

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка проекта сооружений доочистки и дезинфекции сточных вод на ООО «ВодСнаб» г. Юрги

УДК 628.31/.35(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г81	Шарыпова Антонина Олеговна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Лизунков В.Г.	к.пед.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Деменкова Л.Г.	к.пед.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП 20.03.01 «Техносферная безопасность»	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2022 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП
НАПРАВЛЕНИЯ 20.03.01 – «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.
ОПК(У)-2	Способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов профессиональной деятельности
ОПК(У)-3	Способность ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности
ОПК(У)-4	Способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды
ОПК(У)-5	Готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей
ПК(У)-6	Способность принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты
ПК(У)-7	Способность организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты
ПК(У)-8	Способность выполнять работы по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих
ПК(У)-9	Готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики
ПК(У)-10	Способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
ПК(У)-11	Способность организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды
ПК(У)-12	Способность применять действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения безопасности объектов защиты

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

Институт: Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ С.А. Солодский
« ____ » _____ 2022 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студенту:

Группа	ФИО
17Г81	Шарыповой Антонине Олеговне

Тема работы:

Разработка проекта сооружений доочистки и дезинфекции сточных вод на ООО «ВодСнаб» г. Юрги	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 02.02.2022 г. № 33-42/С

Срок сдачи студентами выполненной работы:	15.06.2022 г.
---	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе:	Схема очистки воды представлена в виде механической и биологической очистки. Средний расход сточных вод $600000 \text{ м}^3/\text{сут} = 694 \text{ л/с}$. БПК _{полн} сточных вод после биологической очистки $L_1 = 10 \text{ мг/л}$, необходимая степень очистки сточных вод перед сбросом в реку Томь, относящуюся к 1 категории хозяйственно-питьевого водопользования, $L_2 = 3 \text{ мг/л}$.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов:	1. Изучить нормативные документы в области охраны водных ресурсов, нормативно-допустимый сброс (НДС) загрязняющих веществ, микроорганизмов. 2. Изучить структуру, организацию работы и схему очистки на предприятии ООО «ВодСнаб» г.Юрги. 3. Рассчитать параметры сооружений доочистки и дезинфекции. 4. Рассчитать ущерб от аварийных сбросов сточных вод в реку Томь и экономические затраты на внедрение нового оборудования.

Перечень графического материала: (с точным указанием обязательных чертежей)	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г., к.пед.н.
Социальная ответственность	Деменкова Л.Г., к.пед.н.
Нормоконтроль	Мальчик А.Г., к.т.н.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2022 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель/ консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г81	Шарыпова А.О.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 71 страницу, 2 рисунка, 5 таблиц, 50 источников, 6 приложений.

Ключевые слова: ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, ДЕЗИНФЕКЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД, ВОДООТВЕДЕНИЕ, УСТОЙЧИВОСТЬ ОБЪЕКТА ЭКОНОМИКИ, ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.

Объектом исследования является ООО «ВодСнаб» г.Юрги.

Цель работы – разработка проекта сооружений доочистки и дезинфекции сточных вод на ООО «ВодСнаб» г. Юрги.

В работе проведен анализ литературных и нормативных источников в области охраны водных ресурсов, водоснабжения и водоотведения и нормативно-допустимых сбросов веществ и микроорганизмов, дана характеристика очистных сооружений канализации г. Юрги, рассчитаны параметры сооружений доочистки, параметры хлораторной станции, озонаторной установки и УФ-установки, выбран наиболее оптимальный вариант дезинфекции сточных вод.

Abstract

The final qualifying work contains 71 pages, 2 figures, 5 tables, 50 sources, 6 appendices.

Keywords: WASTEWATER TREATMENT, DISINFECTION OF WASTEWATER, WASTEWATER DISPOSAL, SUSTAINABILITY OF THE ECONOMIC OBJECT, PROTECTION OF WATER RESOURCES.

The object of the study is LLC «VodSnab» of the city of Jurgi.

The purpose of the work is to develop a project for wastewater treatment and disinfection facilities at VodSnab LLC in Yurga.

The paper analyzes the literature and regulatory sources in the field of water resources protection, water supply and sanitation, and regulatory permissible discharges of substances and microorganisms, characterizes the sewage treatment facilities of the city of Jurga, calculates the parameters of post-treatment facilities, parameters of a chlorination plant, an ozonation plant and a UV installation, and selects the most optimal option for disinfection of wastewater.

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе были использованы следующие нормативные ссылки:

СП 13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения

ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния
и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов

ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы

ГОСТ 12.4.002-97 Средства индивидуальной защиты рук от вибрации

ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности

ГОСТ Р 50571.2-94 Электроустановки зданий. Основные положения

ГОСТ 12.1.007–76. Вредные вещества. Классификация и общие
требования безопасности

ГОСТ 12.4.002-97 ССБТ Средства индивидуальной защиты рук от
вибрации

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к
воздуху рабочей зоны

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному,
искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий

ФЗ от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении»

Список условных сокращений

СНиП – строительные нормы и правила

ПДК – предельно-допустимая концентрация

ПУФ – повышение устойчивости функционирования

НС – насосная станция

ЧС – чрезвычайная ситуация

АСДНР – аварийно-спасательные и другие неотложные работы

МУ – методические указания

УФ – ультрафиолет

АДС – аварийно-диспетчерская служба.

Содержание

Введение	10
1 Обзор литературы	11
1.1 Экологическая проблема загрязнения сточными водами	11
1.2 Нормативно-правовая база	12
1.3 Понятие сточных вод	15
1.4 Методы очистки сточных вод	16
1.4.1 Механические методы	17
1.4.2 Физико-химические методы	18
1.4.3 Биологические методы	20
1.4.4 Обеззараживание	20
2 Описание предприятия	24
2.1 Механические методы очистки сточных вод на предприятии ООО «ВодСнаб» г. Юрги	25
2.1.1 Отделение решеток	25
2.1.2 Песколовки	26
2.1.3 Первичные отстойники	27
2.2 Биологическая очистка	30
3 Расчет сооружений доочистки и дезинфекции	34
3.1 Расчет сооружений доочистки	34
3.2 Расчет сооружений хлорирования	39
3.3 Расчет озонаторной установки	41
3.4 Расчет УФ-установки	43
3.5 Выводы по разделу	43
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	45
4.1 Расчет экономического ущерба окружающей среде	45
4.2 Расчет экономического ущерба от инфекционных заболеваний	46

4.3 Подбор оборудования	50
5 Социальная ответственность	52
5.1 Описание рабочего места оператора хлораторной установки	52
5.2 Анализ вредных факторов	52
5.2.1 Повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны	52
5.2.2 Повышенный уровень шума и вибрации	53
5.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны	55
5.3 Анализ опасных факторов	58
5.3.1 Химическое воздействие на организм человека растворов и веществ, содержащих хлор	58
5.3.2 Электрический ток	59
5.4 Охрана окружающей среды	60
5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях	61
5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	62
5.7 Выводы по разделу «Социальная ответственность»	63
Заключение	64
Список использованных источников литературы	66
Приложение А	72
Приложение Б	73
Приложение В	74
Приложение Г	75
Приложение Д	76
Приложение Е	77

Введение

Рост численности населения, стремительное развитие промышленности, непрерывная добыча природных ресурсов существенно отражаются на качестве окружающей среды, в частности, водной оболочки Земли. Водные ресурсы являются одними из самых важных, а пресная вода, на долю которой приходится всего лишь 2,5% необходима для жизни человека.

Гидросфера как глобальная экосистема Земли играет двоякую роль. Во-первых, она обеспечивает самые разнообразные потребности человечества в воде, в том числе питьевые, а во-вторых, является основным приемником большей части жидких отходов, образующихся в процессе деятельности человека. Вследствие этого во многих регионах мира, а также России, наблюдается постепенная деградация источников водоснабжения, связанная с их антропогенным загрязнением.

Цель данной работы – разработка проекта сооружений доочистки и дезинфекции сточных вод на ООО «ВодСнаб» г. Юрги.

Задачи:

- изучить нормативные документы в области охраны водных ресурсов, нормативно-допустимый сброс (НДС) загрязняющих веществ, микроорганизмов;
- изучить структуру, организацию работы и схему очистки на предприятии ООО «ВодСнаб» г.Юрги;
- рассчитать параметры сооружений доочистки и дезинфекции;
- рассчитать ущерб от аварийных сбросов сточных вод в реку Томь и экономические затраты на внедрение нового оборудования.

1 Обзор литературы

1.1 Экологические проблемы загрязнения сточными водами

Основными параметрами, по которым оценивают качество воды – это содержание и количество солей, концентрация химических элементов и их соединений, биологическая потребность в кислороде БПК, а также водородный показатель pH. Установлено, что один кубический метр сточных вод, прошедших недостаточную очистку, приводит в непригодность для использования от 10 до 50 м³ поверхностных вод, а один кубический метр сельскохозяйственных стоков до 1000 м³.

В результате загрязнения поверхностных вод, являющихся источником водоснабжения населенных пунктов, предприятий, сельхозугодий, происходит значительное снижение качества подаваемой воды, что может являться первичным фактором ухудшения здоровья людей. Негативными последствиями могут стать возросший уровень инфекционных и вирусных заболеваний, повышенная степень канцерогенных и мутагенных факторов.

Сточные воды городов, производственных предприятий, животноводческих комплексов и ферм, а также транспорт, энергетика являются основными факторами загрязнения поверхностных вод. Стоки перечисленных объектов содержат тяжелые металлы, биогены, пестициды, нефтепродукты, фенолы, радионуклиды, поверхностно-активных веществ и др. В результате изменяются физические и органолептические свойства воды, химический состав, биохимический режим водоемов, состав микроорганизмов. Критически снижается или, наоборот, повышается биопродуктивность водоёма, нарушая тем самым его экологию. Появляется опасность поступления токсичных веществ по таким трофическим цепям: вода – человек; вода – животные – человек; вода – почва – растение – человек; вода – почва – растение – животные – человек.

Загрязнение сточными водами часто делает природные водоёмы непригодными для культурно-бытовых (питья, купания, спорта) и технических целей. Особый риск они представляют для рыб, птиц и других животных и организмов, чьё существование неразрывно связано с водной средой. Появляется опасность массового отравления и гибели. Изменение числа высших таксонов, в данном случае рыб, свидетельствует о нарушении состояния экосистемы. Происходит изменение фотосинтезирующего действия, приводящего к увеличению биомассы микроорганизмов и планктона.

При попадании в водоемы со стоячей водой биогенных элементов (таких как азот и фосфор) активно развиваются сине-зеленые, диатомовые и другие водоросли. Это приводит к эвтрофикации, т.е. росту биологической продуктивности водных бассейнов. Повышается мутность воды, уменьшается освещённость дна, наблюдается дефицит кислорода. Кроме того, при цветении, отмирании, разложении водорослей происходит выделение токсичных веществ, способных вызвать отравление людей и животных, замору рыб.

Сточные воды, поступающие от промышленных предприятий могут содержать растворимые, нерастворимые или коллоидные (занимающие промежуточное положение между взвешенными и растворенными) вещества. Влияние, оказываемое загрязнениями, различно и зависит от характера и концентрации примесей. Часть из них при сбросе и смешении с поверхностными водами может раствориться, а часть другая, нерастворимая, может привести к образованию суспензии. Существуют также вещества, которые сбрасываются в растворимом состоянии, но при изменении pH воды или других химических реакций способны образовывать вторичные взвешенные вещества. Примером служит образование нерастворимой гидроксии железа вследствие окисления в аэробных условиях железистых солей.

Попадание и непосредственное образование суспензий оказывают негативное влияние на состояние водоема. Они осаждаются и приводят к заиливанию дна, что негативно отражается на жизнедеятельности донных

микроорганизмов, активно участвующих в самоочищении водоема. Процесс гниения донных осадков является источником токсичных веществ, приводящих к отравлению. Примером такого вещества служит сероводород. Кроме того, суспензии значительно уменьшают проникновение света в воду, вследствие чего процесс фотосинтеза в водорослях и других водных растений замедляется, перестает вырабатываться кислород.

Растворенные вещества, содержащиеся в сточной воде, в основном представляют собой органические и минеральные соединения. Последние представлены солями свинца, фтора, меди, хрома, мышьяка. Не менее важно присутствие кислот и оснований, так как они изменяют водородный показатель воды. Неблагоприятной является величина pH ниже 6,5 или выше 8,0, при которой происходит замедление жизнедеятельности или гибель водных микроорганизмов.

Содержание кислорода – один из важнейших показателей качества поверхностных вод и один из основных санитарных требований. Негативное влияют все вещества, которые тем или иным образом приводят к дефициту кислорода в воде. Жиры, масла, ПАВы способствуют образованию пленки на поверхности воды, вследствие чего прекращается газовый обмен с атмосферой и насыщение воды кислородом.

1.2 Нормативно-правовая база

Обеспечение безопасного воздействия на водные объекты должно основываться на соблюдении таких нормативно-правовых актов:

- Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ;
- Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;
- Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении»;

- Постановление Правительства РФ от 22.05.2020 № 728 «Об утверждении Правил осуществления контроля состава и свойств сточных вод и о внесении изменений и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации»;

- Постановление Правительства РФ от 23.07.2007 № 469 «О порядке утверждения нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей»;

- Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 № 644 «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения»;

- Постановление Правительства РФ от 30.12.2006 № 881 «О порядке утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты»;

- Постановление Правительства РФ от 12.12.2007 № 328 «Об утверждении Методических указаний по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты» (далее – Постановление №328).

Согласно последнему документу нормативы допустимого воздействия на водные объекты (допустимого совокупного воздействия всех источников, расположенных в пределах речного бассейна или его части, на водный объект или его часть) разрабатываются и утверждаются по водному объекту или его участку в соответствии с гидрографическим и (или) водохозяйственным районированием в целях поддержания поверхностных и подземных вод в состоянии, соответствующем требованиям законодательства.

