

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

Институт электронного обучения
Специальность Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов
Кафедра Технология органических веществ и полимерных материалов

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Проект сооружений очистки хозяйственно-бытовых и производственных стоков НПО «Вирион»

УДК 628.3.03.001.13:628.33:628.353.3 (571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Э01	Бедрина Лидия Гариевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бондалетова Людмила Ивановна	Кандидат химических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич Ольга Алексеевна	Кандидат биологических наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Юсубов Мехман Сулейман оглы	Доктор химических наук		

Томск - 2016 г.

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

Институт Электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»

Кафедра Технология органических веществ и полимерных материалов

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) _____ (Дата) Юсубов М.С.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
з-5Э01	Бедрина Лидия Гариевна

Тема работы:

Проект сооружений очистки хозяйственно – бытовых и производственных стоков НПО «Вирион».	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 28.01.2016 №412/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом исследования являются очистные сооружения ФГУП «НПО «Микроген» Минздрава России Филиал в г. Томске «НПО «Вирион». Производительность очистных сооружений 2500 м³/сутки. Режим работы - непрерывный. Вид сырья – сточные воды. Очистные сооружения расположены на открытом воздухе и в помещении.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Источники загрязнения сточных вод; методы очистки сточных вод. Произвести расчет материального и теплового балансов, гидравлический расчет, технологический расчет основного аппарата (высоконагружаемого биофильтра), в разделе «социальная ответственность» был проведен анализ опасных и вредных факторов с точки зрения нанесения ущерба человеческому организму и окружающей среде; в технико-экономическом разделе были определены инвестиционные издержки; рассчитаны годовые эксплуатационные затраты, количество образующихся отходов,

	и плата за отходы; составлена проектная калькуляция себестоимости очистки сточных вод.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Технологическая схема очистки сточных вод; 2. Высоконагружаемый биофильтр. Вид общий; 3. Высоконагружаемый биофильтр. Сборочные единицы; 4. Схема расположения технологического оборудования; 5. Техничко-экономические показатели.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Рыжакина Татьяна Гавриловна
«Социальная ответственность»	Антонович Ольга Алексеевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	11.01.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бондалетова Л.И.	Кандидат химических наук, Доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Э01	Бедрина Лидия Гариевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 117 страниц, 21 рисунка, 22 таблицы, 35 источников, 5 листов графического материала.

Ключевые слова: хозяйственно-бытовые сточные воды, производственные сточные воды, высоконагружаемый биофильтр, механическая очистка, биологическая очистка.

Объектом исследования являются очистные сооружения ФГУП «НПО «Микроген» Минздрава России Филиал в г.Томске «НПО «Вирион».

Цель работы – проект сооружений очистки хозяйственно-бытовых и производственных стоков «НПО «Вирион»

В процессе проектирования были рассмотрены следующие вопросы: теоретические основы процесса очистки сточных вод, описание технологической схемы установки очистки хозяйственно-бытовых и производственных стоков. Данная технологическая схема позволила достичь глубокой очистки сточных вод до нормативов предельно-допустимых концентраций. Произведен расчет материального и теплового балансов, технологический расчёт основного и вспомогательного оборудования.

В разделе «социальная ответственность» был проведен анализ опасных и вредных факторов с точки зрения нанесения ущерба человеческому организму и окружающей среде. Разработаны мероприятия по ведению безопасной работе на очистных сооружениях и техника безопасности, способствующие снизить данный ущерб.

В технико-экономическом разделе были определены инвестиционные издержки на создание станции мощностью 912,5 тыс. м³/год. Рассчитаны годовые эксплуатационные затраты, количество образующихся отходов, и плата за отходы. Была составлена проектная калькуляция себестоимости очистки сточных вод.

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты

1. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
2. СНиП 2.04.03-85 Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения.
3. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.
4. ПНДФ 14.1:2.110-97. «Методика выполнения измерений содержаний взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом».
5. ПНДФ 14.1:2.50-96. «Методика выполнения измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой».
6. СанПиН 2.2.4.548-96. Санитарные правила и нормы "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений".
7. СНиП 11-4-79 Естественное и искусственное освещение.
8. ГОСТ 12.1.003- 83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
9. ГОСТ 2.4.125-83 ССБТ "Средства коллективной защиты работающих от механического травмирования. Классификация.
10. ГОСТ Р 50571.3-94. Электроустановки зданий.

Оглавление

Введение	7
1. Теоретическая часть.....	10
1.1. Общая характеристика сточных вод.....	10
1.2. Механические методы очистки сточных вод	12
1.3. Оборудование механической очистки.....	14
1.3.1. Решетки.....	14
1.3.2. Песколовки.....	15
1.3.3. Площадки для обезвоживания песка	19
1.3.4. Отстойники	20
1.4. Биологические методы очистки сточных вод	29
1.4.1. Биофильтры	29
1.4.2. Распределение сточных вод по биофильтрам	34
1.5. Выбор технологической схемы очистки.....	36
2. Объект исследования и исходные данные	38
3. Социальная ответственность	41
3.1. Производственная безопасность	42
3.2. Экологическая безопасность.....	48
3.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	49
3.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	50
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	52
4.1. Расчет производственной мощности	52
4.2. Расчет себестоимости годовой продукции по действующему производству.....	53
4.2.1. Расчет баланса эффективного годового времени одного среднесписочного работника.....	55
4.2.2. Расчет годового фонда зарплаты основных рабочих, вспомогательных рабочих, ИТР и МОП.	57
4.3. Расчет затрат на производства продукции	63
4.3.1. Расчет годовой потребности в электроэнергии.....	63
4.3.2. Расчет амортизационных отчислений	64
4.3.3. Определение стоимости оборудования	66
4.3.4. Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования.....	67
4.3.5. Расчет накладных расходов	69
4.4. Определение технико-экономических показателей	71
4.5. Плата за размещение отходов производства	72

CD - диск.ФЮРА.280201.024. Высоконагружаемый биофильтр. Сборочный чертеж.

Введение

Вода является одним из основных источников жизни на Земле. Она играет главную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни. Большое значение вода имеет в промышленном и сельскохозяйственном производстве. Вода необходима для бытовых потребностей человека, также для всего растительного и животного мира. Для многих живых существ она служит средой обитания. В данный момент процесс очистки сточных вод с каждым годом приобретает большое значение.

Сточные воды - это воды, используемые людьми в любых целях, свойства которых ухудшились в результате деятельности людей.

Помимо отходов, которые образуются в результате деятельности населения и предприятий, к сточным водам можно также отнести воды, которые образуются вследствие выпадения различных атмосферных осадков на территории объектов промышленности и населенных пунктов.

Основными загрязнителями бытовых или хозяйственно - фекальных сточных вод относятся воды, удаляемые из различных бытовых помещений, таких как туалеты, душевые и ванны комнаты, кухни, прачечные, бани, столовые и другие. Основными их загрязнениями являются хозяйственно - бытовые и физиологические отходы, а для их сброса действуют специальные правила приема сточных вод в городскую канализацию [1].

А к промышленным или производственным сточным водам, относятся воды, использованные при выполнении разнообразных технологических процессов, таких как промывание сырья и продукции, охлаждение оборудования и других [1].

Различные органические вещества, содержащиеся в стоках, при попадании в водоемы начинают гнить и вызывают ухудшение санитарного состояния, как самих водоемов, так и окружающего воздуха, а также становятся источниками распространения болезнетворных бактерий, некоторые производственные сточные воды содержат токсические примеси, оказывающие пагубное действие на людей, животных и рыб [1].

Поэтому важнейшими вопросами охраны окружающей среды являются водоотведение, очистка, обезвреживания и утилизация сточных вод, позволяющие предотвратить нанесение вреда здоровью населения, обеспечить санитарное благоустройство городов и других населенных мест.

Целью выпускной квалификационной работы является проект сооружений очистки хозяйственно – бытовых и производственных стоков НПО «Вирион».

Объектом исследования являются очистные сооружения ФГУП «НПО «Микроген» Минздрава России Филиал в г. Томске «НПО «Вирион».

Предмет исследования – показатели деятельности предприятия, которые подлежат анализу и сравнению.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- изучение литературы, регламентов и нормативных документов по очистке сточных вод;
- разработать технологическую схему для очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод производительностью 2500 м³/сутки;
- расчет материальных потоков в разработанной технологической схеме;
- выбор и расчет основного аппарата биологической очистки сточных вод;
- подбор вспомогательного оборудования;
- организация безопасности жизнедеятельности при эксплуатации на очистных сооружениях;
- рассчитать проектную калькуляцию себестоимости очистки сточных вод.

В качестве основного аппарата для биологической очистки сточных вод, был выбран высоконагружаемый биофильтр, в котором происходит биохимический процесс. Биофильтр был выбран исходя из производительности очистных сооружений и степени очистки загрязняющих сточных вод. Данная технологическая схема позволяет эффективно производить очистку сточных вод до уровня предельно-допустимой концентрации.

1. Теоретическая часть

1.1. Общая характеристика сточных вод

Для очистки хозяйственно - бытовых и производственных сточных вод используют следующие методы очистки [1]:

- механические;
- физико-химические;
- биологические.

В процессе очистки сточных вод образуются осадки, которые подвергаются обезвреживанию, обеззараживанию, обезвоживанию, сушке.

После сооружений биологической очистки сточных вод, устанавливают сооружения глубокой очистки, для того чтобы повысить степень очистки до условий сброса сточных вод в водоем. В соответствии с «Водным кодексом» [2], сточные воды после очистки перед сбросом в водоем подвергают обеззараживанию с целью уничтожения патогенных микроорганизмов [1].

• Механический метод

Механическая очистка сточных вод применяется, в качестве предварительной с целью подготовки к другим методам очистки. Основана механическая очистка в подготовке хозяйственно - бытовых и производственных сточных вод к биологической, физико-химической или другому методу более глубокой очистки. С помощью этой очистки удаляются нерастворимые, коллоидные, минеральные и органические примеси из сточных вод. Из сточных вод механическая очистка обеспечивает снижение органических загрязнений (по БПК_{полное}) на 20-25%, а взвешенных веществ до 90-95%. [1].

• Физико-химические методы

Физико-химические методы играют существенную роль при обработке производственных сточных вод. Этот метод обеспечивает удаление твердых, взвешенных и растворимых примесей. Физико-химическая очистка сточных вод включает множество различных способов, которые могут использоваться как самостоятельно, так и в сочетании с механическими, биологическими и

химическими методами очистки. К этому методу очистки сточных вод относятся хлорирование, экстракция, сорбция, электрофлотация и другие [1].

- **Биологические методы очистки**

Биологическая очистка сточных вод основана на способности микроорганизмов использовать растворенные органические соединения сточных вод для питания в процессе их жизнедеятельности [1].

Сооружения для биологической очистки можно разделить на два вида. Первый вид это сооружения, в которых процесс протекает в близких к естественным условиям, например, поля фильтрации и биологические пруды. В сооружениях второго вида, процесс очистки протекает в искусственно созданных условиях - биофильтрах и аэротенках [1].

Биологическим методом очистки сточных вод производится в искусственно созданных сооружениях, а также в естественных условиях.

Земельные участки, устраиваемые на песках, предназначенные только для очистки сточных вод, называются *поля фильтрации*. Через почву происходит распределение и фильтрация сточных вод [3].

Специально подготовленные участки земли для приема предварительно очищенных сточных вод, после механической очистки с целью их доочистки называются *поля орошения* [3].

Искусственно созданные неглубокие водоемы глубиной 0,5 - 1 м называются *биопрудами*. Когда отсутствуют хорошо фильтрующие почвы, и имеется достаточная площадь, тогда применяют биопруды [3].

Биологические методы очистки сточных вод в искусственно созданных условиях имеют ряд недостатков:

- низкая окислительная способность;
- сезонность работы;
- требуются большие территории.

Для очистки сточных вод в искусственно созданных условиях применяют биофильтры и аэротенки.

Биофильтр-это сооружение, загруженный фильтрующим материалом (гравий, щебень, керамзит) высотой 1,5-2 м, через который проходит сточная вода [1].

Биофильтры разделяют по производительности:

- капельные – при расходе сточных вод до 1000 м³/сут (с естественной вентиляцией);
- высоконагружаемые – при расходе сточных вод до 50000 м³/сут (используется искусственная вентиляция, с помощью вентиляторов продувают воздух, крупность загрузочного материала большая).

По БПК₂₀ эффективность очистки составляет свыше 90%.

Таким образом, для удаления крупнодисперсных частиц в очистных сооружениях применяются механические методы очистки сточной воды, а затем используются биологические методы.

1.2. Механические методы очистки сточных вод

В промышленных и городских сточных водах содержится очень большое количество малорастворимых и нерастворимых веществ с размером частиц более 0,1 мкм. В результате этих веществ с водой образуются дисперсные системы, в виде эмульсии и суспензии. Эти системы являются неустойчивыми в определенных условиях и способны разрушаться, например, всплывать на поверхность воды или выпадать в осадок [1].

Механическая очистка - это выделение из сточных вод находящихся в них нерастворенных грубодисперсных примесей, имеющих минеральную и органическую природу [1].

Механическую очистку осуществляют следующими способами [3]:

- Задержание крупных загрязнений и часть взвешенных веществ на решетках и ситах с помощью метода *-процеживание*.
- Выделение из сточных вод взвешенных веществ под действием силы тяжести на песколовках, отстойниках применяют метод *отстаивание* [3].

Нерастворимые вещества, такие как песок, шлак содержащиеся в сточной воде, крупностью 0,15 - 0,25 мм могут накапливаться в отстойниках, снижая тем самым производительность очистных сооружений.

Осадок, который содержит в себе песок, плохо транспортируется по трубопроводам. Поэтому для предварительного выделения из сточных вод нерастворимых примесей под действием силы тяжести применяют *песколовки*.

Если производительность очистных станций свыше 100 м³/сут предусматриваются тогда песколовки.

Основным сооружением механической очистки сточных вод является *отстойник*. Они применяются для задерживания органических нерастворенных загрязнений [3].

Для метода отстаивания со сбрасыванием осадков при небольших количествах сточных вод используются двухъярусные отстойники, осветлители - перегниватели [3].

- *Фильтрация* – на сетчатых фильтрах задержится очень мелкие суспензии.

Механическая очистка, применяется очень редко как отдельная очистка, в основном ее используют как предварительный этап перед биологической очисткой или в качестве доочистки стоков [1].

1.3. Оборудование механической очистки

1.3.1. Решетки

Решетки задерживают грубые примеси размером 5 и более мм (крупные, нерастворенные, плавающие загрязнения) [1].

