистки сточных вод, но она должна быть не менее 30 мДж/см<sup>2</sup>.

Для приготовления раствора для промывки установки используется в случае обеззараживания установки - раствор хлорной извести, в случае химической промывки используется щавелевая кислота.

Станция ультрафиолетового обеззараживания стоков рассчитана для обеззараживания 100000 м<sup>3</sup>/сут. (часовой расход – 5217 м<sup>3</sup>/ч) доочищенных

сточных вод при работе шести установок УДВ – 1000/360 – Д23 (пять рабочих, одна – резервная). Доочищенные сточные воды поступают на станцию УФО по одному или двум самотечным коллекторам К-23 диаметром 1000 мм от аэрируемых зернистых фильтров. Отвод обеззараженных сточных вод осуществляется по двум самотечным коллекторам К-35 диаметром 1000 мм, объединяющимся в один диаметром 1200 мм перед врезкой в трубопровод диаметром 1400 мм за контактными резервуаром.

Принципиальная схема станции УФО - обеззараживания доочищенных сточных вод (смонтировано четыре установки УДВ-1000/360-Д23) приведена.

Установка ультрафиолетового обеззараживания УДВ-1000/360-Д23 применяется для обеззараживания очищенных сточных вод и состоит из:

- камеры обеззараживания - предназначенной для УФ облучения обрабатываемой воды. В камере устанавливаются защитные кварцевые чехлы с бактерицидными УФ лампами внутри. На камере смонтированы блоки пускорегулирующей аппаратуры (ПРА);

- шкафы управления – предназначенные для управления установкой, контроля над ее работой, управления электродвигателями;

- блок промывки – предназначен для химической промывки кварцевых чехлов, защищающих УФ лампы.

Эффект обеззараживания основан на воздействии ультрафиолетовых лучей с длиной волны 200 – 300 нанометров (нм) ( $1\text{ нм} = 10^{-9}\text{ м}$ ) на белковые коллоиды и ферменты протоплазмы микробных клеток. Ультрафиолетовая бактерицидная энергия излучается специальными лампами.

При этом повреждаются молекулы ДНК и РНК микроорганизмов, находящихся в сточной воде, за счет фотохимического воздействия лучистой энергии. Фотохимическое воздействие предполагает разрыв или изменение химических связей органической молекулы в результате поглощения энергии фотона.

Бактерицидные лучи уничтожают не только вегетативные виды бактерий, но и спорообразующие. Бактерицидный эффект зависит от прямого воздействия ультрафиолетовых лучей на каждую бактерию. Обрабатываемая ультрафиолетовым излучением вода должна иметь достаточную прозрачность, поскольку в загрязненных водах интенсивность проникновения УФ-лучей быстро затухает. На обеззараживание подаются очищенные сточные воды, прошедшие механическую, биологическую очистки и доочистку на аэрируемых зернистых фильтрах с песчаной загрузкой.

Для достижения требуемого эффекта по обеззараживанию очищенных сточных вод УФ станция должна обеспечивать облучение потока сточных вод необходимой дозой облучения. Доза облучения ( $D$ , мДж/см<sup>2</sup>) определяется средней интенсивностью излучения в объеме потока сточных вод ( $I$ , мВт/см<sup>2</sup>) и временем нахождения потока под облучением ( $t$ , с) по следующей формуле

$$D = I \cdot t, \quad (1)$$

где  $I$  – средняя интенсивность излучения, мВт/см<sup>2</sup>;

$t$  – время нахождения потока под облучением, с.

Доза УФ-облучения определяется характером и качеством очистки сточных вод, но она должна быть не менее 30 мДж/см<sup>2</sup>. Интенсивность бактерицидного излучения измеряется при помощи специальных датчиков-приемников излучения, селективно измеряющих бактерицидное излучение с длиной волны 220-280 нм. На жидкокристаллическом дисплее блока регистрации системы контроля интенсивности ультрафиолетового излучения в режиме измерения фиксируется средняя интенсивность УФ-излучения в камере обеззараживания установки в Вт/м<sup>2</sup>; *вода* – коэффициент пропускания воды слоем 1 см УФ излучения на длине волны 254 нм (%); *чехол* – коэффициент загрязнения чехлов (%).

Средняя интенсивность излучения зависит как от характеристик поступающих сточных вод, а именно от коэффициента пропускания (%) водой бактерицидного излучения с длиной волны 254 нанометров (нм), так и от ре-

жима работы УФ станции. Доза облучения увеличивается с увеличением коэффициента пропускания. Коэффициент пропускания для очищенных сточных вод изменяется в пределах 65 ÷ 75 %. Доза облучения увеличивается с ростом мощности УФ излучения приходящейся на обработку 1 м<sup>3</sup>/ч сточных вод. Единица измерения мощности УФ излучения – бк/(м<sup>3</sup>/ч), где бк (бакт) – единица бактерицидного потока, численно равная бактерицидному потоку УФ излучения мощностью 1 Вт с длиной волны 254 нм. Увеличение данного показателя [бк/(м<sup>3</sup>/ч)] для установки УФ обеззараживания производится уменьшением расхода через установку, а уменьшение данного показателя производится увеличением расхода сточных вод через установку, либо отключением части бактерицидных ламп при заданном расходе сточных вод.

Если при расходе стоков 400 м<sup>3</sup>/ч не обеспечивается нормативное требование, то производят внеочередную промывку камеры облучения.

Расход на одну установку можно увеличить более 1000 м<sup>3</sup>/ч, если нормативы бактериального анализа будут соответствовать норме.

В состав установки приготовления и подачи раствора гипохлорита:

трубопровод, подводящий техническую воду к эжектору;

— фильтр для воды;

— эжектор;

— трубопровод, отводящий полученный раствор гипохлорита натрия в смеситель;

— трубка с насадкой для подачи концентрированного гипохлорита натрия к эжектору;

— смеситель типа «лоток Паршаля»;

— контактный резервуар.

