

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ**  
**Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»**  
18.03.02 «Энерго-, ресурсосберегающие процессы в химической  
технологии, нефтехимии и биотехнологии»

## **БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: **Оптимизация системы очистки сточных вод на предприятии**

**Нововоронежская АЭС**

Студент(ка)

С.С. Котович

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_  
(личная подпись)

Руководитель

Ю.Н. Шевченко

(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 2017

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**

Студентка: Котович Светлана Сергеевна

Тема: Оптимизация системы очистки сточных вод на предприятии  
Нововоронежская АЭС

1. Срок сдачи студентом законченной бакалаврской работы «02» июня 2017г.
2. Исходные данные к бакалаврской работе: технологический регламент цеха обеспечивающих систем Нововоронежской АЭС.
3. Содержание бакалаврской работы:
  - 3.1 Анализ существующей системы очистки сточных на Нововоронежской АЭС.
  - 3.2 Анализ состава сточных вод.
  - 3.3 Оптимизация очистных сооружений сточных вод Нововоронежской АЭС.
4. Дата выдачи задания «26» января 2017г.

Руководитель бакалаврской работы

\_\_\_\_\_ (подпись)

Ю.Н. Шевченко

\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_ (подпись)

С.С. Котович

\_\_\_\_\_ (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: Котович Светланы Сергеевны

по теме: Оптимизация системы очистки сточных вод на предприятии

Нововоронежская АЭС

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение				
Анализ существующей системы очистки на Нововоронежской АЭС				
Анализ состава сточных вод				
Оптимизация очистных сооружений Нововоронежской АЭС				
Заключение				

Руководитель бакалаврской работы

\_\_\_\_\_ (подпись)

Ю.Н. Шевченко

\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_ (подпись)

С.С. Котович

\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

**Бакалаврскую работу выполнил:** Котович С. С.

**Тема работы:** Оптимизация системы очистки сточных вод на предприятии Нововоронежская АЭС

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

**Перечень ключевых слов:** сточная вода, очистные сооружения, песколовка, флотатор, фильтр, очистка сточных вод.

Объектом исследования данной бакалаврской работы являются очистные сооружения Нововоронежской АЭС.

**Цель работы:** достижение степени очистки сточных вод до требований установленным нормативами, позволяющими дальнейшему использованию их в производственных процессах или спуску в естественные или искусственные водоемы.

Бакалаврская работа состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка используемых источников – 55. Общий объем работы 52 страницы машинописного текста, в том числе таблиц – 4, рисунков – 7.

Во введение актуальность проводимого исследования, описывается цель, задачи данной работы. В первой главе описана технологическая схема действующих очистных сооружений на предприятии, проведен анализ состава сточных вод. Во второй главе проведен анализ методов очистки сточных вод, которые применяются для удаления загрязняющих веществ, имеющихся в сточных водах, прошедших очистку на существующих на предприятии системах очистки. В третьей главе предложена схема оптимизации, подобрана аппаратная часть.

В результате будет достигнута требуемая степень очистки сточных вод

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

**АЭС** - атомная электростанция

**НВАЭС** - филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Нововоронежская АЭС»

**БПК** - биохимическое потребление кислорода

**КНС** - канализационная насосная станция

**УФ** - ультрафиолет

**ХПК** - химическое потребление кислорода

**КИП и А** - контрольно-измерительные приборы и автоматика

## СОДЕРЖАНИЕ

ВЕДЕНИЕ	7
ГЛАВА 1. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПРЕДПРИЯТИИ	10
1.1 Характеристика объекта	10
1.2 Описание технологического процесса очистки сточных вод	11
1.2.1 Блок механической очистки	11
1.2.2 Блок биологической очистки	13
1.2.3 Блок доочистки сточных вод	14
1.2.4 Блок обеззараживания очищенных сточных вод	14
1.2.5 Блок обработки осадка	15
1.3 Анализ сточных вод	15
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД	18
2.1 Особенности очистки сточных вод	18
2.2 Выводы по методам очистки сточных вод	27
ГЛАВА 3. ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЯ	28
3.1 Предложения по оптимизации	28
3.2 Описание принципа работы оптимизированной системы очистных сооружений сточных вод	30
3.3 Управление и контроль работы очистных сооружений	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	40
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	42
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Технологическая схема очистных сооружений Нововоронежской АЭС	47
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Оптимизированная технологическая схема очистных сооружений Нововоронежской АЭС	48
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Схема флотатора	49
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Схема КНС (механическая очистка сточных вод)	50
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Схема песколовки	51

## ВВЕДЕНИЕ

Вода – незаменимый и ценный природный ресурс. Для нееотведенанезаменимая роль в обменных процессах как в живых организмах так и в веществах, которые являются основными в жизни. Так же великую значимость вода имеет в производственном кластере и при производствесельхозпродукции. Всем известнаее неотемлимостьв бытовых условиях человека, всего растительного и животного мира. Для многочисленных разновидностей живых существ, населяющих нашу планетуона служит средой обитания. Увеличение городов, стремительное развитие всех направленийпромышленного кластера, развитие сельского хозяйства, стремительное расширение территорииорошаемыхчеловеком, оптимизация бытовых условий проживания человека и множество разнообразных факторов все больше усложняют проблемы снабжения пресной водой. Ежедневное потребление воды увеличивается,и с каждым годом возрастает сущность проблемы – дефицит пресной воды.

Если провести анализ сложившейся экологической ситуации за последние несколько лет в Российской Федерации, то мы увидим, чтопри проведении природоохранных мероприятий уровень загрязнения окружающей среды не снижается и остается так же недопустимо высоким. Количество неочищенных стоков сбрасываемых постоянно в окружающую среду почти не уменьшается. И из-за этого происходит безвозвратная потеря ценных компонентов (кислот, солей и металлов и др.), и небрежному применению сырьевых и энергетических ресурсов. Интенсивное загрязнение водного объекта, в который сбрасывается сток, имеет негативное влияние на состоянии его флоры и фауны, азагрязнение водного бассейна ухудшает условия и существования животного мира и проживания человека в прилегающих районах тем самым нанося непоправимый вред здоровью.

Очистка промышленных стоков сегодня как никогда актуальна На многих предприятиях, которые строились еще в начале или

середине прошлого века, и очистные сооружения либо отсутствуют, либо морально устарели или пришли в непригодное состояние для использования, и поэтому они не справляются с поставленной задачей по обработке сточной воды. Законодательство организации производства в цивилизованной стране диктует необходимость и экономическую целесообразность очистки сточных вод перед сбросом в грунт или в водоем. За несоблюдение правил и превышение нормативов по каждому показателю налагаются многотысячные штрафы.

**Целью данной работы является:** достижение степени очистки сточных вод до требований установленным нормативами, позволяющими дальнейшему использованию их в производственных процессах или спуску в естественные или искусственные водоемы.

Задачи:

1. Провести анализ качества сточных вод, поступающих на очистные сооружения НВАЭС.

2. Проанализировать действующую схему очистки сточных вод на предприятии.

3. Определить недостатки качества очистки, не позволяющих их повторное использование на предприятии.

4. Предложить схему оптимизации работы очистных сооружений, которая позволит добиться требуемых результатов очистки.

Для каждой отрасли промышленности методы очистки сточных вод подбираются индивидуально в зависимости от технологии производства, характера загрязнений и множества других факторов.

Технология очистки может варьироваться от систем, дозирующих содержание кислоты и щелочи для корректировки уровня  $\text{pH}$ , до сложных комплексов, использующих одновременно несколько различных методов последовательно, до получения необходимого результата требуемого нормативными документами.

Для предотвращения попадания в водоема загрязнений,определяются условия,регламентирующие сброс сточных вод, при соблюдении которых состав как качественный, так и количественный воды в водоеме не понижается ниже регламентируемых предельно допустимы концентраций [10]. При проектировании очистных сооружений разрабатываются такие технические решения, которые максимально уменьшаютнегативное воздействие очистных сооружений на окружающую среду.

Очищенные промышленные стоки после очистных сооружений, в зависимости от достигнутого качества очистки, при необходимости либо идут в систему водооборта или же происходит сброс в пруд-охладитель.

# ГЛАВА 1. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПРЕДПРИЯТИИ

## 1.1 Характеристика объекта

Площадка Нововоронежской АЭС расположена в Каширском районе Воронежской области. Средняя высота площадки над уровнем моря 123 м (система высот Балтийская), размещается на левом берегу р. Дон, на первой и второй надпойменных террасах, на склоне в сторону р. Дон с перепадом отметок от 107 до 146 м.

Климат умеренно-континентальный с холодной зимой и периодически засушливым летом.

Нововоронежская АЭС — является предприятием стратегического назначения Чернозёмья. Это первая атомная станция в Российской Федерации, где применили реакторы типа «водо-водяные». Данный тип реакторов на сегодняшний день является основой всей атомной энергетики в мировом масштабе. На Нововоронежской АЭС впервые были проведены мероприятия по увеличению срока пребывания в эксплуатации действующих реакторов.

Нововоронежская АЭС располагается в Воронежской области, в Центрально-Черноземном районе нашей огромной страны, около городка Нововоронеж, до Воронежа 35 километров на берегу реки Дон. Станцию начали строить в 1958 году, она одна из первых АЭС в СССР и мире. В 1964 году включили в сеть первый энергетический облок станции с «водо-водяным» реактором типа «ВВЭР» его мощность составляла 200 МВт. Он стал первым реактором такого типа установленным в СССР.

В 1970 году пустили в эксплуатацию второй энергоблок, его мощность составляла – 360 МВт. В 1972 и 1973 годах ввели третий и четвертый блоки мощность которых была уже по 410 МВт. А в 1981 году запустили с наимощнейшим на тот момент реактором «ВВЭР-1000» энергоблок № 5 мощностью 1000 МВт. На сегодняшний день ввели в промышленную

эксплуатацию энергоблок №6 мощностью 1200 МВт. Этот энергоблок пока единственный в мире, который построили согласно всем новейшим требованиям по безопасности, которые были разработали после Чернобыльской аварии и Фукусиме-1. С 2009 года ведется строительство седьмого энергоблока.