Крупные загрязнения, попадающие на решетки, принимаются 20 г от одного человека в сутки. В случае попадания таких отходов в очистные сооружения может привести к засорению трубопроводов и нарушению правильной работы очистных сооружений [1].

Решетки различают по типам:

- неподвижные и подвижные;
- устанавливаемые наклонно или вертикально;
- с ручной очисткой или механизированной очисткой, с помощью граблей;
- решетки – дробилки - это механизмы, в которых примеси которые задерживаются, измельчаются прямо в сточных водах.

При количестве загрязнений $0,1 \text{ м}^3/\text{сут}$, то устанавливают решетку с ручной очисткой, а при количество загрязнений выше $0,1 \text{ м}^3/\text{сут}$, то устанавливают решетки с механическими граблями [3].

Решетки размещают в отапливаемых и вентилируемых помещениях.

Решетки это металлическая рама, внутри которой параллельно установлены металлические стержни под наклоном к потоку под углом $60 - 70^\circ$ к горизонту или вертикально, прямоугольной или круглой формы поперечного сечения ($60 \times 10 \text{ мм}$). Расстояние между стержнями составляет 16 мм [3]. Решетка с ручной очисткой представлена на рисунке 1.

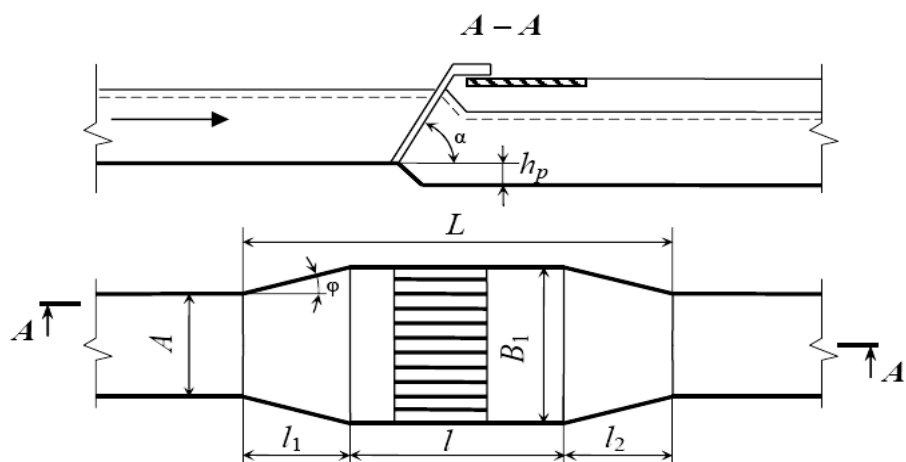


Рисунок 1 - Решетка с ручной очисткой:

A - ширина подводящего и отводящего каналов; B_1 – ширина решетки

Решетка с механическими граблями, улавливаемая отбросы более $0,1 \text{ м}^3/\text{сут}$ представлена на рисунке 2.

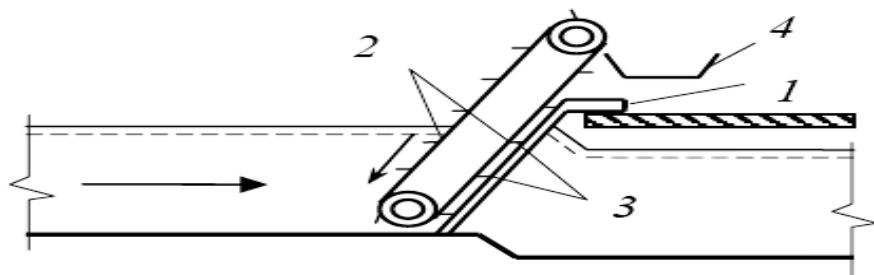


Рисунок 2 – Решетка с механическими граблями:

1 - решетка; 2 - бесконечная цепь; 3 - грабли; 4 - конвейер

На нашем очистном сооружении количество отбросов не превышает $0,1 \text{ м}^3/\text{сут}$, а значит и для удерживания отбросов используется решетка с ручной очисткой.

1.3.2. Песколовки

После решеток сточные воды поступают на песколовки. Они предназначены для задержания минеральных взвесей и песка крупностью свыше $0,2 - 0,25 \text{ мм}$, содержащихся в сточной воде. В результате задержания песка облегчается эксплуатация последующих сооружений. Работа песколовок основана на использовании силы тяжести. Применяются на очистных сооружениях расходе сточных вод больше $100 \text{ м}^3/\text{сут}$. Песколовки или отделений принимаются не меньше двух, и все должны быть рабочие.

Песколовки устраивают из сборных железобетонных унифицированных элементов [3].

При объеме улавливаемого осадка до 0,1 м³/сут допускается удалять осадок вручную, при большем объеме выгрузка осадка механизмуется [3]..

• Горизонтальная песколовка

Это удлиненные сооружения с прямоугольным поперечным сечением.

Применяются при расходах стоков свыше 10 000 м³/сутки [3].

В расширенной части резервуара под действием силы тяжести происходит осаждение песка. Вода движется со скоростью 0,15-0,3 м/с.

При большей скорости 0,3 м/с песок не успевает осаждаться, а при скорости меньше 0,15 м/с начинаются осаждаться органические примеси, что нельзя допустить. Сточная вода находится в песколовке 0,5 -2 минуты.

Поток воды движется прямолинейно[3].

Горизонтальная песколовка представлена на рисунке 3.

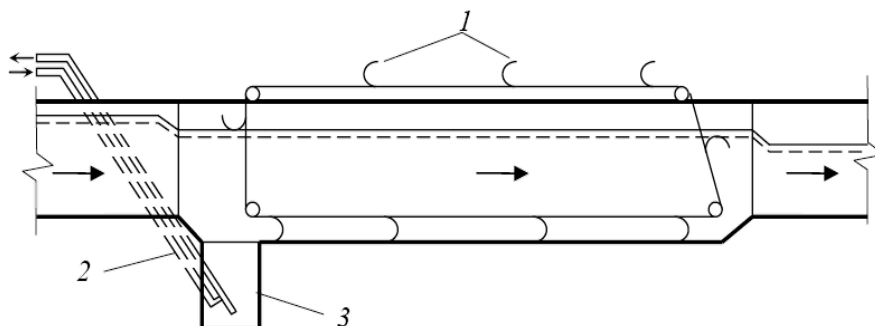


Рисунок 3 - Горизонтальная песколовка:

1 - цепной скребковый механизм; 2 - гидрозелеватор; 3 - бункер

Важными элементами песколовки являются входной и выходной каналы, бункер для сбора осадка, располагаемый в начале песколовки. При этом в песколовке имеются механизмы для перемещения осадка в бункер и гидрозелеватор для удаления песка [1].

Горизонтальная песколовка бывает с *круговым движением воды*, представлена на рисунке 4. Применяют при расходах воды до 70000 м³/сут.

Она представляет собой круглый резервуар конической формы с периферийным лотком для протекания сточной воды [1].

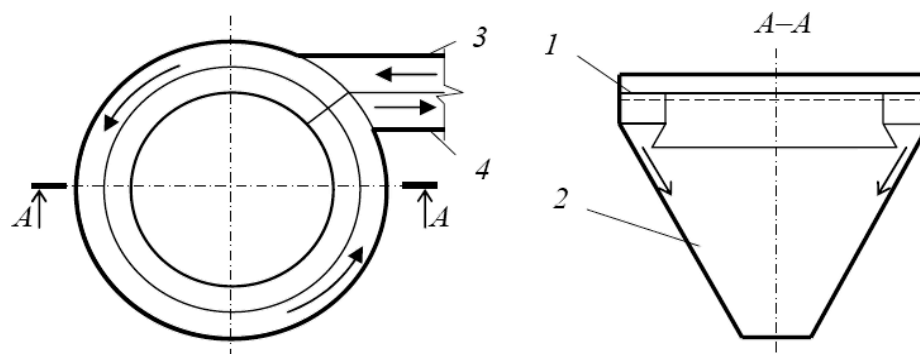


Рисунок 4 - Песколовка с круговым движением воды:

1 - кольцевой желоб; 2 - осадочный конус; 3 - подводящий канал; 4 - отводящий канал

Весь улавливаемый осадок проваливается через щель в осадочную часть. Песок удаляется гидроэлеватором. Продолжительность протекания сточных вод при их максимальном притоке должна быть не менее 30 секунд. Оптимальная скорость движения воды в горизонтальных песколовках 0,15-0,3 м/с, гидравлическая крупность задерживаемого песка 18-24 мм/с [1].

• Вертикальная песколовка

Используются на станциях очистки поверхностных вод, поскольку они удобны для накопления большого количества осадка. Расход сточных вод для вертикальных песколовок составляет 10 000 м³/сут.

Песколовки имеют цилиндрическую форму с подводом воды по касательной с двух сторон, а отводом - кольцевым лотком [1]. Вертикальная песколовка с вращательным движением представлена на рисунке 5.

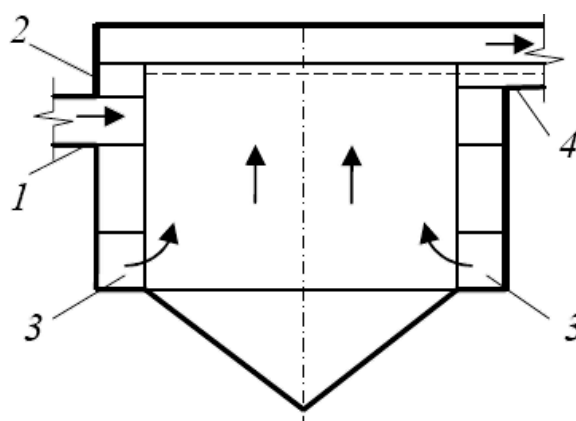


Рисунок 5 - Вертикальная песколовка с вращательным движением:

1 - подводящий канал; 2 - сборный кольцевой лоток; 3 - ввод воды в рабочую зону; 4 - отводной канал

Недостаток этих песколовков заключается в большой продолжительности пребывания воды в сооружении.

Расчет песколовков производится, исходя из условия, что скорость восходящего потока жидкости меньше гидравлической крупности песчинок улавливаемого песка, $v < u_0$ [1].

- **Тангенциальные песколовки**

Область применения тангенциальных песколовков - при расходах сточных вод до 75 000 м³/сут.

Они имеют круглую в плане форму и касательный подвод воды, который обеспечивает винтообразное движение жидкости по касательной к стенкам. На периферии вода движется вниз, а в центре - вверх [1].

Нагрузку на тангенциальные песколовки следует принимать 110 м³/(м²*ч) при максимальном притоке, диаметр - не более 6 м и глубину – равную половине диаметра [5].

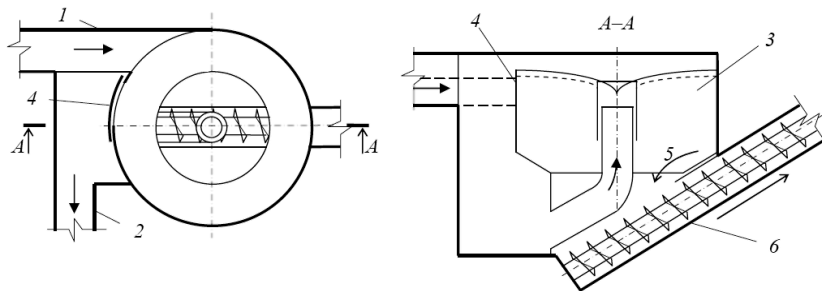


Рисунок 6 - Тангенциальная песколовка:

1 - подводящий канал; 2 - отводящий канал; 3 - рабочая часть; 4 - регулируемый водослив; 5 - песок; 6 - шнековый подъемник

- **Аэрируемые песколовки**

Аэрируемые песколовки используются при расходах свыше 20 000 м³/сут. Вдоль одной из стенок песколовки прокладывается аэратор из дырчатых труб на глубине 2/3 от общей глубины. Благодаря этому поток приобретает вращательное движение с перемещением его у дна от одной стенки к другой. Суммирование поступательного и вращательного движений приводит к винтовому движению воды вдоль песколовки. Продольная скорость составляет

0,05 - 0,10 м/с, вращательная скорость - 0,3 м/с [1]. Аэрируемая песколовка представлена на рисунке 7.

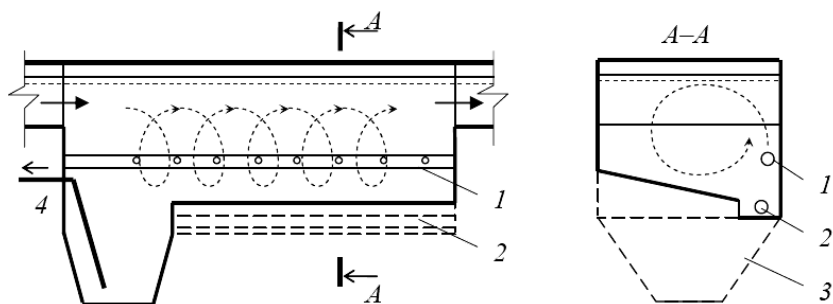


Рисунок 7 - Аэрируемая песколовка:

1 - дырчатый аэратор; 2 - трубопровод гидросмыва осадка; 3 - осадочная часть; 4 - гидроэлеватор

К достоинствам этой песколовки относится устойчивость работы при изменениях расхода и хорошая отмывка песка от органики.

1.3.3. Площадки для обезвоживания песка

Количество песка, задерживаемого в песколовках, для бытовых сточных вод принимается 0,02 л/(сут*чел), влажностью 60% и плотностью 1,5 т/м³. Если количество улавливаемого песка свыше 0,1 м³/сут, его удаляют механическим или гидромеханическим способом. Пескопульпа имеет большую влажность 98-99%, что вызывает необходимость обезвоживать. Для обезвоживания и подсушивания осадка предусматривают песковые площадки, представляющие собой земельные участки, разделённые на карты ограждающими валиками высотой 1-2м, оборудованные шахтными водосбросами для отвода отстоявшейся воды. Удаляемая вода направляется в начало очистных сооружений. Размеры площадок принимаются из условий нагрузки на них не более 3м³/(м²*год). Количество площадок принимается не менее двух [3].

Суточный расход сточных вод на нашем очистном сооружении составляет 2500 м³/сутки, соответственно исходя из технических параметров песколовки, в данном проекте подходит горизонтальная песколовка с прямолинейным движением воды.