Для получения раствора гипохлорита натрия используется гипохлорит натрия марки «А» поступающий в полиэтиленовых бочках в соответствии с ГОСТ11086-76 изм.1 (07.86), изм. 2 (11.86).

Гипохлорит натрия является окислителем, вызывающим раздражение кожных покровов и слизистой оболочки. Гипохлорит натрия при попадании

на кожу может вызвать ожоги, а при попадании в глаза – слепоту. При нагревании выше 35 С гипохлорит натрия разлагается с образованием хлоратов и выделением кислорода. Слабощелочной раствор довольно устойчив.

Гипохлорит натрия негорюч и невзрывоопасен. Однако при контакте с органическими горючими веществами (опилки, ветошь и др.) в процессе высыхания может вызвать их загорание.

Гипохлорит натрия – жидкость зеленовато-желтого цвета. Для марки «А» массовая концентрация активного хлора не менее 190 г/дм<sup>3</sup>, массовая концентрация щелочи в пересчете на NaOH 10-20 г/дм<sup>3</sup>, массовая концентрация железа не более 0,02 г/дм<sup>3</sup>.

Гипохлорит натрия не допускается хранить вместе с органическими продуктами, горючими материалами и кислотами.

Для предотвращения загрязнения природных водоемов возбудителями инфекционных заболеваний очищенные сточные воды подвергают обеззараживанию (дезинфекции).

При растворении в воде в результате гидролиза гипохлорита натрия образуется хлорноватистая кислота, которая, распадаясь, выделяет атомарный кислород. Атомарный кислород является сильнейшим окислителем и, воздействуя на живые клетки микроорганизмов, подавляет жизнедеятельность и, в конечном итоге, приводит к гибели таких клеток.

Процесс обеззараживания осуществляется в контактном резервуаре, в который поступают доочищенные сточные воды после аэрируемых зернистых фильтров или после вторичных отстойников.

Гипохлорит натрия поступает с базы ОМТС в полиэтиленовых бочках массой 65 кг на расходный склад.

Бочки размещаются в одном из помещений корпуса 36 (хлораторной). В бочку помещается насадка, изготовленная из нержавеющей стали, соединенная с эжектором пластмассовой трубкой. Раствор гипохлорита натрия отбирается из бочки за счет разряжения, создаваемого технической водой (Р 1-10 кгс/см<sup>2</sup>), движущейся через эжектор, далее, после эжектора смесь гипохлорита



хлорита натрия и технической воды по пластмассовому коллектору поступает в смеситель типа «лоток Паршаля» смешивается со стоками и далее в контактный резервуар.

Количество гипохлорита натрия, подаваемого в контактный резервуар, определяется расчетным путем в зависимости от величины массовой концентрации активного хлора в гипохлорите натрия, с учетом подачи активного хлора до 3 кг на 1000 т обеззараживаемых стоков.

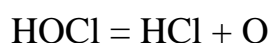
Регулировать количество подаваемого гипохлорита натрия можно, изменяя при помощи задвижки поз. 51 расход технической воды или изменяя количество отбираемого гипохлорита натрия из бочки при помощи регулирующего вентиля, расположенного на эжекторе.

Качество обеззараживания определяется по содержанию остаточного хлора в стоках, которое должно быть от 1 мг/л до 1,5 мг/л. Анализ на содержание остаточного хлора выполняется по графику, не менее 4 раз в смену.

Хлор действует на бактерии двояко:

- а) непосредственно действуя на клетки бактерий;
- б) взаимодействуя с водой  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HOCl}$ .

Хлорноватистая кислота неустойчива и в свою очередь распадается:



Освобождающийся атомарный кислород является сильнейшим окислителем и, воздействуя на вещества, входящие в состав протоплазмы клеток бактерий, окисляет их, вследствие чего бактерии погибают.

## **Вывод по главе 1**

1) Проведя анализ существующей системы очистки на очистных сооружениях ОАО «Тольяттиазот» было выявлено, что система полностью соответствует требованиям, предъявляемым к очистным сооружениям. Но из-за повышенных нагрузок работы очистных сооружений в условия аварийных сбросов, качество очистки стоков не соответствует требованиям и как следствием является весомым фактором, способствующим загрязнению Саратовского водохранилища.

2) Ежедневно на очистные сооружения помимо стоков ОАО «Тольяттиазот», также поступают загрязненные стоки от ЗАО «Тольяттисинтез». Вследствие чего, стоки на выходе имеют отклонения по нормам для воды рыбохозяйственного назначения: солесодержание; БПК<sub>полн</sub>, аммоний-ион; нитриты; фосфаты; железо; нефтепродукты; фторид-ион.

3) Необходимо совершенствовать существующую систему очистки путем разделение стоков или модернизированные блоков очистки; введения частично очищенных стоков в обратный цикл для технических нужд производства.

## **ГЛАВА 2. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОАО «ТОЛЬЯТТИАЗОТ»**

Мероприятий по очистки сточных вод до норматива сброса загрязняющих веществ в водоем на промышленных предприятиях является необходимой частью современного производственного процесса.

Совершенствование очистных сооружения направленно на сокращение сбросов сточных вод и повышение качества их очистки.

### **2.1 Анализ используемых методов очистки сточных вод на ОС**

Задача по удалению из стоков органических веществ и азота традиционно решается методами биологической очистки. Для этой цели в мировой практике используются технологии биологической очистки, включающие: окисление органических соединений и многоступенчатые процессы нитрификации-денитрификации в аэротенках под воздействием бактериальных культур.

Для удаления соединений фосфора применяют химический метод, заключающийся в обработке воды реагентом (чаще всего солями железа), в результате чего фосфор переводится в нерастворимую форму и отделяется физико-химическими методами.

Эффективная биологическая и химическая очистка возможна только при условии удаления из стоков мусора, отбросов, взвешенных веществ жиров.