Нормативы допустимого воздействия на водные объекты определяются исходя из целевого назначения водного объекта, состояния водного объекта и его экологической системы, а также из условий предупреждения негативных последствий для водного объекта и его экологической системы.

Расчет нормативов допустимого воздействия на водные объекты по нормируемым видам воздействия проводится по схеме, приведенной в Постановлении № 328

1.3 Понятие сточных вод

Согласно ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения»:

Загрязнение – привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических, биологических факторов, приводящих к превышению в рассматриваемое время естественного среднесноголетнего уровня концентраций перечисленных агентов в среде, и, как следствие, к негативным воздействиям на людей и окружающую среду.

Сбросы – жидкие вещества, подлежащие выводу (сбросу в водоем) за пределы производства, включая входящие в них опасные и/или ценные компоненты, которые улавливают при очистке этих жидких веществ и ликвидируют в соответствии с требованиями национального законодательства и/или нормативных документов.

Сточные воды – жидкие сбросы населенных пунктов с примесью атмосферных и производственных вод.

Сточные воды делятся на три группы:

1. Бытовые. Такие воды поступают от жилых и общественных зданий. Они загрязнены физиологическими и бытовыми отходами, состоящими из неорганических и органических соединений. Последние способны разлагаться под действием микроорганизмов, которые также присутствуют в таких водах. Способ отведения – хозяйственно-бытовая или общая канализация.

2. Производственные. Такие воды используются на предприятиях, в технологических процессах. На их формирование и состав оказывает влияние множество факторов, одними из них являются перерабатываемое сырьё, технологический процесс, применяемые реагенты, состав исходной воды, местные условия.

Кроме того, производственные воды могут быть загрязненными и незагрязненными (условно чистыми). Первые подразделяются на три подгруппы:

- загрязненные преимущественно минеральными примесями (предприятия металлургической, машиностроительной, рудо- и угледобывающей промышленности; заводы по производству кислот, строительных изделий и материалов, минеральных удобрений и др.);

- загрязненные преимущественно органическими примесями (предприятия мясной, рыбной, молочной, пищевой, целлюлозно-бумажной, микробиологической, химической промышленности);

- загрязненные минеральными и органическими примесями (предприятия нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, текстильной, легкой, фармацевтической промышленности).

3. Атмосферные. Такие воды образованы талыми и дождевыми стоками. Они отводятся системами ливневой канализации. Тем же путем отводятся воды от полива улиц, дренажей, фонтанов.

1.4 Методы очистки сточных вод

Системы очистки сточных вод разнообразны. Их выбор основывается на эффективности и экономической целесообразности. Существует три разновидности очистных сооружений:

- локальные (являются частью технологической схемы, т.е. находятся возле производственных установок);

- заводские (находятся на территории предприятия, производят биологическую очистку и дезинфекцию);

- районные (городские) (производят механическую или биологическую очистку бытовых вод).

Очистка сточных вод включает в себя несколько стадий, каждая из которых имеет особую важность.

1.4.1 Механические методы

Они используются достаточно давно, но до сих пор актуальны из-за своей простоты и дешевизны. В их основе лежит действие гравитационного поля – частицы примесей разделяются, так как имеют разную массу. Механическая очистка, как правило, является предварительным этапом и служит для подготовки воды перед биологической или химической очисткой. В процессе неё удаляется около 90% взвешенных частиц и 20% органических веществ.

Решетки. Это сооружение служит для задержания крупных загрязнений органического и минерального происхождения. В большинстве конструкций решетки выполняют из расположенных параллельно друг другу стальных стержней различного сечения, закрепленных в раме для обеспечения жесткости. Загрязнения, задерживаемые на стержнях при процеживании сточной воды, снимают механическими граблями

Фильтры. Они состоят из корпуса, наполненного фильтрующей загрузкой, и блока управления, через который производится контроль процесса очистки воды. Всего в механической очистке воды существует два вида фильтрации: процеживание и очистка через пленочное фильтрование. Если процеживание основывается на способности фильтровального материала задерживать частицы, которые обладают меньшим размером, чем его поры, то метод пленочного фильтрования позволяет добиться более высоких показателей очистки за счет того, что фильтрующий материал покрывается пленкой, способной задерживать более мелкие частицы.

Песколовки. Главной задачей, так называемой песколовки, используемой в ходе очистки и умягчения воды, является выделение крупных и тяжелых частиц (от 200 до 250 мкм). Принцип действия песколовки основан на изменении скорости движения крупных частиц в воде. Песколовки, в свою очередь, делятся на несколько различных типов в зависимости от направления движения в них воды: горизонтальные, прямолинейные, круговые,

вертикальные, возвратно-поступательные (винтовые) и др. К примеру, песколовки, использующие круговое движение, имеют коническую форму днища с лотком для протекания сточной воды. Осадок, выпадающий при движении воды в ходе очистки, собирается в коническом дне, откуда передается либо на переработку, либо на отвал.

Отстойники. В этом случае используется лишь гравитационные силы, которые вынуждают оседать частицы примесей на дно. Статические отстойники представляют собой стандартные стальные железобетонные резервуары. Динамические резервуары отличаются от статических тем, что отделение примесей в них происходит при постоянном движении воды.

Центрифуги. В них под воздействием центробежных сил частицы отбрасываются к периферии потока.

1.4.2 Физико-химические методы

Коагуляция. Коагулянтами называют специальные вещества, позволяющие группировать мелкие частицы, что в свою очередь делает возможным задерживание частиц фильтровальным материалом. В качестве коагулянта при механической очистке воды очень часто используют такие вещества как сернокислый алюминий, железный купорос и хлорное железо.

Флокуляция. Флокулянты представляют собой высокомолекулярные соединения. Молекулы флокулянта контактируют с частицами примесей, что приводит к агрегации загрязнений. Мелкие частицы переходят во взвешенное состояние. Собираются хлопья, которые забирают механическим методом.

Флотация. Метод основан на образовании воздушных пузырьков, которые поднимают примеси вверх. Образуется слой пены, которую легко удалить.

Сорбция. Это процесс поглощения вещества из окружающей среды твердым телом, жидкостью или газом. Поглощающее тело называется сорбентом, а поглощаемое – сорбитом. В качестве адсорбентов применяют

различные искусственные и природные пористые материалы: торф, активные глины, золу, шлаки, опилки, коксовую мелочь, алюмогели и др. Эффективными адсорбентами являются активированные угли различных марок.

Нейтрализация. Согласно действующим нормативам сброс сточных вод в городские канализационные сети и в открытые водоемы допустим только при величинах рН 6,5-8,5. Если рН стоков выходит за эти пределы, то сточные воды подвергают нейтрализации, под которой понимают снижение концентрации в них свободных водородных или гидроксидных ионов. Используют нейтрализацию смешением кислых и щелочных сточных вод, реагентную нейтрализацию, фильтрование через нейтрализующие материалы (известь, известняк, доломит и др.). Для нейтрализации кислых сточных вод применяют такие реагенты, как щелочь, аммиачная вода, карбонат натрия; щелочных сточных вод – растворы кислот или газообразные оксид углерода, оксид серы и др., входящие в состав дымовых газов.

Экстракция. Экстракционный метод очистки производственных сточных вод основан на распределении загрязняющего вещества в смеси двух взаимонерастворимых жидкостей, соответственно его растворимости в них. Такой метод применяют для очистки сточных вод, содержащих фенолы, масла, органические кислоты, ионы металлов.

Ионообменная и электрохимическая очистка. Метод предполагает обмен между ионами в растворе и ионами на поверхности твердой фазы – ионита. В качестве ионитов чаще всего используют синтетические ионообменные смолы. С помощью ионного обмена производится глубокая очистка загрязненных стоков от ионов тяжелых металлов: Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, Hg, Cd и цианидов.

Эвапорация. Производится путём пропускания через нагретую приблизительно до 100° С сточную воду насыщенного водяного пара. Проходя через воду, пар увлекает загрязняющие её летучие вещества, после чего очищается от них при прохождении через также нагретое приблизительно до 100 °С вещество-поглотитель и поступает для повторного использования.

1.4.3 Биологические методы

Среди методов очистки сточных вод большую роль должен сыграть биологический метод, основанный на использовании закономерностей биохимического и физиологического самоочищения рек и других водоемов. Есть несколько типов биологических устройств по очистке сточных вод: биофильтры, биологические пруды и аэротенки.

В биофильтрах сточные воды пропускаются через слой крупнозернистого материала, покрытого тонкой бактериальной пленкой. Благодаря этой пленке интенсивно протекают процессы биологического окисления. Именно она служит действующим началом в биофильтрах.

В биологических прудах в очистке сточных вод принимают участие все организмы, населяющие водоем.

В специальных железобетонных резервуарах, называемых аэротэнками, в качестве очистителя применяют активный ил. Он создан искусственным путём и представляет собой комплекс микроскопических организмов – растений и животных. Так как активный ил в природе не существует, для его создания необходимо продувать аэротэнк потоком воздуха, что создаёт избыток кислорода. В сточных водах, содержащих органические вещества, это приводит к активному росту и размножению бактерий и микрофауны. Бактерии выделяют ферменты, которые расщепляют органические остатки. Всё это вместе с бактериями собирается в «хлопья» и осаждается на дне, тем самым очищая воду.

1.4.4 Обеззараживание

Заключительной является стадия обеззараживания, или дезинфекции, воды. Пренебрежение ею может вызвать негативные последствия в виде всплеска заболеваемости дизентерией, сальмонеллёзом и другими инфекционными заболеваниями.

Согласно ГОСТ Р 56994-2016, дезинфекция – это умерщвление (удаление, уничтожение) микроорганизмов – возбудителей инфекционных и паразитарных болезней. На сегодняшний день существует достаточное количество способов дезинфекции воды, условно разделяемых на химические и физические и их комбинации. Для первых характерно добавление в воду химических реагентов, для вторых – физическое воздействие. Выбор какого-либо из них зависит от количества и качества воды, прошедшей механическую, физико-химическую, биологическую очистку, от биологических особенностей микроорганизмов, от требований к очищенной воде, а также от доступности и условий хранения реагентов. Необходимо осознавать, что каждый способ имеет достоинства и недостатки, и разработка универсального и высокоэффективного метода – задача, которую предстоит в дальнейшем решить инженерам, химикам, биологам.

При химических способах обеззараживания воды в воду вводятся окислители: хлор, диоксид хлора, озон, гипохлорит натрия или воздействуют на воду ионами благородных металлов (такой способ получил название олигодинамия). Особое внимание отводится определению дозы и времени контакта вводимого реагента, которые должны обеспечивать не только эффективное обеззараживание, но и безопасность для человека. Кроме того, доза всегда рассчитывается с избытком, чтобы происходило уничтожение микроорганизмов, попавших в воду в течение некоторого времени после обеззараживания.

Физические способы основываются на физическом воздействии на микроорганизмы ультразвуком, электрическими разрядами, высокими температурами, ультрафиолетовым излучением. Основной характеристикой является количество энергии, подведённое к единице объёма воды. Энергия рассчитывается как произведение мощности излучения на время контакта.

Рассмотрим подробнее каждый способ. На сегодняшний день наибольшее распространение получил химический метод хлорирования сточных вод. Различают нормальное хлорирование и перехлорирование. В

первом случае дезинфекция производится сравнительно небольшими дозами хлора, обеспечивающими необходимый обеззараживающий эффект. Длительность процесса составляет от 30 до 60 минут. Допустимое количество остаточного хлора после 30-минутного контакта воды с хлором – не выше 0,5 мг/л. Применяется для воды из санитарно-стабильных источников. Во втором случае производится увеличение доз хлора. Такой способ необходим при заборе воды с часто изменяющимся составом, при наличии фенолов, а также при неэффективности нормального хлорирования. Устраняет привкусы и запахи, в некоторых случаях очищает от токсичных веществ. Доза остаточного хлора допустима в пределах 1–10 мг/л.

Другой достаточно распространенный химический метод – озонирование. Применение обуславливается повышенным бактериальным загрязнением и наличием устойчивых к хлорированию микроорганизмов и вирусов. Обеззараживание озонированием происходит в 15-20 раз быстрее хлорирования. Доза остаточного озона в пределах 0,4–1,0 мг/л в течение 4-6 минут обеспечивает необходимый и достаточный эффект дезинфекции. Существенный недостаток этого способа – дороговизна и технологическая сложность.

Йодирование. Применяются иониты, насыщенные йодом, который вымывается из них и переходит в воду при прохождении потока. Недостатки: низкая эффективность по отношению к токсинам и фенольным соединениям, специфический запах, отсутствие контроля концентрации йода.

Олигодинамия. Способ заключается в воздействии ионов благородных металлов – серебра, золота, меди – на микроорганизмы. Ионы металлов и их диссоциированные соединения (вещества, способные в воде распадаться на ионы) вызывают гибель микроорганизмов. Чем выше концентрация ионов, тем больше активность металла и бактерицидный эффект. Недостатки: способность тяжелых металлов накапливаться в организме человека, дороговизна.

УФ-облучение. Область спектра УФ-облучения с длиной волны 205-315 нм именуется бактерицидным излучением. При применении такого способа

повреждаются молекулы ДНР и РНК вирусов, разрываются химические связи органических молекул.

Ультразвуковые установки. Способ основан на явлении кавитации, т.е. образовании множества пузырьков. Они лопаются, вызывая перепад давления, в результате которого повреждаются клеточные оболочки и микроорганизм погибает. Однако для эффективного уничтожения патогенной микрофлоры требуются большие дозы поглощенной энергии. Обеспечить необходимую мощность в производственных масштабах достаточно сложно, поэтому данный способ применяется в совокупности с другими, например такими, как УФ-облучение.

Термическое воздействие. Воздействие высоких температур в процессе кипячения воды уничтожает многие бактерии и вирусы. Однако определение достаточной длительности кипячения затруднительно. Кроме того, такой метод находит применение исключительно в быту ввиду высокой стоимости при применении в широких масштабах.