1.3.4. Отстойники

В централизованных системах канализации и водоснабжения, а также на различных гидросооружениях очистка воды производится методом отстаивания [1].

Отстаивание является самым простым, наименее трудоемким и дешевым методом выделения из сточной воды грубо диспергированных примесей, плотность которых отличается от плотности воды. Под действием силы тяжести загрязнения оседают на дно или всплывают на поверхность [1].

Отстойники применяют для предварительной очистки сточных вод, если по условиям требуется биологическая очистка, или как самостоятельные сооружения, если по санитарным условиям вполне достаточно выделить из сточных вод только механические примеси.

Отстойники - это специальные открытые емкости или резервуары, в которых происходит очищение воды от механических примесей путем ее отстаивания [1].

Для того чтобы знать, как сделать отстойник, и выбрать какой нам именно подходит на наши очистные сооружения следует ознакомиться с классификацией отстойников по различным признакам, и их видами отстойных сооружений.

По назначению отстойники бывают [2]:

- первичные отстойники – находятся перед биологическими фильтрами, и служат для осветления сточной воды;
- вторичные отстойники – находятся после биологических фильтров, и служат для отделения очищенной воды от активного ила или биопленки;
- третичные отстойники – используют для доочистки сточной воды.

По направлению движения воды потока воды:

- вертикальные;
- горизонтальные;

- радиальные (с центральным, периферийным и с радиальным подвижным впуском воды).
- двухъярусные отстойники;

По выгрузки осадка:

- со скребковыми механизмами;
- гидросмывом;
- илососами.

Первичные отстойники располагаются в технологической схеме непосредственно после песколовок и предназначены для выделения взвешенных веществ из сточной воды.

• Горизонтальный отстойник

Наибольшей популярностью среди всех отстойников пользуются *горизонтальные*, использующиеся на станциях по очистке воды, производительность которых составляет от 15 до 100 тыс.м³/сут [1].

Конструкция данного вида отстойников состоит из прямоугольной емкости из железобетона длиной до 48 метров и в 3-5 раз меньшей толщины, разделенной на несколько камер. Максимальная глубина емкости составляет 4 метра, а водный слой обычно имеет толщину 2-2,5 метра. Поток воды в таких отстойниках движется горизонтально (рисунок 8).

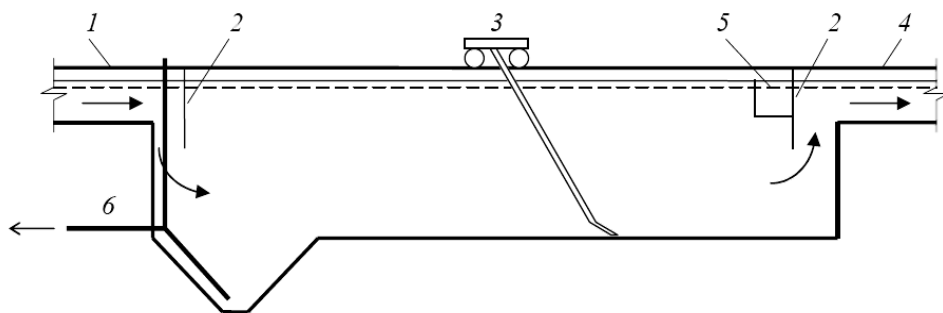


Рисунок 8 - Горизонтальный отстойник:

1 - подводящий лоток; 2 - полупогружная доска; 3 - скребковая тележка; 4 - отводящий лоток; 5 - жиросборный лоток; 6 - удаление осадка

Для проникновения в горизонтальный отстойник воды предусмотрены отверстия в торце сооружения, проходя через которые, вода растекается по всей

его площади. Для вывода воды после очищения в обратной стороне отстойника оборудуется слив [1].

Осадок, выпадающий по всей длине перемещается с помощью скребкового механизма, расположенного на входе в прямки, оттуда под гидростатическим давлением выдавливается в трубопровод.

Нефтепродукты и жировые вещества всплывающие на поверхность собираются в конце сооружения в жироборный лоток, из которого также самотеком отводятся на перекачку [1].

Достоинства горизонтальных отстойников:

- высокий эффект осветления по взвешенным веществам (50 - 60 %);
- возможность их блокирования с аэротенками.

Недостатки горизонтальных отстойников:

- довольно высокая стоимость установки;
- повышенный расход железобетона по сравнению с круглыми отстойниками;
- низкий срок службы скребкового механизма, особенно в зимний период;
- существуют участки, где осадок не удаляется.

• Вертикальный отстойник

Другим довольно популярным видом отстойников является *вертикальный отстойник*, представляющий из себя цилиндрическую емкость, днище которой выполняется в виде конуса. Применяются на очистных сооружениях при расходах сточных вод 2-20 тыс. м³/сут [1].

Вертикальные отстойники бывают с *центральной впуском воды, с нисходяще-восходящим движением воды, с периферийным впуском воды.*

В отстойниках с центральной впуском сточная вода опускается вниз по центральной раструбной трубе, отражается от конусного отражательного щита и поступает в зону осветления (рисунок 9) [3].

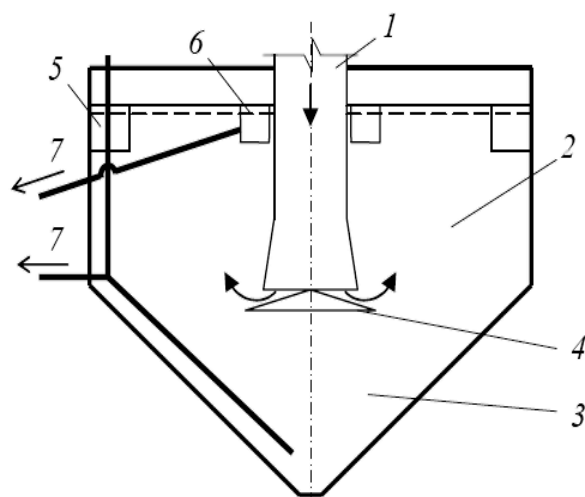


Рисунок 9 - Вертикальный отстойник с центральным впуском:

1 - центральная труба; 2 - зона отстаивания; 3 - осадочная часть; 4 - отражательный щит; 5 - периферийный сборный лоток; 6 - кольцевой лоток; 7 - удаление осадка

Осветленная вода собирается периферийным сборным лотком, всплывающие жировые вещества собираются кольцевым лотком. Эффект осветления в таких отстойниках невысок и составляет не больше 40 % [1].

Вертикальные отстойники с нисходяще-восходящим движением воды представлен на рисунок 10.

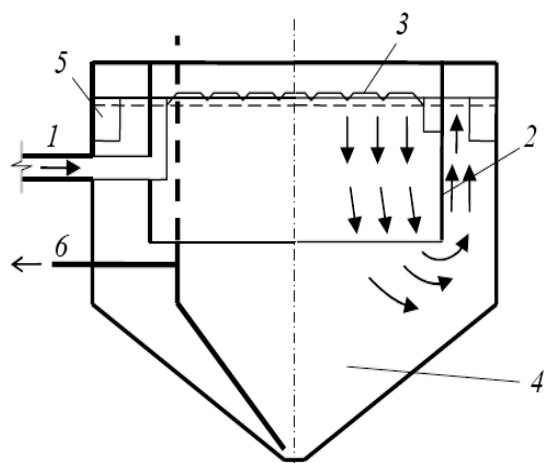


Рисунок 10 - Вертикальный отстойник с нисходяще-восходящим потоком:

1 - подающий трубопровод; 2 - кольцевая перегородка; 3 - зубчатый водослив; 4 - осадочная часть; 5 - периферийный сборный лоток; 6 - удаление осадка

Сточная вода поступает в центральную часть отстойника и через зубчатый водослив распределяется по площади зоны осветления, где происходит нисходящее движение потока воды. Основная масса взвешенных веществ успевает выпасть до поступления воды в кольцевую зону, где

происходит до осветление воды и сбор ее периферийным лотком. Эффект осветления в таких отстойниках составляет 60 - 65 % [1].

Достоинствами вертикальных отстойников является:

- простота конструкции и удобство в эксплуатации.

Недостаток вертикальных отстойников является:

- большая глубина сооружений;
- трудности при извлечении осадка.

• Радиальный отстойник

Радиальные отстойники используются на очистных станциях при расходах сточных вод свыше 20 тыс. м³/сут. Эффективность осветления достигает 50-55 % [1].

Сточная вода подается в центр отстойника и движется радиально от центра к периферии. По конструкции имеет круглую в плане форму резервуаров. Радиальный отстойник представлен на (рисунке 11) [3].

Основные его отличия состоят в значительно меньшей высоте 10-15 см и большем диаметре, составляющем от 18 до 50 метров, а в редких случаях - даже до 100 метров.

Основным назначением таких сооружений является очистка сильно замутненных вод, а также очищение воды в системах промышленной канализации.

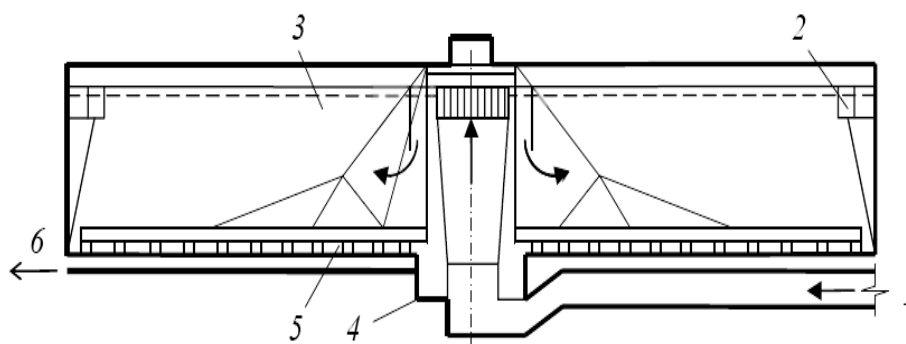


Рисунок 11 - Радиальный первичный отстойник:

1 - подача сточной воды; 2 - сборный лоток; 3 - отстойная зона; 4 - иловый приямок; 5 - скребковый механизм; 6 - удаление осадка

Подача воды происходит по трубам в центральную часть отстойника, в верхней части расположен круговой водослив для ее удаления. Выпавший осадок перемещается в иловый приямок механическими скребками, расположенными на вращающейся ферме [1] .

Достоинства радиальных отстойников относятся:

- простота эксплуатации;
- низкая удельная материалоемкость.

Недостаток:

- уменьшение коэффициента объемного использования из-за высоких градиентов скорости в центральной части.

Устранение такого недостатка возможно в отстойниках с *периферийным впуском* сточной воды (рисунок 12).

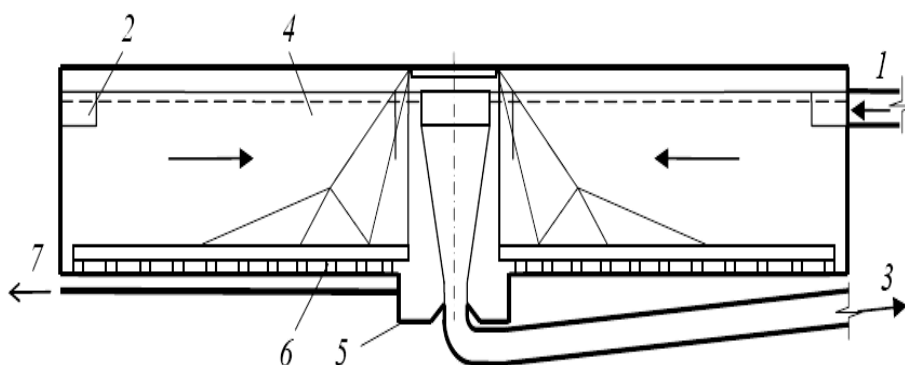


Рисунок 12 - Радиальный отстойник с периферийным впуском:

1 - подача сточной воды; 2 - водораспределительный желоб; 3 - отводящий трубопровод; 4 - отстойная зона; 5 - иловый приямок; 6 - скребковый механизм; 7 - удаление осадка

Сточная вода поступает в желоб, затем направляется в центральную зону и далее к водоотводящему кольцевому в центральную зону и далее к водоотводящему кольцевому желобу [1].

• **Двухъярусный отстойник**

Применяются для механической очистки хозяйственно - бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод при расходах до 10 000 м³/сут.

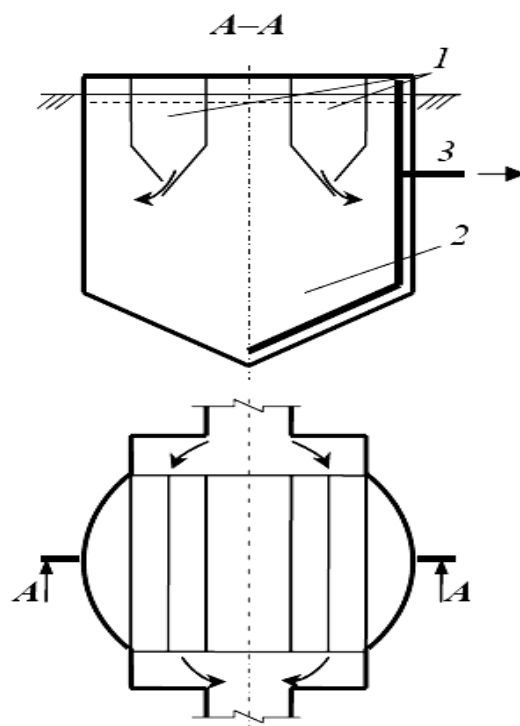


Рисунок 14 - Двухъярусный отстойник:

1 - осадочные желоба; 2 - септическая камера; 3 - выгрузная камера

Двухъярусный отстойник - сооружение цилиндрической или прямоугольной формы с коническим или пирамидальным дном. В верхней части сооружения расположены осадочные желоба, а нижняя часть является иловой (гнилостной или септической) камерой (рисунок 14) [6].

В осадочных желобах, по которым протекает сточная вода, в них происходит выпадение оседающих взвешенных веществ. Оседающие взвешенные вещества в виде осадка сползают в щель, и падают в иловую камеру. Ширина щели принимается 0,15 м. Для того чтобы всплывающие частицы или и пузырьки газа не попали в осадочный желоб, нижние грани желоба должны перекрываться одна на другую на 0,15 м [6].

Сточная вода входит и выходит в желоб через сборные желоба. Для равномерного распределения воды устанавливают входную полупогружную доску, а для задерживания на поверхности воды всплывающих веществ, на конце устанавливают выходную полупогружную доску. Глубина осадочных желобов 1,2-2,5 м. Сброженный ил удаляют из септической камеры снизу через иловую трубу диаметром 200 мм под гидростатическим напором 1,5-1,8 м [6].