Технологии физико-химической доочистки и обеззараживания доводят качество очищенных стоков до значений, регламентируемых для воды рыбохозяйственного назначения. Традиционно это достигается: технологией микрофльтрации стоков после биологической очистки (для снижения концентрации остаточных взвешенных веществ, органических веществ и нефтепродуктов) с последующим обеззараживанием стоков окислителями (активным хлором) и/или УФ-излучением.

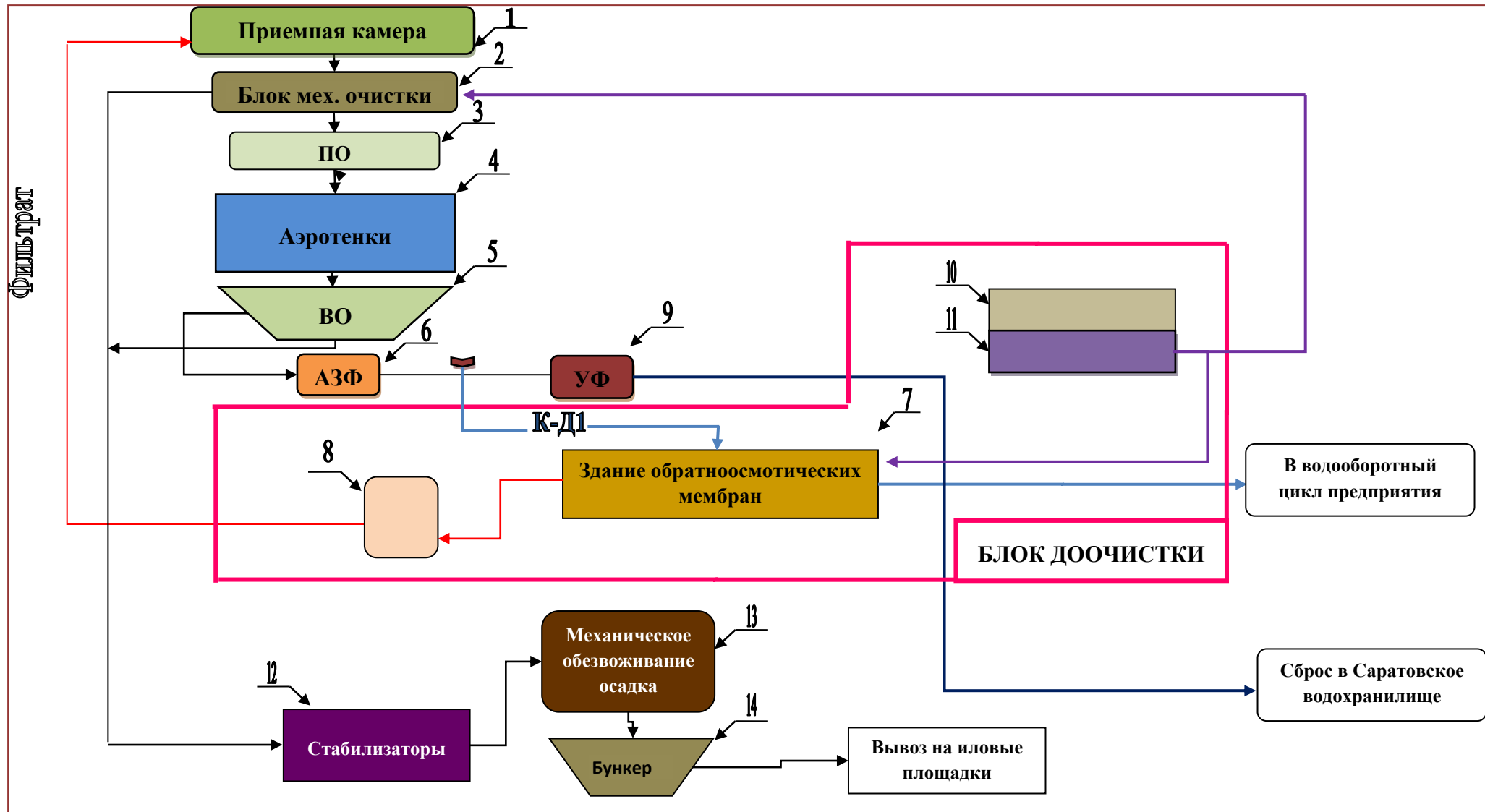
На сегодняшний день, данные методы используются на предприятии. Однако, из за большого количества загрязняющих веществ на входе, очистка сточных вод до норм ПДК не осуществляется. Тем самым требуется разработать дополнительный блок очистки, который позволит снизить нагрузку на водный объект, путем модернизации системы водоотведения и внедрением современной технологии доочистки стоков.

Реконструкция ОС должна включать:

- модернизацию системы водоотведения с замкнутым циклом для вторичного использования воды;
- замену технологии доочистки и обеззараживания стоков на более современную и эффективную.

## **2.2 Технологическая схема предлагаемых очистных сооружений**

Для снижения антропогенной нагрузки на Саратовское водохранилище, разработана технологическая схема с замкнутым циклом для вторичного использования воды в целях предприятия. Технологическая схема предлагаемых очистных сооружений включает в себя: модернизацию системы водоотведения и внедрения блока доочистки [51,60,61]. На (рис 6) представлена технологическая схема предлагаемых очистных сооружений.



1 – Приемная камера; 2 – Блок механической очистки; 3 – Первичные отстойники; 4 – Аэротенки; 5 – Вторичные отстойники; 6 – Аэрируемые зернистые фильтры; 7 – Здание обратноосмотических мембран; 8 – Отстойник; 9 – Ультрафиолетовое обеззараживание; 10 – Трансформатор; 11 – Насосная станция; 12 – Стабилизаторы; 13 – Механическое обезвоживание осадка; 14 – Бункер

**Рисунок 6 - Технологическая схема очистных сооружений после реконструкции**

### **2.3 Описание технологической схемы сооружений после реконструкции**

**Механическая очистка:** первоначально сточные воды поступают в приемную камеру поз 1 (рис 6), которая необходима для гашения напора и равномерного их распределения по сооружениям очистки. Первый этап механической очистки осуществляется в радиальных отстойниках поз 3 (рис 6), в которых удаляются взвешенные вещества, содержащиеся в производственном шламе.