Источниками для основного водоснабжения НВАЭС служат:

- 1) Водоём I категории водоснабжения - река Дон.
- 2) Пруды охладители энергоблока № 5.
- 3) «Нововоронежский» пруды рыб питомнического хозяйства.
- 4) Артезианская вода.

## **1.2 Описание технологического процесса очистки сточных вод**

В Приложении 1 представлена действующая на предприятии схема очистки.

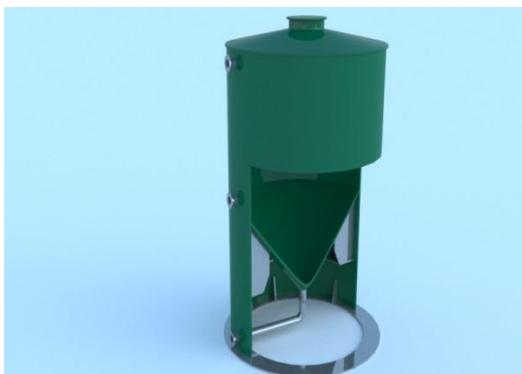
Данные очистные сооружения спроектированы в соответствии с требованиями СНИП 2.04.03-85 (отменены с 2016 года). С территории предприятия предусматривается сбор и очистка всего объёма водяных стоков, образующегося как в ходе эксплуатации предприятия, так и в период выпадения дождей и таяния снега.

Сети и сооружения канализации рассчитываются на прием стока, образующегося от средне-максимального суточного потребления воды общим объёмом равным 720 м<sup>3</sup>/сутки. Стоки по полиэтиленовым трубам в самотечном режиме поступают в приемные резервуары насосных станций и далее в напорном режиме подаются на блок механической очистки стоков.

### **1.2.1 Блок механической очистки**

Водяные стоки от зданий предприятия по полиэтиленовому трубопроводу самотеком поступает в канализационно-насосную станцию, предварительно пройдя через решета с зазорами не более 16 мм. Данные устройства предотвращают попадание крупных механических загрязнений в

узлы насосов и трубопроводов насосной станции. С помощью насосов с режущим механизмом измельчаются крупные включения в сточной воде, после чего сточная вода перекачивается в песколовки.



**Рисунок 1 - Песколовка**

В песколовках сточная вода очищается от песка с гидравлической крупностью, большей 25 мм/с (частицы песка диаметром от 0,2—0,25 мм). Удаление песка из песколовки производится с помощью насосов на песковую площадку, где он подсушивается, а затем вывозится с территории объекта.

Сточная вода, очищенная от крупных загрязнений, волокнистых материалов и т.п., содержащая песок, поступает в центральный (успокоительный) цилиндр песколовки, где происходит частичное снижение скорости и успокоение поступающей воды. По мере движения воды по центральному цилиндру в нижнюю часть песколовки скорость течения снижается до такой степени, что зерна песка начинают осаждаться в конусной части песколовки. Освобожденная от песка сточная вода поднимается к сливным лоткам и самотеком по двум трубопроводам поступает в усреднитель.

В нем происходит усреднение сточной воды по расходу и концентрациям, так как эти параметры могут колебаться в широких пределах в течение суток. Применение его обеспечивает равномерную подачу сточных вод с усредненной концентрацией на очистные сооружения. Для перемешивания сточной воды применяются гидроэжекторы.



**Рисунок 2 - Гидроэжектор**

Отстойники рассчитаны на прием всего объема стоков с территории предприятия.

### **1.2.2 Блок биологической очистки**

Биологические очистные располагаются в боксе. Очистка сточных вод включает четыре основные стадии: механическую; аэробную многоступенчатую биологическую в условиях рециркуляции; разделение в отстойнике водно-иловой смеси и обеззараживание полученной очищенной воды;

Блок биологической очистки состоит: из денитрификатора, аэротенка и вторичного отстойника. Сточные воды по трубопроводу насосами подают в денитрификатор. Он оборудован специальным перемешивающим устройством с лопастной мешалкой. Потом через окно в стенке сточные воды перетекают в первую зону аэротенка. При помощи эрлифта установленного в конце аэротенка, происходит перекачка в первую зону до 50% очищенных сточных вод, происходит так называемый нитратный рецикл.

Аэротенк делится перегородкой на два коридора. В донной части смонтированы мелкопузырчатые аэраторы. В обоих рабочих зонах аэротенка над аэраторами выполнен монтаж кассеты для прикрепленной микрофлоры.

Для стабильного перемешивания иловой смеси в аэротенке, подается сжатый воздух из воздуходувок, две находятся постоянно в работе а одна резервная.

На водосливе из аэротенка смонтированы эрлифты: два участвуют для понижения уровня воды в аэротенке, на случай аварийного режима работы аппарата, а третий предназначен для перекачивания активного ила в начало аэротенка.

Из аэротенка смесь активного ила и воды самотеком через верхнюю переливную кромку поступает во вторичный отстойник. В нем происходит разделение активного ила от очищенной воды. В верхней части отстойника расположен сборным лоток, с помощью которого осуществляется равномерный отвод очищенной воды. А в донной части этого отстойника остаются взвешенные укрупненные вещества.

Второй отстойник тоже оборудован эрлифтовой системой. Дно отстойника по конструкции разбивается на приямки и в них происходит осаждение активного ила. Из них активный ил с помощью эрлифтов постоянно перекачивается из вторичного отстойника по трубопроводу в денитрификатор. Если происходит увеличения биомассы, то по мере необходимости выводим ил из системы в минерализатор осадка.

### **1.2.3 Блок доочистки сточных вод**

Доочистка сточных вод происходит на полях фильтрации. Сточные воды прошедшие биологическую очистку, подаются в карты слоем 25 см, а зимой происходит намораживание до 60 см. По наземным открытым каналам, через водоспуски вода просачивается через почву. Потом вода по дренажам стекает в резервуар для чистой воды.

### **1.2.4 Блок обеззараживания очищенных сточных вод**

Очищенная вода из резервуара чистой воды поступает на установку УОВ-15М-50С, где протекает обеззараживание очищенной сточной воды ультрафиолетовым излучением, происходит уничтожение болезнетворных организмов, вода спускается в коллектор и происходит дальнейший сброс в пруд-охладитель. По мере зарастания

бактерицидных ламп налетом, оператор производит их промывку. Периодичность промывки устанавливается в процессе эксплуатации.

### **1.2.5 Блок обработки осадка**

Блок обработки осадка представляет собой минерализатора осадка и обезвоживатель. В днище минерализатора вмонтирован аэратор. При постоянной подаче воздуха иловая смесь в минерализаторе не загнивает и до окисляется.

Для обезвоживания илового осадка, отводимого от отстойников, спроектированы иловые площадки на искусственном основании, в конструкции которых предусматривается дренаж для отведения фильтрата. Дренажные воды от иловых площадок собираются в сборных колодцах и передвижными насосами отводятся на биологическую очистку стоков.

### **1.3 Анализ сточных вод**

Исходная вода по содержанию ионов классифицирована как 2-го типа карбонато-кальциевая  $\text{HCO}_3^- \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- \text{SO}_4^{2-}$ , по минерализации менее 500 мг/л это вода среднего уровня. Воды пресные гидрокарбонатно-кальциевые.

В основе всех мероприятий, направленных на предотвращение или снижение загрязнения, лежит контроль над содержанием вредных веществ. Так же постоянный контроль необходим для получения и контроля показателей на уровне допустимых концентраций веществ (ПДК). Количественный химический анализ (КХА) – определение содержания, экспериментальное, массовой или объемной доли одного или нескольких компонентов в пробе, физическими, химическими и физико-химическими методами. КХА – это основа, обеспечения достоверности получаемых результатов, и возможность измерения состава многокомпонентных систем.

Были проанализированы данные протоколов КХА, источника водоснабжения НВАЭС. Можем сказать, что действующие очистные

сооружения дают результаты очистки сточных вод, которые не в полном объеме удовлетворяют требования технической документации, что может своевременно негативно сказаться на состоянии оборудования и тем самым нанести непоправимый урон окружающей среде и всему человечеству.

**Таблица 1.1 - Вещества, превышающие допустимые значения в сточной воде после очистки**

Наименование показателей	Концентрации поступающей воды с реки Дон	Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах перед очисткой, мг/дм <sup>3</sup>	Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах после действующих очистных сооружений, мг/дм <sup>3</sup>	Требуемая концентрация загрязняющих веществ в сточных водах после очистки, мг/дм <sup>3</sup> (СП 32.13330.201)
1	2	3	4	5
Взвешенные вещества	320	<b>400 до 600 мг/дм<sup>3</sup></b>	<b>До 50 мг/дм<sup>3</sup></b>	<3 мг/дм <sup>3</sup>
БПК полн. неосветленной жидкости	-	300	51	4,5
БПК полн. осветленной жидкости	-	160	95	2,3
Азот аммонийных солей N	-	<b>32</b>	<b>19</b>	0,08
Фосфаты P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	<b>13,2</b>	<b>7,5</b>	<0,05 мг/дм <sup>3</sup>
Хлориды Cl	5,0 мг/кг	<b>36</b>	<b>16</b>	<10 мг/дм <sup>3</sup>
Поверхностно активные вещества (ПАВ)	-	<b>10</b>	<b>6</b>	0,02 мг/дм <sup>3</sup>
Водородный показатель pH	5,8	<b>8,8</b>	<b>7,8</b>	5,7
Нефтепродукты	-	<b>до 100 мг/дм<sup>3</sup></b>	<b>До 10 мг/дм<sup>3</sup></b>	0,024 мг/дм <sup>3</sup>
Жесткость	4,81...5,1 мкг-экв/кг	7,8...8,5 мкг-экв/кг		3-5 мкг-экв/кг

Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих поверхностные воды. Продукты переработки нефти это очень сложная, разнообразная смесь веществ, представляющие собой непостоянную систему.