Осадок, который попадает в иловую камеру, сбрасывается. Температурный интервал для осадка в двухъярусном отстойнике составляет 10-15°C, для созревания осадка требуется от 60 до 120 дней.

Для предохранения иловой части двухъярусных отстойников от охлаждения их заглубляют в землю или обсыпают со всех сторон землей. Поверхность сооружений на зиму следует утеплять, накрывая их деревянными щитами. Незакрытыми оставляют только лотки (для возможности их очистки) [7].

Для улавливания и использования газа в двухъярусных отстойниках можно устраивать глухое перекрытие и устанавливать в нем колпаки для сбора газа. Обычно такие устройства не делают. В двухъярусных отстойниках, где не производится искусственного перемешивания, последнее происходит только за счет поднимающихся при газообразовании и опускающихся снова вниз частиц зрелого осадка. Осадок, лежащий в нижних слоях септической части, в перемешивании не участвует, что несколько тормозит процесс его сбрасывания, так как осадок слеживается и уплотняется под влиянием собственного веса.

Частицы ила всплывают из септической камеры на поверхность и образуют корку в пространстве, эта корка мешает правильной работе отстойника, поэтому ее необходимо периодически разбивать и погружать в

воду. Поверхность не занятая осадочными желобами, должна составлять не менее 20 % от общей поверхности двухъярусного отстойника, для того чтобы избежать быстрого накопления корки [6].

По числу иловых камер двухъярусные отстойники разделяются на одиночные и спаренные. В одиночных иловая камера обслуживает всю осадочную часть; в спаренных две камеры обслуживают одну осадочную часть. Так как основное количество взвешенных веществ выпадает в начале осадочного желоба, в спаренных двухъярусных отстойниках при движении сточной воды только в одном направлении первая иловая камера оказывается перегруженной по сравнению со второй. Поэтому для создания нормальных

эксплуатационных условий работы обеих камер направление движения воды в осадочных желобах следует менять. Спаренные отстойники целесообразнее применять при средних и больших расходах [6].

Двухъярусные отстойники применяются для очистных сооружений производительностью до $10000 \text{ м}^3/\text{сутки}$.

Недостатком отстойника является большой объем септической части, что приводит к удорожанию всей установки.

Расчет двухъярусного отстойника заключается в определении размеров осадочных желобов и септической камеры. Осадочные желоба задерживают 60-70 % взвешенных веществ [6].

- **Вторичные отстойники**

Вторичные отстойники по функции могут быть как первичными так и вторичными. Располагаются в технологической схеме после сооружений биофильтров, и служат для выделения активного ила или отмершей биопленки из очищенной сточной воды. Эффективность осветления определяет общий эффект очистки сточной воды, всего очистного сооружения [8].

1.4. Биологические методы очистки сточных вод

После механической очистки в воде остаются растворенные органические вещества, часть взвешенных веществ и большое количество микроорганизмов. Целью биологической очистки сточных вод являются разложение и минерализация органических веществ, находящихся в коллоидном и растворенном состоянии. Эти вещества нельзя удалить из стоков механическим методом. [9].

Микроорганизмам для жизнедеятельности нужны определенные условия, такие как :

- температура в пределах 20 - 30 °С;
- pH в пределах 6,5 - 7,5;
- концентрация кислорода не менее 2 мг/л;
- БПК_{нач} 5000 мг/л; БПК_{кон} 10 мг/л.

Преимущества биологического метода очистки - возможность удалять из сточных вод разнообразные органические соединения, в том числе токсичные, простота конструкции аппаратуры, относительно невысокая эксплуатационная стоимость. К недостаткам следует отнести высокие капитальные затраты, необходимость строгого соблюдения технологического режима очистки, необходимость разбавления сточных вод в случае высокой концентрации примесей.

1.4.1. Биофильтры

Биофильтр - это сооружение, в котором сточная вода пропускается через слой фильтрующего материала высотой 1,5 - 2 м (щебень, гравий, шлак, керамзит). Через 2-3 недели (период адаптации микроорганизмов) на загрузочном материале образуется биопленка толщиной 1 - 3 мм и более, способная сорбировать на своей поверхности органические вещества. По мере увеличения толщины пленки ее нижние минерализованные слои отмирают и уносятся вместе с водой. [9] . Биологический фильтр с принудительной подачей воздуха представлен на рисунке 15.

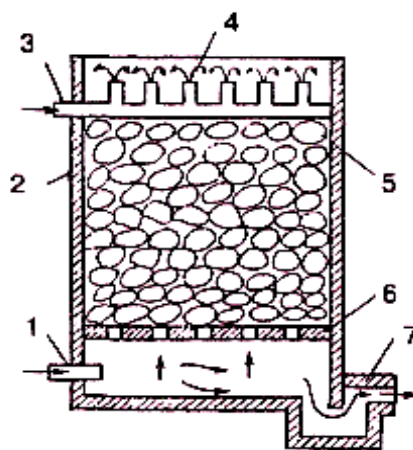


Рисунок 15 - Биологический фильтр с принудительной подачей воздуха:

1 – воздухораспределительное устройство; 2 – фильтр; 3 – трубопровод для подачи сточной воды; 4 – водораспределительные устройства; 5 – фильтрующая загрузка; 6 – дренажное устройство (опорная решетка); 7 – очищенная сточная вода

Сточная вода поступает через трубопровод, и через водораспределительное устройство равномерно орошается на поверхность загрузки. Загрязнённая вода, проходя через загрузку биофильтра, оставляет в ней нерастворенные примеси, которые не осели в первичных отстойниках, а также органические и коллоидные веществ, сорбируемые биопленкой.

Масса биопленки все время увеличивается, так как микроорганизмы поглощают часть органики, которая увеличивает биомассу. Биопленка растет на гравии биофильтра и имеет вид слизистых образований толщиной 1,5-2мм. Бактерии образуют нижний уровень, и именно они разрушают загрязнения. Простейшие, коловратки, поедают бактерии и в свою очередь служат пищей высшим видам, таким как личинкам насекомых. После прохождения загрузочного материала, вода поступает на дренажное устройство и удаляется на вторичный отстойник [9].

Биопленка, которая уже отработалась, смывается водой из биофильтра во вторичный отстойник. На вторичном отстойнике происходит отделение биопленки от очищенной водой. Кислород воздуха, необходимый для протекания биологического процесса, поступает в толщину загрузки с помощью искусственной или естественной вентиляции [9].

Биофильтры различают по различным признакам [9]:

- по степени очистки – биофильтры, работающие на полную и неполную биологическую очистку.
- по способу подачи воздуха - с искусственной аэрацией (аэрофильтры) и с естественной подачей воздуха;
- по режиму работы: с рециркуляцией сточной воды и без рециркуляции;
- по пропускной способности: малой пропускной способности (капельные биофильтры) и большой (высоконагружаемые биофильтры);
- по виду и особенностям загрузочного материала: биофильтры с объемной загрузкой (гравий, шлак, щебень и) и плоскостной загрузкой (пластмассы, ткани, керамика, металл).

• **Биофильтры с объемной загрузкой**

Капельные биофильтры.

Сточная вода в них подается в виде капель или струй. На капельных биофильтрах происходит естественная вентиляция воздуха, через поверхность открытую и дренаж.

Эти биофильтры применяют на очистных сооружениях при расходах сточных вод не более $1000 \text{ м}^3/\text{сут}$. Гидравлическая нагрузка на капельных биофильтрах составляет $1\text{-}3 \text{ м}^3$ на 1 м^2 поверхности загрузки в сутки [9].

Высота загрузки биофильтра - $1,5\text{-}2 \text{ м}$, материал загрузки - щебень, гравий и галька крупностью $25\text{-}40 \text{ мм}$. Если БПК_{полн} сточной воды выше 220 мг/л , то применяют рециркуляцию.

Недостатками капельных биофильтров являются низкая производительность и частые заиливания поверхности загрузочного материала, которые обычно возникают из-за превышения допустимой нагрузки по загрязнению [9].

Высоконагружаемые биофильтры (аэрофильтры).

Высоконагружаемые биофильтры отличаются от капельных биофильтров по конструкции. В этих биофильтрах высота слоя загрузки $2\text{-}4 \text{ м}$, крупность

загрузочного материала от 40 до 70 мм, конструкция днища и дренажа особая, и поэтому есть возможность искусственной продувки [9].

Высоконагружаемые биофильтры применяют для полной и неполной биологической очистки при расходе сточной воды до 50000 м³/сут, размещают как на открытом воздухе, так и на воздухе. БПКполн сточных вод без рециркуляции воздуха должна быть 300 мг/л. Гидравлическая нагрузка составляет 10-30 м³/(м²* сут) [9].

Башенные биофильтры.

Используются на очистных сооружениях при расходе сточных вод до 50000 м³/сут. Имеют высоту 8-16м, и крупность материала загрузки 60-80 м. БПКполн очищенных сточных вод до 20-25 мг/л [9].

• Биофильтры с плоскостной загрузкой

Эти биофильтры позволили уменьшить многие недостатки, которые присутствуют в биофильтрах: малую пропускную способность, ненадежность работы при перегрузках, отсутствие загрузочного материала и другие. По конструктивным особенностям эти биофильтры компактны, имеют малую энергоемкость, надежны в эксплуатации, и не подвергаются заилению. В качестве загрузочного материала используются блочные, засыпные и рулонные материалы из пластических масс, металла, асбестоцемента, керамики, стекла, дерева, тканей. Биофильтры имеют прямоугольную, круглую и восьмигранную форму в плане. Высота загрузочного слоя 3-8 м. плотность загрузки 10-250 кг/м³. удельная площадь поверхности 60-250 м²/м³. Гидравлическая нагрузка на 1 м³ объема биофильтра в сутки составляет 6-18 м³ [9].

• Погружные биофильтры

Это сооружения для биологической очистки сточных вод, которые имеют сходство аэрофильтров и аэротенков. Нашли применение для биологической очистки как бытовых, так и производственных сточных вод на очистных станциях производительностью 1 м³/сут до 150 тыс. м³/сут.

Также погружные биофильтры применяются как комплексные сооружения по очистке сточных вод $500 - 4000 \text{ м}^3/\text{сут}$, расположенных вдали от зданий, санаторий и т.д [9].

Дисковые погружные биофильтры. Состоят из дисков диаметром $1\div 5 \text{ м}$, собираемых в пакеты по $30\div 180$ штук и закрепляемых на горизонтальном валу (рисунок 16).

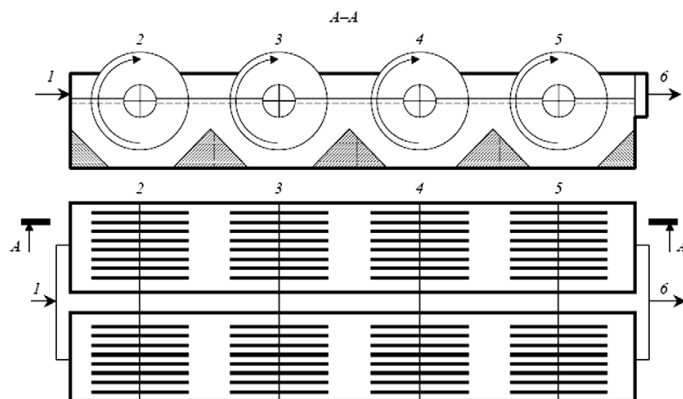


Рисунок 16 - Схема дискового погружного биофильтра:

1 - подача сточных вод; 2-5 - первая, вторая, третья и четвертая ступени биофильтра; 6 - выпуск очищенных сточных вод

Сами диски изготавливают из металла, асбестоцемента, их толщина $1-10 \text{ мм}$. На поверхности дисков образуется биопленка. На частях диска, когда происходит погружение их в стоки происходит сорбция загрязнений из жидкости, когда диск начинает вращательные движения эти загрязнения окисляются на воздухе. В результате чего часть биопленки отрывается от поверхности и находится в обрабатываемой жидкости во взвешенном состоянии. По БПКполн нагрузка на 1 м поверхности дисков составляет до 200 г/сут , эффективность очистки – $50-98 \%$. Сточные воды в резервуаре биофильтра находятся не более 3 ч . Расход сточной воды на очистных станциях составляет до $1000 \text{ м}^3/\text{сут}$ [9].

Барабанные погружные биофильтры. По конструкции эти биофильтры состоят из барабана, закрепленного на вращающемся горизонтальном валу и заполненного загрузочным материалом. В качестве загрузочного материала используют металлические, перфорированные листы, пленочные материалы и

т.д. Барабаны имеют длину 2-3 м и диаметр 2-2,5 м, частота вращения 0,5-5 об/мин [9].

1.4.2. Распределение сточных вод по биофильтрам

Для того чтобы произошло равномерное орошение водой поверхности биофильтра, были изобретены распределительные устройства, которые осуществляют орошение [9].

Одним из таких устройств, являются трубы и разбрызгиватели, которые называются спринклеры, по конструктивным особенностям они неподвижные. Подвижными устройствами, являются вращающиеся реактивные оросители.

Спринклерное орошение. На рисунке 17 представлена схема спринклерной водораспределительной сети, состоящая из дозирующего бака, разводящей сети и спринклеров.

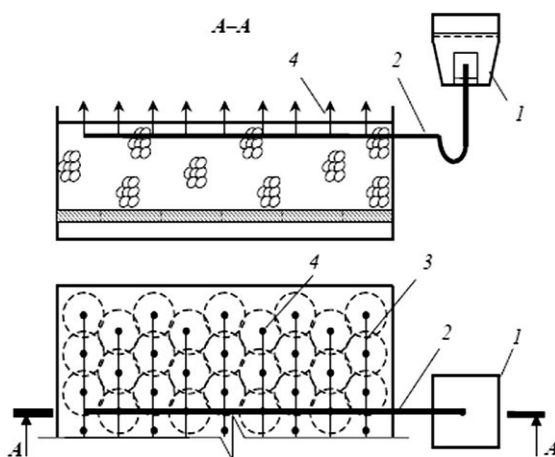


Рисунок 17- Спринклерной водораспределительной сети:

1 - дозирующий бак; 2 - магистральная труба; 3 - разводящие трубы; 4 - спринклеры

Из дозирующего бака автоматически вода подаётся в спринклерную сеть под определённым напором. Время наполнения бака сточной водой, зависит от ее притока, а время освобождения бака от сточной воды всегда одинакова.