**Биологическая очистка:** после механической очистки сточные воды в самотечном режиме через распределительную камеру подаются в аэротенки поз 4 (рис 6), где происходит потребление биологически разлагаемых веществ микроорганизмами активного ила. После аэротенков стоки подаются во вторичный отстойник поз 5 (рис 6), где происходит отделения активного ила от очищенной воды.

Затем очищенная вода самотеком поступает в корпус аэрируемых зернистых фильтров поз 6 (рис 6). По разводным трубопроводам вода подается на фильтры, представляющие собой открытые железобетонные резервуары площадью 9х9 м, загруженные гравием и крупнозернистым кварцевым песком. Вода подается сверху и, проходя слой фильтрующей загрузки, очищается. Отфильтрованная вода отводится через дренажную систему, состоящую из перфорированных полиэтиленовых труб, и далее самотеком поступает на узел разделения сточных вод.

**Блок дополнительной очистки:** пройдя аэрируемые зернистые фильтры сточные воды проходят этап разделения. Для технических нужд предприятия были рассчитаны объемы потребляемой воды, который составил 1500 м<sup>3</sup>/час, с учетом того, что часть сточных вод понадобится для промывки мембран. Вода для технических нужд по коллектору К-Д1 поступает на очистку в здание обратноосмотических мембран. После фильтрации на выходе образуется фильтрат и пермеат. Очищенная вода (пермеат) поступает в водооборотный цикл производства для технологических нужд. А фильтрат

самотеком поступает в отстойник поз 8 (рис 6), после чего, подается на очистку в приемную камеру поз 1 (рис 6). Сточные воды, которые не проходят блок доочистки, пройдя аэрируемые зернистые фильтры поз 6 (рис 6) самотеком поступают на ультрафиолетовое обеззараживание, затем сбрасываются в Саратовское водохранилище.

**Обработка осадка:** Избыточный ил и плавающие вещества, задержанные в отстойниках, подаются в аэробные стабилизаторы, где проходят стадию самоокисления в присутствии кислорода воздуха в аэробном стабилизаторе. Период аэрации в аэробных стабилизаторах принят равным 6 - 5 суток. Расход воздуха не менее 2,5 м<sup>3</sup> в 1 м<sup>3</sup> стоков в час. Образовавшийся сброженный осадок переливается через водослив, и направляется через распределительную камеру на илоуплотнители, в которых происходит уплотнение сброженного осадка. В качестве илоуплотнителей приняты радиальные отстойники диаметром 24 м. Время уплотнения 6 часов. Уплотненная стабилизированная смесь осадков первичных отстойников и избыточного ила с влажностью 97-98 % поступает из илоуплотнителя на установку центрифугирования. Обезвоженный до 70% осадок-кек транспортером подается в приемный бункер – накопитель. Кек с влажностью 70% из бункера накопителя поз 14 (рис 6) автомашинами вывозится в отвал в места, согласованные с контролирующими органами или складировается на иловых площадках

#### **2.4 Подбор эффективного метода очистки сточных вод**

Подбор метода очистки сточных вод, осуществлялся исходя от присутствующих в воде загрязняющих компонентов. В табл. 4 представлены методы очистки воды от загрязняющих веществ.

**Таблица 4 - Методы очистки воды от загрязняющих веществ**

Методы очистки	Достоинства	Недостатки
1	2	3
Хлорирование	<p>— Высокая эффективность обеззараживания воды. Хлор и хлорсодержащие реагенты долго не теряют своей активности, поэтому хлорированная вода долгое время сохраняет свои бактерицидные свойства.</p>	<p>— В хлорированной воде образуется свыше 300 токсичных соединений, при этом и испарения хлора оказывают токсичное действие на легкие. Хлор может вызвать различные аллергические реакции. Хлорированная вода вызывает коррозию оборудования. И при этом хлорирование воды не избавляет воду полностью от всех микроорганизмов.</p>
Флотация	<p>— Флотация предназначена для извлечения из воды гидрофобных частиц (нефтепродукты) пузырьками газа, подаваемого в сточную воду.</p> <p>— Небольшие затраты в процессе эксплуатации.</p> <p>— Возможность выделения определенных загрязнителей.</p> <p>— Простота оборудования.</p>	<p>— Главным минусом флотации, является зависимость загрязняющих веществ к гидрофобности. Вещества, которые не обладают гидрофобными свойствами, легко растворяются в воде, это влечет к тому, что вынос загрязняющих веществ на поверхность воды, осуществляется, не может</p>
Ионный обмен	<p>— Ионообменный метод очистки воды применяют для обессоливания и очистки воды от ионов металлов и других примесей. Сущность ионного обмена заключается в способности ионообменных материалов забирать из растворов электролита ионы в обмен на эквивалентное количество ионов ионита.</p> <p>— Простота эксплуатации.</p> <p>— Широкий спектр областей применения.</p>	<p>— Эффективность очистки зависит от гидрофильности загрязняющих веществ содержащиеся в воде. Низкая гидрофильность, влечет к затруднению диффузии ионов внутрь гранул смолы. В процессе эксплуатации гранулы, слеживаются, что вызывает потребность в принудительном их взрыхлении в процессе регенерации, что приводит к постепенному разрушению гранул.</p> <p>— Необходимость проводить регенерацию для восстановления их обменной способности.</p>



