

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
Д.В. Ульрих

_____ 2021г.

Проект водоснабжения газотранспортного предприятия
в Ханты-Мансийском автономном округе

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–08.03.01.2021.305-04.207 ПЗ ВКР

Консультанты:

Технология строит. пр-ва
доц. Мельник А.А.

_____ 2021г.

Руководитель проекта
доцент

Е.В. Николаенко

_____ 2021 г.

Автор проекта
студент группы АС-421
Л.Р. Хакимова

_____ 2021 г.

Нормоконтролер
ст. преп. К.И. Чучелов

_____ 2021 г.

Челябинск
2021

АННОТАЦИЯ

Хакимова Л.Р. Выпускная квалификационная работа «Проект водоснабжения газотранспортного предприятия в Ханты-Мансийском автономном округе» – Челябинск: ЮУрГУ, Архитектурно-строительный институт, 2021. – 81 с.– 6 листов ф.А1 – библиограф. 22 назв.

В выпускной квалификационной работе предлагается локальная система водоснабжения газотранспортного предприятия включающая в себя забор воды из поверхностного источника (в данном проекте не рассматривается), станцию водоподготовки, наружные сети, РЧВ.

В пояснительной записке приведены характеристики запроектированной системы водоснабжения, представлены основные расчеты по потребителям, подобрано оборудование для систем водоснабжения. Так же рассмотрены технология и организация производства работ по прокладке участка проектируемой водопроводной сети.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2021.305-04.207 ПЗ ВКР</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Пояснительная записка к ВКР</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Зав. каф.</i>	<i>Ульрих</i>					<i>ВКР</i>	<i>6</i>	<i>81</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Николаенко</i>					<i>ЮУрГУ (НИУ)</i>		
<i>Разработ.</i>	<i>Хакимова</i>					<i>Кафедра ГИСС</i>		
<i>Проверил.</i>	<i>Николаенко</i>							
<i>Н. контр.</i>	<i>Чучелов К.И.</i>							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	10
1.1 Характеристика предприятия	10
1.2 Физико-географическая характеристика района строительства.....	14
2 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО МЕТОДАМ ОБРАБОТКИ	16
2.1 Существующие методы обезжелезивания воды	16
2.1.1 Химизм процесса обезжелезивания	16
2.1.2 Методы обезжелезивания воды	18
2.2 Методы обеззараживания природных вод	27
2.2.1 Хлорирование воды.....	28
2.2.2 Обеззараживание воды бактерицидными лучами	35
3 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОБРАБОТКИ ВОДЫ.....	39
4 ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ СТАНЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	43
4.1 Определение расчетных расходов воды	47
4.2 Проектирование станции водоподготовки.....	48
4.2.1 Расчет микрофильтра	48
4.2.2 Расчет установки для обезжелезивания воды аэрацией	49
4.2.3 Напорные фильтры обезжелезивания с загрузкой MGS	50
4.2.4 Расчет напорного фильтра с двухслойной загрузкой	53
4.2.5 Определение диаметров трубопроводов на станции.....	56
4.2.6 Выбор установки для обеззараживания воды.....	58
4.2.7 Резервуары чистой воды	61
5 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	63
5.1 Состав работ и технологическая последовательность их выполнения ..	63
5.2 Техническая характеристика полиэтиленовых труб	63
5.3 Определение объемов работ	64
5.4 Определение трудоемкостей и продолжительностей работ	68
5.5 Технологические схемы производства работ	71

5.6 Контроль качества	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	80

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день площадка газотранспортного предприятия расположена в Ханты-Мансийском автономном округе работает на привозной воде, что значительно удорожает производственный процесс.

В связи с этим стоит необходимость создания на территории площадки локальной системы водоснабжения, включающая в себя: водозаборные сооружения, насосную станцию, наружные сети.

Целью данного проекта является организация локальной системы водоснабжения пром. площадки.

Задачи данного дипломного проекта:

- Разработать проектные предложения по системе водоснабжения площадки газотранспортного предприятия;
- выполнить литературный обзор по существующим методам обезжелезивания, осветления, обеззараживания;
- разработать технологическую схему водоснабжения для хозяйственно-питьевых нужд пром. площадки.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Характеристика предприятия

Открытое акционерное общество «Газпром» – один из важнейших участников мировых энергетических рынков, способных внести значительный вклад в их стабилизацию и обеспечение глобальной энергетической безопасности, что является одной из основных составляющих стратегии его развития.

ОАО «Газпром» – крупнейшая газовая компания в мире. Основные направления деятельности – геологоразведка, добыча, транспортировка, хранение, переработка и реализация газа и других углеводородов. Государство является собственником контрольного пакета акций Газпрома – 50,002%.

В мировом рейтинге нефтегазовых компаний «Газпром» занимает первое место по добыче природного газа. По объемам добычи и переработки нефти «Газпром» входит в число пяти крупнейших российских нефтяных компаний и в число двадцати мировых лидеров нефтяного бизнеса.

Термин ОАО «Газпром» относится к головной компании Группы Газпром – Открытому акционерному обществу «Газпром». Под Группой Газпром, Группой или Газпромом следует понимать совокупность компаний, состоящую из ОАО «Газпром» и его дочерних обществ.

Роль Группы на мировых энергетических рынках не ограничивается ее экспортным потенциалом и репутацией надежного и стабильного поставщика энергоресурсов. Специфика «Газпрома» заключается в том, что он одновременно является и производителем, и поставщиком энергоресурсов, располагая мощной ресурсной базой и разветвленной газотранспортной инфраструктурой. Благодаря географическому положению России у «Газпрома» есть возможность стать энергетическим мостом между

рынками Европы и Азии, осуществляя поставки собственного газа и оказывая услуги по транзиту газа других производителей.

«Газпром» может выступить связующим звеном между поставщиками и потребителями углеводородного сырья не только европейского, но и азиатского рынков, способен учитывать мнения всех заинтересованных сторон, содействовать поиску баланса интересов участников глобального энергетического взаимодействия.

Группа располагает одной из крупнейших в мире систем газопроводов и обеспечивает основную часть добычи природного газа и его транспортировку по трубопроводам высокого давления в Российской Федерации. Также она является крупнейшим экспортером природного газа в европейские страны, осуществляет добычу нефти и производство нефтепродуктов.

Группа осуществляет следующие основные виды хозяйственной деятельности:

1. Разведка и добыча газа;
2. Транспортировка газа;
3. Продажа газа;
4. Добыча нефти и газового конденсата;
5. Переработка нефти, газового конденсата и прочих углеводородов и продажа продуктов переработки;
6. Прочие виды финансово-хозяйственной деятельности включают в себя, в основном, строительство, производство электрической и тепловой энергии и управление активами.

Один из объектов ПАО Газпром находится в г. Белоярский – это компрессорная станция по транспортировке газа.

Население города составляет около 20 тысяч человек. Город находится на левом берегу реки Казым. В городе существует централизованная система водоснабжения и водоотведения.

На площадке компрессорной станции на сегодняшний день система водоснабжения хозяйственно-питьевого, производственно-противопожарного водоснабжения существует за счет привозной воды.

На промплощадке существует объединенная схема хозяйственно-питьевого, производственно-противопожарного водоснабжения.

Вода привозится в цистернах и направляется в два существующих резервуара чистой воды. Из резервуаров вода подается насосами, установленными в хозяйственно-питьевой, противопожарной насосной станции (ХПН) в водопроводные внутриплощадочные сети к потребителям (АБК, котельная, пождепо, ПАЭС, слесарная мастерская, цех) на производственные, хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды.

Внутриплощадочные водопроводные сети выполнены из стальных водопроводных труб и служат для производственного, противопожарного и хозяйственно-питьевого водоснабжения. Для нужд питьевого водоснабжения в помещениях АБК, комнатах приема пищи КЦ и других зданиях установлены блоки доочистки питьевой воды типа «Роса».

Привозная вода на предприятие очень дорогостоящее мероприятие. Администрацию это не устраивает. Было принято решение разработать проект локальной системы водоснабжения площадки с использованием воды из реки Выгрим.

Река Выргим приток реки Казым, длина 266 км, площадь бассейна 4580 км², расход воды 0,20-131м³/с, площадь водного сечения 1,84-232м², скорость течения средняя 0,05-0,59, ширина реки 8,0-69,3м, средняя глубина 0,53-4,45м.

Протекает по северной части Западно-Сибирской равнины. Долина сильно заболочена; русло извилистое. Питание главным образом снеговое. Замерзает в начале ноября, вскрывается во 2-й половине мая. Река несудоходна.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.207 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		12

Вода для хозяйственно-питьевого назначения, должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

Соответствие воды реки Выргим данным показателям определено на основе сравнительного анализа проб из источника с установленными требованиями СанПиН 2.1.4.1074 – 01.

Качество воды в р. Выргим представлена в табл. 1.1.

Таблица 1.1 –Качественные характеристики воды р. Выргим

Показатели	Единицы измерения	Данные анализа	Класс водоисточника (ГОСТ 2761-84)	Норматив СанПиН 2.1.4.1074-01 (не более)	Соответствие СанПиН 2.1.4.1074-01
1	2	3	4	5	6
Мутность	мг/л	63,7	2	1,5	не соотв
Цветность	град	100	2	20	не соотв
Запах , при 20°С	балл	1	1	2	соотв
рН		7,1	1	6-9	соотв
Железо общ.(Fe)	мг/л	7,06	3	0,3	не соотв
Марганец (Mn)	мг/л	0,08	1	0,1	соотв
Фитопланктон	мг/л	3	2	отсутствие	не соотв
Окисляемость перманганатная	мгО ₂ /л	8,02	2	5	не соотв
Число ЛКП		10000	2	отсутствие	не соотв
Жесткость общая	мг-экв/л	0,5	-	7	соотв
Щелочность	мг-экв/л	0,44	-	-	не соотв
Сухой остаток	мг/л	62,5	-	1000	соотв
Хлориды (Cl ⁻)	мг/л	23,2	-	350	соотв
Сульфаты (SO ₄ ³⁻)	мг/л	9,68	-	500	соотв
Медь (Cu)	мг/л	0,05	-	1	соотв
Цинк (Zn)	мг/л	0,1	-	5,0	соотв
Аммиак	мг/л	0,08	-	2,0	соотв
Алюминий (Al)	мг/л	0,04	-	0,5	соотв

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

1	2	3	4	5	6
Мышьяк (NH ₄) ⁻	мг/л	0,01	-	0,05	соотв
Молибден (Mo)	мг/л	0,005	-	0,25	соотв
Фтор (F)	мг/л	<0,5	-	0,7-1,5	соотв
Свинец (Pb)	мг/л	0,002	-	-	не соотв
Нитриты	мг/л	<0,02	-	2,0	соотв
Нитраты (NO ₃) ⁻	мг/л	<0,1	-	45	соотв
ПАВ	мг/л	<0,015	-	0,5	соотв
Фосфор (P)	мг/л	0,43	-	3,5	соотв
Нефтепродукты	мг/л	0,102	-	0,1	не соотв

Водоисточник не соответствует требованиям качества питьевой воды по следующим показателям: мутность, цветность, наличие фитопланктона и лактозоположительных кишечных палочек, а также содержание железа, перманганатная окисляемость, нефтепродукты и требует дополнительной обработки.

1.2 Физико-географическая характеристика района строительства

Площадка водоподготовки проектируется в городе Белоярский Тюменской области Ханты-Мансийского автономного округа-Югра.

Город Белоярский находится на севере Западной Сибири. Расстояние от ближайшей железнодорожной станции Приобье до города (по зимнику) 130км.

Климат Белоярского района можно охарактеризовать как резко-континентальный, характеризующийся быстрой сменой погодных условий, особенно в межсезонье. Зима (ноябрь-март) суровая и многоснежная. Абсолютный минимум температуры -55⁰С, абсолютный максимум + 34⁰С. Средняя дневная температура воздуха – 17 °С, ночная – 24⁰С. По многолетним наблюдениям устойчивый снежный покров формируется в среднем 21 октября, средняя дата схода снежного покрова – 12 мая. К концу

зимы снежный покров достигает толщины 50-60 см. Лето (июнь-август) умеренно-теплое. Преобладающая дневная температура воздуха + 18 °С, ночная + 14 °С. Число дней без заморозков составляет от 130 до 145 в году. В результате продолжительных холодных зим глубоко промерзает почва. Среднегодовая температура воздуха минус 3,8°С. Среднегодовое количество осадков – 514 мм, максимум приходится на июль-август, когда выпадает около 15% годового количества осадков, минимум на февраль.