**Таблица 1.2 – Анализ влияния загрязняющих веществ на окружающую среду**

<b>Вещество</b>	<b>Класс опасности</b>	<b>Влияние на окружающую среду</b>
1	2	3
Взвешенные вещества	3	Уменьшается прозрачность воды, снижение аэрации водоема, сорбирование других веществ, оседании на дно – это вторичный источник загрязнения воды.
Азот аммонийных солей N	3	Возрастание планктона, размножению водорослей, гибель рыбы. Изменяются также и качественные характеристики воды, вкус и запах, кислородный режим.
Фосфаты	3	Эвтрофикация водоемов
Хлориды Cl	4	Нарушение активности микроорганизмов.
Поверхностно активные вещества (ПАВ)	3	Ухудшение органолептических свойств воды, нарушение кислородного режима.
Нефтепродукты	2	Деградация растительного покрова, замедление роста растений, хлороз, некроз, нарушение функции фотосинтеза и дыхания.

Проведя анализ содержания веществ в сточной воде можно сделать вывод что очистные сооружения справляются со своей задачей не в требуемом объеме, и необходимо провести оптимизацию процесса очистки сточных вод для достижения требуемых параметров согласно нормативного документа СП 32.13330.2012.

Для достижения требуемых параметров предлагаем провести оптимизацию действующих очистных сооружений. А именно ввести в схему следующие аппараты: пескालовку; усреднитель; флотатор; трех ступенчатую фильтровальную установку с различной загрузкой фильтров, для уменьшения количества взвешенных веществ, снижения содержания нефтепродуктов и исключения присутствия следов радиоактивных элементов, до требуемых показателей. Предлагаемая система очистки представлена в Приложении 2.

## ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

### 2.1 Особенности очистки сточных вод

Развитие и производство инженерного оборудования направлено на повышение экономичности и надежности, по этому современные очистные сточных вод должны быть эффективными и простыми, а так же широкого спектра действия. При разработке данных систем необходимо стремиться к максимальному рациональному использованию энергоресурсов.

Процесс очистки стоков можно разделить на этапы, которые различаются по технологии проведения.

*Механическа очистка сточных вод.*

Это наипростейший механизм. Который наглядно можно увидеть на наших улицах, в виде решеток, которые установлены на ливневых системах водоотведения, которые задерживают крупный мусор, листву, камни и многое другое. Они устанавливаются на входе перед очистными. Дальше стоки напавляются по канализационным каналам на дальнейшую очистку в специальный аппарат называемый песколовкой. Их используют для удаления из стоков частичек размером гидравлической крупности не менее 10 мм/с. Их устанавливают перед отстойниками-усреднителями, для того чтобы максимально снизить нагрузку на них. Песколовки можно разделить на типы:

I – аппараты где вода движется прямолинейно бывают горизонтальные и вертикальные.

II – аппараты с движением воды по кругу бывают горизонтальные, тангенциальные и аэрируемые.

Тип песколовки подбирается по расходу воды в сутки. Характеристики приведены в таблице:

**Таблица 2.1 Пропускная способность песколовков**

Тип	Суточный расход стоков
Горизонтальные	Более 10000 м <sup>3</sup> /сутки
Аэрируемые	Более 20000 м <sup>3</sup> /сутки
Горизонтальные с движением воды по кругу	До 70000 м <sup>3</sup> /сутки
Вертикальные	До 2000 м <sup>3</sup> /сутки

На этом этапе очистки можно устранить от 60 до 70 % инородных тел. На данном этапе жидкость подготавливается для дальнейшей глубокой очистки. После песколовки стоки поступают в аккумулирующий резервуар-усреднитель. Расход и концентрация стоков за сутки может изменяться в широких диапазонах. Для исключения подачи на очистку стоков с различными параметрами поэтому необходимо предусмотреть в системе, возможность контроля равномерной подачи.

Для этих целей служат усреднители, в них происходит перемешивание поступивших сточных вод различных концентраций. Концентрация полнее выравняется при хорошем перемешивании. Это достигается установкой следующих устройств: барботерами, мешалками, или гидроэжекторами. И дополнительное перемешивание позволит недопустить выпадения осадка, удаляются все летучие вещества, а так же провоцируются окислительные процессы. В зависимости от работы подразделяются на контактные и проточные.

*Физико-химические методы очистки сточных вод.*

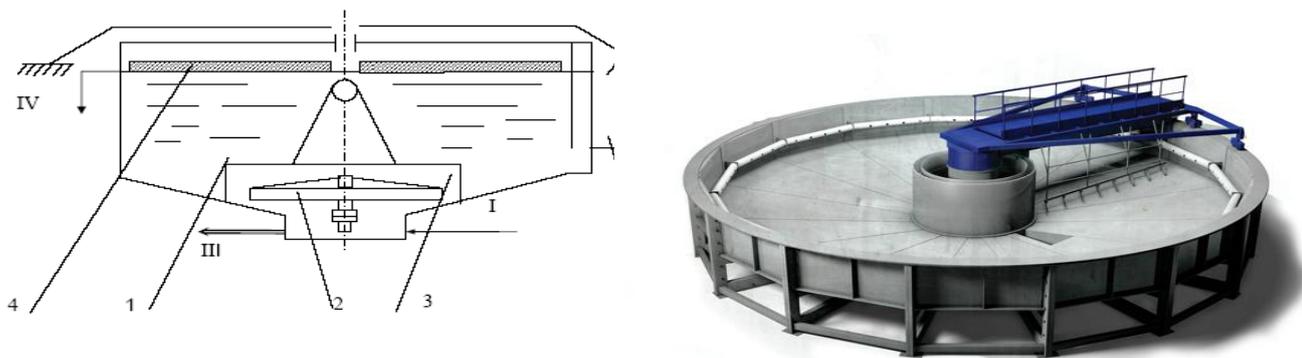
В наше время в связи с востребованностью использования систем оборотного водоснабжения, стремительно увеличивается применение на предприятиях физико-химических методов очистки сточных вод. Эти методы основаны на вводе реагентов в рабочую среду. Вступая в реакцию с растворенными в воде загрязнениями, образуются хлопья которые легко можно удалить. Можно выделить основные методы это: коагуляция, флотация, сорбционное поглощение, ионообменная и электрохимическая

очистка, экстракция и другие. В ряде случаев производственные сточные воды — это всегда суспензии или эмульсии слабоконцентрированные, в которых содержатся коллоидные частицы размером 0,001-0,1 мкм, они имеют заряд от ионов, которые они поглощают из водного раствора. И этот заряд мешает слипанию частиц и обеспечивает устойчивость этого коллоидного раствора. Поэтому необходимо введения в этот раствор электролитов-коагулянтов, тогда заряд уменьшается, и частички начинают хорошо слипаться, происходит их укрупнение и оседание на дно — в этом состоит и весь процесс, который называют коагуляцией. В роли коагулянта обычно выступают: соли алюминия, железа, магния, известь, отработанные растворы отдельных производств. Так же вместо коагулянтов можно применять водные растворы полимеров, или их еще называют флокулянтами, а, следовательно, метод очистки — флокуляцией. В результате частички в сточной воде слипаются в хлопьеобразные рыхлые флоккулы.

Эти методы в основном используются для обработки сточных вод, в которых содержатся эмульгированные частицы масел, нефтесодержащих продуктов, а также хроматы и фосфаты.

После этого проводят процесс отстаивания или флотации. Дальнейшее действия с хлопьевидной структурой можно разделить на следующие процессы переработки: это механическое обезвоживание с последующей подсушкой на иловых площадках, и обезвоживание осадка в центрифугах — это наиболее интенсивный метод.

Для отделения твердых мелких частичек или капелек жидкости из сточных вод применяют — флотацию (в переводе с французского языка flotter- плавать), это метод очистки воды основан на использовании микрочастиц разной степени смачиваемости.



**Рисунок 3 -Схема и вид флотатора**

1-подача стоков; 2 – отвод обработанной сточной воды; 3 – отвод осадка; 4 – отвод пены

Флотация – это процесс выделения мелкодисперсных загрязнений из воды с диспергированными пузырьками воздуха. Слипание частичек загрязнителя к пузырьку газа произойдет при не смачивании, и недостаточном смачивании частички жидкой фазой.

Аппараты для флотации используют:

- для предварительной очистки стоков, перед дальнейшей глубокой биологической очисткой;
- при удалении биомассы отстойниках вторичных;
- при проведении глубокой доочистки стоков уже прошедших биологическую очистку;
- при проведении физико-химической очистки с использованием дополнительно флокулянтов, коагулянтов;
- при вторичном использовании очищенных сточных вод.

Флотационный метод очистки обеспечивает также снижение БПК и ХПК. Эффективность процесса флотации колеблется в довольно широких пределах: от 22 до 99 %. Постоянно этот метод очистки используют в локальных системах при удалении значительной массы загрязнения. Данный процесс проходит до 6 раз быстрее процесса отстаивания, а эффект очистки одинаковый. Пузырьки воздуха с прилипшими загрязнениями поднимаются

на поверхность, тем самым образуется слой пены, в ней концентрация частиц очень высокая, намного выше чем в исходной среде.

Флотация проходит эффективнее если поверхностное натяжение воды 61-66Мн/м.

Коагуляция и флокуляция значительно интенсифицируют процесс флотации загрязнений.

Можно выделить следующие способы флотации:

- 1) с выделением воздуха из раствора;
- 2) с механическим диспергированием воздуха;
- 3) с подачей воздуха через пористые материалы;
- 4) электрофлотация;
- 5) химическая.