Продолжение таблицы 4

<p>Методы осаждения</p>	<p>— Методы осаждения предназначены для очистки воды от нефтепродуктов и взвешенных веществ. Данные методы характеризуются образованием малорастворимой твердой фазы, на поверхности или внутри которой задерживаются коллоидные и растворенные загрязнения стоков. Эта фаза создается за счет введения в обрабатываемые сточные воды специальных реагентов.</p> <p>— Низкая стоимость.</p> <p>— Использование широко распространенного и отработанного оборудования и доступных реагентов.</p>	<p>— Данные методы способны задерживать вещества, плохо растворимые в воде. Тем самым, приоритетные загрязнители в воде, такие как растворенные соли, удаляться не будут. При осаждении образуется большое количество вторичных отходов (шлам).</p> <p>— Низкий коэффициент очистки сточных вод.</p> <p>— В некоторых случаях добавление токсичных реагентов.</p>
<p>Адсорбция</p>	<p>— Данный метод предназначен для глубокой очистки сточных вод от растворенных органических веществ. Сущность метода заключается в избирательном поглощении примесей из жидкостей поверхностями твердых материалов – адсорбентов. Эффективность данного метода достигает (80-95%) и возможность очистки стоков, содержащих одновременно несколько типов загрязнителей, а также рекуперации данных веществ.</p>	<p>— Главным недостатком адсорбции заключается в том, что процесс направлен на поглощение из воды всех примесей, которые накапливаются в самом сорбционном веществе. Это способствует в дальнейшем к развитию вредных бактерий и образованию других загрязняющих компонентов. А также при большой концентрации загрязняющих веществ в воде, фильтры быстро засоряются и не справляются с очисткой воды.</p>
<p>Обратный осмос</p>	<p>— Возможность задерживать не только крупные загрязнения и тяжелые металлы, но и мельчайшие низкомолекулярные примеси диаметром менее 0,001 мкрн. К ним относятся пестициды, бактерии, вредные химические вещества, канцерогенные соединения, радионуклиды.</p> <p>— Сущность данного метода заключается в том, что с помощью давления принуждают раствор проходить через полупроницаемую мембрану, при этом мембрана пропускает растворитель, но не пропускает растворенные в нем вещества.</p>	<p>Недостатком данного метода является образование пермеанта, объем которого составляет треть объема подаваемой жидкости на очистку.</p>

Проанализировав данные методы очистки, был выбран наиболее эффективный и универсальный метод обратный осмос [3,4]. Система обратного осмоса позволяет получать воду очень высокой степени очистки, близкую к дистиллированной. Фильтры обратного осмоса производят наиболее качественную и полноценную очистку воды, благодаря возможности задерживать не только крупные загрязнения и тяжелые металлы, но и мельчайшие низкомолекулярные примеси диаметром менее 0,001 мкрн. К ним относятся пестициды, бактерии, вредные химические вещества, канцерогенные соединения, радионуклиды.

## 2.5 Подбор технологического оборудования

К блоку дополнительной очистки относится технологическое оборудование, представленной в таблице 5.

**Таблица 5 – Состав технологического оборудования**

№ п/п	Состав технологического оборудования	Количество
1	Отстойник	2 шт
2	Здание воздуходувной станции	1 шт
3	Трансформаторная подстанция	1 шт
4	Здание обратноосмотических мембран	1 шт

### 2.5.1 Здание обратноосмотических мембран

Было рассчитано, что на технологические нужды предприятия понадобится  $1500\text{ м}^3/\text{час}$ . Для получения чистой воды объемом  $1500\text{ м}^3/\text{час}$ , на вход в установку обратного осмоса потребуется подача сточной воды объемом  $6000\text{ м}^3/\text{час}$ . На основании этих данных, целесообразно использовать здание обратноосмотических мембран (рис 7).



**Рисунок 7 - Здание обратноосмотических мембран**

В здании обратноосмотических мембран будет находиться установка обратного осмоса с секционированными аппаратами, в состав которой входит: емкость для исходного раствора, насос низкого давления, фильтр, насос высокого давления, аппараты обратного осмоса.

### **2.5.2 Трансформаторная подстанция**

Для работы воздуходувной станции балы подобрана трансформаторная подстанция типа КТП 250 (рис.8).



**Рисунок 8 - Трансформаторная подстанция**

Комплектная трансформаторная подстанция КТП наружной установки киоскового типа с номинальным напряжением 6(10)/0,4кВ используется для приема, преобразования и распределения электрической энергии частотой 50 Гц.

**Таблица 6 - Технические характеристики трансформаторной подстанции КТП**

№ п/п	Технические характеристики трансформаторной подстанции КТП
1.	Номинальная мощность: 25 - 250 кВт
2.	Номинальное напряжение на стороне В Н: 6-10кВ
3.	Номинальное напряжение на стороне НН: 380/220 В
4.	Номинальный ток отходящих линий: 25,40,63,100,160,250,400,630 А
5.	Габаритные размеры: 1500х2100х4500 мм

### **2.6 Утилизация отходов от здания обратноосмотических мембран и блока промывки мембран**

Здание обратноосмотических мембран и блока промывки мембран рассчитано на очистку 1500м<sup>3</sup>/час, при данной нагрузке будут образовываться отходы в объеме 4500 м<sup>3</sup>/час, которые необходимо переработать, утилизировать, или использовать.

Для переработки данного вида отхода используют следующие технологии: многоступенчатое выпаривание мгновенным вскипанием (МВМВ), дистилляция многоэффектного действия (ДМД), выпаривание механической паровой компрессией (ВМК), концентрация соли/ кристаллизация, ноль жидких сбросов (ZLD).

При обессоливании сточной воды от хлоридов, предусматривается использование выпаренной соли применять для приготовления песчано-соляной смеси для посыпки дорог в зимнее время.

Отходы шлама, осадков с очистных сооружений применять в качестве изготовления искусственного щебня при дорожных работах, путем спекания со связующими материалами с последующим гранулированием.