В районе преобладают южные и западные ветры. Среднегодовая скорость ветра 3,9м/с, летом до 5м/с.

Рассматриваемая территория находится в зоне избыточного увлажнения. В геологическом строении принимают участие современные, верхнее- и среднечетвертичные отложения озерно-аллювиального, флювиогляциального и ледникового происхождения. Основное распространение имеют флювиогляциальные отложения, представленные песками от пылеватых до средних, с преобладанием песков мелких. Для всех песков этого типа характерно наличие гравийно-галечникового материала, общее количество которого составляет от 5-15% и небольшое содержание глинистых фракций. Меньшее распространение имеют супеси и суглинки легкие, с включением щебня и гальки 5%, реже 15%. Озерно-аллювиальные и ледниковые отложения имеют ограниченное распространение.

Нормативная мощность слоя сезонного промерзания составляет 2,24м для суглинков, 2,73м для песков и супесей и 2,93м для песков средней крупности.

Рельеф местности полого- и холмисто-увалистый. Абсолютные отметки земной поверхности составляют 90-120м.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.207 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		15

2 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО МЕТОДАМ ОБРАБОТКИ

2.1 Существующие методы обезжелезивание воды

Вода с высоким содержанием железа обладает отталкивающим вкусом, а использование такой воды в производственном процессе приводит к появлению ржавых пятен и разводов на готовой продукции. При производстве бумаги, в текстильной промышленности, в прачечных использование воды, содержащей железо и марганец, недопустимо. Ионы железа и марганца загрязняют ионообменные смолы, поэтому при проведении большинства ионообменных процессов первой стадией обработки воды является их удаление.

Очистка воды от соединений железа является в ряде случаев довольно сложной задачей, которая может быть решена только комплексно. Это обстоятельство в первую очередь связано с многообразием форм существования железа в природных водах. Чтобы определить наиболее действенный и экономичный для конкретной воды метод обезжелезивания, нужно произвести пробное удаление железа.

В соответствии с требованиями СП метод обезжелезивания воды, расчетные параметры и дозы реагентов следует принимать на основе результатов технологических изысканий, выполненных непосредственно у источника водоснабжения.

2.1.1 Химизм процесса обезжелезивания

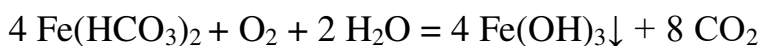
В воде поверхностных вод железо находится обычно в форме органоминеральных коллоидных комплексов, в частности в виде гуминовокислого железа, и тонкодисперсной взвеси гидроксида железа. В речной воде, загрязненной кислотными стоками, встречается сульфат двухвалентного железа $FeSO_4$. Из-за наличия в речной воде растворенного кислорода

двухвалентное железо Fe^{2+} окисляется в трехвалентное Fe^{3+} . При появлении в воде сероводорода H_2S образуется тонкодисперсная взвесь сульфида железа FeS .

Подземные источники воды в подавляющем большинстве характеризуются наличием растворенного бикарбоната двухвалентного железа $Fe(HCO_3)_2$, который вполне устойчив при отсутствии окислителей и при $pH > 7,5$. При высокой карбонатной жесткости, $pH > 10$ и содержании $Fe^{2+} > 10$ мг/л бикарбонат может гидролизироваться с образованием уголекислоты: $Fe(HCO_3)_2 + 2 H_2O = Fe(OH)_2 + 2 H_2CO_3$

Российские санитарные нормы ограничивают общее содержание железа в воде для хозяйственно-питьевых нужд до 0,3 мг/л. В некоторых странах допустимое содержание составляет 0,2 мг/л. Фактически концентрация железа в подземных грунтовых водах находится в пределах от 0,5 до 50 мг/л. В центральном российском регионе, включая Подмоскowie, эта величина изменяется в диапазоне 0,3 - 10 мг/л, наиболее часто 3-5 мг/л, в зависимости от географического местоположения и глубины источника. Начиная с концентрации 1,0-1,5 мг/л вода имеет неприятный металлический привкус. При уровнях выше 0,3 мг/л железо оставляет пятна на белье и санитарно-технических изделиях. При концентрации железа ниже 0,3 мг/л запах обычно не ощущается, хотя может появляться мутность и цветность воды.

Анаэробная (не имеющая контакта с воздухом) прозрачная грунтовая вода может содержать соединения двухвалентного железа (Fe^{2+}) до нескольких миллиграммов на литр без ее помутнения при прямой подаче из источника. Однако при контакте с воздухом, а точнее с кислородом воздуха, двухвалентное железо окисляется до трехвалентного коллоидного состояния, что придает воде характерный красно-коричневый оттенок:



Гидроксид трехвалентного железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$ коагулирует и переходит в оксид железа $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$, выпадающий в виде бурых хлопьев.

Железо способствует также развитию «железобактерий», которые получают энергию при окислении Fe^{2+} до Fe^{3+} , в результате чего в трубопроводах и на оборудовании образуется скопление слизи. В процессе окисления на 1 мг Fe^{2+} затрачивается 0,143 мг кислорода (O_2), увеличивается содержание свободной углекислоты на 1,6 мг/л, а щелочность снижается на 0,036 мг-экв/л.

Присутствие в воде солей меди, а также контакт воды с ранее выпавшим осадком $\text{Fe}(\text{OH})_3$, каталитически ускоряет процесс окисления Fe^{2+} до Fe^{3+} .

В зависимости от условий (значение pH, температура, наличие в воде окислителей или восстановителей, их концентрация) окисление может предшествовать гидролизу, идти параллельно с ним или окислению может подвергаться продукт гидролиза двухвалентного железа $\text{Fe}(\text{OH})_2$.

2.1.2 Методы обезжелезивания воды

Для обезжелезивания поверхностных вод используются только реагентные методы с последующей фильтрацией. Обезжелезивание подземных вод осуществляют фильтрованием в сочетании с одним из способов предварительной обработки воды:

- упрощенная аэрация;
- аэрация на специальных устройствах;
- коагуляция и осветление;
- введение реагентов-окислителей, таких как хлор, гипохлорит натрия или кальция, озон, перманганат калия.

При мотивированном обосновании применяют и другие методы, например катионирование, диализ, флотация, электрокоагуляция и др.

Для удаления из воды железа, содержащегося в виде коллоида

гидроксида железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$ или в виде коллоидальных органических соединений, например гуматов железа, используют коагулирование сульфатом алюминия или железным купоросом с добавлением хлора или гипохлорита натрия.

В качестве наполнителей для фильтров в основном используют песок, антрацит, сульфоуголь, керамзит, пиролюзит, а также фильтрующие материалы, обработанные катализатором, ускоряющим процесс окисления двухвалентного железа в трехвалентное. В последнее время все большее распространение получают наполнители с каталитическими свойствами: Manganese Greensand (MGS), Birm, MTM и МЖФ.

При наличии в воде коллоидного двухвалентного железа требуется проведение пробного обезжелезивания. Если отсутствует возможность осуществить его на первой стадии проектирования, выбирают один из вышеперечисленных методов на основании проведенного пробного обезжелезивания в лаборатории или опыта работы аналогичных установок.

Упрощенная аэрация

В процессе аэрации кислород воздуха окисляет двухвалентное железо, при этом из воды удаляется углекислота, что ускоряет процесс окисления и последующий гидролиз с образованием гидроксида железа.

Этот метод допускается применять при следующих качественных показателях воды:

- общее содержание железа до 10 мг/л, при этом содержание двухвалентного железа не менее 70%;
- величина рН не менее 6,8;
- щелочность более $(1 + [\text{Fe}^{2+}]/28)$ мг-экв/л, где $[\text{Fe}^{2+}]$ - концентрация двухвалентного железа в мг/л;
- содержание сероводорода не более 2 мг/л;
- перманганатная окисляемость не более $(0,15[\text{Fe}^{2+}] + 5 \text{ мг/л } \text{O}_2)$.

Если одно из этих условий не выдерживается, нужна предварительная аэрация воды в аэраторах с добавлением в нее необходимых реагентов (хлор, гипохлорит натрия, перманганат калия и др.)

Упрощенную аэрацию можно реализовать путем разлива воды в карман или в центральный канал открытых фильтров с высоты над уровнем воды 0,5-0,6 м.

При использовании напорных фильтров воздух вводят непосредственно в подающий трубопровод с нормой расхода 2 л на 1 г железа Fe^{2+} . Если в исходной воде более 40 мг/л свободной углекислоты и более 0,5 мг/л сероводорода, то воздух в трубопровод не вводят. В этом случае перед напорным фильтром необходимо установить промежуточную емкость со свободным изливом воды и повысительный насос.

СП [1] определяют расчетную скорость фильтрования при обезжелезивании воды упрощенной аэрацией с помощью табл. 2.1.

Таблица 2.1- Характеристика фильтрующего слоя при обезжелезивании воды упрощенной аэрацией

Характеристика фильтрующего слоя при обезжелезивании воды упрощенной аэрацией					Расчетная скорость фильтрования, м/ч
Мин. диаметр зерен, мм	Макс. диаметр зерен, мм	Эквивалентный диаметр зерен, мм	Коэффициент неоднородности	Высота слоя, мм	
0,8	1,8	0,9 - 1,0	1,5 - 2	1000	5 - 7
1	2	1,2 - 1,3	1,5 - 2	1200	7 - 10

Аэрация на специальных устройствах

Аэрация на специальных устройствах используется, когда необходимо удалить из воды железо при концентрации его в воде выше 10 мг/л и увеличить величину рН выше 6,8.

Для осуществления аэрации используют вентиляторные градирни (дегазаторы), либо контактные градирни с естественной вентиляцией.

На рис .2.1 представлена схема установки для обезжелезивания воды аэрацией. Исходная вода через патрубок 1 подается в верхнюю часть вентиляторной градирни, заполненной керамической насадкой 4 (кольца Рашига размером 25x25x4 мм) или деревянной хордовой насадкой из брусков. Навстречу потоку воды с помощью вентилятора 5 направляют воздух. В процессе аэрации выделяется углекислота (диоксид углерода), а вода обогащается кислородом. Из градирни вода стекает в контактную емкость 7, откуда насосом подается в напорный фильтр. В объеме наполнителя фильтра завершается образование хлопьев гидроксида трехвалентного железа и их задержание.

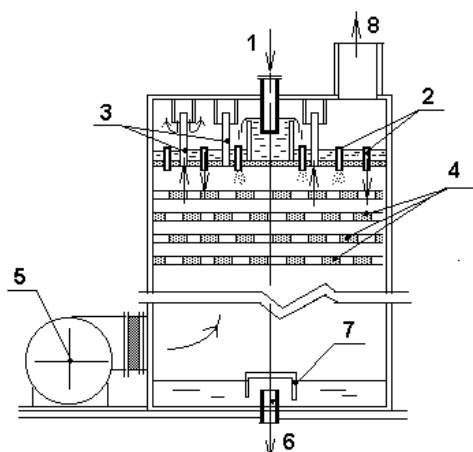


Рисунок 2.1- Схема установки обезжелезивания воды аэрацией

1 - патрубок для подачи исходной воды в вентиляторную градирню; 2 - водосливные трубки; 3 - воздушные трубки; 4 - насадка; 5 - вентилятор; 6 - патрубок для отвода обработанной воды; 7 - контактная емкость с гидравлическим затвором; 8 - патрубок для выхода газов из градирни.

Площадь поперечного сечения дегазатора вычисляется исходя из плотности орошения (P_{op}):

- керамическая насадка - $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 площади дегазатора,
- деревянная хордовая насадка - $40 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 площади.

Вентилятор дегазатора должен обеспечивать подачу не менее 15 м^3 воздуха на каждый куб. метр обрабатываемой воды. Определение напора, развиваемого вентилятором, следует производить с учетом

сопротивления насадки. На каждый метр высоты слоя керамической насадки «теряется» 30 мм вод. ст., а для деревянной хордовой - 10 мм вод. ст.

Время пребывания воды в контактной емкости $t_{\text{конт}}$ (после дегазатора) составляет 30-45 минут.