2 Описание предприятия

Основной вид деятельности Очистных Сооружений Канализаций ООО «Юрга ВодСнаб» являются:

- очистка сточных вод города, сбрасываемых в реку Томь, с учетом требований охраны окружающей среды и экологической безопасности;
- обеспечение проектных параметров очистки сточных вод и обработки осадков, отведением очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты;
- организация надежной, экологически безопасной и экономичной работы очистных сооружений;
- контроль за санитарным состоянием сооружений, зданий их территорий и санитарно-защитных зон;
- выполнение мероприятий по сокращению сброса сточных вод и загрязняющих веществ и соблюдению норм предельно допустимых сбросов сточных вод и загрязняющих веществ в водные объекты, утвержденных правоохранительными органами.

После выполнения топографических работ и изысканий, в 1971 г, Сибирским отделением института «Союзводоканалпроект» (г. Новокузнецк) был разработан проект очистных сооружений канализации г. Юрги, производительностью 60 тыс. м³/сутки. Запуск очистных сооружений в работу произведен в 1982 г.

Самотечное движение стоков по очистным сооружениям обеспечивается за счёт разницы отметок уровня воды в подводящем канале приемной камеры 118,13 м и в сборном лотке контактных резервуаров 111,67 м перед выпуском сточной воды из сооружений.

На очистных сооружениях г. Юрги осуществляется механическая и полная биологическая очистка сточных вод.

2.1 Механические методы очистки сточных вод на предприятии ООО «ВодСнаб» г. Юрги

2.1.1 Отделение решеток

Отделение решеток представляет собой кирпичное одноэтажное здание длиной 24 м и шириной 9 м, с подвальным помещением. Здание выполнено по типовому проекту 902-2-97. В машинном зале здания эксплуатируются три рабочих решетки с электроприводом: одна СУЭ, две РКЭ. Сточные воды со скоростью 0,7–1 м/с подводятся к решеткам по подводящим каналам размером 1100х1400 мм. Решетки устанавливаются в канал под углом 60° (80°). Каналы перекрываются щитовыми затворами размером 1100х500 мм. Решетки эксплуатируются в комплексе с винтовым конвейером КВЭ и винтовым отжимным прессом ПВОЭ. Поток загрязненных сточных вод проходит через сорозadržивающее полотно решетки со скоростью 0,7–1 м/с.

Резиновые экраны и желоб направляют поток сточных вод в рабочую зону решетки, препятствуя прохождению крупных механических примесей под решеткой и в пространствах между решеткой и стенами канала. Вода проходит в пространствах между стержнями решетки. Механические примеси задерживаются и удаляются граблиной, прикрепленной симметрично, с двух сторон, к пластинчатым цепям.

При развороте цепи по ползуну рабочая часть граблины плавно входит в желоб. При этом крупнодисперсные отбросы, оседающие ниже сорозadržивающего полотна, аккумулируются на рабочей поверхности граблины и впоследствии вместе с отбросами, удаляемыми с поверхности сорозadržивающего полотна, перемещаются в верхнюю часть решетки.

В рабочем положении граблина входит в просветы решетки. При перемещении граблины вверх вдоль каплевидных прутьев сорозadržивающего полотна решетки по направлению к сбрасывателю, уловленные отбросы аккумулируются на ее рабочей поверхности. Форма

граблины и конструктивные особенности сопряжения с прутьями сорозадерживающего полотна исключают продавливание отбросов и обеспечивают эффективный съём отбросов по всей площади полотна.

Граблина перемещает уловленные отбросы вдоль рабочей поверхности решетки до упора в резиновый удлинитель сбрасывателя. Плавно перемещаясь вверх, граблина поднимает сбрасыватель. Сбрасыватель поворачивается по оси вала на креплениях и плавно проходит по всей ширине граблины в направлении к склизу, тем самым обеспечивая сбрасывание отбросов на склиз. Склиз расположен под углом к раме, что обеспечивает свободное удаление отбросов на транспортирующее устройство. Далее граблина разворачивается по направлению движения цепи на звездочках ведущего вала, и возвращается в верхнее положение. Сбрасыватель опускается на амортизаторах в исходное положение.

Применяемый способ удаления отбросов обеспечивает постоянную очистку рабочей поверхности решетки от вновь поступающих отбросов. Отбросы, снятые с решетки, поступают вовнутрь конвейера через загрузочный бункер и перемещаются спиралью до выходных отверстий сброса. При движении шлам удерживается от вращения силой тяжести и силой трения.

Далее отбросы через загрузочный бункер попадают в корпус транспортного винта пресса и перемещаются транспортным винтом. Это сопровождается уплотнением и отжимом в зоне пресса, до разгрузки в трубу сброса.

Вращение транспортного винта осуществляется мотором-редуктором через зубчатую муфту, допускающую угловые перемещения транспортного винта пресса. Работа решеток оценивается по количеству снятых отбросов.

2.1.2 Песколовки

После решеток сточные воды по водоизмерительному лотку попадают в горизонтальные песколовки. Песколовки выполнены по типовому проекту

«Союзводоканалпроект» 902-2-27, горизонтальные с круговым движением воды, оборудованные эрлифтами. Всего три двухсекционных песколовки диаметром 6 м, рабочая высота 5,25 м, объем 148,4 м³. Общая площадь песколовок 84,78 м², общий объем 445,09 м³. Выполнены песколовки из бетона и стали. Производительность песколовок 360–440 л/сек.

Песколовки предназначены для освобождения сточных вод от тяжелых нерастворимых примесей минерального происхождения с размером частиц 0,09–0,5 мм и более. Песколовки удаляют частицы гравия, песка, костей, угля, шлака, бетона стекла и т. п. Время пребывания сточной воды в песколовках 30–60 с при скорости движения воды в песколовках 0,3 м/с.

Песколовки, расположенные после сооружения решеток, должны обеспечить выделение из сточных вод 85–90 % песка и других минеральных примесей с заданной гидравлической крупностью фракций. Осаждение песка происходит под действием силы тяжести. Осадок из песколовок удаляется на песковые площадки эрлифтами при помощи воздуха три раза в сутки по лотку диаметром 300 мм.

Работа песколовок оценивается по показателям качества осадка из песколовок:

- гигроскопическая влажность не более 20–40 %;
- зольность 70–90 %;
- содержание песка в осадке 63–83 %.

Работа песколовок принимается как удовлетворительная, если в осадке из первичных отстойников содержание песка составляет 5–8 %, а зольность сырого осадка не превышает 30 %.

2.1.3 Первичные отстойники

Первичные отстойники располагаются после песколовок перед аэротенками. Они выполнены по типовому проекту «Союзводоканалпроект» 902-2-84.

Первичные отстойники предназначены для задержания гораздо более мелких взвесей. В них происходит отстаивание, которое основано на способности грубодисперсных нерастворенных примесей, оседать на дно отстойника и всплывать на его поверхность.

Диаметр каждого отстойника 24 м, глубина рабочая – 3,2 м, объем отстойной зоны 140 м³, общий объем 4205,09 м³. Отстойники, распределительная чаша и жиросборники выполнены из монолитного железобетона и металла. Продолжительность отстаивания при максимальном притоке – час, максимальная скорость 0,7 мм/сек. Эффективность задержания взвешенных веществ 50 %, количество осадка при влажности 93 % – 51,4 м³/сут, то же по сухому веществу – 3,6 т/сут.

Подача сточных вод после песколовок осуществляется по трубопроводу в распределительную чашу первичных отстойников, оборудованную незатопленными водосливами с широким порогом, которые способствуют затуханию входной скорости потока и обеспечивают деление потока на три равные части, каждая из которых по самостоятельному трубопроводу направляется в центральное распределительное устройство отстойника. Выходя из распределительного устройства, вода попадает в пространство, ограниченное стенками полимерного направляющего цилиндра, который обеспечивает заглубленный выпуск воды в отстойную зону отстойника. Сточная вода из центра отстойника радиально движется к периферии. Скорость движения осветляемой воды изменяется от максимальных значений в центре, до минимальных на периферии. Сбор осветленной воды в отстойнике осуществляется через водослив сборным кольцевым лотком, расположенным с внутренней стороны стены отстойника. Из сборного лотка осветленная вода поступает в выпускную камеру отстойника и далее системой подземных трубопроводов отводится за пределы группы отстойников.

Осадок, выпавший из сточной жидкости в результате 1,5-часового отстаивания на дно отстойника, сгребается при помощи двукрылого илоскреба в иловый приямок, расположенный в центре отстойника. Дно отстойника имеет

наклон 30° к центру, что облегчает сползание осадка. Удаление осадка из приямка производится насосами типа СМ, которые установлены в машинном зале насосной станции. Перекачка осадка насосами осуществляется по напорному трубопроводу на иловые карты.

Плавающие вещества собираются с поверхности воды полупогружным скребком, который вращается вместе с мостом илоскреба, в металлический приемный бункер, а затем при помощи воздуха удаляются в жироборник. Жироборник опорожняется по мере заполнения.

Радиальные отстойники обеспечивают задержание 50–55 % взвешенных веществ.

Работа первичных отстойников оценивается по:

- содержанию взвешенных и оседающих веществ в осветленной воде 60-80 г/л;
- а также влажности выгружаемого осадка 92-95 %;
- эффективность задержания БПК₅ – 15-40 %;
- зольность осадка не более 30 %.

При увеличении содержания взвешенных веществ более 100 мг/л работа станции становится не экономичной. В этом случае эффективность работы первичных отстойников оценивается по количеству задержанных взвешенных веществ и снижению БПК, зависящих от концентрации взвешенных веществ в сточной воде и времени пребывания сточной воды первичных отстойниках. Чем выше концентрация взвешенных веществ, тем больше их задерживается в отстойниках. На работу сооружений, расположенных после первичных отстойников, влияет не количество задержанных веществ, а концентрация их в осветленной воде.

На работу влияет температура (летом они работают лучше чем зимой), количество осадка (если осадок занимает часть объема отстойной зоны, время отстаивания сточных вод сокращается, кроме того происходит вымывание осадка).

Первичные отстойники являются последними сооружениями механической очистки воды в технологической схеме ОСК.

2.2 Биологическая очистка

Биологическая очистка заключается в окислении остающихся в воде после механической очистки органических загрязнений с помощью микроорганизмов, способных в процессе своей жизнедеятельности осуществлять минерализацию органических веществ. Биологическим путем могут обрабатываться очень многие сложные и разнообразные органические вещества. На очистных сооружениях применяют аэротенки с механическим аэрированием. Очистка сточных вод в аэротенках осуществляется более эффективно, так как в них искусственным путем обеспечивают наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов (в основном за счет большого поступления воздуха).

Блок биологической очистки состоит из аэротенков и вторичных отстойников. Аэротенки представляют собой сооружения, в которых процесс биологической очистки загрязняющих веществ происходит при непосредственном контакте сточных вод с оптимальным количеством организмов активного ила в присутствии соответствующего количества растворенного кислорода (в течение необходимого периода времени) с последующим отделением активного ила от очищенной воды во вторичных отстойниках. В аэротенках микробиальная масса пребывает во взвешенном состоянии в виде отдельных хлопьев, представляющих собой скопление микроорганизмов, простейших и более высокоорганизованных представителей фауны (коловратки, черви, личинки насекомых), а так же водных грибов и дрожжей, что называется активным илом. Группы бактерий имеют способность к самоорганизации в колонии – хлопья, сравнительно легко отделяемые от очищенной воды отстаиванием. Размер хлопьев зависит как от вида бактерий, наличия и характера загрязнений, так и от внешних факторов – температуры,

среды, гидродинамических условий и пр. Хлопьеобразующая способность активного ила зависит главным образом от наличия питательных веществ: при слишком высоком их содержании происходит рассеивание колоний и появление нитчатых форм микроорганизмов; при их недостатке размеры хлопьев уменьшаются и ухудшаются седиментационные свойства ила.

Часть органических веществ в аэротенке окисляется, а другая обеспечивает прирост бактериальной массы активного ила. Окислительный процесс происходит неравномерно. Вначале эти процессы идут быстро, так как окисляются легкоокисляемые органические вещества. Затем они замедляются вследствие окисления трудноокисляемых органических веществ.

На ОСК города Юрги применяется классическая схема биологического процесса очистки сточной воды. Эта схема включает в себя:

- аэрационные и отстойные сооружения;
- оборудование и коммуникации для подачи и распределения сточных вод по аэротенкам, сбора и подачи иловой смеси на илоотделение;
- коммуникации отведения очищенной воды;
- сооружения, обеспечивающие возврат на аэротенки циркуляционного активного ила;
- систему подачи и распределения воздуха в аэротенках.

На очистных сооружениях канализации существуют два сооружения контактно-стабилизационных аэротенков. Стены, днище секций и каналы выполнены из монолитного железобетона. Перегородка, образующая секции аэротенков, выполнена из сборных железобетонных элементов. Подвод воды с первичных отстойников к аэротенкам осуществляется по трубе диаметром 1000 мм, отдельно к каждому. Каждый аэротенок состоит из контактного (глубина 5,6 м, ширина 28 м, длина 14 м) и регенерационного (глубина 5,62 м, длина 43 м, ширина 28 м) бассейнов. Для насыщения иловой смеси кислородом применяется непрерывная искусственная аэрация смеси сточных вод и активного ила путем подачи в смесь сжатого воздуха.

Для подачи сжатого воздуха в аэротенках установлены полимерные, каркасные аэраторы в каждом аэротенке, с воздушным зазором, представляющие собой волокнисто-пористую трубу, внутри которой размещена перфорированная поливинилхлоридная труба меньшего диаметра с образованием воздушного зазора между ними. Подаваемый системой воздухораспределения воздух проходит внутри каркасной трубы и с помощью радиальных отверстий и воздушной прослойки равномерно распределяется через диспергирующую поверхность аэратора в обрабатываемую жидкость, образуя мелкие пузырьки. Подача воздуха регулируется при помощи задвижек диаметром 100 мм, отдельно для каждой трубы. Такая конструкция аэраторов позволяет обеспечить равномерное распределение воздуха в аэрируемой жидкости и добиться максимальной эффективности аэрации.