Спринклерами являются специальные насадки для разбрызгивания воды, представлены на рисунке 18.

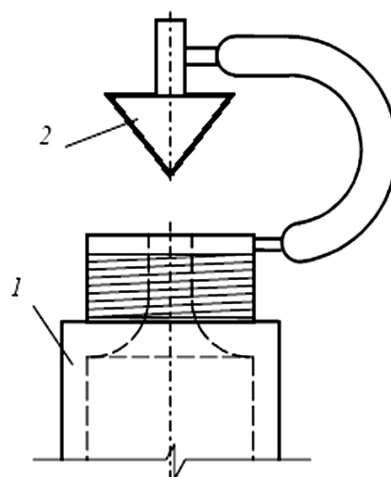


Рисунок 18 - Спринклерная головка:
1 - корпус; 2 - отражательный зонтик

Спринклерные головки располагают так, чтобы площадь, орошаемая одним разбрызгивателем, частично перекрывала площади соседних разбрызгивателей. Расстояние между разбрызгивателями принимается $1,73R$, а между их рядами - $1,5R$ (R – радиус орошения).

Водораспределительная сеть укладывается с уклоном, чтобы ее можно было опорожнить. Спринклерные головки устанавливают на 0,15- 0,2 м выше поверхности, диаметр отверстий головки 18-32 мм. Скорость потока в главной магистральной трубе принимается до 1 м/с, в разводящих трубах - до 0,75 м/с. Начальный напор у разбрызгивателей принимается около 1,5 м, конечный - не менее 0,5 м [9] .

Реактивные вращающиеся оросители. Вода подается на общий стояк, стояк вращается и из него вода поступает в дырчатые трубы, в которых имеются отверстия, через которые сточная вода выливается. Реактивный вращающийся ороситель представлен на рисунке 19 [9] .

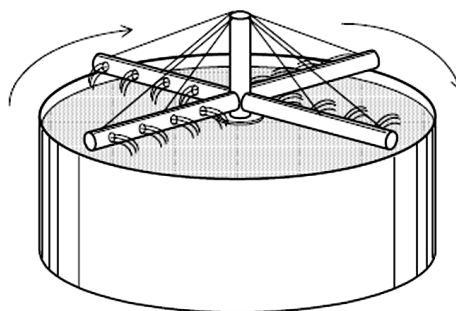


Рисунок 19 - Реактивный вращающийся ороситель

1.5. Выбор технологической схемы очистки

Для того чтобы решить проблему охраны вод, необходимо провести ряд комплексных высокоэффективных водоохранных мероприятий, которые могут быть направлены на сохранение качества и количества природных вод.

В результате чего необходимо максимально уменьшить загрязнение и объем промышленных стоков, для этого и существуют очистные сооружения.

Существует множество способов водоочистки. От нас зависит, какой из них выбрать и использовать, какой из них будет более приемлемым в той или другой ситуации и принесёт большую эффективность. Для очистки сточных вод применялись и применяются различные методы: механический и биохимический.

Водоочистка от загрязняющих веществ, проводится в несколько стадий. Правильное расположение очистных сооружений является удаление из воды загрязнения по их уменьшающейся крупности [3].

Первой ступенью очистки становится механическое очищение, на этом этапе задерживается примерно 20-30 % загрязнений.

Сущность механической очистки заключается в выделение из сточных вод находящихся в них нерастворенных грубодисперсных примесей, имеющих минеральную и органическую природу. Такая очистка является своеобразной подготовкой перед применением биологических методов [3].

Второй ступенью становится биологическая очистка, она основана на использовании жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, для которых органические вещества сточных вод (в растворенном и коллоидном состоянии) являются источником питания. При наличии свободного кислорода в сточных водах микроорганизмы окисляют (минерализуют) органические вещества.

Существуют специальные сооружения с очисткой сточных вод в искусственно созданных условиях. Одним из таких сооружений является биофильтр. Тип биофильтра и его конструкцию следует выбирать с учетом пропускной способности станции очистки сточных вод, по степени очистки, по режиму работы, по виду и особенностям загрузочного материала, а также

условий строительства. Биофильтры разделяют на два основных конструктивных типа (капельные, высоконагружаемые) [9].

Из всех способов водоочистки следует выбрать определенный способ позволяющий достичь высокой степени очистки сточных вод.

В нашей выпускной квалификационной работе первой ступенью очищения сточных вод от нерастворимых грубодисперсных примесей, является механическая очистка, с помощью специального сооружения – двухъярусного отстойника. Второй ступенью является биологическая очистка, с помощью специального сооружения - высоконагружаемого биофильтра.

2. Объект исследования и исходные данные

ФГУП «НПО «Микроген» Минздрава России Филиал в г. Томске «НПО «Вирион» осуществляет разработку, производство и реализацию иммунобиологических, бактериальных, химико-фармацевтических, лекарственных, ветеринарных и других препаратов, осуществляет разработку производства, хранения и реализации питательных сред и микросистем для лабораторной диагностики инфекционных заболеваний и контроля стерильности лекарственных препаратов, готовых к употреблению, а так же лечебно-диагностическую деятельность, оказание медицинских и консультативных услуг и другую деятельность в соответствии с уставом предприятия, утвержденного приказом Министерства здравоохранения РФ от 13.05.2003 № 196, зарегистрирован инспекцией МЧС России № 22 по ЮВАО г. Москвы 19 мая 2003г. под регистрационным номером 1097722027727 [7].

Водоснабжения предприятия для производственных и хозяйственно-бытовых нужд осуществляется подземной водой из пяти артезианских скважин на основании лицензии на недропользовании ТОМ 01816 ВЭ сроком действия до 23.04.2025г. Лимит водопотребления подземной воды установлен лицензионным соглашением.

Предприятие имеет собственные очистные сооружения, разработанные институтом «Сибгипросельхозстрой» г. Новосибирска. Год начала строительства 1975г. год ввода в эксплуатацию -1980г.

Производственный контроль сточных и поверхностных вод осуществляется Аналитическим лабораторным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области» по договору, который заключается ежегодно.

На очистные сооружения поступают собственные хозяйственно-бытовые стоки, производственные стоки, прошедшие нейтрализацию в соответствии с регламентом производства, утвержденного санитарно-эпидемиологическим ГИСК, а так же хозяйственно-бытовые стоки от жилого района по ул. Ивановского дд.3-13, 24-30, МАДОУ №53 [7].

Состав очистных сооружений:

- Решётка с ручным удалением отбросов;
- Горизонтальная песколовка;
- Первичные 2-х ярусные отстойники;
- Высоконагружаемые биофильтры;
- Вторичные отстойники;
- Иловые площадки;
- Песковая площадка;
- Распределительные чаши;
- Насосная станция дренажных вод;
- Насосная станция рециркуляции;
- Насосная станция перекачки очищенных сточных вод;
- Система доочистки сточных вод (ботаническая площадка;

пруд с высшей водной растительностью; биоплата)

Сброс сточных вод осуществляется в Ручей 211, после механической и биологической очистки.

Сточные воды проходят очистку на очистных сооружениях предприятия: механическую, биологическую, и подвергаются дополнительной очистки методом почвенно - болотной очистки. Система доочистки сточных вод включает в себя ботаническую площадку, пруд с высшей водной растительностью и биоплата. Качество очищенных стоков соответствует или превышает качество вод приемного водотока (р.Ушайка). Контакт сточных вод с корневой системой гелофитов на ботанической площадке и биоплата обеспечивает 100 % обеззараживание стоков [7].

Сброс сточных вод производится из пруда доочистки через выпуск сосредоточенного типа, по двум стальным трубам, диаметром 1,5 м - каждая. Очищенные стоки по трубам, уложенным наземно, сбрасываются в Ручей 211.

Участок водопользования расположен на территории г. Томска на землях муниципального образования «Город Томск», и является правым притоком р. Малая Ушайка в 6,4 км от устья.

В выпускной квалификационной работе выполнен проект очистных сооружений с учетом сточных вод от работы предприятия, с увеличением численности населения на Ивановского и производственных - сточных вод.

Объем сточных вод составляет 2500 м³/сут. Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах представлена в таблице 1.

Таблица 1- Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах

Наименование вещества	Концентрация загрязняющих веществ до очистки, мг/дм ³	Норматив допустимого сброса веществ, т/год
Взвешенные вещества	45,00	0,834
Сульфаты	10,00	7,75
Азот аммонийный	4,6	0,05
Нитриты	0,38	0,010
Нитраты	6,70	3,30
Хлориды	52,00	6,5
Фосфаты (PO ₄)	2,00	0,024
Железо общее	0,30	0,012
Нефтепродукты	0,05	0,006
АПАВ	0,30	0,012
БПК _{полное}	50,00	0,36

3. Социальная ответственность

Большое экологическое значение имеет процесс очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод.

Для удаления загрязнений из сточных вод ищут наиболее эффективные и экологически безопасные способы, которые соответствуют требованиям к качеству очищаемых стоков.

В выпускной квалификационной работе выбрана технологическая схема, которая включает следующие аппараты: решётка с ручным удалением отбросов, песколовка горизонтальная, двухъярусный первичный отстойник, высоконагружаемый биофильтр, вторичный отстойник.

Основным аппаратом для биологической очистки сточных вод является высоконагружаемый биофильтр, в который поступает вода, предварительно очищенная с помощью механических методов. Данная технологическая схема позволяет обеспечить полную биологическую очистку хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод до ПДК, что позволяет использовать очищенную воду в системе оборотного водоснабжения.

На оператора очистных сооружений возлагаются следующие функциональные обязанности [20]:

- обслуживание комплекса очистных сооружений мощностью 2500 м³/сутки в ручную и с помощью механизмов;
- регулирование режима работы сооружений в зависимости от поступления сточной жидкости;
- снятие вручную отбросов с решеток;
- пуск и остановка механизмов, для удаления песка, наблюдение за количеством песка в песколовке, проведение замеров и отбор проб;
- выпуск осадка из отстойников, самостоятельная регулировка подачи на них воды;
- предупреждение накопления осадка выше установленного уровня;
- распределение воды по поверхности секций биофильтров;
- очистка распределительных устройств;

- наблюдение за подачей воздуха в фильтр;
- обслуживание площадок и прудов;
- наблюдение за правильным распределением осадка по каскадам иловых площадок;
- прочистка отводных канав, дренажей от заилования и удаление в летнее время сорняков; устранение наледи в зимнее время;
- загрузка и выгрузка сырого осадка и активного ила;
- производство профилактического и текущего ремонтов сооружений;
- ведение установленной технической документации.

Метод биологической очистки сточных вод, может применяться на любых очистных сооружениях, где нужно очистить стоки от загрязнений, и обеспечить качество воды в соответствии с нормативными показателями.

3.1. Производственная безопасность

В данном разделе анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке или эксплуатации проектируемого решения, и представлены в таблице 6.

Таблица 7 - Опасные и вредные факторы при выполнении проектирования на очистных сооружениях

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Оператор очистных сооружений во время работы обязан следит за: - исправностью перекрытий сооружений, ограждений, крышек колодцев, - равномерным распределением сточной воды и воздуха, - очищение лотков и каналов, от тяжелого осадка и отбросов, - проводить	1. Пониженная температура воздуха рабочей зоны; 2. Повышенная влажность воздуха; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 4. Повышенный уровень шума на рабочем месте; 5. Повышенный уровень вибрации;	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 2. Вероятность поражения электрическим током; 4. Патогенные микроорганизмы в сточных и природных водах (бактерии,	1. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [22]. 2. СНиП 11-4-79 Естественное и искусственное освещение [23]. 3. ГОСТ 12.1.003- 83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [25]. 4. СН 2.2.4/2.1.8.566. Производственная вибрация [34].

профилактический осмотр оборудования (насосы, вентиляторы, воздухоудувки), - производить мелкие ремонтные работы площадок и разводящих лотков.		вирусы простейшие);	5. ГОСТ 2.4.125-83 ССБТ "Средства коллективной защиты работающих от механического травмирования [29]. 6. ГОСТ Р 50571.3-94 Электроустановки зданий [31].
---	--	---------------------	---

- **Пониженная температура воздуха рабочей зоны и повышенная влажность воздуха**

Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости работающего, может привести к перегреву организма, тепловому удару. Низкая температура воздуха может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простудного заболевания либо обморожения [21].

Высокая относительная влажность при высокой температуре воздуха способствует перегреванию организма, при низкой же температуре увеличивается теплоотдача с поверхности кожи, что ведет к переохлаждению. Низкая влажность вызывает неприятные ощущения в виде сухости слизистых оболочек и дыхательных путей работающего [21].

Оптимальная температура воздуха в рабочей зоне должна быть в холодный период 19-21°C, в теплый период 20-22°C. Именно такие нормы в рабочей зоне, обеспечат хорошую работоспособность персонала. Оператор очистных сооружений, относится к категории II с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/ч (175-232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения. Допустимая влажность составлять 40-60 % [22].

Для поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне, применяются: устройства систем вентиляции, а также кондиционирование воздуха и отопление.

- **Освещение рабочего места**

Недостаточное освещение приводит к преждевременной усталости работника, появлению чувства сонливости, снижению его продуктивности,

росту вероятности ошибочных действий, вплоть до производственных травм, или профессиональных заболеваний органов зрения [23].

Освещенность рабочего места должна быть 200 лк - общая освещенность и 300 лк - при системе комбинированного освещения, т. е. состоящим из общего освещения помещения или производственной площади и местного освещения рабочих поверхностей в поле зрения [23].

При недостаточной освещенности рабочей зоны применять дополнительно местное освещение (фонари, светильники).

Для помещений, где установлены насосные агрегаты, освещенность берется 200 лк, тип светильника УПД группа светильника Г, мощностью 500 Вт [24].

Для уличного освещения, где расположено часть очистного сооружения, установлены фонари.

- **Повышенный уровень шума**

Шум на производстве создают различные механизмы, машины, компрессорные и насосные станции, вентиляционные установки.

Шум отрицательно влияет на организм человека, и в первую очередь на его центральную нервную и сердечно-сосудистую системы. Длительное воздействие шума снижает остроту слуха и зрения, повышает кровяное давление, утомляет центральную нервную систему. В результате чего ослабляется внимание, увеличивается количество ошибок в действиях работающего, снижается производительность труда. Воздействие шума приводит к появлению профессиональных заболеваний и может служить причиной несчастного случая [21].

Предельно допустимые нормы шумового воздействия на человека устанавливаются в децибелах (Дб). Под оптимальным шумовым фоном понимают энергию шума 20 Дб, а допустимая норма шума на человека 40 Дб [25].