Высота слоя насадки, необходимая для снижения содержания диоксида углерода в воде, определяется с помощью табл. 2.2. Содержание диоксида углерода в воде, подаваемой в градирню (дегазатор) зависит от концентрации растворенного (равновесного) свободного диоксида углерода $[\text{CO}_2]_{\text{св}}$, мг/л и карбонатной жесткости исходной воды, разрушаемой при водоподготовке, мг-экв/л: $[\text{CO}_2] = ([\text{CO}_2]_{\text{св}} + 44 \text{ Ж}_к)$

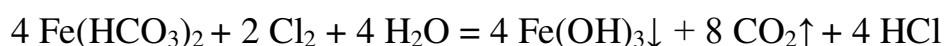
Таблица 2.2 - Высота слоя насадки в дегазаторе

Содержание CO_2 в воде, подаваемой на дегазатор, мг/л	Высота слоя насадки в дегазаторе, м	
	Кислотоупорная керамическая	деревянная хордовая
1	2	3
50	3	4
100	4	5,2
150	4,7	6
200	5,1	6,5
250	5,5	6,8
300	5,7	7

Введение реагентов-окислителей

Использование реагентов-окислителей, в первую очередь хлора, с целью обеззараживания, а также удаления железа, используется в России с начала XX века. Кульский Л.А. указывал, что хлорирование почти во всех случаях освобождает воду от содержащегося в ней железа. После обработки разных вод этим методом содержание железа во всех случаях остается меньше 0,1 мг/л, причем этот метод эффективен, когда другие приемы не

работают. Под действием хлора происходит разрушение гуматов и других органических соединений железа и переход их в форму неорганических солей трехвалентного железа, которые легко гидролизуются. В результате гидролиза выпадает осадок гидроксида железа, либо продуктов неполного гидролиза - основных солей железа различного состава. Эти процессы можно условно описать следующим брутто-уравнением:



Как видно из уравнения вода подкисляется. По стехиометрии (по уравнению реакции) на окисление 1 мг двухвалентного железа расходуется 0,64 мг хлора, при этом щелочность снижается на 0,018 мг-экв/л.

Хлор также окисляет двухвалентный марганец, разрушает органические вещества и сероводород.

Доза хлора в зависимости от содержания железа может составлять 5-20 г на 1 куб. метр воды при контакте, по крайней мере, 30 минут (не только для окисления железа, но и для надежного обеззараживания). При этом гигиенические требования допускают содержание свободного хлора в питьевой воде до 0,5 мг/л, а связанного до 1,2 мг/л.

СП [1] определяет расчетную дозу хлора (в пересчете на 100 %, мг/л) для целей обезжелезивания следующим выражением:

$$D_x = 0,7 * [\text{Fe}^{2+}],$$

где $[\text{Fe}^{2+}]$ - концентрация двухвалентного железа в мг/л.

Дозу активного хлора для целей обеззараживания воды устанавливают на основе данных технологических изысканий. Если они отсутствуют, то для предварительных расчетов следует принимать 2-3 мг/л для поверхностной фильтрованной воды, 0,7-1,0 мг/л для вод из подземных источников.

Обработку воды хлором осуществляют с помощью хлораторов, в которых газообразный (испаренный) хлор абсорбируют водой. Хлорную воду из хлоратора подают к месту потребления. Хотя данный метод обработки

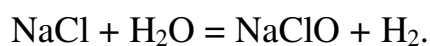
воды и является наиболее распространенным, тем не менее, он обладает целым рядом недостатков. В первую очередь это связано со сложной транспортировкой и хранением больших объемов жидкого высокотоксичного хлора. На станциях водоподготовки необходимо наличие экологически опасных стадий хлорного хозяйства, таких как разгрузка емкостей с жидким хлором, его испарения для перевода в рабочую форму. Создание рабочих запасов хлора на складах представляет опасность не только для рабочего персонала станции, но и для населения.

Как альтернативу хлорированию в последние годы все шире используют обработку воды раствором гипохлоритом натрия (NaClO), причем этот метод находит применение, как на больших станциях водоподготовки, так и на небольших объектах, в том числе и в частных домах.

Водные растворы гипохлорита натрия получают химическим:



или электрохимическим методом:



В соответствии с ГОСТ 11086-76 раствор гипохлорита натрия, получаемый по химическому методу, выпускается в виде трех марок. Ниже приведена технологическая схема очистки питьевой воды гипохлоритом натрия (рис.2.2).

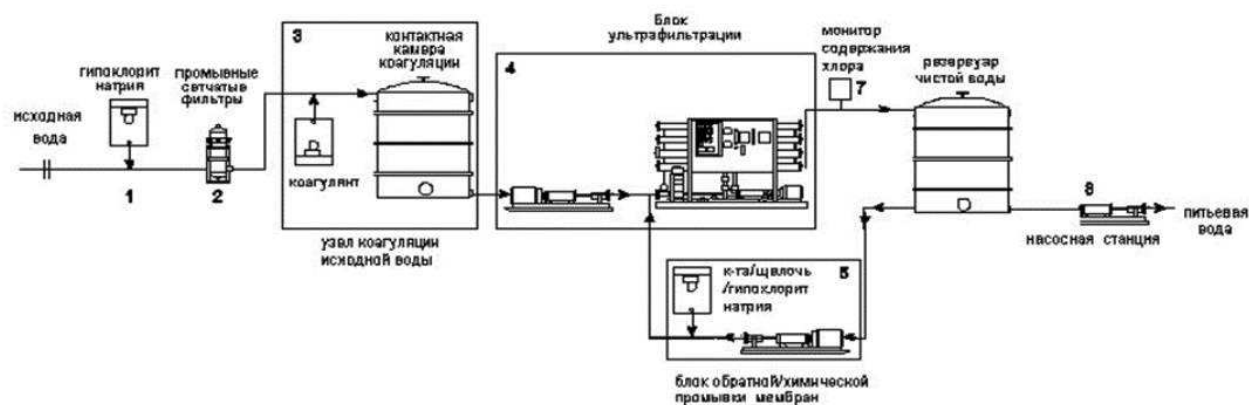
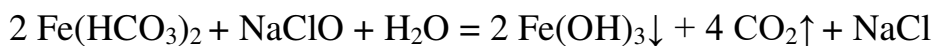


Рисунок 2.2 - Технологическая схема очистки питьевой воды гипохлоритом натрия

Гипохлорит натрия обладает рядом свойств, ценных в техническом отношении. Его водные растворы не имеют взвесей и поэтому не нуждаются в отстаивании, например, в противоположность хлорной извести. Применение гипохлорита натрия для обработки воды не вызывает увеличения ее жесткости, так как он не содержит солей кальция и магния как хлорная известь или гипохлорит кальция. Бактерицидный эффект раствора NaClO , полученного электролизом, выше, чем у других дезинфектантов, действующим началом которых является активный хлор. Кроме того, он обладает еще большим окислительным действием, чем растворы, приготовленные химическим методом из-за более высокого содержания хлорноватистой кислоты (HClO).

Окисление двухвалентного железа происходит в соответствии со следующим уравнением:



Как следует из уравнения реакции в процессе окисления железа гипохлоритом натрия не происходит подкисления воды, а это очень важно для процесса фильтрации. Кроме того, раствор гипохлорита натрия как товарный, так и электрохимический, щелочной, что благоприятно для фильтрования.

Обработка воды озоном

Одним из перспективных методов окисления железа является озонирование. Озон O_3 является одним из самых сильных окислителей, уничтожающих бактерии, споры и вирусы. По сравнению с хлором применение озона оказывается более эффективным для окисления детергентов, гербицидов, пестицидов, фенолов и для окисления других трудно окисляемых химических соединений. Одновременно с обеззараживанием идут процессы окисления двухвалентных железа и марганца, обесцвечивание воды, а также ее дезодорация и улучшение органолептических свойств.

Озон получают из воздуха в специальных аппаратах - озонаторах. В озонаторе при прохождении электрического тока через разрядное пространство с воздухом происходит разряд коронного типа, в результате чего из кислорода воздуха образуется озон.

По стехиометрии можно определить дозу озона на окисление двухвалентного железа по следующему выражению:

$$D_{O_3} = 0,14 * [Fe^{2+}], \text{ мг/л}$$

где $[Fe^{2+}]$ - концентрация двухвалентного железа в исходной воде, мг/л.

Доза озона зависит от цели, для которой используют озонирование воды. Для обеззараживания фильтрованной воды доза озона составляет 1-3 мг/л, для обработки подземных вод - 0,75-1 мг/л. При введении озона для окисления железа, обесцвечивания воды с одновременным обеззараживанием доза может достигать до 4 мг/л. Озоно-воздушную смесь из озонатора вводят в воду с помощью эжекторов или через сеть пористых труб, уложенных в камерах смешения.

Концентрация остаточного озона после камер смешения должна быть 0,1-0,3 мг/л. Продолжительность контакта озона с водой зависит от состава

воды, концентрации озона в озono-воздушной смеси, конструкции смесителя, температуры и в среднем составляет 5-20 минут, часто 5-12 минут.

Наша промышленность производит низкочастотные озонаторы, работающая на токе промышленной частоты, а также высокочастотные (0,4-10 кГц), которые более компактные и менее металлоемкие. Завод «Курганхиммаш» серийно выпускает озонаторы производительностью по озону от 0,25 до 10 кг/ч.

Необходимо отметить, что озон высокотоксичен и может поражать органы дыхания. Предельно-допустимая концентрация озона в воздухе рабочей зоны (ПДК р.з.) составляет 0,1 мг/м³. Для сравнения можно указать, что для хлора эта величина в 10 раз менее жесткая и равна 1 мг/м³.

Хотя метод озонирования имеет блестящие перспективы, однако оборудование пока достаточно дорогостоящее, а процесс характеризуется сравнительно большим расходом электроэнергии.

Удаление воды из железа методом ионного обмена (катионирование) допускается, когда одновременно с обезжелезиванием требуется умягчение воды. Однако в этом случае, возможно, только извлечь железо в растворенной двухвалентной форме, а ресурс работы ионообменного материала будет значительно снижен. При этом в очищаемой воде должен отсутствовать кислород.

2.2 Методы обеззараживания природных вод

В технологии водоподготовки известен ряд методов обеззараживания воды, который можно классифицировать на пять основных групп: термический; сорбция на активном угле; с помощью сильных окислителей; олигодинамия (воздействие ионов благородных металлов); физический (с помощью ультразвука, радиоактивного излучения, ультрафиолетовых лучей). Из перечисленных методов наиболее широко распространены методы

третьей группы. В качестве окислителей применяют хлор, диоксид хлора, озон, марганцовокислый калий; пероксид водорода, гипохлорит натрия и кальция. В свою очередь, из перечисленных окислителей на практике отдают предпочтение хлору, хлорной извести, гипохлориту натрия. Выбор метода обеззараживания воды производится на основании расходов и качества обрабатываемой воды, эффективности ее предварительной очистки, условий поставки, транспорта и хранения реагентов, возможности автоматизации процессов и механизации трудоемких работ.

Обеззараживание воды в процессе водоподготовки для хозяйственно-питьевых целей производят с целью уничтожения возможных патогенных бактерий и вирусов на конечной стадии обработки и улучшения санитарного состояния сооружений на предварительном этапе очистки.

Для обеззараживания воды используются два классических метода – обработка воды окислителями и воздействие ультрафиолетовыми лучами.

2.2.1 Хлорирование воды

В настоящее время наиболее распространенным методом обеззараживания воды является применение хлора и его соединений. Более 90 % воды (подавляющее большинство) подвергается хлорированию. Технологическая простота процесса хлорирования и доступность реагентов обеспечили широкое внедрение хлорирования в практику водоснабжения.

Самое главное преимущество этого способа обеззараживания – способность обеспечить микробиологическую безопасность воды в любой точке распределительной сети, в любой момент времени, при ее транспортировании пользователю – именно благодаря эффекту последствия. После введения хлорирующего агента в воду он очень долго сохраняет свою активность по отношению к микробам, угнетает их ферментные системы на всем пути следования воды по водопроводным сетям от объекта водоподготовки (водозабора) до каждого потребителя.

Благодаря окислительным свойствам и эффекту последствия, хлорирование предотвращает рост водорослей, способствует удалению из воды железа и марганца, разрушению сероводорода, обесцвечиванию воды, поддержанию микробиологической чистоты фильтров и т. п.