Флотацию используют для устранения из водных стоков нерастворимых примесей, которые неспособные самостоятельно оседать на дно. Метод пенной флотации, а также используют для удаления растворимых веществ, данный метод называется пенной сепарацией. Далее её применяют для удаления биомассы после биохимической очистки. Флотация так же иногда используется наряду с флокуляцией.

Преимуществами процесса флотации:

1. Возможность ведения процесса непрерывно.
2. Распространенность в применении.
3. Дешёвые как капитальные, так и эксплуатационные затраты.
4. Используется аппаратура простейшая.
5. Возможность селективного удаления примесей.
6. Скорость процесса в несколько раз выше, если сравнивать с процессом отстаивания.
7. Получаемый шлам очень малой влажности.
8. Степень достигаемой очистки до 97%.
9. Есть возможность рекуперации загрязнителей, этот метод ведется параллельно аэрацией водосбросов.

10. Сниженным процентом концентрации ПАВ и веществ, способных легко окисляться, разнообразных бактерий и микроскопических организмов.

Данный процесс очистки сбросных вод этим методом состоит в создании системы «частица – пузырек», всплытие данных систем и удалении получившегося слоя пены с поверхности очищаемой жидкости.

Слипание частички к поверхности воздушного пузырька получается, если, наблюдается намачивание или недостаточное жидкостное смачивание частички

Способность жидкости смачивать напрямую зависима от полярности, из-за увеличения чего способность жидкости намачивать тела снижается. Заметной обнаружением данной способности жидкости к намачиванию становится значение натяженья поверхности на границе с газообразной фазой, и из-за разности полярности на границе твердая –жидкая фаза. Данный процесс проходит эффективнее при натяжении поверхности воды не больше 59...64Мн/м.

Эти частички можно разделить на два типа: гидрофобные и гидрофильные.

Гидрофобные – это не смачиваемые водой частицы, а гидрофильные, наоборот, смачиваемые. В результате образуются комплексы «частица – пузырьки воздуха», происходит их всплытию и удалению образовавшегося пенного слоя с поверхности обрабатываемой жидкости.

Процесс флотации, а именно непосредственное образование комплекса из загрязнителя и пузырька, происходит в три этапа:

- приближение воздушного пузырька к загрязняющей частице;
- соприкосновение воздушного пузырька и частицы;
- прилипание загрязняющей частицы к поверхности воздушного пузырька.

На прочность и длительность соединения этих элементов влияют следующие факторы:

- размер частицы загрязнителя и воздушного пузырька;
- веса частички загрязнителя;
- физико-химических особенностей частичек, воздуха и сточной воды;
- гидродинамических условий и т.д.

Для проведения этого процесса есть установки напорной и безнапорной флотации. Такими методами очищают производственные сточные воды, в которых содержатся поверхностно-активные вещества, волокнистые материалы, нефть и нефтепродукты, а также масла.

Сорбционное поглощение органических растворенных веществ из водной среды принципиально не отличается от процесса адсорбции в газовой фазе. Различие состоит в том, что растворенное вещество взаимодействует с молекулами вод, происходит гидратация, которая затрудняет адсорбцию.

Суть этого метода позволяет извлекать из сточных вод нужные ценные растворенные вещества, а очищенную воду повторно использовать в системе оборотного водоснабжения предприятия. В роли сорбентов могут выступать различные пористые материалы как искусственные, так и природные (активированные угли различных марок). Самым простым и распространенным аппаратом для проведения сорбции, является насыпной фильтр, который представляет собой колонну с неподвижным слоем сорбента, и через который фильтруется сточная вода. Для достижения максимального эффекта при фильтровании, направление жидкости должно быть – снизу вверх, и так мы добьемся в этом случае равномерного заполнения всей колонны. Такие фильтра, с «неподвижным слоем» сорбента, обычно используют для очистки сточных вод в цехах. Для утилизации выделенных условно «чистых» продуктов. Для регенерации фильтра используют как газопаровые смеси так и химические растворители.

Флотаторы бывают трех типов:

1. Принцип работы — это формирование микропузырьков с воздухом. Применяется при заметных различиях в плотности между фазами в стоках. Пузырьки воздуха подаются большого размера, и к ним прилипает

одновременно несколько частиц, образуются аэрофлокулы. Они так же поднимаются наверх и удаляются скребком.

## 2. Принцип работы – создание напора.

Этот тип используют если плотность загрязнения равна плотности воды, и это мешает осаждению по силе тяжести частиц. Пузырьки воздуха подаются мелкие. Происходит образование флотошлама который удаляется скребковым приспособлением.

## 3. Гравитационный флотатор.

Применяется при самой большой разнице в плотности. при этом происходит разделение на всплывающую фракцию и осадок, который выводится гравитационными силами. Турбулентные потоки определяются от характеристики среды.

Для обеспечения хорошего качества разделения фаз, и с целью увеличения прочности, прилипания частичек загрязнения к пузырькам воздуха, и усиления структуры шлама используют специальные химические реагенты

После флотатора осветлённая вода подаётся на фильтровальную установку. Фильтры подразделяются по принципу действия на периодические и непрерывные.

Рассмотрим фильтр периодического действия и его конструкцию. Данный аппарат представляет собой цилиндрический резервуар закрытого типа, на днище которого расположено устройство с щелевым дренажом, при котором осуществляется равномерно слив жидкости с фильтра. Размер насыпи ионита для полной загрузки в основном достигает 1,5-2,5 м. Фильтр может быть включен в работу системы очистки, как по параллельной, так и по схеме противотока циркуляции. Существует два случая подачи растворов сверху и снизу, для обеспечения нормального функционирования фильтра.

В связи с быстро растущими масштабами различных производств и повышенных требований к очищенной воде, приводит к изысканию более эффективных способов выделения загрязнений из стоков, для дальнейшего

их возврата в водооборотное снабжение предприятия. Для этого успешно применяется сорбционная очистка воды. К достоинствам этого метода относятся: способность удаления широкого спектра загрязнений до требуемой концентрации. Сорбционной очисткой называют концентрирование загрязняющих веществ на поверхности или в порах данного материала. Одним из таких материалов является шунгит.

На основании лабораторных опытов использование шунгита как сорбента проводилось параллельно с активированным углем, и показало его высокие свойства как сорбента. Ёмкость шунгита составляет -3,7г/л, до 12 Ог/н. Регенерация фильтров производится при отработке определенного срока службы или же при проскоке нефтепродуктов при анализе КХА. Обрабатывается шунгит в слоевом режиме, острой струёй смеси диоксида углерода и водяного пара при температуре от 500 до 860°С на протяжении 8-15 минут.

**Таблица 2.2 лабораторные результаты работы Шунгита**

<b>Место отбора проб</b>	<b>Взвешенные вещества, мг/л</b>	<b>Нефтепродукты мг/л</b>	<b>БПК,Мг02/л</b>	<b>рН</b>
Исходная сточная вода	20-40	1-5/4,2	10-25/20	7,0-7,5
После установки	1-3,5/3	0,05	3	6,5
Требования	3	0,05	3	6,5

Для осветления используют цеолит, у него имеются свойства сорбционные и ионообменные. Эти свойства направлены как на органические загрязнения, так и в отношении тяжелых металлов и радиоактивных веществ. На основе исследований признано что порошкообразное состояние сорбента ускоряет процесс на 30 %. Цеолит так же регенерируется исходной водой или соевыми растворами 0,1Н или 10 % поваренной соли, в зависимости где и для каких целей он используется.

Фильтр с загрузкой МИУ-С обеспечивает сорбцию почти в 10 раз выше активированных углей, он изготовлен из каменного пористого угля. Бывает

трёх модификаций, по размеру гранул 2-5 мм, 0,7-3 мм и 0,7-2 мм. Данный сорбент способен снизить мутность, цветность и концентрации, и способен обеззараживать воду. Ресурс без замены составляет 2-3 года, а при периодических промывках до 7 лет, цикл фильтра до двух месяцев. Регенерация проводится солью или лимонной кислотой.

## **2.2 Выводы по методам очистки сточных вод**

Рассмотрев эти методы очистки стоков, можно сделать следующий вывод, что многие проектировщики очистных систем решают проблему перехода на один из методов очистки, исключая по возможности много. Это связано с дорогим обслуживанием в процессе эксплуатации. Например, биологические аэротенки не решают проблему эффективного удаления вредных частиц. Поэтому при разработке каких либо внедрений новейших технологий, необходимо учитывать индивидуальность предприятия и требования к работе очистных сооружений.

В данной работе в за основу источников информации по разработкам в направлении очистки стоков на АЭС, использовалась информация организаций входящих в компанию «АтомЭнергоПроект».

## ГЛАВА 3. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

### 3.1 Предложения по оптимизации

Оптимизационная схема очистки представлена в Приложении 2.

Она учитывает следующие требования:

1. Доведение качества очистки до требуемых показателей.
2. Дефицит свободных площадей на площадке предприятия.
3. Аппаратная часть подобрана исходя из концентраций веществ на входе и выходе.

Процессы очистки включают механическую очистку с удалением грубодисперсных примесей, усреднение сточных вод по расходу и концентрациям, физико-химическую очистку во флотаторе с добавлением коагулянта и флокулянта и глубокую доочистку на фильтрах. Обеззараживание предусмотрено УФ-излучением.

#### *Песколовка*

В песколовке сточная вода очищается от частиц песка крупностью большей 0,25 мм, схема аппарата в Приложении 5. Габариты подобраны из изученных материалов «АтомЭнергоПроект»:

- Диаметр составляет 2,20 м,
- высота – 3,60 м,
- рабочий объем одной песколовки – 6 м<sup>3</sup>,
- высота цилиндрической части – 2,17 м,
- высота конической части – 1,43 м.

Удаление песка из конической части производится песковыми насосами с характеристиками:

- Производительность – 35,7 м<sup>3</sup>/час,
- высота подъема – 9,53 м.вод.ст,
- мощность – 1,95 кВт на песковую площадку, где он подсушивается, а затем вывозится с территории.