Для защиты от шума существуют следующие способы защиты от повышенного уровня шума, а именно [26]:

- компрессорные и насосные станции размещены в отдельных помещениях;
- периодически наносятся смазочные материалы на трущиеся детали оборудования;
- используются защитные наушники;
- также возможна замена оборудования, на более шумобезопасную.

- **Повышенный уровень вибрации**

Длительное воздействие вибрации на человека является опасным. Контакт человека с вибрирующими объектами отрицательно сказывается на его здоровье и работоспособности: повышается утомляемость, развитие нервных заболеваний, нарушение функций сердечно - сосудистой системы, нарушение опорно-двигательного аппарата, нарушение функции ЦНС, снижение работоспособности [27].

На очистных сооружениях повышенный уровень вибрации будет от воздуходувок и насосов.

К средствам защиты от повышенного уровня вибрации относятся устройства [26]:

- замена подшипников на насосных станциях;
- по возможности заменять металлические детали деталями из пластмасс;
- используются прокладочные материалы и упругие вставки в соединениях.

- **Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования**

При работе на очистных сооружениях появляется опасность, которая вызвана подвижными частями производственного оборудования, к ним можно отнести вращающиеся полумуфты центробежных насосов, ременные передачи, воздуходувки, механизированные решетки, а также падение предметов с высоты.

Движущиеся части производственного оборудования, если они являются источником опасности, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением [28].

Средства коллективной защиты от механического травмирования [29]:

- ограничительные устройства (дверцы, ограждения);
- предохранительные устройства (блокировочные);
- устройства автоматического контроля и сигнализации, (предупреждающие, аварийные);
- знаки безопасности (запрещающие).

• **Вероятность поражение электрическим током**

Источник поражения электрическим током на очистных сооружениях, являются электрические установки, которые представляют большую опасность для человека, так как в процессе эксплуатации не исключены случаи прикосновения к частям находящимся под напряжением.

Основными причинами воздействия тока на человека являются [21]:

- случайное прикосновение к токоведущим частям;
- появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции или ошибочных действий персонала;
- появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки; освобождение другого человека, находящегося под напряжением;
- воздействие атмосферного электричества, грозových разрядов.

Тяжесть и исход поражения электрическим током зависят от его физических параметров, условий, при которых произошла электротравма, и общего состояния организма пострадавшего. Пороговым (ощутимым) является ток около 1 мА. При большем токе человек начинает ощущать неприятные болезненные сокращения мышц, а при токе 10 -15 мА уже не в состоянии управлять своей мышечной системой и не может самостоятельно оторваться от

источника тока. Такой ток называется не отпускающим. Действие тока свыше 25 мА на мышечные ткани ведет к параличу дыхательных мышц и остановке дыхания. При дальнейшем увеличении тока может наступить фибрилляция (судорожное сокращение) сердца. Ток 100 мА считают смертельным. На очистных сооружениях чаще всего присутствует ток около 1мА [30].

К средствам защиты от поражения электрическим током относятся [31]:

- оградительные устройства;
- устройства автоматического контроля и сигнализации;
- изолирующие устройства и покрытия (диэлектрические галоши, коврики, изолирующие подставки);
- устройства защитного заземления и зануления;
- устройства автоматического отключения;
- знаки безопасности.

• **Патогенные микроорганизмы в сточных и природных водах**

На очистных сооружениях сточная вода и находящиеся в ней загрязнения, представляют потенциальную угрозу здоровью работающих на очистных сооружениях. Через сточную воду могут распространяться различные болезни такие, как тиф, паротит, кишечные заболевания желтуха, столбняк [26].

- персонал, работающий на очистных сооружениях, обязан носить спецодежду, спец обувь, которая должна быть достаточно чистой;
- спец обувь, спецодежду хранят отдельно от повседневной одежды;
- резиновые сапоги по окончании работы необходимо тщательно очищать;
- необходимо строго соблюдать правила личной гигиены;
- во время работы нельзя вытирать лицо руками и курить;
- для выполнения грязной работы следует пользоваться резиновыми перчатками;
- перед едой или курением, необходимо вымыть руки теплой водой с мылом [26].

Если обслуживающий персонал, обладающий необходимыми знаниями, будет подходить к выполнению своих обязанностей с достаточной осторожностью, то может избежать инфекционных заболеваний и несчастных случаев. И если обслуживающий персонал будет соблюдать гигиенических требований и чистоты на рабочем месте значительно снижают опасность возникновения инфекционных заболеваний [26].

3.2. Экологическая безопасность

В процессе производственной деятельности очистных сооружений образуются отходы 4-го класса опасности, такие как (песок от песколовок, осадок от отстойников, мусор с решеток) [7].

Для уменьшения вредного воздействия отходов на состояние окружающей среды и обеспечение полного соответствия мест их временного накопления (хранения) на территории предприятия по действующим нормам и правилам разработаны ряд мероприятий, такие как [7]:

- постоянный учет образовавшихся отходов;
- вывоз на полигон отходы от решеток;
- вывоз песка на песковые площадки для подсушивания, а затем на полигон твердых бытовых отходов;
- вывоз на осадка от отстойника на иловые площадки для подсушивания, а затем на полигон твердых бытовых отходов;
- своевременный вывоз отходов в места их утилизации.

Таким образом, существующие места временного хранения отходов исключают их влияние на атмосферный воздух, почву и подземные и поверхностные воды.

Мерами по защите окружающей среды являются переход к безотходным и малоотходным технологиям, разработка систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы [32].

3.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

- **Чрезвычайная техногенная ситуация**

К чрезвычайным ситуациям *техногенного характера* относятся:

- аварии на очистных сооружениях сточных вод промышленных предприятий с массовым выбросом загрязняющих веществ;
- пожары, взрывы, угрозы взрывов в зданиях, на коммуникациях и технологическом оборудовании;
- внезапное обрушение зданий, сооружений производственного назначения [33].

Меры по предупреждению возникновения чрезвычайной техногенной ситуаций [33]:

- обеспечение физической стойкости зданий и сооружений;
- при проектировании новых конструкций, учитывать требования охраны труда, техники безопасности, правила эксплуатации оборудования;
- своевременно проводить диагностику оборудования, планово-предупредительные ремонтные работы, техническое обслуживание;
- соблюдать правила пожарной безопасности, следить за исправностью противопожарных и других противоаварийных систем.

- **Чрезвычайная природная ситуация**

К чрезвычайной ситуации *природного характера*, можно отнести метеорологические и агрометеорологические опасные явления, такие как [33]:

- крупный град, сильный дождь (ливень), сильный туман;
- сильный снегопад, сильный гололед, сильный мороз и метель.

В случае чрезвычайных ситуации природного характера, может нанести вред не только очистным сооружениям, но здоровью человека, так как очистные сооружения находятся в открытом пространстве, на улице.

Мерами по предотвращению чрезвычайной ситуации природного характера [26]:

- соблюдение техники безопасности;
- обеспечение персонала спецодеждой;
- своевременная очистка лестниц, проходов, переходных мостиков;
- предусмотреть перила и ограждения в местах для обслуживания оборудования.

- **Чрезвычайная экологическая ситуация**

Чрезвычайная ситуация экологического характера на очистных сооружениях, может быть вызвана переполнением хранилищ производственными и бытовыми отходами, загрязнением окружающей среды [26].

Меры по предотвращению чрезвычайной экологической ситуации [26]:

- постоянный учет образовавшихся отходов;
- своевременный вывоз отходов в места их утилизации.

3.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

- **Специальные правовые нормы трудового законодательства [26]:**

- к работе на комплексе очистных сооружений допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, которое проходя предварительно и периодически 1 раз в год.
- проводят обучение и аттестацию, вводные и первичные инструктажи на рабочем месте, проверку знаний по охране труда производственной санитарии и пожарной безопасности;
- проверку знаний по охране труда обслуживающий персонал проходит ежегодно, а также при перерыве в работе более 6 месяцев, по требованию руководителя предприятия;
- производственные помещения обеспечить отоплением и вентиляцией;
- оборудование должно соответствовать правилам по охране труда, санитарным правилам и нормам;

- на работах, связанных с загрязнением, работникам выдается бесплатно по установленным нормам мыло, а там, где возможно воздействие на кожу вредно действующих веществ, смывающие средства;
- производственные сооружения, административно-бытовые и вспомогательные и помещения оборудуют средствами пожаротушения, аптечками, наборами медикаментов и перевязочных средств.

- **Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны [26]**

Эргономические требования к организации рабочего места предусматривают размещение работника в зоне рабочего места и расположение в ней предметов труда, которые бы обеспечивали наиболее удобную рабочую позу, наиболее короткие и удобные зоны движения, наименее утомительное положение при длительном повторении определенных движений.

Рабочее место должно соответствовать следующим требованиям:

- рабочее место должно иметь достаточную освещенность;
- рабочее место и взаимное расположение его элементов должны обеспечивать безопасное и удобное техническое обслуживание и чистку;
 - рабочее место, его оборудование и оснащение, применяемые в соответствии с характером работы, должны обеспечивать безопасность, охрану здоровья и работоспособность персонала;
 - насосы, воздуходувки, трубопроводы, арматура, приборы, вспомогательные и другие механизмы и аппаратура размещают таким образом, чтобы к ним был свободный подход в соответствии с действующими нормами;
 - территория имеет оборудованные подъезды и проезды с указательными знаками, Все сооружения в темное время суток должны быть хорошо освещены;
 - взаимное расположение и компоновка рабочих мест должны обеспечивать безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации при аварийной ситуации.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В выпускной квалификационной работе, разрабатывается проект очистных сооружений хозяйственно-бытовых и производственных стоков для предприятия производительностью 2500 м³/сут.

В ходе проектирования был выполнен расчет технологических параметров процессов очистки. На основании технологического расчета, определены размеры и конструкция аппаратов, подобрано насосное оборудование.

В данном разделе выпускной квалификационной работе выполнен расчет производственной мощности очистных сооружений, инвестиционных затрат на их строительство и годовых эксплуатационных затрат, также произведен расчет себестоимости годовой продукции и дана оценка экономической и экологической целесообразности.

4.1. Расчет производственной мощности

Производственная мощность очистных сооружений (М) определяется по основному технологическому оборудованию (биофильтру) и рассчитывается по формуле [35]:

$$M = P_{\text{час}} * T_{\text{эф}} * K_{\text{об}},$$

где $P_{\text{час}}$ - часовая производительность биофильтра, равная 2500 м³/сут;

$T_{\text{эф}}$ – эффективный фонд времени работы оборудования (часы);

$K_{\text{об}}$ – количество однотипного оборудования, установленного в цехе.

Очистные сооружения работают непрерывно в течение всего календарного года, поэтому $T_{\text{эф}} = 365$ дней или 8760 часов.

$$M = 2500 * 8760 * 2 = 43800000 \text{ м}^3 \text{ в год} = 43800 \text{ тыс. м}^3.$$

4.2. Расчет себестоимости годовой продукции по действующему производству

Расчет численности рабочих является базой для расчета и разработки плана по труду и заработной платы.

Различают явочную, штатную и списочную численность работников. Под явочной численностью понимают фактическое число работников, занятых на предприятии в течение суток. Штатная численность больше явочной на число работников, необходимых в непрерывных производствах для подмены неработающих в выходные и праздничные дни [35].

Численность явочная в сутки определяется путем умножения численности явочной в смену на количество смен в сутки и определяется по формуле:

$$\text{Ч}_{\text{яв/сут}} = \text{Ч}_{\text{яв/смен}} * n,$$

где n – число смен в сутки

Численность штатная дополнительно учитывает подмену на выходные дни.

Для сменного персонала:

$$\text{Ч}_{\text{штат}} = \text{Ч}_{\text{яв/сут}} * T_{\text{кал.}} / T_{\text{ном.}}$$

Для дневного персонала:

$$\text{Ч}_{\text{штат}} = \text{Ч}_{\text{яв/сут}}$$

Списочная численность в сутки рассчитывается путем умножения явочной численности в сутки на коэффициент списочного состава:

$$\text{Ч}_{\text{сп/сут}} = \text{Ч}_{\text{я/сут}} * K_{\text{сп}}$$

$$\text{Ч}_{\text{сп/сут}} = 4 * 1,6 = 6 \text{ чел}$$

Расчет численности основных и вспомогательных рабочих представлена в таблице 8.

Таблица 8 - Расчет численности персонала основных и вспомогательных рабочих

Наименование должности	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Штатная численность	Явочная численность		Списочная численность в сутки
				в смену	в сутки	
1	2	3	4	5	6	7
Основные рабочие:						
Оператор очистных сооружений	4	2	5	2	4	6
Оператор блока обеззараживания	4	2	3	1	2	3
Итого основные рабочие	-	4	8	-	6	9
Вспомогательные рабочие:						
Слесарь по оборудованию и КИП	4	2	1	-	1	1
Электромонтер	3	2	1	-	1	1
Лаборант	4	2	3	1	2	3
Уборщик помещения	2	2	1	-	1	1
Водитель	2	2	1	-	1	1
Итого вспомогательные рабочие	-	10	7	-	6	7
Всего рабочих	-	14	15	4	12	16

Расчет численности ИТР и МОП представлена в таблице 9.

Таблица 9 - Расчет численности ИТР и МОП

Должность	Тарифный разряд	Численность штатная	Количество смен в сутки	Штатная численность
Начальник цеха	14	1	1	1
Заведующий химической лабораторией	11	1	1	2
Мастер смены	9	2	1	1
Уборщик территории	3	1	1	1
Итого	-	-	-	5

4.2.1. Расчет баланса эффективного годового времени одного среднесписочного работника

Режим работы основного производства – непрерывный, в 2 смены по 12 часов.

Режим работы ИТР и МОП – односменный, 5 дней в неделю по 8 часов с остановками в выходные и праздничные дни.

- 1) Количество выходных дней в году, ночных смен определяется в соответствии с графиком сменности представлена в таблице 10.