Несмотря на то, что хлорирование до сих пор является самым распространенным методом обеззараживания, данному методу присущи и некоторые ограничения в применении, например:

- в результате хлорирования в обрабатываемой воде могут образоваться хлорорганические соединения (ХОС);
- традиционные способы хлорирования в некоторых случаях не являются барьером на пути проникновения ряда бактерий и вирусов в воду;
- хлорирование воды, проводимое в больших масштабах, вызвало широкоераспространение резистивных к хлору микроорганизмов;
- растворы хлорсодержащих реагентов коррозионно активны, что порой является причиной быстрого износа оборудования;

Как указано в методических рекомендациях по обеспечению выполнения требований СанПиН 2.1.4.10741-01, на водопроводных станциях при очистке природных вод при соблюдении нормативных условий хлорирования (содержание остаточного хлора – не менее 0,5 мг/л при контакте в течение 30 мин) можно уменьшить более, чем на 99 % содержание E.coli и некоторых вирусов, но не цист паразитирующих простейших. Для очистки воды от микробиологических загрязнений, устойчивых к действию хлорореагентов (вирус гепатита А или цисты лямблий), необходимо увеличить время контакта воды с хлором от 0,5 до 3 ч (при содержании остаточного хлора 0,5–0,6 мг/л).

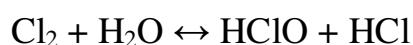
Комбинированные методы хлорирования, обработка воды хлором совместно с другими бактерицидными препаратами, используют для усиления действия хлора или фиксации его в воде на более длительный срок.

Хлорирование воды является надежным средством, предотвращающим распространение эпидемий, так как большинство патогенных бактерий (бациллы брюшного тифа, туберкулеза и дизентерии, вибрионы холеры, вирусы полиомиелита и энцефалита) весьма нестойки в хлоре.

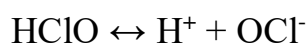
Для хлорирования воды используются хлор (жидкий или газообразный), гипохлорит натрия, диоксид хлора и другие хлорсодержащие вещества.

Хлор является самым распространенным веществом, используемым для обеззараживания питьевой воды. Это объясняется его высокой эффективностью, простотой используемого технологического оборудования, дешевизной применяемого реагента – жидкого или газообразного хлора – и относительной простотой обслуживания.

Хлор легко растворяется в воде, после смешения газообразного хлора с водой в водном растворе устанавливается равновесие:



Далее происходит диссоциация образовавшейся хлорноватистой кислоты:



Наличие хлорноватистой кислоты в водных растворах хлора и получающиеся в результате ее диссоциации анионы OCl^- обладают сильными бактерицидными свойствами. Хлорноватистая кислота почти в 300 раз более активна, чем гипохлорит-ионы ClO^- . Объясняется это уникальной способностью HClO проникать в бактерии через их мембраны. Хлорноватистая кислота подвержена разложению на свету с образованием хлористоводородной кислоты и атомарного кислорода в качестве промежуточного вещества, который также является сильнейшим окислителем:



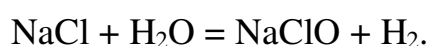
Обработку воды хлором осуществляют с помощью хлораторов, в которых газообразный (испаренный) хлор абсорбируют водой. Полученная хлорированная вода из хлоратора сразу подается к месту ее потребления. Несмотря на то что этот метод обработки воды и является наиболее распространенным, у него тоже есть ряд недостатков. Прежде всего, сложная транспортировка и хранение больших объемов жидкого высокотоксичного хлора. При такой организации процесса неизбежно присутствуют потенциально опасные стадии – прежде всего разгрузка емкостей с жидким хлором и его испарение для перевода в рабочую форму.

В качестве альтернативного варианта в последние годы все шире используют обработку воды раствором гипохлорита натрия (NaClO), причем этот реагент находит применение как на больших станциях водоподготовки, так и на небольших объектах.

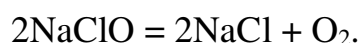
Водные растворы гипохлорита натрия получают химическим:



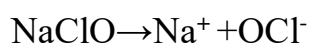
или электрохимическим методом по реакции:



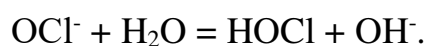
Вещество гипохлорит натрия (NaClO) в чистом химическом виде (т. е. без воды) представляет собой бесцветное кристаллическое вещество, легко разлагающееся на хлорид натрия (поваренная соль) и кислород:



При растворении в воде, гипохлорит натрия диссоциирует на ионы:



Гипохлорит-ион OCl^- в воде подвергается гидролизу, образуя хлорноватистую кислоту HOCl :



Именно наличие хлорноватистой кислоты в водных растворах гипохлорита натрия объясняет его сильные дезинфицирующие и отбеливающие свойства. Наивысшая бактерицидная способность

гипохлорита проявляется в нейтральной среде, когда концентрации HClO и гипохлорит-анионов ClO^- приблизительно равны.

Разложение гипохлорита сопровождается образованием ряда активных частиц, в частности, атомарного кислорода, обладающего высоким биоцидным действием. Образующиеся частицы принимают участие в уничтожении микроорганизмов, взаимодействуя с биополимерами в их структуре, способными к окислению. Исследованиями установлено, этот процесс аналогичен тому, который происходит естественным образом во всех высших организмах. Некоторые клетки человека (нейтрофилы, гепатоциты и др.) синтезируют хлорноватистую кислоту и сопутствующие высокоактивные радикалы для борьбы с микроорганизмами и чужеродными субстанциями.

Гипохлорит натрия обладает рядом ценных свойств. Его водные растворы не имеют взвесей и поэтому не нуждаются в отстаивании в противоположность хлорной извести. Применение гипохлорита натрия для обработки воды не вызывает увеличения ее жесткости, поскольку не содержит солей кальция и магния как хлорная известь или гипохлорит кальция.

Бактерицидный эффект раствора NaClO , полученного электролизом, выше, чем у других дезинфектантов, действующее начало которых – активный хлор. Кроме того, раствор обладает еще большим окислительным действием, чем растворы, приготовленные химическим методом, поскольку содержит больше хлорноватистой кислоты (HClO).

Недостатком данного метода является то, что водные растворы гипохлорита натрия неустойчивы и со временем разлагаются даже при комнатной температуре.

Промышленностью нашей страны гипохлорит натрия выпускается в виде водных растворов различной концентрации.

Раствор гипохлорита натрия реагент легко дозируется, что позволяет автоматизировать процесс обеззараживания воды.

Основные способы получения диоксида хлора

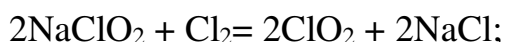
Распространены три основных метода получения диоксида хлора:

- взаимодействие хлорита натрия с соляной кислотой:

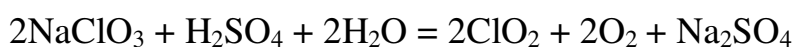


- взаимодействие хлорита натрия с молекулярным хлором,

(гипохлоритом натрия, хлорноватистой кислотой). Реакция проводится путем введения газообразного хлора в раствор хлорита натрия в условиях вакуума:



взаимодействие хлората натрия с серной кислотой и перекисью водорода:



Эффективное действие ClO_2 обусловлено не только высоким содержанием при реакции высвобождающегося хлора, но и образующимся атомарным кислородом.

В настоящее время есть установки, использующие все эти способы получения диоксида хлора для его дальнейшего применения в процессах обеззараживания питьевой воды. Основным фактором, мешающим широкому распространению использования диоксида хлора, является его повышенная взрывоопасность, осложняющая производство, транспортировку и хранение. Современные технологии устранили этот недостаток за счет производства диоксида хлора непосредственно на месте применения в виде водного раствора безопасной концентрации. Процессы получения и дозирования диоксида хлора в обрабатываемую воду полностью автоматизированы, не требуется присутствия обслуживающего персонала. В связи с этим возможно его применение в установках относительно небольшой производительности.

Применение диоксида хлора для обеззараживания воды обладает рядом преимуществ:

- диоксид хлора не образует тригалометанов при взаимодействии с органическими веществами, при этом способствует снижению концентраций железа и марганца в воде;

- является эффективным окислителем и дезинфектантом для всех видов микроорганизмов, включая цисты (*Giardia*, *Cryptosporidium*), споровые формы бактерий и вирусы;
- дезинфицирующее действие практически не зависит от pH воды, в то время как эффективность хлора снижается с отклонением значения pH от pH=7,4;
- дезодорирует воду, разрушает фенолы – источники неприятного вкуса и запаха;
- не образует броматов и броморганических побочных продуктов дезинфекции в присутствии бромидов.

Основным недостатком применения диоксида хлора является образование побочных продуктов – хлоратов и хлоритов, содержание которых в питьевой воде необходимо контролировать. В соответствии с СанПиН [2], предельно допустимая концентрация хлоритов – 0,2 мг/дм³ с санитарно-токсикологическим лимитирующим показателем, соответствующим третьему классу опасности. Эти нормы ограничивают предельную дозу диоксида при дезинфекции воды.

Использование для обеззараживания воды хлорсодержащих реагентов (хлорной извести, гипохлоритов натрия и кальция) менее опасно в обслуживании, чем применение хлора и не требует сложных технологических решений. Правда, применяемое при этом реагентное хозяйство более громоздко, что связано с необходимостью хранения больших количеств препаратов (в 3–5 раз больше, чем при использовании хлора). Во столько же раз увеличивается объем перевозок.

При хранении происходит частичное разложение реагентов с уменьшением содержания хлора. В связи с этим необходимо обустроить систему притяжно-вытяжной вентиляции и соблюдать меры безопасности для обслуживающего персонала. Растворы хлорсодержащих реагентов коррозионно - активны и требуют оборудования и трубопроводов из

нержавеющих материалов или с антикоррозийным покрытием, при индивидуальном водоснабжении обычно не используются.

2.2.2 Обеззараживание воды бактерицидными лучами

Одной из актуальных задач при обеззараживании питьевой воды является применение технологии, не использующей химические реагенты, т. е. технологии, не приводящей к образованию в процессе обеззараживания токсичных соединений (как в случае применения соединений хлора и озонирования) при одновременном полном уничтожении патогенной микрофлоры.

Различают три участка спектра ультрафиолетового излучения, имеющего различное биологическое воздействие. Слабое биологическое воздействие имеет ультрафиолетовое излучение с длиной волны 390-315 нм. Противорахитичным действием обладают УФ-лучи в диапазоне 315-280 нм, а ультрафиолетовое излучение с длиной волны 280-200 нм обладает способностью убивать микроорганизмы.

Ультрафиолетовые лучи длиной волн 220-280 нм действуют на бактерии губительно, причем максимум бактерицидного действия соответствует длине волн 264 нм. Источником ультрафиолетовых лучей является ртутно-аргонная или ртутно- кварцевая лампа, устанавливаемая в кварцевом чехле в центре металлического корпуса. Чехол защищает лампу от контакта с водой, но свободно пропускает ультрафиолетовые лучи. Обеззараживание происходит во время протекания воды в пространстве между корпусом и чехлом при непосредственном воздействии ультрафиолетовых лучей на микробы.

Оценка бактерицидного действия производится в единицах, называемых бактами (б). Для обеспечения бактерицидного эффекта ультрафиолетового облучения достаточно примерно $50 \text{ мкб} \cdot \text{мин/см}^2$. УФ-облучение наиболее перспективный метод обеззараживания воды с высокой

эффективностью по отношению к патогенным микроорганизмам, не приводящий к образованию вредных побочных продуктов, чем иногда грешит озонирование.

УФ-облучение должно применяться для обеспечения обеззараживания воды до нормативного качества по микробиологическим показателям, при этом необходимые дозы выбираются на основании требуемого снижения концентрации патогенных и индикаторных микроорганизмов [6].

УФ-облучение не образует побочных продуктов реакции, его доза может быть увеличена до значений, обеспечивающих эпидемиологическую безопасность, как по бактериям, так и по вирусам. Известно, что УФ-излучение действует на вирусы намного эффективнее, чем хлор, поэтому применение ультрафиолета при подготовке питьевой воды позволяет, в частности, во многом решить проблему удаления вирусов гепатита А, которая не всегда решается при традиционной технологии хлорирования.

Использование УФ-облучения в качестве обеззараживания рекомендуется для воды, уже прошедшей очистку по цветности, мутности и содержанию железа. Эффект обеззараживания воды контролируют, определяя общее число бактерий в 1 см³ воды и количество индикаторных бактерий группы кишечной палочки в 1 л воды после ее обеззараживания.

На сегодняшний день широкое распространение получили УФ-лампы проточного типа. Основным элементом данной установки является блок облучателей состоящий из ламп УФ-спектра в количестве, определяемом необходимой производительностью по обработанной воде. Внутри лампа имеет полость для протока. Контакт с УФ-лучами происходит через специальные окошечки внутри лампы. Корпус установки выполнен из металла, защищающего от проникновения лучей в окружающую среду (рис. 2.3).