### *Усреднитель*

Освобожденная от песка сточная вода поднимается к сливным лоткам и самотеком по двум трубопроводам поступает в аккумулирующий резервуар – усреднитель габаритами:

- Рабочий объем накопительной емкости – 463 м<sup>3</sup>,
- строительные размеры – 4,0 х 14,0 х 3,5 м.

В нем происходит ее усреднение по расходу и концентрациям, так как эти параметры могут колебаться в широких пределах в течение суток.

### *Флотатор*

Очистка проводится во флотаторе МСН-12 с применением растворов коагулянта AlSO<sub>4</sub>, и флокулянта «Праестол», схема аппарата в Приложении 3. Габаритные размеры флотатора: 2981x1106x2775мм и мощность – 0,55 кВт. Емкость для флотошлама имеет следующие габариты:

объем – 6 м<sup>3</sup>, диаметр – 1,6 м, высота – 4,0 м.

Обработка осадка после флотатора проводится на установке по обезвоживанию осадка. Для обезвоживания осадка центрифуга D3 LLC 30 UPH с параметрами: количество осадка – 6,0 м<sup>3</sup>/ч, достигаемая относительная влажность кека – 75%.

### *Трехступенчатая фильтровальная установка.*

Первая ступень – фильтрующий материал шунгит, очищает от всех органических загрязнителей.

Вторая ступень – фильтр загружен Цеолитом, можно его еще назвать молекулярным ситом, удаляются тяжелые металлы, радиоактивные и органические загрязнители, так же нефтепродукты.

Третья ступень – загрузка МИУ-Сорб, обладает оптимальными свойствами, которые позволяют взаимодействовать с загрязнителями на молекулярном уровне. Все фильтры имеют одинаковые характеристики. Площадь фильтрующей поверхности – 1,5 м<sup>2</sup>, диаметр – 1,6 м, высота – 4,5 м

### **3.2 Описание принципа работы оптимизированной системы очистных сооружений сточных вод**

Производственные стоки, и сточная вода, содержащая нефтепродукты, поступает в канализационную насосную станцию схема КНС в Приложении 4, где, проходя через решетчатый контейнер, очищается от крупных загрязнений, волокнистых материалов и т.п. (контейнер очищается вручную по мере его заполнения). Далее перекачивается в усреднитель, для усреднения по расходу и концентрациям.

После усреднителя сточная вода поступает на флотационную установку. Очистка в ней проводится с применением коагулянтов и флокулянтов, поскольку концентрации взвешенных веществ и нефтепродуктов достаточно велики.

Работа флотатора основывается на процессе флотации водо-воздушной смесью, при которой воздух, растворенный в воде при высоком давлении, используется для извлечения загрязнений на поверхность. Когда воздух и вода перемешаны под давлением, происходит растворение воздуха в количестве, пропорциональном значению давления. При последующем сбрасывании давления в камере флотации воздух выделяется из смеси, образуя микроскопические пузырьки, которые всплывают на поверхность, увлекая за собой взвешенные вещества и нефтепродукты, при этом происходит увеличение концентрации частиц в образовавшемся слое пены, затем происходит удаление пенного слоя с поверхности воды.

Флотошлам и осадок, образовавшиеся во флотационной установке, поступают в накопительную емкость усреднения флотошлама; потом отстаивающий шлам направляется на установку обезвоживания осадка (фильтр-пресс). После флотатора сточная вода с концентрациями взвешенных веществ  $C_{взв}=50 \text{ мг/дм}^3$  и нефтепродуктов  $C_{н}=10 \text{ мг/дм}^3$  двумя насосами подается на блок фильтров, который состоит из двух линий по три фильтра производительностью  $12 \text{ м}^3/\text{час}$  каждый.



**Рисунок 4 -Трехступенчатый блок фильтров**

Сущность метода заключается в фильтровании очищаемой воды через фильтрующий материал – загрузку фильтра. Частицы загрязнений при фильтровании через толщу загрузки удерживаются на зернах фильтрующего материала за счет сил адгезии. Величина этих сил зависит от крупности и формы частиц загрузки, от степени шероховатости поверхности а так же химического состава, от скорости потока и температуры жидкости.

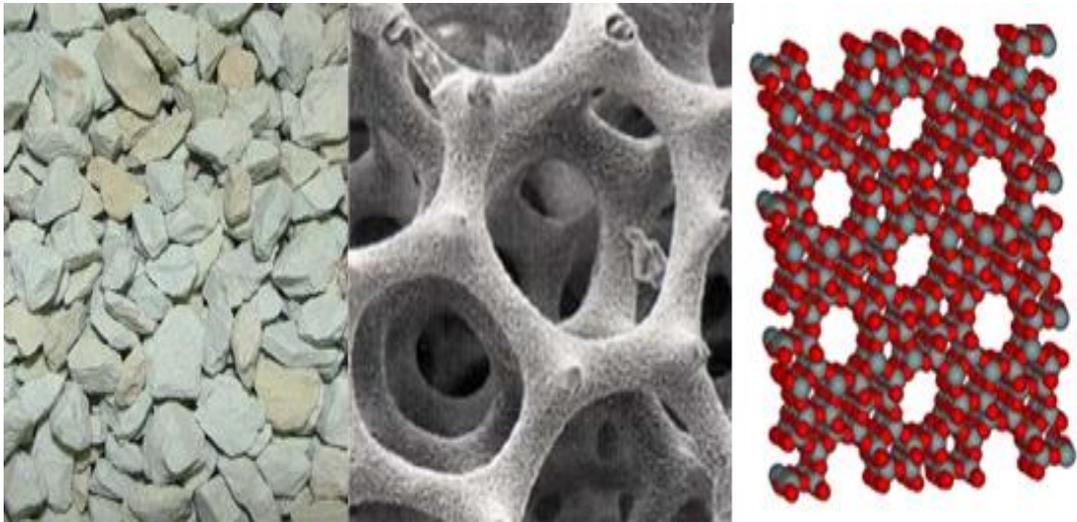
Процесс фильтрования состоит из трех стадий:

- перенос частиц загрязнений на поверхность вещества, образующего фильтрующий слой;
- прикрепление загрязнений к поверхности частиц загрузки;
- отрыв прикрепленных загрязнений от поверхности частиц загрузки при промывке.

В технологической схеме очистки нефтесодержащих сточных вод в качестве загрузки фильтров используются шунгит (первый фильтр в линии),



**Рисунок 5 - Шунгит**



**Рисунок 6 - Цеолит**



**Рисунок 7 - МИУ-Сорб**

Фильтры оснащены металлической сеткой с зазором 80-100 мм, обеспечивающей поддержку загрузки.

Шунгит представляет собой горную породу из образующих каркас зерен кварца и заполняющего его минерала – шунгита, который состоит из углерода. Благодаря своему составу и структуре шунгит обладает развитой поверхностью и высокой сорбционной способностью. Эффективность его применения в качестве загрузки для фильтров подтверждена испытаниями, проведенными ФГУП «НИИ Водгео». Они показали, что шунгит обладает оптимальным химическим составом при контакте с водной фазой, химической стойкостью в неагрессивных средах и соответствует требованиям ГОСТ Р51641-2000 «Материалы фильтрующие зернистые». Шунгит эффективно используется в технологии очистки сточных вод от нефтепродуктов, взвешенных веществ, радионуклидов.

Цеолит применяется для очистки сточных вод от взвешенных веществ, нефтепродуктов и органических веществ. Особенностью этой загрузки является то, что она способна извлекать радионуклиды из сточных вод за счет катионообменных свойств. Цеолит устойчив к слабокислым и слабощелочным средам, обладает механической прочностью, что позволяет эффективно очищать воду от взвесей. Применение цеолита в качестве загрузки позволяет повысить грязеемкость фильтра и обеспечить высокую эффективность промывки за счет относительно небольшой плотности цеолита.

Особенностью загрузки МИУ-С является то, что она обеспечивает снижение концентрации нефтепродуктов до  $C_n=0,05$  мг/ дм<sup>3</sup>. Сорбент МИУ-С работает стабильно при изменении температуры, pH, расхода и качества воды в широком диапазоне. Сорбент обладает так же высокой механической прочностью и химической стойкостью. Ресурс сорбента МИУ-С без замены составляет 2 – 3 года при использовании периодических промывок.

При длительной работе загрузка фильтров забивается взвешенными веществами и нефтепродуктами, о чем сигнализирует повышение давления в

фильтрах. Для продолжения нормальной работы их необходимо промывать.

В качестве промывной используется часть очищенной воды.

После глубокой очистки сточная вода поступает в емкость общим объемом 20 м<sup>3</sup>. Внутри установлена перегородка высотой 1,6 метра, которая делит емкость на два отсека: для промывной воды (объем 10 м<sup>3</sup>) с двумя насосами и для очищенной воды (объем 6 м<sup>3</sup>) с двумя насосами. Вода подается в отсек для промывной воды, который находится в заполненном состоянии. Избыток очищенной воды переливается в отсек для очищенной воды и подается на установку обеззараживания.

Характеристика промывной воды: БПК<sub>полн</sub> – 3 мг/ дм<sup>3</sup>, взвешенные вещества – 3 мг/ дм<sup>3</sup> и нефтепродукты – 0,05 мг/ дм<sup>3</sup>.

Промывная вода под давлением подается в нижнюю часть фильтров, при этом частицы загрузки переходят во взвешенное состояние (поэтому в конструкции фильтров предусмотрен запас на расширение загрузки при промывке, равный 1,0 м) и освобождаются от прилипших частиц загрязнений. Эти загрязнения вместе с промывной водой через верхний штуцер фильтра сбрасываются.

Промывка фильтров осуществляется поочередно. Отсек промывной воды постоянно находится в заполненном состоянии

Разница в показаниях манометра на входе-выходе фильтра 0,3 атмосферы говорит об окончании цикл фильтра и необходимости промывки фильтра. Промывка регулируется с помощью электрифицированных задвижек. Точное значение разницы показаний манометров и периодичность промывок уточняется при пуско-наладочных работах.