## **2.7 Расчет экономического эффекта от снижения сброса очищенных сточных вод с ОАО «Тольяттиазот» в р. Волга**

2.7.1 Снижение выпуска очищенных сточных вод в р. Волга:

$$Q \text{ м}^3/\text{час} = 2000 \text{ м}^3/\text{час} * 8760 \text{ часов} = 17520000 \text{ м}^3/\text{час},$$

где 2000 м<sup>3</sup>/час – снижение сброса очищенной сточной воды за счет использования этого объема на технологические нужды ОАО «Тольяттиазот»; 8760 часов – количество часов в год;

2.7.2 Снижение оплаты за использование речной воды на ОАО «Тольяттиазот»

$$Q_{\text{речной воды}} = 17520000 \text{ м}^3 * 1,3 \text{ руб.} = 22776000 \text{руб./год},$$

где 17520000 м<sup>3</sup> – снижение потребления речной воды за год; 1,3 руб. – стоимость 1 м<sup>3</sup> речной воды;

2.7.3 Снижение платы за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты от ОАО «Тольяттиазот» при сокращении сточных вод составит:

$$C_{\text{пл.}} = \left( \frac{17520000 \cdot 15174173,78}{28835000} \right) = 9219751 \text{руб.},$$

где 17520000 м<sup>3</sup>/год- сокращение сброса очищенных сточных вод в водоем;

28835000 м<sup>3</sup>/год – объем очищенных сточных вод от ОАО «Тольяттиазот»;

15174173,78 руб. – плата за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты от ОАО «Тольяттиазот» (табл.7).

**Таблица 7 - Расчет платы за сбросы загрязняющих вредных веществ промышленных сточных вод ОАО «Тольяттиазот» в поверхностные водные объекты после БОС на 2015г**

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	Факт, конц., мг/л	ПДС мг/дм <sup>3</sup>	Факт, сброс, т	ПДС мг/дм <sup>3</sup>	Превыш. факт, над ВСС, т	ПДС, руб	Превыш. факт, сброса, руб	Всего платежей, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Взвешенные в-ва	33,59	10	568,018	171,299	396,719	62695,43	1629987,60	1692683,03
2.	Аммоний-ион	0,59	1	11,075	30,270	0,000	6102,32	0,00	6102,32
3.	Нитрат-ион	46,2	57	618,838	1055,186	0,000	4269,99	0,00	4269,99
4.	Нитрит-ион	0,14	0	1,928	5,581	0,000	6640,02	0,00	6640,02
5.	Фосфаты	2,16	1	36,682	22,152	14,530	30525,45	393711,82	424237,27
6.	Железо	0,54	0	9,113	10,653	0,000	25107,44	0,00	25107,44
7.	БПК полн.	4,98	6	85.542	191,944	0,000	7693,36	0,00	7693,36
8.	Хлориды	416,04	236	7035,190	3997,021	3038,169	3597,32	68358,81	71956,13
9.	Сульфаты	113,60	245	1920,932	4147,021	0,000	5378,61	0,00	5378,61
10.	СПАВ	0,02	0	0,361	0,845	0,000	199,26	0,00	199,26
11.	Нефтепродукты	0,34	0.11	6,107	2,719	3,388	66223,87	198671,61	264895,48
12.	Формальдегид	0,26	0,1	5,720	1.906	3,813	15152,51	141675,96	156828,47
13.	Цинк	0,014	0,01	0,143	0,169	0,005	3801,62	3443,50	7245,12
14.	Медь	0,01	0,01	0,162	0,016	0,146	4407,68	1005505,66	1009913,34
15.	Никель	0,00	0	0,068	0,220	0,000	1873,26	0,00	1873,26
16.	Хром	0,01	0	0,085	0,050	0,035	688,70	12052,25	12740,95
17.	Свинец	0,00	0	0,021	0,034	0,000	964,17	0,00	964,17
18.	Фенол	0,00	0	0,021	0,004	0,017	1101,92	117079,43	118181,35

**Продолжение таблицы 8**

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
19.	Фторид-анион	0,22	0	3,766	0,845	2,921	310,96	26873,20	27184,16
20.	Титан	0,07	0	1,133	0,000	1,133	0,00	0,00	0,00
21.	Алюминий	0,075	0	1,371	0,508	0,863	3498,59	148587,03	152085,62
22.	Метанол	0,31	0	5,217	0,001	5,063	137,76	272951,64	273089,40
Итого					4269335,05				
<b>Итого с учетом дополнительных коэффициентов:</b>					<b>15174173,78</b>				

Годовой экономический эффект от снижения сброса очищенных вод с ОАО «Тольяттиазот» в р. Волга составит:

$$Э_{\text{год.}} = 22776000 \text{ руб.} + 9219751 \text{ руб.} = 31995751 \text{ руб.}$$

Потенциальное снижение платы с 2017г. составит

$$С_{2017г.} = 9219751 \cdot 20 = 184395020 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект от снижения сброса очищенных вод с ООО «Тольяттиазот» в р.Волга в 2017г. составит:

$$Э_{\text{год.}} = 22776000 \text{ руб.} + 184395020 \text{ руб.} = 207171020 \text{ руб.}$$

## **Выводы к главе 2**

Проведен детальный анализ существующей системы очистки на очистных сооружениях ОАО «Тольяттиазот», определено направление проведения реконструкции существующих сооружений, а именно разделение стоков и совершенствование блока очистки; введения частично очищенных стоков в обратный цикл для технических нужд производства с помощью установки обратного осмоса. Для этих целей подобрано оборудование и скорректирована существующая схема очистки.