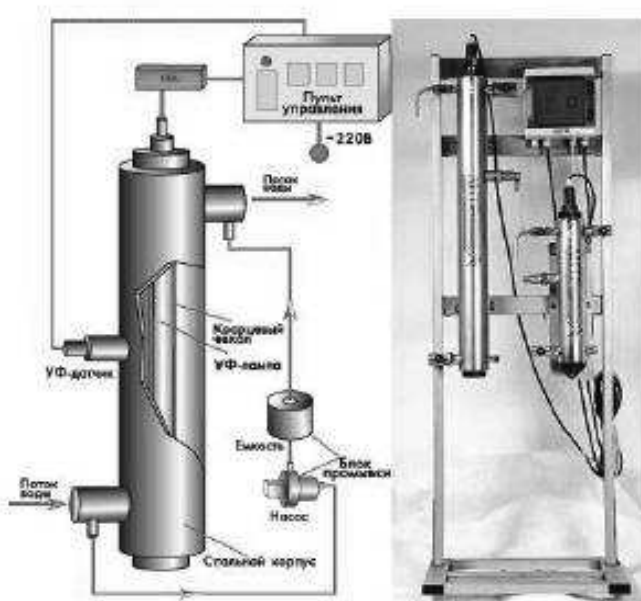


Рисунок 2.3 – Установка ультрафиолетового облучения

Метод ультрафиолетового обеззараживания имеет следующие преимущества по отношению к окислительным обеззараживающим методам (хлорирование, озонирование):

УФ облучение летально для большинства водных бактерий, вирусов, спор и простозоа. Оно уничтожает возбудителей таких инфекционных болезней, как тиф, холера, дизентерия, вирусный гепатит, полиомиелит и др. Применение ультрафиолета позволяет добиться более эффективного обеззараживания, чем хлорирование, особенно в отношении вирусов; обеззараживание ультрафиолетом происходит за счет фотохимических реакций внутри микроорганизмов, поэтому на его эффективность изменение характеристик воды оказывает намного меньшее влияние, чем при обеззараживании химическими реагентами. В частности, на воздействие ультрафиолетового излучения на микроорганизмы не влияют рН и температура воды; в обработанной ультрафиолетовым излучением воде не обнаруживаются токсичные и мутагенные соединения, оказывающие негативное влияние на биоценоз водоемов; в отличие от окислительных технологий в случае передозировки отсутствуют отрицательные эффекты.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Это позволяет значительно упростить контроль за процессом обеззараживания и не проводить анализы на определение содержания в воде остаточной концентрации дезинфектанта; время обеззараживания при УФ облучении составляет 1-10 секунд в проточном режиме, поэтому отсутствует необходимость в создании контактных емкостей; достижения последних лет в светотехнике и электротехнике позволяют обеспечить высокую степень надежности УФ комплексов. Современные УФ лампы и пускорегулирующая аппаратура к ним выпускаются серийно, имеют высокий эксплуатационный ресурс; для обеззараживания ультрафиолетовым излучением характерны более низкие, чем при хлорировании и, тем более, озонировании эксплуатационные расходы. Это связано со сравнительно небольшими затратами электроэнергии (в 3-5 раз меньшими, чем при озонировании); отсутствием потребности в дорогостоящих реагентах: жидком хлоре, гипохлорите натрия или кальция, а также отсутствием необходимости в реагентах для дехлорирования; отсутствует необходимость создания складов токсичных хлорсодержащих реагентов, требующих соблюдения специальных мер технической и экологической безопасности, что повышает надежность систем водоснабжения и канализации в целом; ультрафиолетовое оборудование компактно, требует минимальных площадей, его внедрение возможно в действующие технологические процессы очистных сооружений без их остановки, с минимальными объемами строительно-монтажных работ.

3 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОБРАБОТКИ ВОДЫ

Подбор технологической схемы очистки природных вод в данном проекте был осуществлен с учетом рекомендаций классификатора технологий.

Согласно п. 9.9 СП [1], природная вода в р. Выгрим имеет среднюю мутность $M = 63,7$ мг/л и среднюю цветность $C = 100$ град, требуемая производительность станции $943\text{м}^3/\text{сут}$.

Согласно данным таблицы 1, водоисточник (р. Выгрим) относится к третьему классу в соответствии ГОСТ 2761 – 84. Для получения воды, соответствующей СанПиН 2.1.4.1074 – 01, требуется коагулирование, отстаивание, фильтрование, обеззараживание, дополнительно: окислительные и сорбционные методы. т.к. водоисточник по содержанию фитопланктона относится ко второму классу, необходимо фильтрование.

Водоисточник не соответствует требованиям качества питьевой воды по следующим показателям: мутность, цветность, наличие фитопланктона и лактозоположительных кишечных палочек, а также содержание железа, перманганатная окисляемость, нефтепродукты. (низкое содержание фтора приняты следующие способы физико-химической обработки воды, приведенные в табл. 3.1.

Таблица 3.1-Способы физико-химической обработки воды

Показатель качества воды	Способ обработки	Реагенты
Мутность	Коагулирование	Коагулянты (сернокислый алюминий, хлорное железо) Флокулянты (полиакриламид, активная кремнекислота)
	Обработка флокулянтами	
Цветность, окисляемость и фитопланктон	Предварительное хлорирование, коагулирование	Хлор, коагулянты

Показатель качества воды	Способ обработки	Реагенты
Бактериальное загрязнение	Хлорирование, озонирование	Хлор, гипохлориты озон
Избыток железа	Аэрация Озонирование Хлорирование Подщелачивание Коагулирование	- Озон Хлор Известь, сода Коагулянты

В соответствии с классификатором технологических схем, принятую в соответствии с СП [1] схему реагентной обработки воды, необходимо дополнить сооружениями и методами, учитывающими антропогенную нагрузку на водоисточник.

В соответствии с классификатором [3] река Выргим относится к подклассу – B_1 . Этот тип подкласса характеризуется следующими параметрами:

1) определяющий ингредиент – воды со средними значениями цветности и мутности;

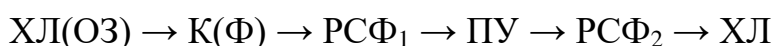
2) ориентировочная концентрация определяющих ингредиентов: мутность – $M = 20 - 150$ мг/л, цветность – $C = 25 - 150$ град. ПКШ, температура – $T = 0 - 30^\circ$, водородный показатель – $pH = 6 - 9$, перманганатная окисляемость – $ПО \approx 8 - 18$ мг- O_2 /л;

3) временной фактор присутствия ингредиентов в воде – t_2 – постоянное присутствие в течение года.

С учетом рекомендаций (Приложение 2) [3] определен подкласс поверхностного водоисточника по характеру антропогенного загрязнения – 1. Для данного подкласса ингредиентами антропогенного загрязнения являются нефтепродукты концентрацией 0,1-0,5 мг/л. При этом временной фактор присутствия ингредиента в воде t_1 – период проявления ~ до 3-х месяцев в году.

По фазово-дисперсному состоянию (приложение 3) [3] природная вода содержит примеси первой и второй групп (взвеси и коллоидные растворы).

На основе классификатора технологий водоочистки [3] с учетом антропогенных изменений (приложение 6) был определен код технологии – T_1 , а также соответствующая ему технологическая схема (приложение 5):



Условные обозначения технологических методов представлены в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Технологические методы, применяемые при очистке поверхностных природных вод

№ п/п	Условное обозначение метода	Метод водоподготовки	Удаляемые примеси, форма воздействия на них и условия применения
1	2	3	4
1	ХЛ	Обработка хлором (гипо-хлоритом натрия, кальция)	Органические вещества, обуславливающие цветность воды, трудноокисляемая органика (до 15 мг-О ₂ /л) и отдельные ингредиенты (Fe, Mn, H ₂ S), болезнетворные бактерии и другие микроорганизмы
2	К(Ф)	Обработка воды коагулянтами и флокулянтами	Тонкодисперсные и коллоидные взвеси, агрегативно и кинетически устойчивые, требующие агрегации и придания им когезионных и адгезионных свойств: снижения электрокинетических сил
3	РСФ	Реагентное скорое фильтрование	Коагулированная взвесь с размером частиц < 100 мкм после предочистки мутностью до 200 мг/л и Ц до 200 град ПКШ

1	2	3	4
4	ОЗ	Обработка воды озоном	Маломутные воды; трудно-окисляемые органические вещества, обуславливающие цветность, запах и привкус; болезнетворные бактерии и другие виды микроорганизмов
5	ПУ	Сорбция с вводом мелкогранульных или порошковых сорбентов в очищаемую воду	Неприятные привкусы и запахи; азот аммонийный, нефтепродукты, ПАВ, пестициды

Проведенный обзор современных методов очистки поверхностных вод позволяет предложить в проекте следующие технологические решения: в соответствии с качеством поступающей на очистку воды принимается метод удаления железа аэрацией с последующим фильтрованием и обеззараживанием по схеме (Лист 3).

4 ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ СТАНЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Проектом предусмотрено разделение системы водоснабжения на площадке на хозяйственно-питьевой водопровод и производственно-противопожарный водопровод.

После разделения, на сетях водопроводов устанавливаются водомерные устройства.

Для создания и поддержания необходимого рабочего давления в сети хозяйственно-питьевого водопровода, устанавливается группа насосов - 3 шт. (2раб. 1рез.).

Насосная установка комплектуется шкафом управления, который позволяет регулировать скорость вращения насоса, тем самым поддерживать постоянный напор в сети водоснабжения. После насосной установки, на сети хозяйственно-питьевого водоснабжения устанавливается локальная установка доочистки воды. Установка выполняется в блочном исполнении полной заводской готовности.

Для снижения пиковых нагрузок от неравномерного водопотребления на сети хозяйственно-питьевого водопровода устанавливается гидропневматическая емкость с расходным запасом воды 3м³. Вода для хозяйственно-питьевых целей подается насосами в наружные сети водоснабжения и далее к потребителям.

После водомерного устройства вода подается в резервуары запаса воды, в которых хранятся противопожарные запасы воды в размере 432 м³ и суточные запасы воды на производственные нужды в размере 50 м³.

Резервуары проектируются вертикальными, стальными с купольной крышей. Предусмотрена наружная теплоизоляция с покрывным слоем из металлического оцинкованного листа, а так же внутренний обогрев от сетей теплоснабжения.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.207 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		43

Резервуары снабжены приемными и отводящими патрубками, переливными и сливными трубопроводами, дыхательными клапанами и люками для обслуживания.

Выполняется внутренняя и наружная антикоррозионная изоляция, обеспечивающая надежную эксплуатацию резервуаров не менее 25 лет.

Для заправки передвижной пожарной техники предусмотрены узлы подключения. Для контроля и автоматизации работы систем на резервуарах предусмотрены датчики уровня и температуры воды.

Согласно ТТ и ТУ ЛПУ МГ насосная станция хозяйственно-питьевого и производственно-противопожарного водоснабжения располагается в здании. В насосной станции запроектированы три группы насосов:

- насосы хозяйственно-питьевого водоснабжения 3шт (2раб., 1рез.);
- насосы производственного водоснабжения 2шт (1раб., 1рез.);
- насосы противопожарного водоснабжения 2шт (1раб., 1рез.).

Насосы производственного водоснабжения и насосы противопожарного водоснабжения подключены к общей всасывающей и общей напорной линии. Насосы производственного водоснабжения обеспечивают незначительный расход на производственное водоснабжение (по сравнению с противопожарным расходом) и поддерживают давление в системе производственно-противопожарного водоснабжения. При поступлении сигнала о пожаре и запуске противопожарных насосных агрегатов насосы производственного водоснабжения выключаются из работы.

Насосы хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения снабжены щитами управления, позволяющие осуществлять частотную регулировку работы насоса.

Насосы противопожарного водоснабжения снабжены установкой плавного пуска. Для поддержания давления в сети производственно-противопожарного водоснабжения установлен гидропневмобак.

На всасывающих линиях насосов устанавливаются датчики сухого хода. Информация о работе и состоянии оборудования выводится на пульт диспетчерской службы. Работа всех насосных групп автоматизирована. Предусматривается возможность дистанционного и местного управления. Для выполнения ремонтных и профилактических работ в здании насосной станции предусмотрена установка грузоподъемного оборудования.

Кроме насосного оборудования в насосной станции размещается локальная установка доочистки воды для хозяйственно-питьевых целей. Для учета расхода воды в насосной станции размещаются водомерные устройства, позволяющие вести учет отдельно по обеим системам водоснабжения.