В случае аварийной ситуации (поломка фильтра или одной линии фильтров) оставшиеся рабочая линия фильтров справится с доочисткой сточной воды при уменьшении времени. Качество очищенной воды при этом не изменится.

После доочистки сточная вода по двум линиям производительностью 12 м<sup>3</sup>/час поступает на установку обеззараживания воды.

Сточная вода прокачивается через камеру обеззараживания, где установлены УФ-лампы. Установка обеззараживания работает в автоматическом режиме и не требует постоянного обслуживания оператором.

При зарастании ламп используется блок промывки, с помощью которого они очищаются.

Для обработки осадка предусматривается комплексная установка механического обезвоживания осадка – фильтр-пресс 00GND11AT003 с соответствующим периферийным оборудованием.

Осадок из емкости для усреднения флотошлама 00GND11BB008 подается шламовым насосом 00GND11AP018 по напорному трубопроводу в динамический смеситель, в котором производится смешение с раствором флокулянта. Затем осадок поступает на фильтр-пресс 00GND11AT003.

Обезвоживание осадка в фильтр-прессе происходит в непрерывном режиме в четырех зонах. Каждая из зон имеет принципиальное отличие в способе воздействия на шлам.

Первая зона – предварительного обезвоживания. В этой зоне обезвоживание происходит под действием силы гравитации: свободная вода, выделяющаяся при флокулировании осадка, дренируется сквозь ленту. Помимо этого, начальный участок этой зоны служит для подачи осадка на фильтр-пресс и для его равномерного распределения по всей ширине ленты.

Вторая зона – клиновья. В этой зоне проходит первая стадия отжима за счет сведения верхней и нижней ленты под углом друг к другу. При уменьшении объема происходит непрерывный рост давления по ходу движения ленты, которое выжимает воду из осадка.

Третья зона – низкого давления. В этой зоне давление на шлам увеличивается. Обезвоживание формирующегося кека происходит через обе фильтр-ленты: наружу – через внешнюю, обеспечивающую давление, и внутреннюю, опирающуюся на специальный перфорированный

обезвоживающий валок с площадью отверстий около 70% от общей площади поверхности валков.

Четвертая зона – S – образная зона прессования. Сформированный в клиновой зоне и зоне низкого давления слой кека подвергается в зоне прессования максимальному давлению для обеспечения максимально возможного содержания твердой фазы в обезвоженном осадке (минимальной влажности кека). На формирующийся кек воздействуют силы поверхностного давления. Для этого обе ленты, натянутые на валках, расположенных в «шашечном» порядке, проходят вместе с находящимся между ними слоем обезвоживаемого осадка вокруг этих натяжных валков, диаметры которых последовательно уменьшаются в направлении хода ленты. Траектория движения ленты напоминает многократно повторяемую латинскую букву “S”.

Ввод флокулянта в исходный осадок осуществляется в динамическом смесителе, установленном на напорном трубопроводе. Динамический смеситель представляет собой вставку с тремя тангенциальными вводами флокулянта для интенсивного смешения с потоком.

Обезвоженный до влажности 75-80% кек срезается ножом с ленты фильтр-пресса, сбрасывается на наклонный шнековый транспортер, а затем – в транспортный контейнер и отвозится на дальнейшую утилизацию.

Для приготовления исходного раствора флокулянта с концентрацией 0.3%-0.5% используется автоматизированная станция 00QCSJ00BB009, состоящая из резервуара с отделениями, бункером со шнековым питателем для дозирования порошкообразного флокулянта в резервуар растворения с мешалкой. Доза флокулянта и, соответственно, его исходная концентрация в растворе устанавливаются на щите станции – регулировкой времени работы шнекового питателя. Расчетная доза флокулянта – 3-4 г/кг сухого вещества (уточняется при пуско-наладочных работах).

После перемешивания 0.5% концентрированного раствора флокулянта дозируется насосом-дозатором. Изменение производительности насоса-

дозатора осуществляется частотным преобразователем со щита станции управления.

Концентрированный раствор флокулянта подается насосом-дозатором в станцию разбавления, оснащенную двумя ротаметрами, регулирующими ручными задвижками и смесителем.

Для промывки лент фильтр-пресса применяется вода, отбираемая на выходе из установки обеззараживания воды. Насос промывной воды подает воду на промывку лент сгустителя и фильтр-пресса. Регулировка расходов осуществляется ручными задвижками на напорных трубопроводах. Промывная и надсадочная вода собирается в приямок, откуда насосами 00GNS00AP020,027 подается в усреднитель.

Для регулировки хода лент обезвоживающего оборудования используется сжатый воздух от компрессора 00GNJ00AN003.

Песок из песколовки складывается на специально отведенной площадке.

Глубокая очистка сточных вод обеспечивает доведение качества очищенных сточных вод до показателей, позволяющих использование в оборотной системе технического водоснабжения.

### **3.3. Управление и технологический контроль работы очистных сооружений**

В основу проектирования систем управления и контроля положено выполнение следующих требований:

- обеспечение выполнения технологической системой заданных функций;
- выдача оператору информации по технологическим параметрам, включая отклонения от номинальных значений;
- обеспечение сохранности оборудования.

В проекте предусмотрены в необходимом объеме технические средства для управления и контроля системы в процессе эксплуатации. Контроль

технологических параметров, а также предупредительная и аварийная сигнализация выполнены на МЦУ здания. Кроме того, предусмотрено управление всеми элементами по месту.

Основные точки технологического контроля:

- давление на каждом напорном трубопроводе;
- уровень воды в приемном резервуаре;
- температура воздуха в сооружениях;
- аварийный уровень затопления сооружения;
- давление на каждом напорном трубопроводе;
- уровень раствора в станциях приготовления флокулянта и коагулянта;
- уровень флотошлама в емкости для усреднения флотошлама;
- уровень воды в емкости для промывной и очищенной воды;
- давление в фильтрах (на входе и выходе и выходе);
- контроль за работой насосных агрегатов (включение-отключение) в зависимости от уровня жидкости в емкостях);
- уровни сточных вод в дренажных приемках.

При проведении технологического контроля, должным образом обеспечиваться полная оценка эффективной работы, очистных до требуемых параметров.

Состав, численность и квалификация эксплуатационного персонала определяется эксплуатирующей организацией.

Функции технологического контроля:

- наблюдение и контроль за технологическим процессом и качеством очистки воды и обработки осадков;
- контролирование, и при необходимости регулирование подачи на очистные сооружения стоков и осадков;
- отслеживание количества и качествам очищенных стоков, направляемых для повторного использования в системе технического водоснабжения;
- контроль состава и количества поступающих на обработку осадков;

- надзор за равномерным распределением воды на линиях очистки;
- проверка состояния исправности, тактного переключения отдельных сооружений, всевозможных секций, рабочих линий, а также установок для производства реагентов;
- контроль рабочего состояния КИП и А, механического оборудования, измерительных систем;
- правильность хранения запаса материалов и реагентов, целевого расходования их.

Полная оценка очистных сооружений, режима их работы согласно «Правил технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации» предположено как количественный, так и учет качества работы, как всего комплекса очистных, так и по отдельности вспомогательных сооружений по данным характеристикам:

- на решетках это объемы выловленного мусора, его влажность, плотность, зольность – один раз в месяц;
- на песколовках объемное количество осадка, так же плотность, и влажность, фракционный состав – так же один раз в месяц;
- для флотационной установки – количество образующего флотошлама, количество взвешенных веществ и нефтепродуктов в очищенной воде;
- на сооружениях для механического обезвоживания осадка – количество, влажность и зольность осадка, количество и содержание взвеси в фильтрате, дозы и расход коагулянта, производительность вакуумных фильтров – один раз в смену; БПК<sub>полн</sub> – один раз в декаду;
- песковые площадки – общее количество, процент влажности осадка и песка поступающего на специальные площадки и убранного с них, длительность сушки, содержание БПК<sub>полн</sub> и взвешенных веществ в дренажной воде и удельное сопротивление – один раз в квартал.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель и задачи, поставленные в работе выполнены. А именно достигнута чистота очистки производственных стоков, до нормативных требований, которые позволяют повторное использование очищенных вод в производственных процессах, спуск их в естественный или искусственный водоем.

Проведен глубокий анализ качества сточных вод. На входе на очистные сооружения НВАЭС и на выходе, целью выяснения какие компоненты содержащиеся в них с превышениями и это не соответствует требуемой степени очистки.

Проведенный анализ работы действующей технологической схемы очистки сточных вод на НВАЭС позволяет сделать вывод о необходимости проведения оптимизации очистных сооружений для достижения необходимых значений.

Выявлены недостатки качества очистки сточных вод, не позволяющих их повторное использование на предприятии, а именно:

- превышения по содержанию нефтепродуктов;
- превышения по содержанию взвешенных веществ;
- превышения по содержанию азот аммонийных солей;
- превышения по жесткости.

Определена возможность оптимизации водоочистных сточных сооружений НВАЭС работы, которая позволит добиться требуемых результатов очистки сточных вод требуемого качества для повторного использования на предприятии. Предложенная модернизация очистных сооружений занимает небольшую площадь, что очень важно в связи с дефицитом свободной площади на территории предприятия.

Подводя итоги, можно отметить, что при включении в схему работы очистных сооружений дополнительного оборудования, становится возможным достижения требуемых показателей качества очистки, дающего

возможность для дальнейшего использования очищенных стоков, с целью сбережения природных ресурсов а именно пресной воды.

Классификация очистных сооружений сточных вод, после оптимизации относятся:

- класс безопасности 4 по НП-001-97 (ПНАЭ Г –01-011-97);
- к III категории по условиям ответственности за радиационную и ядерную безопасность по ПИН АЭ –5.6;
- По сейсмостойкости к III категории документу НП-031-01.