Подлежащая биологической очистке сточная вода после первичного отстаивания подаётся сосредоточено в контактную часть аэротенка, туда же поступает активный ил из регенерационной части аэротенка. В результате смешения сточной воды и активного ила образуется иловая смесь. В контактной части обеспечивается контакт активного ила с загрязнениями такой длительности, которой достаточно только для изъятия загрязнений из очищенной воды (1,5-2 ч). Затем иловая смесь через подвесной сборный лоток попадает в трубопровод, при помощи которого отводится в распределительную чашу вторичных отстойников. Оттуда иловая смесь равномерно распределяется по четырём радиальным отстойникам и по подводящему трубопроводу попадает в центральное распределительное устройство отстойника, откуда направляется в пространство, ограниченное стенками полимерного экрана высотой 1,3 м, который обеспечивает заглубленный выпуск иловой смеси в отстойную зону. В отстойной зоне вторичных отстойников происходит разделение иловой смеси под действием гравитационных сил на биологически очищенную воду и активный ил, оседающий и уплотняющийся в нижней иловой части отстойника. Продолжительность отстаивания – 1 ч 30 мин. Осветлённая вода собирается через зубчатый водослив сборного кольцевого

лотка, откуда поступает в выпускную камеру. Для сбора и отвода активного ила осевшего на дно отстойника служит илосос в виде илоприемной трубы, оборудованной по всей длине сосунами. Илосос расположен в нижней части вращающейся фермы (период работы 24 ч). При вращении фермы с илососом активный ил самотёком под гидростатическим давлением по илопроводу попадает в иловую камеру. Иловая камера оборудована подвижным водосливом, при помощи которого регулируется отбор активного ила из отстойника, путём плавного изменения гидростатического напора.

Из иловой камеры при помощи эрлифта возвратный ил возвращается в регенерационную часть аэротенков (возвратный ил), где происходит окисление загрязнений и восстановление метаболической активности ила. В регенерационной части ил находится приблизительно 22 часа. Затем регенерированный ил направляется в контактную часть аэротенков для нового контакта с очищаемой водой и повторения цикла изъятия из неё загрязнений. Подача воздуха для аэрации и эрлифтов осуществляется от воздуходувной станции.

Очищенная сточная вода через смеситель попадает в контактные горизонтальные резервуары, где происходит дополнительное отстаивание. Далее через открытый водослив поступает в сборный лоток и отводится на выпуск в реку Томь. Удаление осадка из контактных резервуаров, а также опорожнение вторичных отстойников, аэротенков, контактных резервуаров и удаление дренажной воды из иловых карт происходит при помощи насосов расположенных в насосной станции хозяйственно-бытовых стоков.

3 Расчет сооружений доочистки и дезинфекции

3.1 Расчет сооружений доочистки

Исходные данные: БПК_{полн} сточных вод после биологической очистки $L_1 = 10$ мг/л, необходимая степень очистки сточных вод перед сбросом в реку Томь, относящуюся к 1 категории хозяйственно-питьевого водопользования, $L_2 = 3$ мг/л.[16]

Требуемый эффект очистки по параметру БПК на сооружениях доочистки:

$$\mathcal{E}_{\text{БПК}} = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \cdot 100\% \quad (1)$$

где L_1 – БПК_{полн} сточных вод после биологической очистки;

L_2 – БПК перед сбросом в водоем.

$$\mathcal{E}_{\text{БПК}} = \frac{10 - 3}{10} \cdot 100 = 70\%$$

Требуемый эффект очистки от взвешенных веществ на сооружениях доочистки:

$$\mathcal{E}_{\text{ВВ}} = \frac{K_1 - K_2}{K_1} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где K_1 – содержание взвешенных веществ в сточных водах после биологической очистки, принимается 15 мг/л;

K_2 – необходимое содержание взвешенных веществ перед сбросом в водоем, НДС = 6,8 мг/л(приложение Д).

$$\mathcal{E}_{\text{ВВ}} = \frac{15 - 6,8}{15} \cdot 100\% = 55\%$$

По полученным эффектам подбираем сооружения доочистки: каркасно-засыпной фильтр (приложение Е).

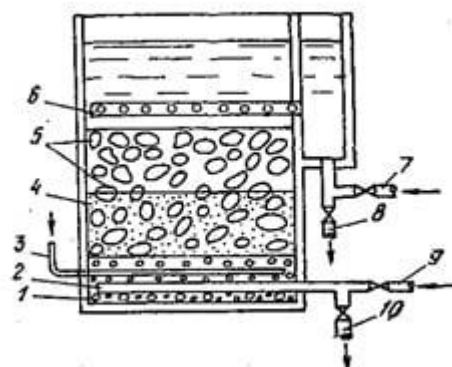


Рисунок 1 – Схема каркасно-засыпного фильтра:

1– поддерживающие гравийные слои; 2 – распределительная система для воды; 3 – подача воздуха при промывке; 4 – песчаная засыпка; 5 – гравийный каркас; 6 – трубчатая система для подачи исходной и отведения промывной воды; 7 – подача исходной воды; 8 – отвод промывной воды; 9 – подача промывной воды; 10 – отвод фильтрата.

Суммарная площадь фильтров:

$$F_{\phi} = \frac{Q \cdot k \cdot (1 + m)}{T \cdot v_{\phi} - 3,6 \cdot n \cdot (W_1 \cdot t_1 + W_2 \cdot t_2 + W_3 \cdot t_3) - n \cdot v_{\phi} \cdot t_4}, \text{ м}^2 \quad (3)$$

где Q – производительность очистной станции, $\text{м}^3/\text{сут}$;

k – коэффициент неравномерности притока сточных вод, определяется по приложению А. Для ОСК г. Юрги при среднем расходе сточных вод $600000 \text{ м}^3/\text{сут} = 694 \text{ л/с}$ коэффициент $k = 1,73$ (определяется методом интерполяции);

T – продолжительность работы станции в течение суток, ч;

v_{ϕ} – скорость фильтрации при нормальном режиме, м/ч ;

n – количество промывок каждого фильтра в сутки;

W_1 – интенсивность первоначального взрыхления верхнего слоя загрузки, $\text{л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$, продолжительностью t_1 , ч;

W_2 – интенсивность подачи воды, $\text{л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$, с продолжительностью водо-воздушной промывки t_2 , ч (только при водо-воздушной промывке);

W_3 – интенсивность промывки, $\text{л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$, продолжительностью t_3 , ч;

t_4 – продолжительность простоя фильтра из-за промывки, ч;

m – коэффициент, учитывающий расход воды на промывку барабанных фильтров.

$$F_{\phi} = \frac{60\,000 \cdot 1,73 \cdot (1 + 0)}{24 \cdot 10 - 3,6 \cdot 1 \cdot (4 \cdot 0,17 + 6 \cdot 0,13) - 1 \cdot 10 \cdot 0,083} = 444 \text{ м}^2$$

Число фильтров на очистной станции:

$$n = 0,5 \cdot \sqrt{F_{\phi}}, \text{ шт} \quad (4)$$

$$n = 0,5 \cdot \sqrt{444} = 10,5$$

Принимаем количество фильтров кратное 2 с целью удобства компоновки $N=10$.

Площадь одного фильтра:

$$f = \frac{F_{\phi}}{N}, \text{ м}^2 \quad (5)$$

$$f = \frac{444}{10} = 44,4 \text{ м}^2$$

Размер в плане принимается 7,5х6 м. Число фильтров, находящихся в ремонте $N_p=1$. Тогда скорость фильтрации при форсированном режиме:

$$v_{\phi.\phi} = v_{\phi} \cdot \frac{n}{n - N_p} \quad (6)$$

$$v_{\phi.\phi} = 10 \cdot \frac{10}{9} = 11,1 \text{ м/ч}$$

Скорость не превышает допустимую при форсированном режиме[14].

Распределительная система фильтра:

Количество промывочной воды, необходимой для одного фильтра:

$$q_{\text{пр}} = f \cdot W_3, \text{ л/с} \quad (7)$$

где W_3 – интенсивность промывки фильтра, 6 л/(с·м²).

$$q_{\text{пр}} = 44,4 \cdot 6 = 266,4 \text{ л/с}$$

Диаметр коллектора из полиэтиленовых труб распределительной системы с рекомендуемой скоростью промывной воды $v_{\text{кол}} \approx 1,5 \text{ м/с}$ принимаем по таблицам [17] $d = 630 \text{ мм}$ (внутренний $d_p = 555,2 \text{ мм}$). Расстояние между отверстиями распределительной системы $m = 0,3 \text{ м}$. Площадь фильтрации, приходящаяся на каждое отверстие:

$$f_{\text{отв}} = (a - d) \cdot \frac{m}{n_m}, \text{ м}^2 \quad (8)$$

где a – длина фильтра, 7,5 м;

n_m – количество отверстий распределительной системы.

$$f_{\text{отв}} = (7,5 - 0,63) \cdot \frac{0,3}{2} = 1,03 \text{ м}^2$$

Расход промывной воды, поступающей через одно отверстие:

$$q_{\text{отв}} = f_{\text{отв}} \cdot W_3, \text{ л/с} \quad (9)$$

$$q_{\text{отв}} = 1,03 \cdot 6 = 6,18 \text{ л/с}$$

На основании полученной величины по таблицам [17] диаметр ответвлений из полиэтиленовых труб принимается равным $d=75$ мм, скорость входа воды в ответвление $v = 2,09$ м/с.

Для обеспечения 95%-ой равномерности промывки фильтра промывная вода должна подаваться под напором в начало распределительной системы:

$$H_0 = 2,91 \cdot h_0 + 13,5 \cdot \frac{v_{\text{кол}}^2 + v^2}{2 \cdot g} \quad (10)$$

где h_0 – высота загрузки фильтра песком, 1,5м;

$v_{\text{кол}}$ – скорость промывной воды, 1,5м/с;

v – скорость входа воды в ответвление, 2,09 м/с;

g – ускорение свободного падения, 9,81 Н/кг.

$$H_0 = 2,91 \cdot 1,5 + 13,5 \cdot \frac{1,5^2 + 2,09^2}{2 \cdot 9,81} = 8,9 \text{ м}$$

Общая площадь отверстий:

$$\sum f_0 = \frac{q_{\text{пр}}}{\mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_0}}, \text{ м}^2 \quad (11)$$

где $q_{\text{пр}}$ – количество промывочной воды, необходимой для одного фильтра, м³/с;

μ – коэффициент расхода воды, принимается 0,62.

$$\sum f_0 = \frac{0,270}{0,62 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 8,9}} = 0,0329 \text{ м}^2$$

Общее количество отверстий:

$$n_{\text{отв}} = \frac{\sum f_0}{f_0}, \text{ шт} \quad (12)$$

где f_0 – площадь одного отверстия, диаметром $d_0=10$ мм.

$$f_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} \quad (13)$$

$$f_0 = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} = 78,5 \text{ мм}^2$$

$$n_{\text{отв}} = \frac{0,0329}{0.0000785} = 420 \text{ шт},$$

Общее число ответвлений на каждом фильтре составит:

$$n_{\text{ответвл}} = \frac{a \cdot n}{m}, \text{ шт} \quad (14)$$

$$n_{\text{ответвл}} = \frac{7,5 \cdot 2}{0,3} = 50 \text{ шт}$$

Число отверстий, приходящееся на каждое ответвление:

$$n_{0 \text{ отв}} = \frac{n_{\text{отв}}}{n_{\text{ответвл}}}, \text{ шт} \quad (15)$$

$$n_{0 \text{ отв}} = \frac{420}{50} = 9 \text{ шт}$$

Длина каждого ответвления:

$$l_{\text{ответвл}} = \frac{a - d}{m} \quad (16)$$

$$l_{\text{ответвл}} = \frac{7,5 - 0,63}{2} = 3,435 \text{ м}$$

При расположении отверстий в два ряда в шахматном порядке расстояние между отверстиями:

$$m_{\text{отв}} = \frac{l_{\text{ответвл}}}{n_{0 \text{ отв}}} \cdot 2, \text{ м} \quad (17)$$

$$m_{\text{отв}} = \frac{3,435}{9} \cdot 2 = 0,763 \text{ м}$$

3.2 Расчет сооружений хлорирования

Производительность очистной станции г. Юрги $Q_{\text{сут}} = 60\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$. Расчетная доза активного хлора после биологической очистки должна составлять 3 мг/л [14]

Общий суточный расход хлора:

$$Q_{\text{сут}}^{\text{хл}} = a_{\text{хл}} \cdot Q_{\text{сут}}, \text{ кг/сут} \quad (18)$$

где $a_{\text{хл}}$ – доза активного хлора, г/ м^3

$Q_{\text{сут}}$ – суточный расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{сут}$

$$Q_{\text{сут}}^{\text{хл}} = 3 \cdot 60000 = 180\,000 \text{ г/сут} = 180 \text{ кг/сут}$$

В час максимального притока расход хлора составит:

$$Q_{\text{мах}}^{\text{хл}} = a_{\text{хл}} \cdot Q_{\text{мах}}, \text{ кг/ч} \quad (19)$$

$$Q_{\text{мах}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{24} \cdot k, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (20)$$

где k – коэффициент неравномерности притока сточных вод, определяется по приложению А. Для ОСК г. Юрги при среднем расходе сточных вод $600000 \text{ м}^3/\text{сут} = 694 \text{ л/с}$ коэффициент $k = 1,73$ (определяется методом интерполяции);

$Q_{\text{мах}}$ – максимальный часовой расход сточной воды.

$$Q_{\text{мах}} = \frac{60\,000}{24} \cdot 1,73 = 4\,325 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Q_{\text{мах}}^{\text{хл}} = 3 \cdot 4\,325 = 12975 \text{ г/ч} = 12,975 \text{ кг/ч}$$

Таблица 1 – Основные параметры типовых хлораторных установок

Производительность хлораторной, кг/ч	Вместимость склада хлораторной, т	Тара для доставки жидкого хлора
25	1,1 3,6	Баллоны
12,5 25	10 18	Контейнеры

Продолжение таблицы 1

50 100	36 70	Железнодорожные цистерны с розливом в контейнеры вместимостью 500; 800 или 1000 л.
-----------	----------	---

По таблице 1 подобраны вакуумные хлораторы производительностью 25 кг/ч в количестве 2 шт, один из них резервный.