Характеристики насосного оборудования будут определены при выполнении рабочей документации.

Наружные сети хозяйственно-питьевого и производственно-противопожарного водопровода на площадке запроектированы отдельно.

Для хозяйственно-питьевых целей на территориях предусматривается прокладка стального трубопровода с внутренним антикоррозийным силикатно-эмалевым покрытием. Материал труб - сталь марки 09Г2С. Сварка труб производится с нанесением на место сварного шва пасты (шликера) для антикоррозийной защиты сварного шва.

Трубопровод прокладывается по эстакаде совместно с теплоспутником в одной изоляции. Для предотвращения перегрева воды водопровод предварительно теплоизолируется. Теплоизоляция выполняется теплоизолирующими матами с покровным слоем из оцинкованного стального листа.

Диаметр наружных сетей хозяйственно-питьевого водоснабжения принят 80мм. Вводы в здания приняты диаметром 50мм. В нижних местах трубопровода устанавливаются сливная арматура, в верхних местах – воздушники.

Для производственно-противопожарного водоснабжения используются существующие сети водопровода. Согласно ТТ и ТУ ЛПУ МГ проектом предусматривается частичная реконструкция наружных сетей производственно-противопожарного водоснабжения с заменой изношенных трубопроводов и трубопроводной арматуры. Диаметр наружных сетей производственно-противопожарного водопровода -150мм.

На наружных сетях производственно-противопожарного водоснабжения предусмотрена установка пожарных гидрантов. В нижних местах трубопровода устанавливаются сливная арматура, в верхних местах – воздушники.

Трубопроводы производственно-противопожарного водоснабжения разбиты на ремонтные участки с установкой запорной арматурой. Максимальный расход по промплощадкам на наружное пожаротушение составляет -30л/с., на внутреннее 10л/с.

Согласно ТТ и ТУ ЛПУ МГ внутренние сети хозяйственно-питьевого и производственно-противопожарного водопровода в производственных, административных и вспомогательных зданиях выполняются отдельно.

Внутренние сети хозяйственно-питьевого водоснабжения выполняются из полипропиленового трубопровода. На вводе водопровода в здание устанавливается водомерный узел.

Горячее водоснабжение производится от теплообменников. Для приготовления горячей воды в период ремонта систем теплоснабжения устанавливаются электрические водонагреватели-накопители.

Трубопровод производственно-противопожарного водоснабжения выполняется из стальных оцинкованных труб.

На вводах трубопровода в здания устанавливаются расходомеры с обводной линией, с установленной на ней задвижкой с электроприводом для пропуска пожарного расхода. Задвижка открывается автоматически при нажатии кнопки сигнализации о пожаре, расположенных у пожарных кранов.

Внутренняя разводка производственно-противопожарного трубопровода выполнена из труб диаметром 80мм. и закольцована.

Максимальный расход на внутреннее пожаротушение составляет 10л/с.(2х5л/с).

4.1 Определение расчетных расходов воды

Согласно [1] полный расход воды, поступающей на станцию водоподготовки всех нужд промплощадки, определен с учетом расхода воды на собственные нужды станции, так как предусмотрено повторное использование промывной воды, то расход на собственные нужды принят 15% количества воды, подаваемой потребителям.

Расчетный расход составил:

$$Q_p = Q \cdot \alpha, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (4.1)$$

где Q-расход воды, подаваемой потребителям, Q= 820 м³/сут;

α -коэффициент учета расхода воды на собственные нужды станции, $\alpha=1.15$.

$$Q_p = 820 \cdot 1.15 = 943 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Часовой расход станции составил:

$$Q'_p = \frac{Q_p}{24}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (4.2)$$

$$Q'_p = \frac{943}{24} = 39,3 \text{ м}^3/\text{ч} = 10,92 \text{ л/с}$$

4.2 Проектирование станции водоподготовки

В соответствии с требуемым объемом воды питьевого качества для нужд предприятия, запроектированная станция водоподготовки рассчитана на производительность – 943 м³ в сутки.

Вода из поверхностного источника по данным химического анализа не соответствует требованиям по уровню мутности, цветности, наличие фитопланктона, содержанию железа, перманганатная окисляемость, нефтепродукты.

В соответствии с качеством поступающей на очистку воды и на основе анализа библиографических источников принимаем метод водоподготовки аэрацией с последующим фильтрованием по схеме:

- микрофильтр для удаления планктона
- бак - аэратор;
- метод обезжелезивания на загрузке MGS;
- фильтрование с двухслойной загрузкой;
- обеззараживание воды ультрафиолетовым излучением.

4.2.1 Расчет микрофильтра

Основная цель микрофильтров - выделение из воды крупных плавающих и взвешенных примесей и клеток, фито- и зоопланктона. Применение микрофильтров предусматривается в тех случаях, когда период цветения водоема длится более одного месяца в году, и среднемесячная концентрация клеток планктона в природной воде превышает 1000 клеток в 1 мл.

Расчетное число микрофильтров определяется по формуле:

$$N=Q \cdot q, \text{шт}, \quad (4.3)$$

где Q- производительность очистной станции, тыс. м³/сут;

q- производительность фильтра, м³/сут.

$$N = \frac{943}{500} = 1,9 \approx 2 \text{ шт}$$

Принимаем 2 рабочих микрофилтра и 1 резервный МФМ 1,5×2,8.

Таблица 4.1 – Технические характеристики МФМ 1,5×2,8.

Наименование	Значение
Производительность тыс.м ³ /сут.	0,5
Мощность электродвигателя, кВт	2,2
Размеры, мм :	
длина	2525
ширина	1850
высота	2250
Общая масса, кг	2670
Площадь фильтрации, м ²	5,6

Промывка микрофилтров осуществляется водой, прошедшей через них. Расход воды на собственные нужды принимается из опыта эксплуатации 1,5 % :

$$Q_{\text{мф}} = 0,015 \cdot 943 = 14,15 \text{ м}^3/\text{сут} \text{ или } 0,16 \text{ л/с.}$$

4.2.2 Расчет установки для обезжелезивания воды аэрацией

Аэрация воды для очистки от железа - это процесс интенсивного насыщения воды кислородом, в результате которого происходит окисление содержащегося в ней железа до нерастворимой формы.

В системе в течении 25 мин. поддерживается контакт растворенных в воде кислорода и примесей, для протекания химической реакции выделения примесей в нерастворимую форм, в виде хлопьев.

Аэрационный бак с системой разрыва струи. Уровень воды в емкости регулируется датчиком уровня, который подает сигнал на электромагнитный клапан. Этот клапан закрывает, или открывает, трубу, через которую вода подается в емкость.

Воздух в толщу воды подается воздуходувкой через трубу, заканчивающуюся мелкопузырчатым аэратором. Проходя через него, воздух образует множество мелких пузырьков, которые насыщают воду кислородом, окисляют примеси железа (рис. 4.1).

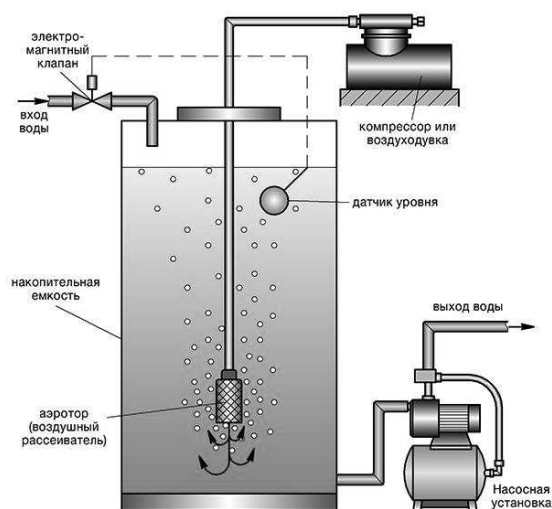


Рисунок 4.1 – Система аэрации

Размер бака - аэратора в диаметре составляет 300 мм и высоте – 1500 мм.

Производительность воздуходувки требуется 252 м³/ч. Воздуходувку принимаем VARP Alpha 265x180.

4.2.3 Напорные фильтры обезжелезивания с загрузкой MGS

Данный тип фильтров находит все большее применение. Скорые фильтры имеют достаточно высокую производительность при сравнительно небольших габаритах, что позволяет существенно сократить производственные площади. Их отличает высокая надежность работы с

точки зрения возможности проскока загрязнителей в процессе фильтрования. Работу скорых фильтров можно полностью автоматизировать, т.е. обеспечить их периодическую промывку в зависимости от количества очищенной воды или по таймеру.

Использование в таких фильтрах наполнителей с каталитическими свойствами позволяет существенно упростить схему очистки воды за счет обеспечения возможности очистки воды одновременно от нескольких видов загрязнителей.

При проектировании водоочистных станций нужно учитывать, чтобы фильтры и коммуникации могли работать, как в нормальном, так и в форсированном режимах. Это необходимо для обеспечения возможности ремонта части фильтров. На станции с количеством фильтров до 20 должна быть обеспечена возможность отключения на ремонт одного фильтра, а при большем количестве - двух фильтров.

При поступлении на фильтр первых порций очищаемой воды в начале процесса обезжелезивания поверхности наполнителя формируется мономолекулярный слой соединений железа (физическая адсорбция). Мономолекулярный слой химически более активен, чем чистый наполнитель, что усиливает процесс осаждения железа. Величина истинной поверхности пленки соединений железа более $200 \text{ м}^2/\text{г}$, что определяет ее свойства как сильного адсорбента губчатой структуры. Параллельно эта пленка является катализатором процесса окисления двухвалентного железа. Нужно отметить, что ряд примесей в очищаемой воде, таких как сероводород, свободная углекислота, коллоидная кремневая кислота, аммиак, заметно ухудшают каталитические свойства [18].

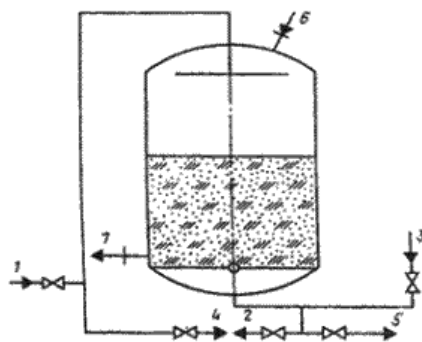


Рисунок 4.2 – Общий вид скорого напорного фильтра

1 - Подвод исходной воды; 2 - Отвод обработанной воды; 3 – Подвод промывочной воды; 4 - Отвод промывочной воды; 5 - Сброс первого фильтрата; 6 - Гидрозагрузка фильтрующего материала; 7 - Гидровыгрузка фильтрующего материала.

Необходимо подобрать фильтр обезжелезивания и определить его эксплуатационные характеристики.

Общую поверхность фильтрования можно определить по формуле:

$$F = \frac{Q}{T_{ст} \cdot v_H - n_{пр} \cdot q_{пр} - n_{пр} \cdot t_{пр} \cdot v_H}, \text{ м}^2, \quad (4.1)$$

где Q - полезная производительность станции за 1 сутки, м³;

T_{ст} - продолжительность работы станции в течение суток, ч;

v_н - расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме, м/ч, принимаемая для MGS равной 10 м/ч.

n_{пр} - число промывок одного фильтра в сутки при нормальном режиме эксплуатации;

q_{пр} - удельный расход воды на одну промывку одного фильтра, м³/м² ;

t_{пр} - время простоя фильтра в связи с промывкой, ч.

$$F = \frac{943}{17 \cdot 10 - 1 \cdot 3,3 - 1 \cdot 0,28 \cdot 10} = 5,8 \text{ м}^2$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Принимаем 2 фильтра HFI (MZ) 1665, установленные по потоку воды параллельно.