Требуемое качество очищения стоков для использования в оборотных системах технического водоснабжения соответствии с РД-210.006-90 и МУ 2.1.5.1183-03 достигнуто.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alberto, Lobo, A'ngeleCambiella, Jose' Manuel Benito, Carmen Pazos, Jose' Coca// Journal of Membrane Science 278 (2006) 328–334 280–288Rahimpour, A. // Desalination. 2011. № 265. P. 190–198.
2. Vasainth D., Pugazhenthii, G., Uppaluri, R. // Desalination. 2013. 320, с. 86-95. Англ.
3. Kariemnezhada, Hanieh, Laleh ,Rajabia, EhsanSalehib,\*,Ali Ashraf Derakhshana, Sara Azimi Applied //Surface Science 293 (2014) 275– 286Lepercq-Bosta, Emilie , Marie-Laurence Giorgia, ArseneIsamberta, Christophe Arnaudb //Journal of Membrane Science 357 (2010) 36–46Wu ,C. // Desalination. 2008. № 225. P. 312–321.
4. Chakraabarty, B., Ghoshal, A. K., Purkait M. K.// Chem. Eng. J. 2010. 165, N 2, с. 447-456. Англ.
5. Li, L. // Journal of Membrane Science. 2009. № 342.P. 70–79.
6. Samuel, J. Magueire-Boyle, Andrew, R. Barron// Journal of Membrane Science382 (2011) 107– 115.
7. [https://nauchforum.ru/archive/MNF\\_nature/1\(8\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_nature/1(8).pdf).
8. Алферова , Л.А., Нечаев, А.П. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов. М., Стройиздат, 1984. – 272 с. 4. Бекер М.Е., Липень Г.Н., Райпалис Е.П. Биотехнология М.: ВО Агропромиздат. 1990. – 334 с.
9. Анапольский В.Н., Олиферук С.В., Романенко А.П. Очистка нефтесодержащих сточных вод // С.О.К. («Сантехника. Отопление. Кондиционирование»). – 2011. – № 1. – С. 27–31.
10. Ахобадзе, Г. Н. Методы очистки сточных вод от нефтепродуктов и тяжелых металлов / Г. Н. Ахобадзе // Экология производства. – 2011. – 152 с.
11. Будякина, Т.А. Процессы и аппараты защиты гидросферы: учебное пособие / Татьяна Алексеевна Будякина, Сергей Геннадьевич Емельянов. - М. : Академия, 2009. - 278 с.

12. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2006.
13. Воронов, Ю.В., Алексеев, Е. В., Саломеев, В. П., Пугачев, Е. А. Водоотведение: Учебник.- М.: ИНФРА-М, 2007.
14. Ветошкина, А.Г Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие для проектированию / Под ред... М.: Химия, 1983. 272с.
15. Гироль, Н.Н., Журба, М.Г., Семчук, Г.М., Якимчук, Б.Н. Доочистка сточных вод на зернистых фильтрах СП ООО «Типография» Левобережная», 2007. – 192 с.
16. Дытнерского, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию. Издание второе, переработанное и дополненное / Под ред. – М.: Химия, 1991. – 493с.
17. Ерофеев, Б.В. Экологическое право: Учебник. – 2-е изд., доп. – М.: ФОРУМ: ИНФРА — М, 2005. – 320 с. — (Профессиональное образование).
18. Захарова А. А., Бахшиева, Л. Т., Кондауров, Б. П. Процессы и аппараты химической технологии: учеб. Пособие для вузов.ред.– М.: Издательский центр «Академия», 2006.
19. Информационно-тематический сборник "Сорбенты, коагулянты, флокулянты, фильтровальные и прочие материалы для очистки сточных вод" №15: в 3 т. - М. : Глобус, 2006.
20. Жмаков, Г.Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения. — М.: ИНФРА-М, 2007. - 237с. – (Среднее профессиональное образование).
21. Зубарев, Г. И. Применение метода напорной флотации для очистки нефтесодержащих сточных вод / Г. И. Зубарев, М. Н. Черникова // Водоочистка. – 2013. – № 6. – С. 64-67.
22. Кагородова, Ю. А. Утилизация осадков сточных вод: [предлагаются осадительные центрифуги, декантеры, сепараторы, сгустители] / Ю. А. Кайгородова // Экология производства. – 2011. – № 11. – С. 65.

23. Кару, Я.Я., Пааль, Л.Л., Мельдер, Х.А., Репин, Б.Н. Справочник по очистке природных и сточных вод/..- М.: Высш.шк., 1994.

24. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. Для вузов / А. Г. Касаткин. 11-е изд., стереотип, дораб. – Москва: Альянс, 2005. – 753 с.

25. Козлов, А. И. и др. Процессы и аппараты защиты гидросферы: учебное пособие / [; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. Агентство по образованию, Чуваш. Гос. Ун-т им. И. Н. Ульянова. – Чебоксары: Изд-во ЧГУ, 2009. – 355 с.

26. Копылов, А.С., Лавыгин, В.М., Очков, В.Ф., «Водоподготовка в энергетике». Учебное пособие для вузов. М.: Издательство МЭИ, 2003. – 310.

27. Крылов, И.О., Ануфриева, С.И., Исаев, В.И. Установка доочистки сточных и ливневых вод от нефтепродуктов // нефтепродуктов Экология и промышленность России. – 2002. – июнь С. 17-19.

28. Ксенофонтов, Б. С. Утилизация осадков сточных вод путем компостирования с торфом: [внесение в почву компостированных осадков сточных вод] / Б. С. Ксенофонтов // Экология производства. – 2011. – № 2. – С. 40-44.

29. О водоснабжении и водоотведении: закон Российской Федерации от 7 дек. 2011 г. № 416-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2011.

30. Очистка сточных и природных вод: сборник научных трудов / ОАО «НИИ ВОДГЕО» ; [науч. Ред. В. Н. Швецов]. – Юбил. Вып. – Москва: ВСТ ; Москва : Журн. Водоснабжение и санитарная техника, 2008. – 76 с.

31. О федеральной целевой программе «Чистая вода» на 2011-2017 годы: постановление правительства Российской Федерации от 22 декабря 2010 г. № 1092 // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2011. – № 4. – Ст. 603.

32. ПНД ф 14.1:2.110-97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений содержаний взвешенных веществ и общего

содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом.

33. Поляков, А. М., Соловьев, С. А., Видякин, М. Н. Технология мембранного биореактора (МБР) для очистки природных и сточных вод [П] // Критические технологии. Мембраны. 2008. № 3 (39).

34. Проектирование сооружений для очистки сточных вод / Всесоюз. Комплекс. Н.- и. и конструктор.-технолог. Ин-т водоснабжения, канализации, гидротехн. Сооружений и инж. Гидрогеологии. – М.: Стройиздат, 1990. – 192 с.: ил. – (Справ.Пособие к СНИП).

35. Пугачев, Е.А. Обработка осадков сточных вод процессы и аппараты. – 2010.

36. Родионов, А.И., Кузнецов, Ю.П., Соловьев, Г.С. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов. – М.: Химия, КолосС, 2005. – 392 с.

37.Роив, Г.А., Юфин В.А. Очистка сточных вод и вторичное использование нефтепродуктов, М., - 2007.

37. РД 34.42.101. Руководство по проектированию обработки и очистки производственных сточных вод тепловых электростанций.

38. РД 210.006-90 Правила технологического проектирования атомных станций

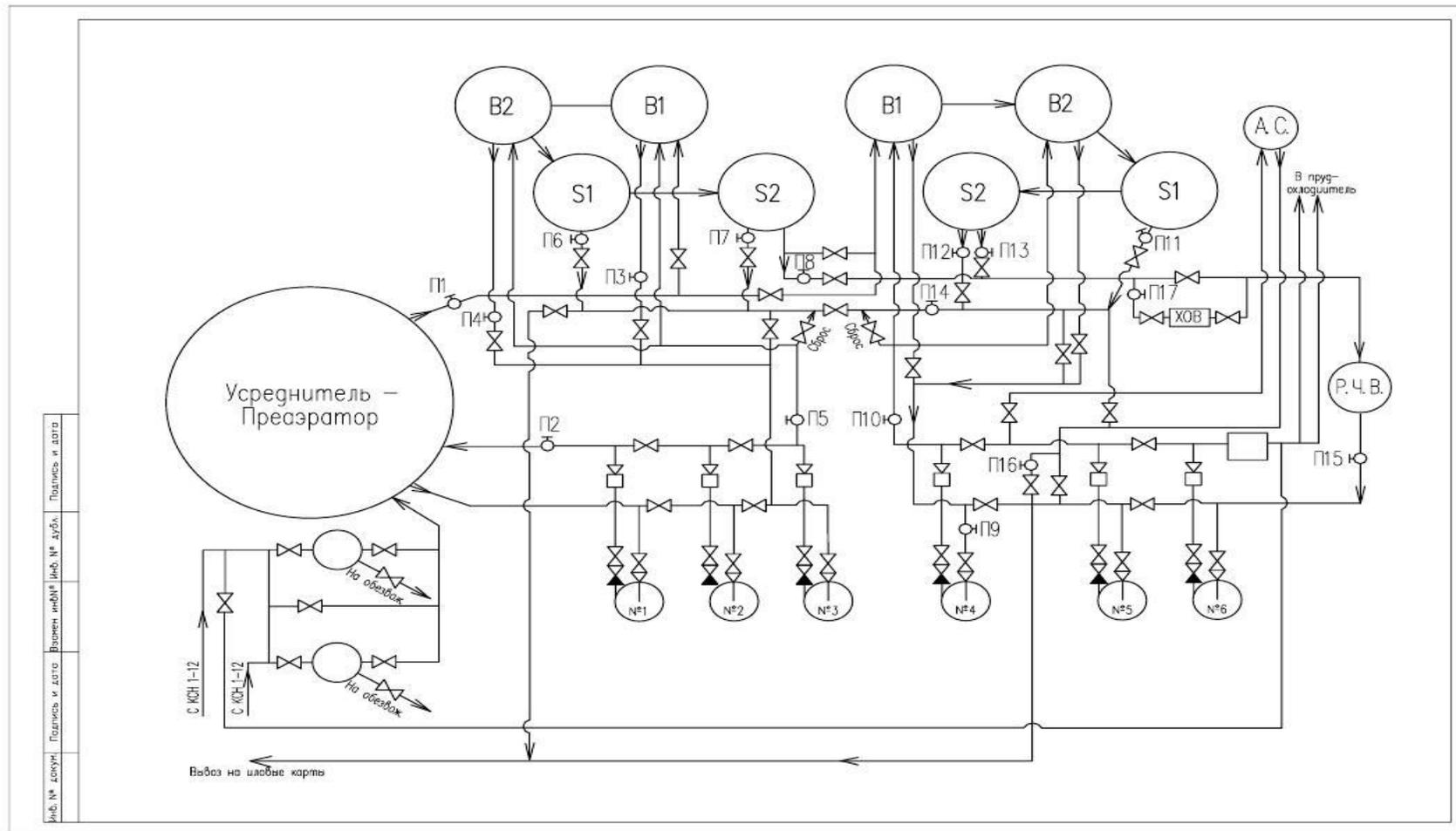
39. Соколов, Р. С. Химическая технология: в 2 т.: учеб. Пособие для студ. Вузов/ Р. С. Соколов. – Москва: ВЛАДОС. – (Учебное пособие для вузов). – 2003 с.