Необходимый расход хлорной воды:

$$Q_{\text{вод}} = Q_{\text{max}}^{\text{хл}} \cdot q_{\text{вод}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (21)$$

где $q_{\text{вод}}$ – удельный расход воды для приготовления хлорного раствора, принимается 0,7 м³/кг.

$$Q_{\text{вод}} = 12,975 \cdot 0,7 = 9,08 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Необходимый запас хлора на месяц, который должен находиться на складе составит:

$$W_{\text{хл.общ}} = Q_{\text{сут}}^{\text{хл}} \cdot 30, \text{ т/мес} \quad (22)$$

$$W_{\text{хл.общ}} = 180 \cdot 30 = 5,4 \text{ т/мес}$$

Для перемешивания хлорной воды со сточной жидкостью предусматриваем в качестве смесителя измерительное устройство – лоток Паршаля. Он состоит из проводящего раструба. Боковые стенки горловины строго вертикальны, дно имеет уклон в сторону движения воды. В результате сужения сечения и резкого изменения уклона дна в проводящем раструбе образуется гидравлический прыжок, в котором происходит интенсивное перемешивание хлор и сточной воды. Основные размеры и потери напора в смесителе принимаются по приложению Б:

- пропускная способность от 10 до 1150 л/с;
- потери напора – 0,3 м;
- ширина горловины – 600 мм;
- ширина подводящего лотка – 750 мм;
- длина лотка – 7,4 м;
- общая длина смесителя – 13,97 м.

Необходимый объём контактных резервуаров составит:

$$W_{к.р} = Q_{\max} \cdot t, \text{ м}^3 \quad (23)$$

где $Q_{\max}$ – максимальный часовой расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{ч}$;

t – время контакта воды с хлором, принимается 0,5ч.

$$W_{к.р} = 4325 \cdot 0,5 = 2\,162,5 \text{ м}^3$$

Размеры и объём контактных резервуаров определяется по приложению В.

Таблица 2 – Выбранные параметры контактных резервуаров

Пропускная способность, тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$	Расчётный объём, м^3	Число отделений, штук	Ширина, м	Длина, м	Глубина, м
100	2534	4	6	33	3,2

Объём осадка, выпадающего в контактных резервуарах за сутки:

$$W_{ос} = a_{ос} \cdot Q_{сут}, \text{ м}^3 \quad (24)$$

где $a_{ос}$ – объём осадка, выпадающего за час в контактных резервуарах при полной биологической очистке, принимается 0,5 л на 1 м^3 сточной воды.

$$W_{ос} = 0,0005 \cdot 60\,000 = 30 \text{ м}^3$$

3.3 Расчет озонаторной установки

Если применяется доочистка сточной воды, то в качестве обеззараживания может применяться озонирование. Вместо контактного резервуара используются барботажные камеры.

Максимальный часовой расход озона:

$$Q_{оз} = D_{оз} \cdot Q_{\max}, \text{ кг/ч} \quad (25)$$

где $Q_{\max}$ – максимальный часовой расход сточных вод, ($4325 \text{ м}^3/\text{час}$);

$D_{оз}$ – доза озона, принимается 10 г/м^3 ;

$T_{оз}$ – продолжительность контакта озона со сточной водой, $T_{оз} = 10 \text{ мин.}$

$$Q_{оз} = 10 \cdot 4325 = 43250 \text{ г/ч} = 43,25 \text{ кг/ч}$$

Расход озона в сутки:

$$Q_{\text{оз.сут}} = D_{\text{оз}} \cdot Q_{\text{сут}}, \text{ кг/сут} \quad (26)$$

$$Q_{\text{оз.сут}} = 10 \cdot 60\,000 = 600\,000 \text{ г/ч} = 600 \text{ кг/сут}$$

Таблица 3 – Основные параметры типового ряда «Озонит»

Технологические параметры	2В	3В	6В	7В	7М	42В	42М
Производительность озона, кг/ч	до 25	до 60	до 125	до 350	до 1000	до 3000	
Расход воздуха, м ³ /ч	3	9	13	30	120	300	
Расход охлаждающей воды, м ³ /ч	0,05	0,15	0,3	1,0	2,5	6,5	
Потребляемая мощность, кВт	1	2,4	5	12	35	100	
Длина, мм	500	750	850	500	580	1500	3200
Ширина, мм	290	350	350	500	650	1100	900
Высота, мм	560	760	760	1800	1800	1800	
Масса сухая, кг	36	75	83	170	750	2500	
Масса с водой, кг	41	85	96	200	950	2800	

По таблице 3 принимается озонатор типа «Озонит-2В».

Требуемое количество озонаторов:

$$n = \frac{Q_{\text{оз}}}{Q_1}, \text{ шт} \quad (27)$$

где Q_1 – производительность одного озонатора.

$$n = \frac{43,25}{25} = 2 \text{ шт},$$

Принимается 2 рабочих озонатора и 1 резервный (рекомендуется 10-20% резервных озонаторов).

Размеры контактных (барботажных) камер для смешения озон-воздушной смеси с водой:

Общая площадь камер:

$$F = \frac{Q_{\max} \cdot T_{\text{оз}} \cdot 60}{3600 \cdot H_k}, \text{ м}^2 \quad (28)$$

где H_k – высота воды в камере, принимается 4м.

$$F = \frac{4325 \cdot 10 \cdot 60}{3600 \cdot 4} = 180 \text{ м}^2$$

Принимается 3 секций длиной 10 м и шириной 6 м. Для распределения озono-воздушной смеси у дна контактной камеры располагаются перфорированные (керамические, пористые) трубы длиной 500 мм, внутренним диаметром 64 мм и наружным диаметром 92 мм.

3.4 Расчет УФ-установки

Подбор УФ-установок осуществляется по приложению Г с учетом максимальной часовой производительности станции очистки сточных вод: $Q_{\max} = 4\,325 \text{ м}^3/\text{ч}$. Принимается 6 установок УДВ-1000/288, из них 1 резервная.

Таблица 4 – Характеристики выбранной установки

Установка	Производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$	Потреб. мощность, кВт	Масса, кг	Объём камеры, л	Длина, ширина, высота), м	Тип пульты
УДВ-1000/288	1000	26,0	1900	3700	4,6 1,6 2,2	Шкаф-1

3.5 Выводы по разделу

Таким образом, для достижения требуемого эффекта доочистки понадобятся 10 каркасно-засыпных фильтров длиной 7,5 м, шириной 6 м. Стадия дезинфекции в зависимости от способа обеззараживания будет включать:

- при хлорировании сточной воды: 2 хлораторные установки производительностью 25 кг/ч каждая, в качестве смесителя – лоток Паршаля и контактный резервуар объемом 2534 м³;

- при озонировании: 2 озонатора типа «Озонит-2В», в качестве смесителя – барботажные камеры площадью 180 м²;

- при ультрафиолетовом облучении: 6 установок УДВ-1000/288.

Выбор установок будет зависеть от экономической эффективности, рассчитанной в следующей главе.

Целью проведения финансового расчета является определение ущерба в результате аварийных сбросов сточных вод, приводящих к загрязнению водоисточника и возникновению инфекционных заболеваний, а также определение стоимости внедрения систем доочистки и дезинфекции сточных вод. По результатам проведенных расчетов необходимо доказать целесообразность применения новых технических решений.

4.1 Расчет экономического ущерба окружающей среде

Расчет экономического ущерба окружающей среде проводится согласно «Методике исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства»[17].

Масса сброшенного i -го вредного (загрязняющего) вещества определяется по каждому ингредиенту загрязнения в соответствии с разделом IV Методики по формуле:

$$M_i = Q \cdot (C_{\phi i} - C_{дi}) \cdot T \cdot 10^{-6} \quad (29)$$

Q – фактический расход сточных вод, 2500 м³/час;

C_{ϕ} – фактическая концентрация вредных (загрязняющих) веществ в сточных водах составила: БПК_{полн}=10мг/л, взвешенные вещества = 15мг/л

$C_{д}$ – допустимая концентрация вредного (загрязняющего) вещества: БПК_{полн}=3мг/л, взвешенные вещества = 6,8мг/л[16];

T – продолжительность сброса равняется 3 суток = 72 часа

$$M_{\text{БПК}} = 2500 \cdot (10 - 3) \cdot 72 \cdot 10^{-6} = 1,2 \text{ т}$$

$$M_{\text{вз.вещ}} = 2500 \cdot (15 - 6,8) \cdot 72 \cdot 10^{-6} = 1,476 \text{ т}$$

Исчисление размера вреда, причиненного водному объекту сбросом вредных (загрязняющих) веществ в составе сточных вод, производится по формуле:

$$Y = K_{\text{вг}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{ин}} \cdot H_i \cdot M_i \cdot K_{\text{из}} \quad (30)$$

$K_{\text{вг}}$ – коэффициент, учитывающий природно-климатические условия в зависимости от времени года, определяется по таблице 1 приложения 1 Методики и равен значению для весны – 1,25;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент, учитывающий экологические факторы (состояние водных объектов), определяется по таблице 2 приложения 1 Методики и равен по бассейну реки Оби – 1,22 (т.к. река Томь является притоком реки Обь);

$K_{\text{ин}}$ – коэффициент индексации, принимается равным 1;

H_i – таксы для исчисления размера вреда от сброса i -го вредного (загрязняющего) вещества в водные объекты определяются по таблице 3 приложения 1 Методики и составляют: $\text{БПК}_{\text{полн}} = 170$ тыс.руб./т; взвешенные вещества = 30 тыс.руб./т.

$K_{\text{из}}$ – коэффициент, учитывающий интенсивность негативного воздействия вредных (загрязняющих) веществ на водный объект, определяется в соответствии с п.11.2 Методики и составляет 1.

$$Y_{\text{БПК}} = 1,25 \cdot 1,22 \cdot 1 \cdot 170 \cdot 1,2 \cdot 1 = 311,1 \text{ тыс.руб}$$

$$Y_{\text{вз.вещ}} = 1,25 \cdot 1,22 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 1,2 \cdot 1 = 54,9 \text{ тыс.руб}$$

Общий размер вреда, нанесенный водному объекту, составляет:

$$Y_{\text{общ}} = Y_{\text{БПК}} + Y_{\text{вз.вещ}}, \text{ тыс.руб} \quad (31)$$

$$Y_{\text{общ}} = 311,1 + 54,9 = 366 \text{ тыс.руб}$$

4.2 Расчет экономического ущерба от инфекционных заболеваний

Расчет экономического ущерба от инфекционных заболеваний населения проводится согласно «Методическим рекомендациям к экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания»[18] по формуле:

$$Y_{hi}^i = \sum_{j=1}^j \left(\frac{\alpha^{ij} \cdot R^{ij} \cdot Q^j}{1000} \right), \text{ руб} \quad (32)$$

где a^{ij} – цена риска потери здоровья человеком j -й возрастной группы населения по i -му виду заболевания, руб./сл. болезни;

R^{ij} – риск по i -му виду заболевания для j -ой возрастной группы населения, число сл. болезни/год на 1 тыс. человек;

i – количество учитываемых возрастных групп населения (2 группы: взрослое население (18-60 лет) и дети (0-18 лет));

Q^j – численность j -й возрастной группы населения рассматриваемой территории, чел. (взрослое население – 44 391 чел., дети – 20 631 чел.) [19].

Цена риска потери здоровья человеком j -й возрастной группы:

$$\alpha^{ij} = \alpha_o^{ij} + \Delta \alpha_c^{ij}, \text{ руб.} \quad (33)$$

где a_o^{ij} – объективная компонента цены риска потери здоровья человеком j -й возрастной группы населения по i -му виду заболевания, руб./сл. болезни;

Δa^{ij} – субъективная компонента цены риска потери здоровья человеком j -й возрастной группы населения по i -му виду заболевания, руб./сл. болезни.

Объективная компонента цены риска потери здоровья человеком j -й возрастной группы населения по i -му виду заболевания (a_o^{ij}) определяется в соответствии с возникающими при этом расходами в расчете на один случай болезни:

$$\alpha_o^{ij} = Z_{л}^i + Z_{cc}^i + Z_{co}^i + Z_{MT}^i, \text{ руб./сл. болезни} \quad (34)$$

$Z_{л}^i$ – расходы на все виды лечения: амбулаторное, стационарное, руб./сл. болезни;

Z_{cc}^i – расходы из средств социального страхования, руб./сл. болезни;

Z_{co}^i – расходы из фонда социального обеспечения, руб./сл. болезни;

Z_{MT}^i – расходы на приобретение медицинских товаров и услуг, руб./сл. болезни;

Расходы на все виды лечения (амбулаторное, стационарное) по i -му виду заболевания определяются по следующей формуле:

$$Z_{\text{л}}^i = z_{\text{а}}^i \cdot d_{\text{а}}^i + z_{\text{с}}^i \cdot d_{\text{с}}^i, \text{руб./сл. болезни} \quad (35)$$

$z_{\text{а}}^i, z_{\text{с}}^i$ – средние затраты, приходящиеся соответственно на один день лечения в амбулаторных условиях и в стационаре по i -му виду заболевания, руб./чел.-дн., принимается 100 руб./чел.-дн. и 200 руб./чел.-дн. соответственно;

$d_{\text{а}}^i, d_{\text{с}}^i$ – число дней лечения в амбулаторных условиях и в стационаре по i -му виду заболевания, чел.-дн./сл. болезни, принимается 10 чел.-дн./сл. болезни.

$$Z_{\text{л}}^i = 100 \cdot 10 + 200 \cdot 10 = 3000 \text{руб./сл. болезни}$$

Расходы из средств социального страхования по i -му виду заболевания – это расходы на оплату листков нетрудоспособности заболевшим или людям, отвлеченным от производственной деятельности по уходу за больными членами семьи. Они определяются следующим образом:

$$Z_{\text{сс}}^i = w^i \cdot d_{\text{а}}^i \cdot k^i, \text{руб./сл. болезни} \quad (36)$$

w^i – средний размер оплаты одного дня нетрудоспособности по больничным листам по i -му виду заболевания, 600 руб./чел.-дн.;

$d_{\text{а}}^i$ – среднее число целодневных потерь рабочего времени в расчете на один случай заболевания, 10 чел.-дн./сл. болезни;

k^i – коэффициент, отражающий удельный вес работающих в общей численности исследуемой группы населения, дол. ед., принимается 1.

$$Z_{\text{сс}}^i = 600 \cdot 10 \cdot 1 = 6000 \text{руб./сл. болезни}$$

Расходы из фонда социального обеспечения по i -му виду заболевания – это расходы в случаях назначения пенсии по болезни (инвалидности), которые рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{со}}^i = r \cdot n, \text{руб./сл. болезни} \quad (37)$$

r – среднегодовой размер пенсионного обеспечения инвалида, руб./сл. болезни;

n – коэффициент, отражающий предполагаемый удельный вес пенсионеров-инвалидов в общем числе исследуемой группы населения, дол. ед.