Таблица 10 – График сменности

Смена	Дни									
	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вск	пн	вт	ср
А	4	8/4	8	0	0	12	12	0	4	8/4
Б	12	0	4	8/4	8	0	0	12	12	0
В	0	12	12	0	4	8/4	8	0	0	Г12
Г	8	0	0	12	12	0	4	8/4	8	0

- 2) Номинальный фонд рассчитывается по разности между количеством календарных дней и количеством выходных и праздничных дней:

$$T_n = 365 - 118 = 247 \text{ дней}$$

- 3) Эффективный фонд рабочего времени рассчитывается как разность между номинальным фондом рабочего времени и всеми выходными:

$$T_{\text{эф}} = 247 - 28 = 219 \text{ дней}$$

- 4) Коэффициент списочного состава определяется делением календарного времени на эффективный фонд рабочего времени:

Для расчета численности применяется коэффициент равный 1,6. Разница между коэффициентами оформляется внутренним совместительством с установлением до премирования.

$$K_{\text{сп}} = 365 / 219 = 1,6$$

Таблица 11 - Баланс эффективного времени одного среднесписочного работника

№	Показатели	Дни	Часы
1.	Календарный фонд рабочего времени	365	(8760)
2.	Нерабочие дни:	118	2832
	- выходные	104	2496
	- праздничные	14	336
3.	Номинальный фонд рабочего времени ($T_{ном}$)	247	1976
4.	Планируемые невыходы:	28	224
	- очередные и дополнительные отпуска	20	160
	- невыходы по болезни	7	56
	- отпуск в связи с учебой без отрыва от производства	1	4
	- выполнение гос. обязанностей	-	-
5.	Эффективный фонд рабочего времени ($T_{эф}$)	219	1752
6.	Коэффициент списочного состава работника	219	-

5.2.2. Расчет годового фонда зарплаты основных рабочих, вспомогательных рабочих, ИТР и МОП.

Расчет производится на основании их окладов согласно штатному расписанию [35].

- 1) Общий фонд заработной платы рабочих за год, рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{год}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}},$$

где $З_{\text{осн}}$ – основной фонд заработной платы рабочих, тыс.руб;

$З_{\text{доп}}$ – дополнительный фонд заработной платы рабочих, тыс.руб.

- 2) Основной фонд заработной платы для рабочих повременников:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{тар}} + П_{\text{р}} + Д_{\text{н.вр}} + Д_{\text{пр.дни}} + Д_{\text{бриг}},$$

где $З_{\text{тар}}$ – тарифный фонд заработной платы, тыс.руб.;

$П_{\text{р}}$ – оплата премий, тыс.руб.;

$Д_{\text{н.вр}}$ – доплата за работу в ночное время, тыс.руб.;

$Д_{\text{пр.дни}}$ – доплата за работу в праздничные дни, тыс.руб.;

$Д_{\text{бриг}}$ – доплата не освобожденным бригадирам, тыс.руб., не применяется в данных профессиях, $Д_{\text{бриг}} = 0$.

- 3) Тарифный фонд заработной платы:

$$З_{\text{тар}} = \sum Ч_{\text{сп}} * Т_{\text{ст}} * Т_{\text{эф.раб}},$$

где $Ч_{\text{сп}}$ – списочная численность рабочих данного разряда, чел.;

$Т_{\text{ст}}$ – дневная тарифная ставка данного разряда, тыс.руб.;

- 4) Дополнительная заработная плата:

$$З_{\text{доп}} = (Д_{\text{н}} * З_{\text{осн}}) / Т_{\text{эф.раб}},$$

где $Д_{\text{н}}$ – количество дней невыхода на работу по планируемым причинам (отпуск).

5.2.2.1. Фонд заработной платы основных рабочих.

График работы – сменный, продолжительность смены – 12 часов, без перерыва для отдыха и питания, выходные дни по скользящему графику.

$$Ч_{\text{сп}} = 9 \text{ чел.};$$

$$Т_{\text{ст}} = 8500/165,45 = 51,37 \text{ руб.},$$

где 8750 руб. – оклад основного рабочего;

165,45 руб. коэффициент по балансу рабочего времени, исходные данные предприятия.

Так как данный персонал работает по сменному графику, то

$$T_{\text{эф.раб}} = 2184 \text{ часов/год}$$

$$З_{\text{тар.}} = 9 * 51,37 * 2184 = 1009,73 \text{ тыс.руб./ год}$$

По отношению к тарифному фонду заработной платы доплата за работу в ночное время составляет 40%.

$$Д_{\text{н.вр.}} = 51,37 * 40/100 * 2920 = 60,000 \text{ тыс.руб./год}$$

где 2920 часов/год – количество ночных часов;

$$Д_{\text{пр.дни}} = 51,37 * 336 = 17,260 \text{ тыс.руб./год}$$

Размер премии принимаем равной 30% от тарифного фонда заработной платы:

$$П_p = (З_{\text{тар}} + Д_{\text{н.вр.}}) * 30/100 = (1009,73 + 60,000) * 0,3 = 320,919 \text{ тыс.руб./год}$$

$$З_{\text{осн}} = 1009,73 + 320,919 + 60,000 + 17,260 = 1407,91 \text{ тыс.руб./год}$$

$$З_{\text{доп}} = (28 * 1407,91) / 2184 = 18,05 \text{ тыс.руб./год}$$

$$З_{\text{год}} = 1407,91 + 18,05 = 1425,96 \text{ тыс.руб./год}$$

Районный коэффициент для Томской области - 1,3.

$$З_{\text{год}} = 1425,96 * 1,3 = 1853,75 \text{ тыс.руб./год}$$

Отчисления на социальные нужды на зарплату – 30 % от $З_{\text{год}}$.

Отчисления на соц.нужды:

$$1425,96 * 30/100 = 427,79 \text{ руб./год}$$

Фонд заработной платы вспомогательных рабочих.

5.2.2.2. Фонд заработной платы вспомогательных рабочих.

График работы – сменный, продолжительность смены – 12 часов, без перерыва для отдыха и питания, выходные дни по скользящему графику.

$$Ч_{\text{сп}} = 7 \text{ чел.};$$

$$T_{\text{ст}} = 7050 / 165,45 = 42,61 \text{ руб.},$$

где 7050 руб. – оклад вспомогательного рабочего;

165,45 руб. – коэффициент по балансу рабочего времени, исходные данные предприятия;

Так как данный персонал работает по сменному графику, то

$$T_{\text{эф.раб}} = 2184 \text{ часа}$$

$$Z_{\text{тар.}} = 7 * 42,61 * 2184 = 651,421 \text{ тыс.руб./год}$$

По отношению к тарифному фонду заработной платы доплата за работу в ночное время составляет 40%.

$$D_{\text{н.вр.}} = 42,61 * 40/100 * 2920 = 49,77 \text{ тыс.руб./год}$$

где 2920 часов/год – количество ночных часов;

$$D_{\text{пр.дни}} = 42,61 * 336 = 14,31 \text{ тыс.руб./год}$$

Размер премии принимаем равной 30% от тарифного фонда заработной платы:

$$P_p = (Z_{\text{тар.}} + D_{\text{н.вр.}}) * 30/100 = (651,421 + 49,77) * 0,3 = 210,36 \text{ тыс.руб./год}$$

$$Z_{\text{осн}} = 651,421 + 210,36 + 49,77 + 14,31 = 925,861 \text{ тыс.руб./год}$$

$$Z_{\text{доп}} = (28 * 925,861) / 2184 = 12 \text{ тыс.руб./год}$$

$$Z_{\text{год}} = 925,861 + 12 = 937,86 \text{ тыс.руб./год}$$

Районный коэффициент для Томской области – 1,3.

$$Z_{\text{год}} = 937,86 * 1,3 = 1219,22 \text{ тыс.руб./год}$$

Отчисления на социальные нужды на зарплату – 30% от $Z_{\text{год}}$.

Отчисления на социальные нужды:

$$937,86 * 30/100 = 281,36 \text{ тыс.руб./год}$$

5.2.2.3. Фонд заработной платы ИТР и МОП

- Фонд заработной платы по должности начальника цеха

График работы односменный, пятидневная рабочая неделя, продолжительность ежедневной работы 8 часов, перерыв для отдыха и питания 1 час, выходные – суббота, воскресенье.

$$Ч_{\text{сп}} = 1 \text{ чел.};$$

$$T_{\text{ст}} = 22425 / 165,45 = 135,54 \text{ руб.},$$

где 22425 руб. – оклад начальника цеха;

165,45 руб. – коэффициент по балансу рабочего времени, исходные данные предприятия;

Так как данный персонал работает посменно, то $T_{\text{эф.раб}} = 1752$ часа

$$Z_{\text{тар.}} = 1 * 135,54 * 1752 = 237,466 \text{ тыс.руб./год}$$

Размер премии принимаем равной 30% от тарифного фонда заработной платы:

$$P_p = Z_{\text{тар}} * 30/100 = 237,466 * 0,3 = 71,24 \text{ тыс.руб./год}$$

$$Z_{\text{осн}} = 237,466 + 71,24 = 308,706 \text{ тыс.руб./год}$$

$$Z_{\text{доп}} = (28 * 308,706) / 1752 = 4,93 \text{ тыс.руб./год}$$

$$Z_{\text{год}} = 308,706 + 4,93 = 313,636 \text{ тыс.руб./год}$$

Районный коэффициент для Томской области – 1,3.

$$Z_{\text{год}} = 313,636 * 1,3 = 407,727 \text{ тыс.руб./год}$$

Отчисления на социальные нужды на зарплату – 30% от $Z_{\text{год}}$.

Отчисления на социальные нужды:

$$313,636 * 30/100 = 94,091 \text{ тыс.руб./год}$$

- Фонд заработной платы по должности заведующий химической лабораторией.

График работы односменный, пятидневная рабочая неделя, продолжительность ежедневной работы 8 часов, перерыв для отдыха и питания 1 час, выходные – суббота, воскресенье.

$$Ч_{\text{сп}} = 1 \text{ чел.};$$

$$T_{\text{ст}} = 10125 / 165,45 = 61,20 \text{ руб.},$$

где 10125. – оклад заместителя начальника цеха;

165,45 руб. – коэффициент по балансу рабочего времени, исходные данные предприятия;

Так как данный персонал работает по односменному графику, то

$$T_{\text{эф.раб}} = 1752 \text{ часа}$$

$$Z_{\text{тар.}} = 1 * 61,20 * 1752 = 107,222 \text{ тыс.руб./год}$$

Размер премии принимаем равной 30% от тарифного фонда заработной платы:

$$P_p = Z_{\text{тар}} * 30/100 = 107,222 * 0,3 = 32,167 \text{ тыс.руб./год}$$

$$Z_{\text{осн}} = 107,222 + 32,167 = 139,39 \text{ тыс.руб./год}$$

$$З_{\text{доп}} = (28 \cdot 139,39) / 1752 = 2,23 \text{ тыс.руб./год}$$

$$З_{\text{год}} = 139,39 + 2,23 = 141,62 \text{ тыс.руб./год}$$

Районный коэффициент для Томской области – 1,3

$$З_{\text{год}} = 141,62 \cdot 1,3 = 184,106 \text{ тыс.руб./год}$$

Отчисления на социальные нужды на зарплату – 30% от $З_{\text{год}}$.

Отчисления на социальные нужды:

$$141,62 \cdot 30 / 100 = 42,49 \text{ тыс.руб./год}$$

- Фонд заработной платы по должности мастер смены

График работы - сменный, продолжительность смены – 12 часов, без перерыва для отдыха и питания, выходные дни по скользящему графику.

$$Ч_{\text{сп}} = 2 \text{ чел.};$$

$$Т_{\text{ст}} = 9800 / 165,45 = 59,23 \text{ руб.},$$

где 9800 руб. – оклад мастера смены;

165,45 руб. – коэффициент по балансу рабочего времени, исходные данные предприятия;

Так как данный персонал работает по сменному графику, то $Т_{\text{эф.раб}} = 2184$ часа

$$З_{\text{тар.}} = 2 \cdot 59,23 \cdot 2184 = 258,717 \text{ тыс.руб./год}$$

По отношению к тарифному фонду заработной платы доплата за работу в ночное время составляет 40%.

$$Д_{\text{н.вр.}} = 59,23 \cdot 40 / 100 \cdot 2920 = 69,180 \text{ тыс.руб./год}$$

где 2920 часов/год – количество ночных часов;

$$Д_{\text{пр.дни}} = 59,23 \cdot 336 = 19,901 \text{ тыс.руб./год}$$

Размер премии принимаем равной 30% от тарифного фонда заработной платы:

$$П_{\text{р}} = (З_{\text{тар.}} + Д_{\text{н.вр.}}) \cdot 30 / 100 = (258,717 + 69,180) \cdot 0,3 = 98,369 \text{ тыс.руб./год}$$

$$З_{\text{осн}} = 258,717 + 98,369 + 69,180 + 19,901 = 446,167 \text{ тыс.руб./год}$$

$$З_{\text{доп}} = (28 \cdot 446,167) / 2184 = 5,72 \text{ тыс.руб./год}$$

$$З_{\text{год}} = 446,167 + 5,72 = 451,89 \text{ тыс.руб./год}$$

Районный коэффициент для Томской области – 1,3

$$З_{\text{год}} = 451,89 * 1,3 = 587,46 \text{ тыс.руб./год}$$

Отчисления на социальные нужды на зарплату – 30% от $З_{\text{год}}$.

Отчисления на социальные нужды:

$$451,89 * 30/100 = 135,57 \text{ тыс.руб./год.}$$

- Фонд заработной платы по должности уборщик территорий

График работы односменный, пятидневная рабочая неделя, продолжительность ежедневной работы 8 часов, перерыв для отдыха и питания 1 час, выходные – суббота, воскресенье.

$$Ч_{\text{сп}} = 1 \text{ чел.};$$

$$Т_{\text{ст}} = 4930/165,45 = 29,80 \text{ руб.},$$

где 4930 руб. – оклад кладовщика;

165,45 руб. – коэффициент по балансу рабочего времени, исходные данные предприятия;

Так как данный персонал работает по сменно, то $Т_{\text{эф.раб}} = 1752$ часа

$$З_{\text{тар.}} = 1 * 29,80 * 1752 = 52,209 \text{ тыс.руб./год}$$

Размер премии принимаем равной 30% от тарифного фонда заработной платы:

$$П_{\text{р}} = З_{\text{тар}} * 30/100 = 52,209 * 0,3 = 15,66 \text{ тыс.руб./год}$$

$$З_{\text{осн}} = 52,209 + 15,66 = 67,87 \text{ тыс.руб./год}$$

$$З_{\text{доп}} = (28 * 67,87) / 1752 = 1,08 \text{ тыс.руб./год}$$

$$З_{\text{год}} = 67,87 + 1,08 = 68,95 \text{ тыс.руб./год}$$

Районный коэффициент для Томской области – 1,3

$$З_{\text{год}} = 68,95 * 1,3 = 89,64 \text{ тыс.руб./год}$$

Отчисления на социальные нужды на зарплату – 30 % от $З_{\text{год}}$.