Проведен эколого-экономический расчет предложенных совершенствований технологической схемы очистки сточных вод на ОАО «Тольяттиазот», основанный на снижении объемов сброса и снижении платы за превышения загрязняющих веществ при сбросе в Саратовское водохранилище, который составит на 2017 год 207 млн рублей.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведя анализ существующей системы очистки на очистных сооружениях ОАО «Тольяттиазот» было выявлено, что система полностью соответствует требованиям, предъявляемым к очистным сооружениям, но при сбросе в Саратовское водохранилище, после очистки и смешения стоков от ЗАО «Тольяттисинтез» в них присутствуют загрязняющие вещества, превышающие ПДК для вод рыбохозяйственного назначения. Соответственно необходимо проводить реконструкцию существующих сооружений. В работе предложено разделение стоков и совершенствование блока очистки; введение частично очищенных стоков в обратный цикл для технических нужд производства с помощью установки обратного осмоса.

Проведен эколого-экономический расчет предложенных совершенствований технологической схемы очистки сточных вод на ОАО «Тольяттиазот», основанный на снижении объемов сброса и снижении платы за превышения загрязняющих веществ при сбросе в Саратовское водохранилище, который составит на 2017 год 207 млн рублей.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андриюшкина М. В. Аверкиева А. В. Егорова Н. Т. Николаева Т. А. Федотова Е. Н. Очистка сточных вод. Чебоксары, 2013. С. 21-28.
2. Березин С.Е., Баженов В.И., Черненко А.В. Обоснование выбора технологического оборудования по очистке сточных вод // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2014. - № 2 (апрель) С. 48-58.
3. Богатеев И.А. Полякова А.М. Проектирование и строительство очистных сооружений хозяйственно бытовых сточных вод с использованием технологии мембранного биореактора. С. 1-29.
4. Гляденов С.Н. Очистка сточных вод: традиции и новации / Экология и промышленность России. – 2001. – № 2. – С. 15 -17.
5. Губанов Л.Н., Цимбалов С.Д., Новикова О.М. О плате за негативное воздействие на окружающую среду. / Вода и экология. Проблемы и решения. – 2005. - № 2. – С. 61-70.
6. Данилович Д.А. Технологическое нормирование коммунального водоотведения на основе наилучших доступных технологий // Вода и экология: проблемы и решения, №2, 2012. С. 31-39.
7. Данилович Д.А.Климова Л.А. Инженерные решения при разработке проектов модернизации очистных сооружений системы водоотведения // Проекты развития инфраструктуры города» Вып.- 11. 2011 МВКНИИпроект. С. 25-27.
8. Друцкий А.В. Установка очистки ливневых сточных вод / Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 3. – С. 68-69.
9. Журавлев А.П., Серпокрьлов Н.С., Пушенко С.Л. Охрана окружающей среды в строительстве. М.: 1995. – С. 48-52.
10. Зиновьев А.П., Филиппов В.Н. Комплексная очистка сточных вод содержащих нефтепродукты, ПАВ и фенолы. № 2 / 2002. – с 20. Журавлев

А.П., Серпокpылов Н.С., Пушенко С.Л. Охрана окружающей среды в строительстве. М.: 1995. – С. 48-55.

11. Каменев Я.Ю., Попова Ю.А., Повышение эффективности работы очистных сооружений регулированием режимов на основе методики экспресс-контроля по эмиссии газов. 2013г.

12. Кинебас А. К., Нефедова Е. Д., Рублевская О. Н., Панкова Г. А., Опыт внедрения технологии химического осаждения фосфора: от лабораторных тестов до промышленной эксплуатации // Водоснабжение и санитарная техника. 2011. № 1. С. 56-60.

13. Лазарев К.Г. Современные методы анализа сточных вод / К.Г. Лазарев. - М.: Луч, 2012. - 123 с.

14. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье. - М.: Химия, 2011. - 384 с.

15. Львович М.И. Вода и жизнь / М.И. Львович. – М:Мысль, 2012. – 254с.

16. М.Н. Гамрекели Методы очистки воды. Методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для всех специальностей и направлений Екатеринбург, 2008. С. 1 - 10.

17. Максимовский Н.С. Очистка сточных вод / Н.С. Максимовский. - М.: Стройиздат, 2011. - 193с.

18. Мельников В.И. Флотатор / Экологические системы и приборы. – 2001 – № 3. – С. 61-64.

19. Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней (БПК<sub>полн</sub>) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах. ПНД Ф 14.1:2:3:4. 123 – 97.

20. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных и очищенных сточных вод методом колоночной хроматографии с гравиметрическим окончанием. ПНД Ф 14.1:2.116 – 97.

21. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрат-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с салицилатом натрия. ПНД Ф 14.1:2.4- 95.

22. Методика измерений массовой концентрации нитрит-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса. ПНД Ф 14.1:2.3 – 95

23. Мишуков Б.Г. Козьмина И.М., Иваненко И.И., Бондарева О.Е., Гусева В.А. Очистка поверхностного стока / Водоснабжение и санитарная техника. – 1995. – №9. – С. 3-4.

24. Молоканов Д.А., Молчан А.В. Очистка сточных вод: комплексное решение / Экология производства. – 2005. – № 9. – С. 38 – 40.

25. Музыченко В.Е., Павлинова И.И., Королева Е.А. Использование осадков сточных вод / Водоснабжение и санитарная техника. – 2000. – 3. – С. 17 – 18.

26. Назаров В.Д., Харабрин С.В., Кантор Е.А., Каталитические материалы для очистки воды от железа / Вода и экология. Проблемы и решения. №1 / 2004. – С.11-16.

27. Назаров В.Д., Харабрин С.В., Кантор Е.А., Каталитические материалы для очистки воды от железа / Вода и экология. Проблемы и решения. №1 / 2004. – С.11-16.

28. Нечаев И.А. Очистка и обеззараживание поверхностной сточной воды / Материалы конгресса «Вода: Экология и технология» ЭКВАТЭК-2004. В 2-ух частях. Часть 2. – Коломна, 2004г.- С. 688 - 689.

29. Нечаев И.А. Очистка и обеззараживание поверхностной сточной воды / Материалы конгресса «Вода: Экология и технология» ЭКВАТЭК-2004. В 2-ух частях. Часть 2. – Коломна, 2004г.- С. 688 - 689.