Так как случаи инвалидности не выявлены:

$$Z_{co}^i = 0, \text{руб./сл. болезни}$$

Расходы на приобретение медицинских товаров и услуг включают в себя расходы на приобретение фармацевтических и медицинских товаров, медицинских услуг, на санаторно-оздоровительное лечение по i -му виду заболевания. Их величина определяется как 20% от затрат на лечение.

$$Z_{mt}^i = 3000 \cdot 0,2 = 600 \text{ руб.}$$

Субъективная компонента цены риска потери здоровья может составлять примерно 10—20 % от объективной компоненты.

Риск по i -му виду заболевания для j -й возрастной группы населения (R^{ij}) определяется по следующей формуле:

$$R^{ij} = N^{ij} \cdot K_r^{ij}, \text{число сл. болезни/год на 1 тыс. чел.} \quad (38)$$

N^{ij} – число случаев (прогнозируемое число случаев) заболеваемости i -го вида по j -й возрастной группе населения в году, число сл. болезни/год на 1 тыс. чел., принимается 2,7 сл. болезни/год на 1 тыс. чел. среди детей и 1,37 сл. болезни/год на 1 тыс. чел. среди взрослых;

K_r^{ij} – корректирующий (повышающий) коэффициент, учитывающий нарушение репродуктивной функции у населения j -й возрастной группы по причине i -го вида заболевания.

$$\alpha_o^{ij} = 3000 + 6000 + 0 + 600 = 9600 \text{ руб.}$$

$$\Delta \alpha_c^{ij} = 9600 \cdot 0,15 = 1440 \text{ руб.}$$

$$\alpha^{ij} = 9600 + 1440 = 11040 \text{ руб.}$$

$$R^{idet} = 2,7 \cdot 1 = 2,7 \text{ число сл. болезни/год на 1 тыс. чел}$$

$$R^{ivzp} = 1,37 \cdot 1 = 1,37 \text{ число сл. болезни/год на 1 тыс. чел}$$

$$Y_{hi}^i = \sum_{j=1}^j \left(\frac{11040 \cdot (2,7 \cdot 20631 + 1,37 \cdot 44\,391)}{1000} \right) = 1286\,373,8 \text{ руб.}$$

Суммарный ущерб от загрязнения окружающей среды и вспышки инфекционного заболевания:

$$Y_{\text{сум}} = Y_{\text{общ}} + Y_{hi}^i \quad (39)$$

$$Y_{\text{сум}} = 366\,000 + 1286\,373,8 = 1\,652\,373,8 \text{ руб}$$

4.3 Подбор оборудования

В качестве сооружений доочистки предлагается установить каркасно-засыпные фильтры в количестве 10 шт. Стоимость 1 единицы – 33 640 руб., 10 единиц – 336 400 руб. Стоимость монтажных и пусконаладочных работ – 62 000 руб. Общая стоимость 398 400 руб.

В качестве сооружений дезинфекции предлагается несколько вариантов:

- хлораторные установки в количестве 2 шт (1 резервная). Стоимость 1 установки – 450 000 руб., 2 установок – 900 000 руб. Стоимость монтажных и пусконаладочных работ – 162 600 руб. Общая стоимость 1 062 600 руб.;

- озонаторные установки «Озонатор-2В» в количестве 2 шт (1 резервная). Стоимость 1 установки – 631 000 руб., 3 установок – 1 893 000 руб. Стоимость монтажных и пусконаладочных работ – 189 300 руб. Общая стоимость 2 082 300 руб.;

- УФ-система обеззараживания. Количество установок – 6 шт. Стоимость 1 установки – 503 500 руб., 6 установок – 3 021 000 руб. Стоимость монтажных и пусконаладочных работ – 483 000 руб. Общая стоимость 3 504 000 руб.

Оптимальным экономическим выбором будет служить комбинация из 10 каркасно-засыпных фильтров и 2-х хлораторных установок. Общая стоимость:

$$C_{\text{общ}} = 398\,400 + 1\,062\,600 = 1\,461\,000 \text{ руб.}$$

Затраты на обслуживание, заработную плату работников и амортизационные отчисления не учитываются, так как системы доочистки и дезинфекции будут являться составной частью Очистных сооружений канализации, обслуживание будет производиться имеющимся персоналом.

Таким образом, стоимость внедрения сооружений доочистки и дезинфекции меньше, чем ущерб от сброса сточных вод с параметрами, превышающими нормативно-допустимые: 1 461 000 руб. < 1 652 373,8 руб.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места оператора хлораторной установки

Хлораторная представляет собой одноэтажное здание длиной 24 м и шириной 12 м, где размещаются склад баллонов, насосная, вентиляционные камеры и вспомогательные помещения. В здании предусмотрены системы отопления, механической и естественной вентиляции, а также системы водопровода и канализации. Пол выполнен из кислотоупорного бетона, отделка стен – штукатурка, белая перхлорвиниловая эмаль, отделка потолка – известковая побелка.

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» в ходе работы на оператора хлораторной установки действуют следующие вредные факторы:

- повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума и вибрации;
- недостаточная освещенность рабочей зоны.

Опасные факторы:

- химическое воздействие на организм человека растворов и веществ, содержащих хлор;
- опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

5.2 Анализ вредных факторов

5.2.1 Повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны

Воздействие пыли и газов на организм человека зависит от их токсичности и концентрации в воздухе производственных помещений, а также времени пребывания человека в этих помещениях. Запыленность может

привести к болезни легких, верхних дыхательных путей, кожным заболеваниям. Загазованность хлором может вызвать интоксикацию.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны установлены согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». ПДК хлора 1 мг/м³. Измеренные показатели не превышают ПДК – 0,87 мг/м³.

В складе баллонов и в хлордозаторной предусмотрены по две независимые системы вентиляции: постоянно действующая и аварийная. Воздух от постоянно действующей системы выбрасывается без очистки через газовыбросную трубу. При повышении концентрации хлора до 1 мг/м³ по сигналу газоанализатора выключается постоянно действующая вентиляция, включается аварийный вентилятор. При выполнении работ хлораторщик обязан использовать средства индивидуальной защиты – респираторы и защитные очки.

5.2.2 Повышенный уровень шума и вибрации

Шум оказывает вредное воздействие на центральную и вегетативную нервную систему, вызывая переутомление и истощение клеток коры головного мозга. В условиях шума понижается внимание, нарушается координация движений, ухудшается работоспособность, что создает угрозу возникновения несчастного случая. Параметры шума для хлораторного сооружения регламентируются ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности» и СП 51.13330.2011 «Защита от шума».

Таблица 5– Нормируемые и измеренные показатели уровня звукового давления

Показатель	Для источников постоянного шума									
	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Ур-нь звука, корректированный, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Нормативно-допустимые уровни	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Измеренные уровни	107	94	87	80	77	75	74	71	67	80

Для снижения шума выполнена рациональная планировка, акустическая обработка помещений. Применяется принудительное смазывание трущихся поверхностей в сочленениях. Поэтому измеренные уровни звукового давления в хлораторной не превышают нормативно-допустимых. Операторам хлораторной установки выдаются средства индивидуальной защиты от шума – наушники, вкладыши (многократного и однократного действия).

Длительное воздействие вибрации на организм человека приводит к различным нарушениям здоровья человека и к вибрационной болезни. Параметры общей и локальной вибрации регламентируются ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ «Вибрационная безопасность» и СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», согласно этим документам предельно допустимый уровень технологической вибрации на стационарных рабочих местах в направлении Z_0 – 100дБ, в направлениях X_0 , Y_0 – 97дБ. Измеренные уровни вибрации не превышают нормативно-допустимые: в направлении Z_0 вибрация составляет 98дБ, в направлениях X_0 , Y_0 – 94дБ.

Такие показатели достигнуты путем введения дистанционного управления насосом хлораторной установки, использования демпфирующих оснований под имеющимся оборудованием. Предусмотрено использование средств индивидуальной защиты работников – защитные перчатки, защитная обувь, стельки. Требования к индивидуальным средствам защиты регламентируются ГОСТ 12.4.002-97 «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации».

5.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Рациональное освещение на рабочих местах и помещения имеет важное значение для обеспечения нормальной жизнедеятельности и трудового процесса. Недостаточное освещение ведет к перенапряжению глаз, к общему утомлению человека. В результате снижается внимание, ухудшается координация движений, что может стать причиной несчастного случая.

Необходимо рассчитать систему общего освещения, так как расчет имеющегося осветительного оборудования был произведен по устаревшему нормативному документу ГОСТ 15597-82 «Светильники для производственных зданий» и не соответствует современным требованиям.

Расчет освещения производится для помещения хлордозаторной длиной 15 м, шириной 12 м, высотой 4 м, по методу светового потока. В помещении ведутся зрительные работы малой точности. Наиболее подходящий для данного помещения тип осветительного прибора является открытый двухламповый светильник типа ПВЛ (пылевлагозащищенный).

При расчете по данному методу световой поток лампы F рассчитывается по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta}, \quad (40)$$

Где Φ – световой поток каждой из ламп, лм;

E – минимальная освещённость, лк (согласно [38] при выполнении зрительных работ малой точности освещенность на рабочей поверхности должна составлять 300 лк);

k – коэффициент запаса, принимается 1 согласно [38];

S – площадь помещения, 180м^2 ;

n – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока;

Z – коэффициент неравномерности освещения, принимается 1,225 согласно [38];.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h(A + B)}, \quad (41)$$

где S – площадь помещения, 180м^2 ;

h – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м;

A, B – размеры сторон помещения, 15 м и 12 м.

$$h = h_2 - h_1, \text{ м} \quad (42)$$

где h_1 – высота рабочей поверхности, 1,2 м;

h_2 – высота подвеса светильников над полом, 4 м.

$$h = 4 - 1,2 = 2,8 \text{ м}$$

Расстояние между светильниками или рядами:

$$L = \lambda \cdot h, \text{ м} \quad (43)$$

где λ определяется согласно [38], $\lambda = 1,5$.

$$L = 1,5 \cdot 2,8 = 4,2 \text{ м}$$

$$i = \frac{180}{2,8 \cdot (15 + 12)} = 2,3$$

По индексу помещения согласно [38] определяется коэффициент использования светового потока, для светильников ПВЛ $\eta = 0,43$

Расстояние от стен помещения до крайних светильников рекомендуется принимать равным:

$$L_{\text{ст}} = \frac{L}{3}, \quad (44)$$

$$L_{\text{ст}} = \frac{4,2}{3} = 1,4 \text{ м}$$

Исходя из размеров хлордозаторной (А=15 м, В=12 м, размеров светильников типа ПВЛ (А=1227мм, В= 266мм) и расстояния между ними, определяем, что число светильников в ряду должно быть 3, а число рядов 3. Всего светильников 9, ламп $n=9 \cdot 2=18$.

Световой поток лампы:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1 \cdot 180 \cdot 1,225}{18 \cdot 0,43} = 8\,546 \text{ лм}$$

Проводим проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.стандарт}} - \Phi_{\text{л.расч.}}}{\Phi_{\text{л.стандарт}}} \cdot 100\% \leq +20\% \quad (45)$$

$$-10\% \leq \frac{3500 - 8546}{3500} \cdot 100\% \leq +20\%$$

$$-10\% \not\leq -144\% \leq +20\%$$

Условие не выполняется, поэтому необходимо добавить 2 ряда и в каждом ряду добавить 2 светильника, а также и уменьшить расстояние между ними L до 1,4 м. Таким образом, число рядов – 5 , светильников в ряду – 5, то есть всего светильников 25, ламп 50. Определяем величину светового потока:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1 \cdot 180 \cdot 1,225}{50 \cdot 0,43} = 3076 \text{ лм}$$

Делаем проверку:

$$-10\% \leq \frac{3500 - 3076}{3500} \cdot 100\% \leq +20\%$$

$$-10\% \leq 12\% \leq 20\%$$

Таким образом, система общего освещения должна состоять из 25 двухламповых светильников типа ПВЛ с люминесцентными лампами ЛБ мощностью 80 Вт, построенных в 5 рядов по 5 светильников (рис.2).

Воздействие 120 – 180 мг/м³ в течение 30-60 минут опасно для жизни, при 300 мг/м³ возможен летальный исход, концентрация 2500 мг/м³ приводит к гибели в течение 5 минут. Максимально допустимая концентрация хлора для фильтрующих промышленных и гражданских противогазов составляет 2500 мг/м³

Измеренная концентрация в воздухе рабочей зоны не превышает ПДК – 0,87 мг/м³. Оператором хлоратонной установки применяются СИЗОД: респираторы, противогазы. Контакт через кожные покровы и слизистые оболочки исключен применением средств индивидуальной защиты: изолирующие костюмы, , перчатки, защитные очки согласно ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих».