Отчисления на социальные нужды:

$$68,95 * 30/100 = 20,66 \text{ тыс.руб./год}$$

Таблица 12- Фонд заработной платы основных рабочих, вспомогательных рабочих, ИТР и МОП

№ п/п	Наименование	Годовой фонд заработной платы, тыс.руб.	Отчисления на социальные нужды, тыс.руб.
1	Основные рабочие	1853,75	427,79
2	Вспомогательные рабочие	1219,22	281,36
3	ИТР и МОП	1268,933	292,811
Итого		4341,903	1001,96

4.3. Расчет затрат на производства продукции

4.3.1. Расчет годовой потребности в электроэнергии

Расход электроэнергии на технологические цели определяем по формуле [35]:

$$P_3 = N \cdot T_{\text{раб}} / \eta_{\text{дв}} * \eta_{\text{сети}}$$

где P_3 – годовой расход электроэнергии, кВт*ч/год;

N – установленная мощность энергопотребителя, кВт;

$\eta_{\text{дв}}$ – КПД двигателя, принимаем 0,9;

$\eta_{\text{сети}}$ – КПД сети, принимаем 0,98;

$T_{\text{раб}}$ – время работы станции биологической очистки, час.

Расчет годового расхода электроэнергии представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет потребности электроэнергии

Наименование оборудования	Количество	Установленная мощность энергопотребления, кВт	Эффективный фонд времени оборудования, час	Суммарно-потребляемая электроэнергия, кВт*ч
Решетка	1	0,75	8760	7448,98
Песколовка горизонтальная	1	2,25	8760	22346,94
Насосная станция	1	200	8760	1986394,56
Установка обеззараживания	1	2,25	8760	22346,94
Воздуходувки	1	310	8760	3078911,56

Итого учтенного оборудования:	5	-	8760	5117448,98
Неучтенное оборудование (15% от учтенного оборудования)	-	-	-	767617,35
ИТОГО:	-	-	-	5885066,33

Затраты на электроэнергию находятся по формуле:

$$З_э = 5885066,33 * 2,7 = 15889,68 \text{ тыс.руб.}$$

4.3.2. Расчет амортизационных отчислений

- 1) Капитальные затраты на строительство зданий определяем по приближенной формуле [35]:

$$З_k = V * C_v$$

где V – общий объем здания, м^3 ;

C_v – стоимость 1м^3 промышленного и административно-хозяйственного здания и бытовых помещений с учетом стоимости внутренних санитарно-технических и электротехнических работ, принимаем равным 3000 руб./м^3 .

Имеется два здания, здание очистных сооружений и здание обеззараживания.

Объем каждого здания, определяем по формуле:

$$V_{зд} = L * S * H$$

где L – длина здания; S – ширина здания; H – высота здания.

Для здания очистных сооружений: $L = 50\text{м}$; $S = 20\text{м}$; $H = 9\text{м}$

$$V_{\text{оч.соор.}} = 50 * 20 * 9 = 9000 \text{ м}^3$$

$$K_{\text{оч.соор.}} = 9000 * 3000 = 27000 \text{ 000 руб}$$

Для здания обеззараживания: $L = 20\text{м}$; $S = 15\text{м}$; $H = 9\text{м}$.

$$V_{\text{хлор.уст}} = 20 * 15 * 9 = 2700 \text{ м}^3$$

$$K_{\text{хлор.уст}} = 2700 * 3000 = 8100 \text{ 000 руб.}$$

Общая сумма капитальных вложений на здания составит:

$$48600 \text{ 000} + 8100 \text{ 000} = 56700 \text{ тыс. руб.}$$

Расчет капитальных вложений на строительство зданий представлен в таблице 14.

Таблица 14 - Расчет капитальных вложений в строительство зданий

Наименование строительного объекта	Объем, м ³	Стоимость 1 м ³	Сметная стоимость, тыс.руб.	Амортизационные отчисления	
				Норма, %	Сумма, тыс. руб.
Здание очистных сооружений	9000	3000	27000,00	2,5	675000,0
Здание обеззараживания	2700	3000	8100,00	1,7	137700,0
Итого зданий	11700	-	35100,00	-	812700,0
Сооружения – КНС 200 % от стоимости зданий	-	-	70200,0	5,2	3650400,0
Внутриплощадочные сети, 20 % от стоимости зданий	-	-	7020,0	4,2	294840,0
Наружные сети канализации, 1,5 % от стоимости зданий	-	-	526,5	4,2	22113,0
Итого сооружений	-	-	77746,5	-	3967353,0
Итого стоимость зданий и сооружений	-	-	112846,5	-	4780053,0

4.3.3. Определение стоимости оборудования

В таблице 15 представлен расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений на оборудование.

Таблица 15 - Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений на оборудование

Таблица 15. Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений на оборудование					
Наименование оборудование	Количество	Стоимость, тыс.руб.		Амортизационные отчисления	
		Ед.	Общая	Норма, %	Стоимость, тыс.руб.
Станция механической очистки					
Решетка с ручным удалением отбросов	1	750,17	750,17	20	150,03
Песколовка горизонтальная	1	40,25	40,25	20	8,05
Двухъярусный первичный отстойник	4	1178,80	4715,2	20	943,04
ИТОГО по БМО:	6	1969,22	5505,62	20	1101,12
Станция биологической очистки					
Высоконагружаемый биофильтр	2	1131,78	2263,56	20	452,71
Вторичный отстойник	6	1112,50	6675,00	20	1335,00
Установка обеззараживания	1	2189,74	2189,74	20	437,95
ИТОГО по ББО:	9	4434,02	11128,3	20	2225,66
ИТОГО:	15	6403,24	16633,92	20	3326,78
Неучтенное оборудование, строительство, монтаж (28,5 % от общей стоимости)	-	1824,92	4740,66	20	948,13
Итого по очистным сооружениям	-	8228,16	21374,58	20	4274,92

Сводная смета по капитальным вложениям представлена в таблице 16.

Таблица 16 - Расчет стоимости основных фондов

Наименование затрат	Сумма, тыс.руб.	Амортизация	
		Норма, %	Сумма, тыс.руб.
Здания и сооружения	112846,5	20	4780,05
Оборудование	21374,58	20	4274,92
Итого стоимость основных фондов (ОФ):	134221,08	20	9054,97
- Расходы по проектированию (2 % от стоимости ОФ)	2684,42	20	181,09
-Пуско - наладочные работ (4 % от стоимости ОФ)	5368,84	20	362,20
-Неучтенные затраты (2 % от стоимости ОФ)	2684,42	20	181,09
Всего капитальные вложения:	144958,76	20	2899,18

4.3.4. Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Амортизация оборудования и транспортных средств, инструмента берется из таблицы 7 начисления амортизации [35].

Затраты на эксплуатацию оборудования принимаем в размере 2% от общей первоначальной стоимости данных групп основных фондов.

$$16633,92 * 2 / 100 = 332,68 \text{ руб.}$$

Текущий ремонт принимаем в размере 5% от общей первоначальной стоимости данных групп основных фондов, первоначальная стоимость определяется из таблицы 8 начисления амортизации.

$$16633,92 * 5 / 100 = 816,70 \text{ руб.}$$

Таблица 17 - Смета затрат на содержание, эксплуатацию и ремонт оборудования (РСЭО)

№ п/п	Наименование расходов	Сумма тыс.руб.
1	Амортизация оборудования	4274,92
2	Эксплуатация и содержание оборудования:	332,68
	- заработная плата вспомогательных рабочих	1219,22
	-отчисления на социальные нужды вспомогательных рабочих (30% от ЗП)	281,36
Итого по пункту 2:		1833,26
3	Текущий ремонт оборудования: -вспомогательные материалы, запчасти, услуги цехов по ремонту (5 % от стоимости оборудования)	816,70
4	Капитальный ремонт оборудования (10% от стоимости оборудования)	1663,39
Всего по смете		8588,29
5	Неучтенные затраты (10% от учтенных затрат)	858,83
Всего		9447,12

4.3.5. Расчет накладных расходов

Смета накладных расходов рассчитывается на годовой объем очищаемой сточной вод и представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Смета накладных расходов

№	Наименование расходов	Сумма, тыс.руб.
1	Заработная плата ИТР	1179,29
	Отчисления на социальные нужды ИТР	272,151
2	Заработная плата МОП	89,64
	Отчисления на социальные нужды МОП	20,66
Итого:		1561,74
3	Амортизация зданий и сооружений	4780,05
4	Содержание и ремонт зданий и сооружений (16,85% от стоимости зданий и сооружений)	805,44
ИТОГО:		7147,23
5	Неучтенные затраты (10% от учтенных затрат)	714,72
Всего накладных расходов		7861,95

На основе предыдущих расчетов составлена проектная калькуляция годовых эксплуатационных затрат и себестоимости очистки 1м³.

Таблица 19 – Проектная калькуляция себестоимости очистки. Годовой объем очищенных сточных вод 912,5 тыс. м³/год

№	Статьи затрат	Ед.изм.	Затраты на единицу готовой продукции	Затраты на весь объем, 43800 тыс.м ³
1.	Электроэнергия	тыс.руб.	0,36	15889,68
2.	Заработная плата основных рабочих	тыс.руб.	0,04	1853,75
2.1.	Отчисления в социальные нужды основных рабочих (30 % от ЗП)	тыс.руб.	0,01	427,79
Итого	-	тыс.руб.	0,41	18171,22
3.	Амортизация зданий и сооружений	тыс.руб.	0,11	4780,05
4.	РСЭО:			
4.1.	Амортизация оборудования	тыс.руб.	0,1	4274,92
4.2.	Эксплуатация и содержание оборудования	тыс.руб.	0,04	1833,26
4.3.	Заработная плата вспомогательных рабочих	тыс.руб.	0,03	1219,22
4.4.	Отчисления в социальные нужды вспомогательных рабочих (30 % от ЗП)	тыс.руб.	0,006	281,36
4.5.	Текущий ремонт оборудования	тыс.руб.	0,02	816,70
4.6.	Капитальный ремонт оборудования	тыс.руб.	0,04	1663,39
5.	Заработная плата ИТР+МОП	тыс.руб.	0,02	1268,58
5.1.	Отчисления на социальные нужды ИТР+МОП (30 %)	тыс.руб.	0,007	292,811
Итого:		тыс.руб.	0,79	34601,511

6.	Неучтенные затраты (10% от учтенных затрат)	тыс.руб.	0,08	3460,15
Итого полная себестоимость	-	тыс.руб.	2,063	38061,66

Таким образом, на 1м³ очищенной воды эксплуатационные затраты будут составлять 0,869 руб.

4.4. Определение технико-экономических показателей

Таблица 20 – Техничко-экономические показатели

Наименование показателя	Ед.изм.	Величина показателя
Объем производства	м ³	912500
Производственная мощность	тыс.м ³	43800
Стоимость электроэнергии, затрачиваемой на весь объем	тыс.руб.	15889,68
Капитальные вложения	тыс.руб.	144958,76
Удельные капитальные вложения	тыс.руб./м ³	0,06
Стоимость основных фондов	тыс.руб.	9054,97
Численность персонала	чел	21
В т.ч. основных рабочих	чел	9

4.5. Плата за размещение отходов производства

Сточные воды содержат грубоволокнистые примеси, песок различной крупности, загрязнения органического и минерального состава, бактериальные загрязнения.

В процессе очистки сточной воды на очистных сооружениях образуются:

- твердые бытовые отходы, такие как (текстиль, бумага, пищевые отходы и т.д.), задержанные решетками блока механической очистки (отходы 4 класса опасности);
- песок и минеральные частицы, крупностью до 2 мм, уловленные песколовкой (отходы 4 класса опасности);
- избыточный активный ил (отходы 4 класса опасности).

Количество ежегодно образующихся отходов (m) определяем по формуле:

$$m = V * \rho * T_{\text{дни}} / 1000$$

где ρ – плотность отходов, г/см³;

V – суточный объем образующихся отходов, л/сут. (расчет выполнен в разделе «Материальный баланс»);

T_{дни} – количество дней в году.

Твердые бытовые отходы от решеток образуются в количестве 73 м³/год.

Плотность отходов составляет 0,75 г/см³, влажность W = 80%

$$m = 73 * 0,75 * 365 / 1000 = 19,98 \text{ т/год}$$

Песок на песколовках улавливается в количестве 66 м³/год. Плотность песка составляет 1,5 г/см³, влажность W = 60%.

$$m = 66 * 1,5 * 365 / 1000 = 36,14 \text{ т/год}$$

В процессе накопления твердые отходы, вывозятся на полигон твердых бытовых отходов.

Песок, уловленный на сооружениях, удаляется на песковую площадку для подсушивания.

Шлам от первичного двухъярусного отстойника улавливается в количестве 240,71 м³/год. Плотность шлама составляет 1,15 кг/см³.

$$m = 240,71 * 1,15 * 365 / 1000 = 101,04 \text{ т/год}$$

Таблица 21 - Количество образующихся отходов

Отходы	Суточное количество воды, л/сут	Годовое количество отходов	
		м ³ /год.	т/год.
Твердые бытовые отходы, снимаемые с решеток $\rho = 0,75 \text{ г/см}^3$, $W = 80\%$	2500	73	19,98
Песок, улавливаемый песколовками $W = 60\%$, $\rho = 1,8 \text{ г/см}^3$	2500	66	36,14
Шлам (осадок) $W = 90\%$, $\rho = 1,15 \text{ кг/см}^3$	2500	240,71	101,04
Стоки, $W = 100\%$	2500	912500	912500

Таблица 22- Плата за отходы

Наименование	Класс опасности	Количество т/год	Стоимость отходов, руб/т	Размер платы за год, тыс. руб
Шлам	4	276,8	450	124,56
Стоки	2	912500	180	164250

Находим размер платы за год:

$$276,8 * 450 = 124,56 \text{ тыс.руб/год}$$

$$912500 * 180 = 164250 \text{ тыс.руб/год}$$

$$124,56 + 164250 = 164374,56 \text{ тыс.руб/год}$$

Вывод:

Определены инвестиционные издержки на создание станции мощностью 912, 5 тыс. м³/год, которые составляют около 145 млн.руб. Рассчитаны годовые эксплуатационные затраты, составляющие около 38 млн.руб. В пересчете на 1м³ очищенной воды эксплуатационные затраты равны 0,869 руб. Размер платежей за складирование и утилизацию отходов составил 24912 тыс.руб. в год.