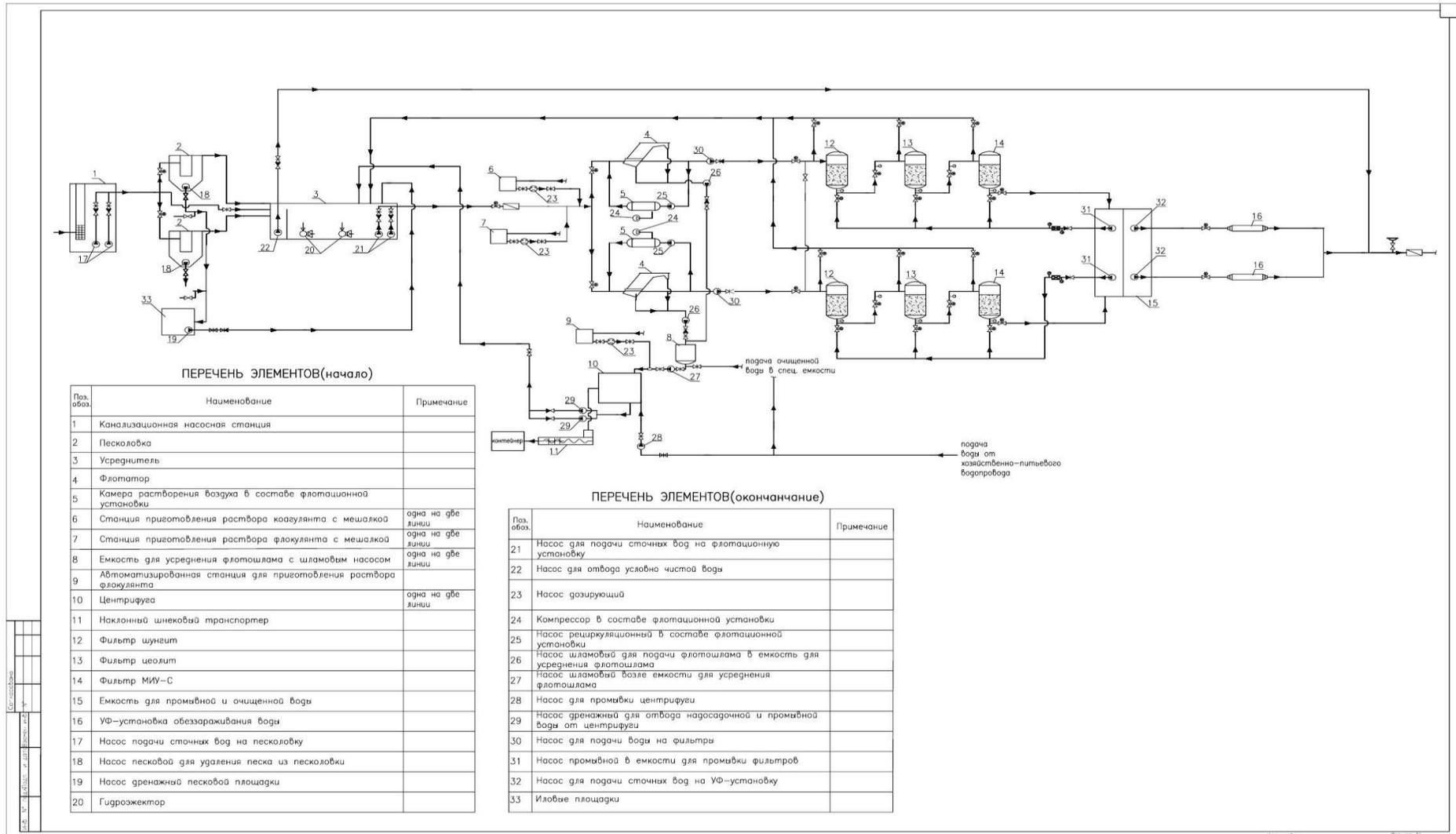
40. СНИП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения

41. Технологии и оборудование для комплексной очистки сточных вод с использованием биологических методов. Т. 1. – Москва: НИЦ «Глобус», 2007. – 50 с.

42. Технологии и оборудование для комплексной очистки сточных вод с использованием биологических методов. Т. 2. – Москва: НИЦ «Глобус», 2007. – 82 с.

- |   |            |    |     |
|---|------------|----|-----|
| 43.Технологическая                      | инструкция | НВ | АЭС |
| NW2O.E.058.0.1UGM&&.GMA&&.052.EA.0001.  |            |    |     |
| 44.Технологическая                      | инструкция | НВ | АЭС |
| NW2O.E.058.0.3UGM&&.GMA&&.052.EA.0006.  |            |    |     |
| 45.Технологическая                      | инструкция | НВ | АЭС |
| NW2O.E.058.0.4UGM&&.GMA&&.052.EA.0008.  |            |    |     |
| 46.Технологическая                      | инструкция | НВ | АЭС |
| NW2O.E.058.0.10UGM&&.GMA&&.052.EA.0008. |            |    |     |
| 47.Технологическая                      | инструкция | НВ | АЭС |
| NW2O.E.058.0.11UGM&&.GMA&&.052.EA.0008. |            |    |     |
| 48.Технологическая                      | инструкция | НВ | АЭС |
| NW2O.E.058.0.12UGM&&.GMA&&.052.EA.0008. |            |    |     |
49. Темонин, А. С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: Справочник. 2-е изд. Калуга: Изд-во Бочкаревой, 2002. Т.1 852с., т.2 1028с., т.3 968 с.
50. Фрог, Б.Н. Водоподготовка. – М.: МГУ, 2001. – 680 с.
51. Шевцов, М.Н. Водоснабжение промышленных предприятий: учеб. пособ. для вузов. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2010. – 127 с.
52. Хенцев, М. Очистка сточных вод: Пер. с англ./ Хенцев М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э.- М.: Мир,2006. – 480 с.
53. Эндюскин, П. Н., Техника защиты окружающей среды: учебное пособие / П. Н. Эндюскин, П. М. Лукин, В. П. Эндюскин ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Чуваш. гос. ун-т им. И. Н. Ульянова. – Чебоксары: Изд-во ЧГУ, 2010. – 615 с.
- 54.Юдаков, А.А. Очистка сточных вод от стойких эмульсий нефтепродуктов // ЭЖиП.-2007.-№2.- С. 22-25.
55. Яковлев, С.С., Волков Л.С., Воронов Ю.В., Волков В.Л. Обработка и утилизация осадков производственных сточных вод. – М.: Химия, 2008. – 448 с.





ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ(начало)

Поз. обоз.	Наименование	Применение
1	Канализационная насосная станция	
2	Песколовка	
3	Усреднитель	
4	Флотатор	
5	Камера растворения воздуха в составе флотационной установки	
6	Станция приготовления раствора коагулянта с мешалкой	одна на две линии
7	Станция приготовления раствора флокулянта с мешалкой	одна на две линии
8	Емкость для усреднения флотошлама с шламовым насосом	одна на две линии
9	Автоматизированная станция для приготовления раствора флокулянта	
10	Центрифуга	одна на две линии
11	Наклонный шнековый транспортер	
12	Фильтр шунгит	
13	Фильтр цеолит	
14	Фильтр МИУ-С	
15	Емкость для промывной и очищенной воды	
16	УФ-установка обеззараживания воды	
17	Насос подачи сточных вод на песколовку	
18	Насос песковой для удаления песка из песколовки	
19	Насос дренажный песковой площадки	
20	Гидроэжектор	

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ(окончание)

Поз. обоз.	Наименование	Применение
21	Насос для подачи сточных вод на флотационную установку	
22	Насос для отвода условно чистой воды	
23	Насос газифицирующий	
24	Компрессор в составе флотационной установки	
25	Насос рециркуляционный в составе флотационной установки	
26	Насос шламобой для подачи флотошлама в емкость для усреднения флотошлама	
27	Насос шламобой возле емкости для усреднения флотошлама	
28	Насос для промывки центрифуги	
29	Насос дренажный для отвода нагосагонной и промывной воды от центрифуги	
30	Насос для подачи воды на фильтры	
31	Насос промывной в емкости для промывки фильтров	
32	Насос для подачи сточных вод на УФ-установку	
33	Иловые площадки	