5.3.2 Электрический ток

Поражение электрическим током происходит в результате прикосновения человека к токоведущей части, находящейся под напряжением, в результате ошибочных действий персонала, либо появления потенциала на частях оборудования, непредназначенных для передачи электроэнергии. В результате действия электрического тока через тело человека, происходит следующие воздействия:

- термическое, проявляющееся в нагреве и ожогах;
- электролитическое, проявляющееся в нарушении физикохимических составов органических жидкостей;
- биологическое, проявляющееся судорожным сокращением мышц, раздражением и возбуждением тканей организма.

Согласно ГОСТ 12.1.019-2017 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» применяются следующие меры защиты от поражения током:

- обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением;

- электрическое разделение сети;
- устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования, что достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, защитным отключением и др.

5.4 Охрана окружающей среды

В технологии обеззараживания используется хлор. Хлор относится к веществам 2-го класса опасности, при этом предельно допустимая концентрация хлора в воздухе рабочей зоны составляет 1 мг/м³. Основное воздействие на окружающую среду: поверхностные источники, почву и воздух возможно при разгерметизации баллонов и трубопроводов с хлором, а также при превышении ПДК остаточного хлора в сточных водах, сбрасываемых в водоёмы (1,5 мг/дм³ согласно МУ 2.1.5.800 «Организация Госсанэпиднадзора за обеззараживанием сточных вод»).

В тех случаях, когда утечка создает концентрацию хлора в воздухе, превышающую ПДК, работает система ликвидации аварии, в которую входит следующее оборудование:

- скруббер;
- резервуар для нейтрализующего раствора;
- насосы для перекачки нейтрализующего раствора;
- газовыбросная труба склада;
- газовыбросная труба дозаторной;
- газоанализаторы, контролирующие состав воздуха в складе и (отдельно) хлордозаторной;
- системы продувочных трубопроводов.

Защита от сброса сточных вод с показателем остаточного хлора, превышающим ПДК, достигается проведением ежедневного анализа в

лаборатории ОСК г. Юрги и автоматическим контролем дозировки, расхода и поступления хлора.

Химические отходы при эксплуатации хлораторной станции не образуются.

5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

Перечень аварий, возможных на ОСК г. Юрги:

- разгерметизация, разрушение трубопроводов, приводящая к затоплению сточными водами окружающей территории;
- разгерметизация хлоропроводов, утечка хлора;
- возникновение пожара, непосредственно угрожающего сосуду, находящемуся под давлением;
- прекращение электроснабжения;
- стихийные бедствия;
- ненормативная работа очистных сооружений.

Наиболее типичная ЧС – утечка хлора. Меры по предупреждению такой ЧС предусматривают перекрытие запорного вентиля контейнера с хлором, автоматическую остановку хлоратора, автоматическое включение аварийной вентиляции, световой и звуковой сигнализации. Также предусмотрено для устранения повышенного давления в трубопроводе регулировка давления запорной арматуры, своевременное проведение планово предупредительного ремонта.

Порядок действий при возникновении аварийных утечек:

- диспетчер объявляет химическую тревогу на объекте, оповещает спасательные структуры;
- производственный персонал, члены аварийно-спасательных формирований и члены добровольной газоспасательной дружины (ДГСД) по сигналу химической тревоги надевают изолирующие средства защиты органов дыхания и кожи;

- члены ДГСД по указанию начальника смены выставляют дежурные посты и предупредительные знаки для ограждения загазованной хлором зоны;

- по прибытии к месту аварии члены аварийно-спасательных формирований совместно с членами ДГСД проверяют отсутствие людей в загазованной хлором зоне и в помещениях, принимают меры по эвакуации и оказанию первой помощи пострадавшим;

- при отказе систем автоматического включения аварийной вентиляции, системы нейтрализации хлора и локализации хлорной волны их включают вручную.

Аварийно-спасательные и другие неотложные работы при утечке хлора должны проводиться в соответствии с ГОСТ Р 22.8.05-99 «Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий аварий на химически опасных объектах».

5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

На очистной станции, где расположена хлораторная, приказом выделяются работники, ответственные за эксплуатацию хлорного хозяйства в соответствии с «Правилами безопасности при производстве, хранении, транспортировании и применении хлора» и с «Правилами промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением». Класс условий труда в соответствии с ФЗ № 426 «О специальной оценки условий труда» – 2 (допустимый).

Все работы по осмотру хлораторной, ремонту оборудования не требуют тяжелого ручного труда (перегрузка баллонов выполняется с помощью тали, все вентили без электропривода - диаметром не более 100 мм). Продолжительность операций, связанных с переключением баллонов, хлораторов, выполняемых вручную (съем и перестановка компенсаторов, установка заглушек и т.п.) не превышает 1ч в сутки, а с учетом вывоза, свожа и смены баллонов на складе в среднем не более 2,5ч в сутки или 1ч в смену или

12%. Таким образом, в хлораторной обеспечены следующие эксплуатационные показатели (согласно[42]):

- режим работы – трехсменный;
- степень автоматизации – 75%;
- степень механизации – 88%;
- применение ручного труда – 12%.

5.7 Выводы по разделу «Социальная ответственность»

В данном разделе проведён анализ вредных и опасных факторов, воздействующих на оператора хлораторной станции, среди которых: повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны, повышенный уровень шума и вибрации, недостаточная освещенность рабочей зоны, химическое воздействие на организм человека растворов и веществ, содержащих хлор, опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Охрана окружающей среды предусматривает контроль за содержанием остаточного хлора в сточных водах и недопущение превышения допустимых концентраций.

Среди возможных ЧС особое внимание уделено разгерметизации ёмкостей и трубопроводов с хлором. Предложены меры по предотвращению такой ЧС.

Заключение

В выпускной квалификационной работе разработан проект сооружений доочистки и дезинфекции сточных вод на ООО «ВодСнаб» г. Юрги.

Решены следующие задачи:

- изучены нормативные документы в области охраны водных ресурсов, нормативно-допустимый сброс (НДС) загрязняющих веществ, микроорганизмов. Основополагающими документами являются Водный кодекс РФ, ФЗ № 7 «Об охране окружающей среды». Согласно Постановлению № 328 нормативы допустимого воздействия на водные объекты разрабатываются и утверждаются по водному объекту или его участку в соответствии с гидрографическим и (или) водохозяйственным районированием. Нормативы допустимого воздействия на водные объекты определяются исходя из целевого назначения водного объекта, состояния водного объекта и его экологической системы, а также из условий предупреждения негативных последствий для водного объекта и его экологической системы;

- изучена структура, организация работы и схема очистки сточных вод предприятия ООО «ВодСнаб» г. Юрги. Основным видом деятельности является очистка сточных вод города, сбрасываемых в реку Томь, с учетом требований охраны окружающей среды и экологической безопасности. Схема очистки сточных вод включает механическую очистку, состоящую из решеток, песколовков, первичных отстойников, и биологическую очистку с помощью активного ила;

- рассчитаны параметры сооружений доочистки и дезинфекции. Стадия доочистки включает 10 каркасно-засыпных фильтров. Для стадии дезинфекции предусмотрены или 2 хлораторные установки производительностью 25 кг/ч, или 2 озонаторные установки «Озонит-2В», или 6 УФ-установок УДВ-1000/288.

- рассчитаны ущерб от аварийных сбросов сточных вод в реку Томь и экономические затраты на внедрение нового оборудования. Оптимальным

экономическим выбором будут служить 2 хлораторные установки. Стоимость внедрения сооружений доочистки и дезинфекции меньше, чем ущерб от аварийного сброса сточных вод: 1 460 400 руб. < 1 652 373,8 руб.

Список использованных источников литературы

1. Пашкевич Н. А., Бесперстов Д. А., Зубарева В. А., Иванов Ю. И., Расщепкина Е. А. Анализ состояния техносферной безопасности в России // Вестник Научного центра. 2013. №1-1. URL: <https://goo.su/3BQzDTJ> (дата обращения: 25.05.2021).
2. Карманов А.П., Полина И.Н. Технология очистки сточных вод: Учебное пособие / сост. А.П. Карманов, И.Н. Полина. – 2-е изд. испр. и доп. – М.: Инфра-Инженерия, 2018. – 212 с. ISBN 978-5-9729-0238-5
3. Хохрякова Е.А. Современные методы обеззараживания воды / Е.А. Хохрякова – М.: Издательский центр «Аква-Терм», 2014. – 55 с., ил. – ISBN 978-5-905024-22-1.
4. Решняк В.И., Посашкова С.Е. Обеззараживание сточной воды // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. 2012. №2 (14). URL: <https://goo.su/Hi2c> (дата обращения: 20.11.2021).
5. Аракчеев Е. Н., Брунман В.Е., Брунман М.В., Волков А.Н., Дьяченко В.А., Кочетков А.В., Петкова А.П. Современная перспективная технология обеззараживания воды и стоков // Гигиена и санитария. 2015. №4. URL: <https://goo.su/pPvZ> (дата обращения: 20.11.2021).
6. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ – URL: <https://goo.su/cGxkc> (дата обращения: 13.04.2022). – Текст : электронный
7. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» – URL: <https://goo.su/8LS4CP> (дата обращения: 13.04.2022). – Текст : электронный
8. Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» – URL: <https://goo.su/JTDb> (дата обращения: 15.04.2022). – Текст : электронный.

9. Постановление Правительства РФ от 22.05.2020 № 728 «Об утверждении Правил осуществления контроля состава и свойств сточных вод и о внесении изменений и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» – URL: <https://goo.su/Asb3y> (дата обращения: 17.03.2022). – Текст : электронный.

10. Постановление Правительства РФ от 23.07.2007 № 469 «О порядке утверждения нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» – URL: <https://goo.su/oxuy9ns> (дата обращения: 17.03.2022). – Текст : электронный.

11. Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 № 644 «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения» – URL: <https://goo.su/Pwg8E7> (дата обращения: 17.03.2022). – Текст : электронный.

12. Постановление Правительства РФ от 30.12.2006 № 881 «О порядке утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты» – URL: <https://goo.su/Wef08> (дата обращения: 17.03.2022). – Текст : электронный.

13. Постановление Правительства РФ от 12.12.2007 № 328 «Об утверждении Методических указаний по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты» – URL: <https://goo.su/GQIyS> (дата обращения: 17.03.2022). – Текст : электронный.

14. СП 13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения (дата введения 2019-06-26) URL: <https://goo.su/FTZEbC> (дата обращения: 19.02.2022). – Текст: электронный.:

15. ГОСТ 31829-2012 Оборудование озонаторное Требования безопасности (дата введения 2014-01-01) URL: <https://goo.su/xGTLBv> (дата обращения: 19.02.2022). – Текст : электронный.

16. Методика определения основных технологических параметров сооружений систем водоснабжения и водоотведения, очистки сточных вод и обработки осадка / ООО «ТКГруппа» – Раздел 2. Том 2 URL: <https://goo.su/Scweb> (дата обращения: 27.04.2022). – Текст : электронный.

17. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии российской

федерации от 13 апреля 2009 года №87 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства» – URL: <https://goo.su/W4qnwa> (дата обращения: 01.05.2022). – Текст : электронный.

18. Методические рекомендации к экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания: Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011 – 24с. ISBN 978-5-75087-1056-7

19. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов (дата введения 1978-07-01) – URL: <https://goo.su/1UWDP4c> (дата обращения: 01.05.2022). – Текст: электронный.

20. Кнышова Е. Н. Экономика организации: Учебник / Е.Н. Кнышова, Е.Е. Панфилова. – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. – 336 с.: 60х90 1/16. – (Профессиональное образование). . ISBN 756-5-707-143-2

21. Пястолов С.М. Экономическая теория [Текст]: учеб.для студ. учреждений среднего и высшего. проф. образования / С.М. Пястолов. – Москва: «Академия», 2010. – 240 с. . ISBN 978-5-7695-7389-7

22. Среднегодовая численность населения муниципальных образований Кемеровской области – Кузбасса. – Интернет-портал Кемеровостата/ Официальная статистика/ Население. – URL: <https://goo.su/jzlKE> (дата обращения: 30.04.2022). – Текст : электронный.

23. Шевелев, Ф.А. Таблицы гидравлического расчёта водопроводных труб: справ. пособие. – 8-е изд., М.: ООО «БАСТЕТ», 2007. – 336 с. ISBN 808-7-903326-04-8

24. «Технологическое описание процесса очистки и обеззараживания воды на НФС» / Технический регламент /инженер-технолог Александрова Е.В / Юрга – 2015г. 35с.

25. Оценка устойчивости работы объекта экономики при ЧС мирного и военного времени: метод. разработка для студентов всех специальностей

дневной формы обучения / НГТУ; сост.: В.А. Горишний, В.Б. Чернецов, В.В.Волков, Н.Новгород, 2001. ISBN 476-5-92536-13-0

26. Бенчмаркинг качества питьевой воды / СПб. Новый журнал, 2010.— 432с. ил. /Г.Г.Онищенко, Ю.А.Рахманин, Ф.В. Кармазинов, В.А. Грачев, Е.Д.Нефедова. ISBN 978-5-901336-13-7

27. Российская Федерация. Законы. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Федеральный закон №68 [Принят Государственной Думой 11 ноября 1994 года] (с изменениями на 26 мая 2021 года). – Москва.

28. Чудновский С.М.Ч 84 Улучшение качества природных вод: учеб. пособие / С.М. Чуднов-ский. – Вологда: ВоГУ, 2014. – 182с ISBN 978-5-9729-0164-7

29. Акимов В.А., Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: учебное пособие / В. А. Акимов, Ю. Л. Воробьев, М. И. Фалеев и др. –Москва: Абрис, 2012. - 592 с. ISBN 978-5-4372-0049-0

30. . Гогина Е.С. Исследование технологической схемы биологической очистки сточных вод для реконструкции очистных сооружений / Е.С. Гогина // Водоснабжение и санитарная техника. – 2011. – № 11 – С. 25-33.

31. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (дата введения 2017-03-01) URL: <https://goo.su/w3D0oMI> (дата обращения: 19.05.2022). – Текст: электронный.

32. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200040973>

33. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (дата введения 1989-01-01) URL: <https://goo.su/j5PEVd> (дата обращения: 19.05.2022). – Текст: электронный.

34. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» (дата введения 2015-11-01) URL: <https://goo.su/FmIAx9N> (дата обращения: 19.05.2022). – Текст: электронный.

35. СП 51.13330.2011 Защита от шума: (дата введения 2011-05-20) URL: <https://goo.su/RrUnXU> (дата обращения: 19.05.2022). – Текст: электронный.

36. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ Вибрационная безопасность (дата введения 2008-07-01) URL: <https://goo.su/51mKECZ> (дата обращения: 23.05.2022). – Текст: электронный.

37. ГОСТ 26568-85. Вибрация. Методы и средства защиты. Классификация. (дата введения 1987-01-01) URL: <https://goo.su/j8aZ> (дата обращения: 23.05.2022). – Текст: электронный.

38. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания (дата введения 2021-01-28) URL: <https://goo.su/dEQyTj> (дата обращения: 23.05.2022). – Текст: электронный.

39. ГОСТ 12.4.002-97 ССБТ Средства индивидуальной защиты рук от вибрации (дата введения 1998-07-01) URL: <https://goo.su/JH0cL> (дата обращения: 23.05.2022). – Текст: электронный.

40. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение (дата введения 2017-05-08) URL: <https://goo.su/FGJr> (дата обращения: 23.05.2022). – Текст: электронный.

41. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901859404>

42. Попов, Ю. П. Охрана труда [Текст]: учебное пособие / Ю.П. Попов. – 4-у изд., перераб. – Москва: Кнорус, 2014. – 224 с. – (Среднее профессиональное образование). ISBN 978-5-406-02767-7

43. Охрана труда и промышленная экология [Текст]: учебник для студентов высшего проф. образования / [В.Т. Медведев, С.Г. Новиков, А.В.

Каралюнец, Т.Н. Маслова]. – Москва: Издательский центр «Академия», 2006. – 416 с. ISBN 978-5-7695-8868-6

44. Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учебник для студентов. [Э.А. Арустамов, Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко, Г.В. Гуськов]. – 10-е изд, стер. - Москва: Академия, 2010. - 176 с. 978-5-4468-2302-4

45. Петленко, Б. И. Электротехника и электроника [Текст]: учебник для студентов учреждений ВПО / Б. И. Петленко.- Москва: Академия, 2007.- 320с ISBN 978-5-7695-7400-9

46. Мастрюков, Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях / Б.С. Мастрюков - М.: Издательский центр «Академия», 2003. ISBN 5-7695-1294-6

47. Белобородов, В.Н. Предупреждение ЧС и повышение устойчивости функционирования организаций / В.Н. Белобородов. - М.: Библ. «Военные знания», 2001. стр.-280. ISBN 978-5-4721-0097-2

48. Безопасность жизнедеятельности: Учебник. / Под. Ред. Проф. Э.А.Арустамова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский Дом “Дашков и К*”, 2001. – 678 с. ISBN 978-5-394-03703-0

49. Вредные вещества в промышленности. Справочник / Под ред. Лазарева Н.В., Левиной Э.И. – Л.: Химия, 1976. Том2 – 644 с. ISBN 978-5-256-88012-4

50. Захаревич, М. Б. Повышение надежности работы систем водоснабжения на основе внедрения безопасных форм организации их эксплуатации и строительства: учеб. пособие / М. Б. Захаревич, А. Н. Ким, А. Ю. Мартьянова; СПбГАСУ. – СПб., 2011. – 62 с ISBN 978-5-9227-0316-1

Приложение А

(справочное)

Значения коэффициентов неравномерности потока воды

Коэффициенты неравномерности при заданной обеспеченности	Средний расход сточных вод, л/с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000 и более
При 1%-ной обеспеченности									
Максимальный	3,0	2,7	2,5	2,2	2,0	1,8	1,7 5	1,7	1,6
Минимальный	0,2	0,2 3	0,2 6	0,3	0,3 5	0,4	0,4 5	0,51	0,56
При 5%-ной обеспеченности									
Максимальный	2,5	2,1	1,9	1,7	1,6	1,5 5	1,5	1,47	1,44
Минимальный	0,3 8	0,4 6	0,5	0,5 5	0,5 9	0,6 2	0,6 6	0,69	0,71
Примечания 1. Значения общих коэффициентов неравномерности притока сточных вод, приведенных в настоящей таблице, допускается принимать при количестве производственных сточных вод, не превышающем 45% общего расхода. 2. При средних расходах сточных вод менее 5 л/с максимальный коэффициент неравномерности принимается 3. 3. 5%-ная обеспеченность предполагает возможное увеличение (уменьшение) расхода в среднем один раз в течение суток. 1%-ная - один раз в течение 5-6 сут. 4. 5%-ная обеспеченность принимается для определения расходов при наибольшей степени наполнения труб в соответствии с таблицей 2, а 1%-ная обеспеченность принимается при учете свободной емкости сети при полном наполнении. 1%-ная обеспеченность должна учитываться при определении объемов приемных резервуаров насосных станций.									

Приложение Б

(справочное)

Размеры лотков Поршала

Пропускная способность лотка, л/с		Размеры, м									Потери напора
мин.	макс.										
5	110	0,25	7,17	1,325	1,7	0,23	5,85	0,78	0,55	4,7	0,15
5	500	0,30	9,47	1,35	4,0	0,23	5,85	0,84	0,60	7	0,20
10	750	0,50	13,63	1,45	7,4	0,45	6,1	1,08	0,80	11	0,25
10	1150	0,75	13,97	1,575	7,4	0,6	6,6	1,38	1,05	11	0,30
20	1500	1,00	14,97	1,70	8,9	0,9	6,6	1,68	1,30	12,5	0,35
20	2000	1,25	15,1	1,825	9,5	1,0	6,6	1,98	1,55	13,2	0,40
30	3000	1,50	15,3	1,95	10,2	1,5	7,1	2,28	1,80	14	0,50

Приложение В

(справочное)

Размеры типовых контактных резервуаров

Пропускная способность очистной станции, тыс. м ³ /сут	Расчётный объём, м ³	Число отделений, штук	Размеры одного отделения, м		
			ширина	длина	глубина
35	972	3	6	18	3,2
50	1350	3	6	24	3,2
50	1382	4	6	18	3,2
70	1729	3	6	30	3,2
70	1843	4	6	24	3,2
100	2534	4	6	33	3,2
140	3200	3	9	36	3,3
200	4200	3	9	48	3,3
Геометрические параметры контактных резервуаров, разработанные ЦНИЭП инженерного оборудования					
до 25	604	2	6	18	2,8
35	907	3	6	18	2,8
50	1209	4 2	69	18 24	2,8
70	1814	3	9	24	2,8
100	2419 2720	4 3	9 9	24 36	2,8
140	3628	4 3	99	36 48	2,8
200	4838	4	9	48	2,8
280	7257	6	9	48	2,8

Приложение Г

(справочное)

Технологические параметры установки НПО «ЛИТ» серии «6-1000» м³/ч

Наименование оборудования	Номинальная производительность, м ³ /ч	Максимальное давление, атм.	Потребляемая мощность, кВт	Масса, кг	Диаметр патрубка, мм	Объём камеры, л	Потери напора, не более, м	Тепловыделения, кВт	Габаритные размеры установки (Дл*Шир*Выс), м	Тип пульта управления	Тип блока промывки
УДВ – 6/6	6	10	0,5	80	50	40	0,4	0,07	1,4*1,3*0,3	Пульт – 2	БПР – 5
ОС-5А (ОС-20)	20	4	1,0	100	100	70	1,0	0,13	1,6*0,5*0,3	Пульт – 2	БПР – 5
УДВ–160/961)	160	1	8,5	800	250	1000	0,5	1,40	3,5*1,6*1,2	Щит – 1	БПР – 30
УДВ–250/1442)	250	1	12,8	1200	300	1500	0,5	2,00	4,2*1,6*1,4	Шкаф – 1	БПР – 30
УДВ–250/144	250	6,3	12,8	1200	300	1500	0,5	2,00	4,2*1,5*1,2	Шкаф – 1	БПР – 30
УДВ–500/288	500	1	26,0	2200	400	2800	0,5	4,00	5,4*1,8*1,5	Шкаф – 1	БПР – 30
УДВ–1000/2883)	1000	1	26,0	1900	500	3700	0,5	4,00	4,0*1,6*1,9	Шкаф – 1	БПР – 30
УДВ–1000/288	1000	6,3	26,0	1900	500	3700	0,5	4,00	4,6*1,6*2,2	Шкаф – 1	БПР – 30
УДВ–1000/432	1000	1	38	4500	600	6000	0,5	6,0	6,0*1,6*2,6	Шкаф – 1	БПР – 30
УДВ–1000/432	1000	4	38	4500	600	6000	0,5	6,0	6,0*1,6*2,6	Шкаф – 1	БПР – 30
УДВ–1000/432	1000	10	38	4500	600	6000	0,5	6,0	6,0*1,6*2,6	Шкаф – 1	БПР – 30
УДВ–1000/576	1000	1	47	4500	600	6000	0,3	7,0	7,0*1,6*1,5	Шкаф – 1	БПР – 30

Приложение Д
(справочное)

Результаты анализов сточных вод (1 выпуск) по данным лаборатории ОСК ООО «Юрга ВодСнаб» за 2020 год

Показатели, мг/дм3	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	средн2 020	НДС
Водородный показатель, рН	7,5	7,5	7,6	7,6	7,4	7,4	7,5	7,6	7,6	7,5	7,6	7,8	7,6	6,5-8,5
Взвешенные вещества	6,6	6,6	6,5	6,8	6,8	6,2	6,6	6,3	6,3	6,3	6,4	6,5	6,5	6,8
Фосфат-ион	0,144	0,148	0,146	0,149	0,044	0,048	0,046	0,048	0,046	0,090	0,150	0,140	0,100	0,153
Ион аммония	0,130	0,130	0,140	0,120	0,140	0,140	0,130	0,140	0,130	0,130	0,150	0,140	0,135	0,39
Нитрит-ион	0,038	0,037	0,039	0,028	0,038	0,033	0,038	0,040	0,038	0,040	0,037	0,039	0,037	0,04
Нитрат-ион	19,54	19,14	19,48	19,28	19,31	19,24	19,59	18,21	19,31	19,66	18,13	18,90	19,15	20
Железо общее	0,09	0,08	0,09	0,07	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,07	0,08	0,09	0,08	0,1
АПАВ	0,058	0,059	0,055	0,058	0,057	0,05	0,053	0,059	0,056	0,054	0,059	0,057	0,056	0,059
Хлорид-ион	30,6	30,1	29,2	30,6	30,1	30,1	30,6	29,7	30,6	29,7	28,3	30,6	30,0	30,6
ХПК	4,4	4,5	4,4	4,5	4,6	4,6	4,4	4,0	4,6	4,5	4,6	4,1	4,4	
БПК 5,мг О2/дм3	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	3,0
Сульфат-ион	23,3	24,8	25	24,8	25,2	22,1	25,0	25,1	24,2	24,6	24,2	22,7	24,3	25,5
Нефтепродукты	0,021	0,020	0,019	0,020	0,024	0,025	0,022	0,023	0,021	0,025	0,022	0,024	0,022	0,05
Фенолы мкг/дм3	0,9	0,7	0,9	0,8	0,8	0,7	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9
Марганец	0,009	0,01	0,009	0,009	0,009	0,007	0,008	0,010	0,008	0,01	0,008	0,006	0,009	0,01
Температура , 0С	9,9	9,6	9,8	12	15,3	18,2	22,1	22,1	19,5	15,8	14,6	11,0	15,0	
Растворенный кислород	5,4	5,4	6,7	4,8	6,3	6,1	6,3	6,2	7,0	5,9	6,2	6,8	6,1	4,0-6,0
ХромVI	0	0	0	0	0	0,001	0	0,001	0,001	0	0	0,001	0,0003	0,001

Приложение Е

(справочное)

Основные параметры фильтров с зернистой загрузкой

Фильтр	Параметры фильтрующей загрузки				Высота слоя, м	Скорость фильтрования, м/ч, при режиме		Рабочая субстанция (интенсивность промывки, л/(с·м ²))	Продолжительность этапа промывки, мин	Эффект очистки, % по	
	Фильтрующий материал	Гранулометрическая характеристика загрузки d, мм				Норм.	Форсир.			БПКполн	взвешенным веществам
		мин	макс	эквив							
Однослойный мелкозернистый с подачей воды сверху вниз	Кварцевый песок Поддерживающие слои - гравий	1,2 25 10 20	2 5 10 20 40	1,5 - 1,7 - - - -	1,2 - 1,3 0,15 - 0,2 0,1 - 0,15 0,1 - 0,15 0,2 - 0,25	6 - 7	7 - 8	Воздух (18 - 20) Воздух (18 - 20) и вода (3 - 5) Вода (7)	2 10 - 12 6 - 8	50 - 60	70 - 75
Однослойный крупнозернистый с подачей воды сверху вниз	Гранитный щебень	3	10	5,5	1,2	16	18	Воздух (16) Воздух (16) и вода (10) Вода (15)	3 4 3	35 - 40	45 - 50
Двухслойный с подачей воды сверху вниз	Антрацит или керамзит	1,2	2	-	0,4 - 0,5	7 - 8	9 - 10	Вода (14 - 16)	10 - 12	60 - 70	70 - 80
	Кварцевый песок	0,7	1,6	-	0,6 - 0,7						
	Поддерживающие слои – гравий	2 5 10 20	5 10 20 40	-	0,15 - 0,25 0,1 - 0,15 0,1 - 0,15 0,2 - 0,25						
Каркасно-засыпной (КЗФ)	Кварцевый песок Каркас–гравий	0.8 1 40	1 40 60	- - -	0,9 1,8 0,5	10	15	Воздух(14 - 16) и вода (6 - 8) Вода (14 - 16)	5 - 73	70	70 - 80