Таблица 4.1 – Технические характеристики напорного фильтра HFI (MZ) 1665

Наименование	Значение
Производительность ом./макс. при 10°C, (м ³ /ч)	1,3
Поддерживающая засыпка (гравий), (кг)	25
Объем засыпки GREENSAND, (л)	98
Поток обратной промывки при 10°C, (м ³ /ч)	3,5
Окислительная емкость засыпки по железу, (г)	52,5
Энергозатраты,(Вт)	5
Объем насыщенного раствора KMnO ₄ , необходимый для регенерации засыпки при 10°C/22°C, (л)	12,3/5,6
Высота/ширина	257/1390

4.2.4 Расчет напорного фильтра с двухслойной загрузкой

Угольный фильтр для воды состоит из пластикового корпуса фильтра (минерального бака), изготовленного из полимерного антикоррозионного материала пищевого класса и заполненного фильтрующей средой (активированного кокосового угля). Этот фильтрующий материал является основным рабочим элементом в фильтровальных установках, поэтому его качество имеет значение для нормальной работы угольных фильтров. Внутри минерального бака находится дренажно-распределительная система, состоящая из водоподъемной трубы, верхнего и нижнего дистрибьютора, а в его верхней части – управляющий блок (клапан), определяющий параметры процесса фильтрации. Клапан обеспечивает три основных режима работы угольного фильтра: режим фильтрации, режим обратной промывки и режим прямой промывки. При режиме фильтрации вода очищается через фильтрующую загрузку сверху вниз и, поднимаясь в обратном направлении по водоподъемной трубе, попадает в линию очищенной воды. При обратной промывке вода проходит по водоподъемной трубке сверху вниз и, взрыхляя засыпку в обратном направлении, промывает фильтрующую загрузку, смывая нерастворимые примеси в канализацию или дренаж. В режиме

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

прямой промывки воды проходит через фильтрующую загрузку сверху вниз в канализационную линию. Частота и длительность промывок регулируется управляющим клапаном в зависимости от анализа воды и технологических параметров. В качестве поддерживающего слоя в фильтрах на основе кокосового угля используется гравий фракции 2,0-5,0 мм. В угольных фильтрах гравийная подложка нужна для обеспечения равномерного распределения воды по всей площади пластикового баллона. Расчёт производительности угольных фильтров осуществляется исходя из условий обеспечения оптимальных скоростей фильтрации. При этом необходимо предусмотреть достаточное количество свободного места для размещения фильтров в отапливаемом помещении, где должна быть дренажная магистраль для обеспечения промывок. Место расположения угольного фильтра для воды в технологической схеме зависит от его назначения, а также санитарно-гигиенических и технико-экономических показателей очистки воды.

В качестве напорного фильтра применяется фильтр с двухслойной загрузкой.

Условия применения:

- водородный показатель (рН) воды: минимум 5,8;
- скорость фильтрации: в режиме сервиса: 10 – 20 м/ ч; в режиме обратной промывки при расширении на 30 - 35 %: 18–20м/ ч;
- интенсивность промывки: 9,2 – 9,8 л с/ м²;
- высота засыпки: 40 – 100 см.

Площадь напорного фильтра определяется по формуле:

$$F = \frac{943}{17 \cdot 15 - 1 \cdot 3,3 - 1 \cdot 0,28 \cdot 15} = 3,8 \text{ м}^2$$

Принимаем 4 фильтра НФК 3072/МГ.

Таблица 4.2–Технические характеристики напорного фильтра НФК 3072/МГ.

Наименование	Значение
Производительность ом./макс. при 10°С, (м³/ч)	5,5
Поток обратной промывки, (м³/ч)	11,0
Масса поддерживающей засыпки, (кг)	140
Объем засыпки угля, (л)	400
Установочная площадь, (м²)	1,15
Вес пустого фильтра,(кг)	426
Ширина	772
Высота	1833

Расход воды на взрыхление фильтра

$$q_{взр} = \frac{f \cdot i \cdot t_{взр} \cdot 60}{1000}, \text{ м}^3, \quad (4.2)$$

где i - интенсивность взрыхления фильтра, загруженного угольной загрузкой, 8 л/(с·м²).

$t_{взр}$ - продолжительность взрыхляющей промывки, 2 мин.

$$q_{взр} = \frac{3,8 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 60}{1000} = 3,65 \text{ м}^3$$

Расход воды на отмывку фильтра:

$$q_{отм} = \frac{f \cdot W_{отм} \cdot t_{отм}}{60}, \text{ м}^3, \quad (4.3)$$

где $W_{отм}$ - скорость спуска в дренаж первого мутного фильтрата, 4 м/ч.

$t_{отм}$ - продолжительность отмывки, 19 мин.

$$q_{отм} = \frac{3,8 \cdot 4 \cdot 19}{60} = 4,8 \text{ м}^3$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Часовой расход воды на собственные нужды всех фильтров:

$$q_{взр} = \frac{(q_{взр} \cdot q_{отм}) m n_{\phi}}{24}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (4.4)$$

где m – число отмывок каждого фильтра в сутки.

$$q_{взр} = \frac{(3,65 + 4,8) \cdot 2 \cdot 1}{24} = 0,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Количество воды, поступающей на фильтры, с учетом расхода на собственные нужды:

$$Q_{бр} = Q + q_{ч}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (4.5)$$

$$Q_{бр} = 39,3 + 0,7 = 40, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Действительная скорость фильтрования:

$$W_{\partial} = \frac{Q_{бр}}{n_{\phi} \cdot f}, \text{ м}/\text{ч}, \quad (4.6)$$

$$W_{\partial} = \frac{40}{1 \cdot 3,8} = 10,5, \text{ м}/\text{ч}$$

4.2.5 Определение диаметров трубопроводов на станции

Диаметры трубопроводов определены по таблицам гидравлического расчета пластмассовых труб [17] по расчетному расходу и рекомендуемой скорости. Диаметры трубопроводов, обслуживающих каждый фильтр, определены из условия форсированного режима работы, т.е. при выключении одного фильтра на промывку.

Подача воды на все фильтры:

$$q = \frac{Q_p}{24 \cdot 3,6}, \text{ л/с}, \quad (4.7)$$

где Q_p – расчетная производительность станции, $Q_p = 943 \text{ м}^3/\text{сут}$.

$$q = \frac{943}{24 \cdot 3,6} = 10,9 \text{ л/с}.$$

Подача (отвод) воды на один фильтр:

$$q_{\text{ко}} = \frac{q}{N-1}, \text{ л/с}, \quad (4.8)$$

где N – количество сорбционных фильтров, $N = 4$ шт.

$$q_{\text{ко}} = \frac{10,92}{4-1} = 3,64 \text{ л/с}.$$

Отвод фильтрата со всех фильтров:

$$q_{\text{ф}} = \frac{Q_p}{24 \cdot 3,6}, \text{ л/с}, \quad (4.9)$$

$$q = \frac{943}{24 \cdot 3,6} = 10,9 \text{ л/с}.$$

Результаты гидравлического расчета трубопроводов сведены в таблицу 4.3.

Таблица 4.3– Гидравлический расчет трубопроводов

Назначение трубопровода	Расход воды, л/с	Рекомендуемая скорость, м/с	Диаметр труб, мм	Расчетная скорость, м/с	1000i
Напорные фильтры					
Подача воды на фильтры	10,9	0,8 – 1,2	140	0,96	9,16
Подача воды на один фильтр	3,64	≤1,5	90	1,18	22,4
Отвод фильтрата с одного фильтра	3,64	≤1,5	90	1,18	22,4
Отвод фильтрата со всех фильтров	10,9	0,8 – 1,2	140	0,96	9,16
Подача промывной воды	60,8	≤2,0	280	1,18	4,85
Отвод загрязненной промывной воды	60,8	1,5 – 2,0	280	1,18	4,85

4.2.6 Выбор установки для обеззараживания воды

УДВ – это бактерицидные установки для обеззараживания воды. Бактерицидная установка – это электротехническое устройство, состоящее из камеры обеззараживания, пульта управления и блока промывки [17]

Основным элементом установки является камера обеззараживания изготовленная из пищевой нержавеющей стали. Внутри камеры располагаются бактерицидные лампы, заключенные в прочные кварцевые чехлы, которые исключают контакт УФ-лампы с водой. Количество ламп и их расположение определяется производительностью установки, а так же типом и качеством обрабатываемой воды. На камере находятся подводящие и отводящие патрубки, пробоотборники, смотровое окно, УФ-датчик и др. элементы. Система автоматики располагается на выносном пульте управления. В состав большинства УФ-систем входит блок промывки, позволяющий легко осуществлять регламентную очистку камер обеззараживания.

Принцип работы

Вода, проходя через камеру обеззараживания, непрерывно подвергается облучению ультрафиолетом, который убивает все находящиеся в воде микроорганизмы (бактерии, вирусы, простейшие и т.д.).

Установки обеспечивают надежное обеззараживание в широком диапазоне качества обрабатываемой воды за счет предусмотренного запаса УФ-дозы.

Действие ультрафиолета

Обеззараживающий эффект ультрафиолетового излучения, в основном, обусловлен фотохимическими реакциями, в результате которых происходят необратимые повреждения ДНК. Помимо ДНК ультрафиолет действует и на другие структуры микроорганизмов, в частности, на РНК и клеточные мембраны, что вызывает, в конечном итоге, гибель микроорганизма.

Таким образом, ультрафиолет как высокоточное оружие поражает именно живые клетки, не оказывая воздействие на химический состав среды, что имеет место для химических дезинфектантов. Последнее свойство исключительно выгодно отличает его от всех химических способов дезинфекции.

В здании водоподготовки устанавливаем систему обеззараживания воды ультрафиолетовым излучением УДВ-3А-300Н-10-100 (рис. 4.2), обеспечивающую безопасность воды в отношении болезнетворных микроорганизмов.



Рисунок – 4.3 Установка ультрафиолетового излучения УДВ-10/2 (IS-5)

Таблица 4.4– Основные технические характеристики УДВ-10/2 (IS-5)

Наименование показателей	Единицы измерения	Значение
Производительность установки	м ³ /ч	10,8
Доза УФ облучения, не менее	мДж/см ²	25
Потери напора в установке за счет гидравлического сопротивления, не более	см.вод.ст.	8
Минимальный и максимальный расходы	м ³ /ч	2..18
Условный диаметр входного и выходного патрубка камеры обеззараживания	мм	50
Рабочее давление в камере обеззараживания, не более	МПа	1
Разрежение в камере обеззараживания, не более	МПа	-0,01
Тип лампы		ДБ 145
Наименование показателей	Ед. изм-я	Значение
Количество ламп в камере	шт.	1
Срок службы лампы, не менее	ч	12000
Количество включений/выключений в течение срока службы, не более		1000
Напряжение питания	В	220±10%
Частота питающего напряжения	Гц	50
Потребляемая мощность, не более	Вт	
- камера обеззараживания и пульт управления		200
- насос промывочный		250
Коэффициент мощности, не менее		0,96
Тепловыделение в пульте управления, не более	Вт	27
Габариты:	мм	
- камера обеззараживания		637×277×103
- пульт управления		2
- насос промывочный		380×225×420 512×210×245
Масса, не более	кг	
- камера обеззараживания		13
- пульт управления		14
- насос промывочный		6
Объем камеры обеззараживания	дм ³	4

В УФ-установках «УДВ» используется наиболее удобный и экономичный способ регламентной очистки: химическая промывка слабыми растворами пищевых кислот. Для этого установки комплектуются

специальным блоком промывки. На пульт управления внесены индикация о режиме работы установки, счетчик времени наработки ламп и сигнализация об аварийных ситуациях.

Особое внимание при разработке УФ-установок уделяется простоте и удобству обслуживания. Установки могут месяцами работать в автономном режиме, без вмешательства человека. Замена ламп производится 1 раз в 1,5 года, промывка – 1 раз в 3 месяца, эти операции не сложны и не требуют специальных знаний.

4.2.7 Резервуары чистой воды

Резервуары чистой воды, расположенные за очистными сооружениями, разграничивают систему водоснабжения на две группы. До резервуаров режим работы сооружений определяется режимом работы насосной станции первого подъема, а после – режимом работы насосной станции второго подъема. Резервуары предусмотрены для аккумуляции регулирующего объема и хранения запасных – на случай пожара или аварии, а также объемов воды, которые предназначены для собственных нужд водопровода.

Емкость резервуаров чистой воды принята в размере 20 % от полезного расхода станции водоподготовки и составила 189 м³. Таким образом, принято два резервуара объемом по 100 м³ каждый.

В соответствии с ТП 30247-833-ПЗ [13] резервуары чистой воды относятся к сооружениям второго класса ответственности с ненормируемой степенью огнестойкости и представляют собой полносборные железобетонные емкости, заглубленные частично в грунт, с обсыпкой грунтом, обеспечивающей теплоизоляцию.

Стены и днище резервуаров запроектированы из сборных железобетонных элементов.

При замоноличивании стыков стеновых панелей предусмотрена опалубка из сегментов труб диаметром от 300 до 500 мм.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.207 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		61

Сопряжение плит днища со стенами при помощи фундаментного паза по типу конструкций подпорных стен.