30. Нечаев И.А. Очистка и обеззараживание поверхностной сточной воды / Материалы конгресса «Вода: Экология и технология» ЭКВАТЭК-2004. В 2-ух частях. Часть 2. – Коломна, 2006г.- С. 688 - 689.

31. Николаев А.Н., Большаков Н.Ю. Модель биологической очистки городских сточных вод в системе аэротенк-вторичный отстойник / Вода и экология. Проблемы и решения. № 4 / 2001. – С. 27-35.
32. Новиков М.Г. Основные тенденции в области улучшения качества очистки поверхностных вод / Вода и экология. Проблемы и решения. № 1 / 1999. – С. 8-11.
33. Новиков М.Г. Основные тенденции в области улучшения качества очистки поверхностных вод / Вода и экология. Проблемы и решения. № 1 / 2006. – С. 8-11.
34. Пааль Л.И., Кару Я.Я., Мельдер Х.А., Репин Б.Н. Справочник по очистке природных и сточных вод. – М.: Высш. школа, 2005. – С. 336.
35. Пальгунов Н.В. Очистка сточных вод мясоперерабатывающих заводов / Н.В. Пальгунов, А.Н. Абрамов. – М.: Луч, 2010. – 405с.
36. Панин И.Н., Зайцев В.П., Бояркина М.А. Оценка эффективности использования аэраторов «Пантекс» в системах биологической очистки стоков. / Вода и экология. Проблемы и решения. – 2005. - №2 - С. 26-30.
37. Пваменко А. И. Физико-химическая очистка и повторное использование сточных вод / А. И. Пваменко, В. В. Отлешов, Ю. А. Коваленко. М.: Пищевая промышленность, 2010. – 122с.
38. Петров Е.Г. Механизм работы абсорбента для удаления нефтепродуктов. / Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. – № 6. – С. 24.
39. Пономарёв В.Г. Выбор сооружений для очистки сточных вод от взвешенных загрязнений // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2015. № 1(февраль) С. 45-52.
40. Пономарев В.Г., Боев В.Ф., Чучалин И.С., Порхачев В.Н., Хананов Р.Г. Новые сооружения для физико-химической очистки нефтесодержащих сточных вод / Вода и экология. Проблемы и решения. – 2007.– № 1. – С. 38 – 42.

41. Правила приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов, утвержденных приказом Министерства жилищно-коммунального хозяйства РСФСР от 2 марта 1984 № 107.

42. Роев Г.А. Очистные сооружения. Охрана окружающей среды / Г.А. Роев. - М.: Недра, 2010. – 168с.

43. Ротмистров М.Н. Микробиология очистки сточных вод / М.Н. Ростмиров. - Киев: Наукова Думка, 2011. - 268 с.

44. Рудник М.И., Кичигин О.В. Новые технологии и оборудование для флотационной очистки сточных вод / Экология производства. – 2006. – № 1. – С. 63 – 66.

45. Рудник М.И., Кичигин О.В., Рудько В.Г. Технологии и оборудование для глубокой доочистки сточных вод / Экология производства.– 2006. – № 9. – С. 43-45.

46. Сапожникова В.А. Экологически безопасное обращение с отходами на предприятии/ В.А. Сапожникова //Берг-коллегия: Промышленная безопасность. Энергетика. Экология. - 2010. - Прил. к № 4. – 327 с.

47. Скрыбина В.Н., Бариева Э.Р., Серазеева Е.В. Технологические аспекты повышения эффективности очистки сточных вод предприятий энергетики. Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно – практической конференции. 2013.Т.37. № 1. С. 13-14.

48. СНиП 2.04.03-85 Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения. 1986-01-01

49. Соколова В.Н. Охрана производственных сточных вод и утилизация осадков / В.Н. Соколова. - М.: Стройиздат, 2012. - 340 с.

50. Стрелков А.К., Быкова П.Г. Осипова Т.В. Исследование качества поверхностных сточных вод и состояние дождевой сети г. Самары. Мат. Всерос. науч.-техн. конф. – Самара, 1996. С. 45-47.

51. Тайгунова Г.Р., Бариева Э.Р., Серазеева Е.В. Усовершенствование системы очистки сточных вод. Сборник научных трудов Sworld по материа-

лам международной научно-практической конференции. 2013 Т. 37. № 1. С. 28 - -30.

52. Фирсов А.И. Формирование и очистка поверхностных стоков промышленных предприятий / Вода и экология. Проблемы и решения. – 2002. – № 4. – С. 32 – 38.

53. Челноков А.А. Основы промышленной экологии / А.А. Челноков. – Минск: Технопринт, 2011. 85с.

54. Шевцов В.Н., Верещагина Л.М. Особенности расчета производительности очистных сооружений поверхностных сточных вод / Водоснабжение и санитарная техника. – 2006. – № 2. – С. 17 – 20.

55. Щетинин А.И. Особенности реконструкции городских очистных сооружений канализации в настоящий период / Вода и экология. Проблемы и решения. № 2 / 2002. – С. 22-28.

56. Юшманова О.А. Комплексное использование и охрана водных ресурсов / О.А. Юшманова. – М.:Агропромиздат, 2011. – 220с.

57. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – М.: ИАСВ, 2010. – 122с

58. Яковлев С.В. Очистка производственных сточных вод / С.В. Яковлев, И.В. Скирдов. – М.:Стройиздат, 210 – 267с.

59. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. - М.: АСВ, 2004 – 704 с.; ISBN 5-93093-119-4.

60. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Водоотводящие системы промышленных предприятий. Под ред. С.В. Яковлева. - М.: Стройиздат, 1990 – 511 с. ISBN 5-274-01038-5.

61. Яковлев СВ., Карелин Я.А., и др. «Водоотведение и очистка сточных вод» - Москва: Стройиздат, 1996г.