Подготовка предусмотрена из бетона класса $B3,5$ толщиной 100 мм. Набетонка по днищу – из цементного раствора класса $B7,5$.

Покрытие резервуаров выполнено из сборных железобетонных предварительно напряженных плит размером 1.8×2.85 м по серии 1.442.1-2 с опиранием непосредственно на стены.

Сборная железобетонная камера для приборов уровня воды и камера-лаз состоят из стеновых колец и плит перекрытия по серии 3.820-9.

В качестве гидроизоляции проектом предусмотрена холодная асфальтовая мастика «Хамаст» ИИ-20 [19]. В соответствии с п. 9.12 [1] резервуары оборудованы:

- 1) подводящим (подающим) трубопроводом $d = 150$ мм;
- 2) отводящим трубопроводом $d = 150$ мм;
- 3) переливным устройством $d = 100$ мм;
- 4) спускным (грязевым) трубопроводом $d = 100$ мм;
- 5) устройством для впуска и выпуска воздуха при наполнении и опорожнении резервуара;
- 6) устройством для автоматического измерения и сигнализации уровня воды в резервуаре;
- 7) люками-лазами;
- 8) лестницами.

5 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

5.1 Состав работ и технологическая последовательность их выполнения при укладке водопровода из пластмассовых труб $d = 80$ мм, $l = 200$ м.

1. Разработка и перемещение растительного грунта;
2. Разработка основного грунта;
3. Устройство приямков;
4. Укладка трубопровода;
5. Присыпка трубопровода;
6. Телевизионная инспекция и осмотр трубопровода изнутри;
7. Промывка трубопровода;
8. Предварительное гидравлическое испытание;
9. Засыпка траншеи бульдозером;
10. Уплотнение грунта;
11. Окончательное гидравлическое испытание;
12. Рекультивация растительного грунта;
13. Хлорирование и промывка.

5.2 Техническая характеристика полиэтиленовых труб

Полиэтиленовые трубы легко монтировать и эксплуатировать, благодаря небольшому весу полиэтилена. Надежная стыковка достигается за счет сварки или крепления фитингами. Полиэтиленовый трубопровод абсолютно герметичен и не позволит проникнуть внутрь посторонним примесям и диффузным водам. Также исключены утечки и разрывы. Даже при замерзании жидкости внутри полиэтиленовые трубы водонапорные не разрушаются, а растягиваются до нужных размеров и возвращаются в

исходную форму после оттаивания жидкости. Полиэтиленовые трубы водонапорные способны выдерживать деформацию до 7% без потери своих характеристик. Полиэтилен очень гладкий и эластичный материал, который не допускает образования засоров, накипи и известковых отложений на внутренней поверхности. Поэтому с течением времени трубы не уменьшаются в диаметре, сохраняя первоначальную пропускную способность. Но главное преимущество перед металлическим водопроводом в качестве поставляемой воды. Полиэтиленовые трубы водонапорные не допускают образования бактерий и микроорганизмов внутри трубопровода, не передают воде частиц ржавчины и металла, абсолютно бактериологически и токсикологически безопасны и поэтому качество воды в них гораздо выше.

Полиэтиленовые трубы водонапорные легки в транспортировке и монтаже, не требуют обслуживания и ремонта и способны обеспечить работу безаварий и сбоев в течение как минимум 50 лет.

5.3 Определение объемов работ

Геологические условия данной местности: грунт растительный без корней и примесей толщиной 0,3 м и плотностью $\rho = 1200 \text{ кг/м}^3$ – 1 группы для всех машин; суглинок со щебнем толщиной и плотностью $\rho = 1750 \text{ кг/м}^3$ – 3 группы для одноковшового экскаватора и для бульдозера.

1) Разработка грунта в траншее

Работы по разработке грунта в выемках является земляными. Чтобы определить объем земляных работ по устройству траншеи, необходимо знать ее основные размеры – ширину, длину, глубину. Размеры траншеи определяем исходя из общих размеров траншеи в плане, глубины заложения трубопровода, крутизны откосов, а также принятых методов выполнения основных производственных процессов.

Напорный водопровод прокладывается параллельно уклону земли в данной местности с одинаковой глубиной заложения. При определении глубины заложения труб в первую очередь ориентируются на опыт эксплуатации водопровода. Обычно глубина заложения водопроводных сетей должна быть немного больше глубины промерзания грунта в данной местности.

$$h_{\min} = h_{\text{пр}} + 0,5, \text{ м}, \quad (5.1)$$

$$h_{\min} = 1,9 + 0,5 = 2,4 \text{ м.}$$

Способ укладки трубопровода – отдельными трубами.

Размеры по дну траншеи:

- длина 200 м;
- ширина траншеи по низу – 1,08 м.

Размеры по верху траншеи:

- длина $200 + 2,2 \cdot 0,5 \cdot 2 = 202,2$ м;
- ширина $1,08 + 2,2 \cdot 0,5 \cdot 2 = 3,28$ м.

Крутизна откоса равна 0,5 для суглинков [20], при глубине выемки 3 м.

Объем траншеи определяется по формуле:

$$V_{\text{тр}} = \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot L, \text{ м}^3, \quad (5.2)$$

где L – длина траншеи, м;

F₁ – площадь сечения траншеи в начале участка, равная 4,8 м²;

F₂ – площадь сечения траншеи в конце участка, равная 4,8 м².

$$V_{\text{тр}} = \frac{4,8 + 4,8}{2} \cdot 202,2 = 970,56 \text{ м}^3$$

2) Ручная подчистка дна траншеи

Площадь ручной подчистки составит:

$$F=202,2 \cdot 3,28 = 663,22 \text{ м}^2.$$

3) Устройство песчаного основания, толщиной 0,1 м.

Объем работ составит:

$$V_{\text{ос}} = 3,28 \cdot 202,2 \cdot 0,1 = 66,3 \text{ м}^3.$$

4) Укладка труб в траншею

5) Соединение трубопроводов

$$V_{\text{стыков}} = L_{\text{общ}} / L_{\text{труб}},$$

Учитывая, что трубопровод поставляется на площадку длиной по 6 метров, находим количество соединений (стыков), которые необходимо ВЫПОЛНИТЬ:

$$V_{\text{стыков}} = 200 / 6 = 34 \text{ стыка}$$

6) Присыпка трубопроводов слоем грунта на 0,3 м

Объем присыпки составит:

$$V_{\text{пр}}=200 \cdot 1,08 \cdot 0,46 - 4,06 = 95,3 \text{ м}^3.$$

7) Гидравлические испытания трубопроводов длиной 200 м.

8) Обратная засыпка траншеи

Объем обратной засыпки м^3 , в уплотненном состоянии равен:

$$V_{\text{о.з}} = V_{\text{тр}} - V_{\text{гр}}, \text{ м}^3, \quad (5.3)$$

где $V_{\text{тр}}$ – объем траншеи, м^3 ;

$V_{\text{гр}}$ – объем грунта, вытесненного трубопроводами м^3 , определяется по формуле:

$$V_{\text{гр}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L \cdot 1,05, \text{ м}^3, \quad (5.4)$$

где d – диаметр трубопровода, м;

L – длина участка сети, м;

1,05 – коэффициент.

$$V_{\text{гр}} = \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4} \cdot 200 \cdot 1,05 = 1,05 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{о.з}} = 970,56 - 1,05 = 969,51 \text{ м}^3$$

С учетом коэффициента разрыхления грунта, объем обратной засыпки составит:

$$V_{\text{о.з.р}} = 1,2 \cdot 969,51 = 1163,4 \text{ м}^3.$$

Полученные объемы работ представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Ведомость объемов работ

Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ
1. Разработка грунта в траншее одноковшовым экскаватором, оборудованным обратной лопатой	100 м ³	9,7
2. Ручная подчистка дна траншеи	100 м ²	6,6
3. Устройство песчаного основания толщиной 0,1 м.	1м ³ песка	66
4. Укладка труб в траншею	м	200
5. Соединение трубопроводов	1 стык	34
6. Присыпка трубопроводов слоем грунта 0,3 м	м ³	95,3
7. Гидравлические испытания	м	200
8. Обратная засыпка	100 м ³	11,63

5.4 Определение трудоемкостей и продолжительностей работ

Трудоемкость – это затраты рабочего времени на производство какого-либо вида продукции.

Трудоемкость Т, чел-дн. определяется по формуле:

$$T = \frac{K_{\text{уср}} \cdot K_{\text{попр}} \cdot N_{\text{вр}} \cdot V}{C}, \text{ чел-дн.} \quad (5.5)$$

где $K_{\text{уср}}$ – коэффициент увеличения трудоемкости в зимний период;

$K_{\text{попр}}$ – поправочные коэффициенты;

$N_{\text{вр}}$ – норма времени, определяема по ЕНиР;

V – объем работ;

C – продолжительность смены.

Продолжительность работ определяется по формуле:

$$П = \frac{T}{m \cdot n}, \quad (5.6)$$

где m – количество рабочих по ЕНиР;

n – число смен в день.

Трудоемкости и продолжительности выполнения работ
представлены в табл. 5.2.

Таблица 5.2 – Калькуляция трудозатрат

Наименование работ	Единицы измерения	п. ЕН иР а	Объем работ	Норма времени, чел-ч.	Трудоемкость, чел-см.	Кол-во машино-смен	Требуемые машины	Состав звена	Кол-во смен	Продолжительность
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Разработка грунта в котлованах одноковшовым и экскаваторами, оборудованным иобратной лопатой в отвал	100м ³	E2-1-13	9,7	2,1	2,56	2,56	ЭО-504	машинист 6 разряда - 1	1	3,2
Разработка грунта в котлованах одноковшовым и экскаваторами, оборудованным иобратной лопатой с погрузкой в транспортные средства	100м ³	E2-1-13	1,96	2,6	0,637	0,637				
Ручная подчистка dna траншеи	100м ³	E2-1-60	6,60	1,7	1,4	-	-	землекоп 2 разряда - 1	1	1,4
Устройство песчаного основания толщиной 0,1 м.	1м ³	E9-2-7	66	0,9	7,5	-	-	монтажники 3 разряда а-2, 2 разряда а - 2	1	2

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

продолжение табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Укладка полиэтиленовых труб в траншею диаметром 80мм	1м труб	E9-2-7	200	1,32	33,35	11,1	T-614	монтаж-ник 4 разряд а-1,3 разряд а-2	1	8
Сварка стыков труб	1стык	E9-2-7	33	1.3	5,5	-	-	землек оп 2 разряд а-1, 1 разряд а-1	1	2
Присыпка трубопроводов слоем грунта 0,3м	1 м ³	E2-1-58	95,3	0,5	6	-	-	землек оп 2 разряд а-1, 1 разряд а-1	1	3
Гидравлическое испытание трубопроводов диаметром 80 мм (предварительное)	1 м	E9-2-9	200	0,12	3,03	-	-	монтаж-ник 5 разряд а-1,4 разряд а-1, 3 разряд а-2	1	0,8
Промывка и хлорирование трубопровода диаметром 80мм	1м	E9-2-9	200	0,05	1,3	-	-	монтаж-ник 4 разряд а-1,3 разряд а-1, 2 разряд а-2	1	0,3
Обратная засыпка	100 м ³	E2-1-34	11,63	0,32	0,5	0,5	T-614 ДЗ-171	машинист 6 разряд а-1	1	0,5

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.207 ПЗ ВКР

Лист

70

Уплотнение грунта	100 м ³	E2- 1- 34	11,6 3	5,06	7,4	7,4	ИЭ- 4502	землек оп 3 разряд а - 2	1	3
Гидравлическо еиспытание трубопроводов диаметром 80 мм (окончательнот)	1 м	E9- 2-9	200	0,12	3,03	-	-	монта ж- ник 5 разряд а-1,4 разряд а- 1, 3 разряд а-2	1	0,8

5.5 Технологические схемы производства работ

1. Схему разработки грунта принимаем с движением экскаватора по верху забоя. Ширина проходки при односторонней погрузке определяется по формуле:

$$B = \sqrt{R_{max}^2 - L_n} + (R_T - \frac{b_k}{2} - 1), \text{ м.} \quad (5.7)$$

где В – ширина проходки;

R_{max} – максимальный радиус копания;

L_n – длина рабочей передвижки;

R_T – радиус выгрузки грунта в транспортное средство;

b_k – ширина транспортного средства.

$$B = \sqrt{9,2^2 - 2,2} + \left(6,2 - \frac{3}{2} - 1\right) = 16,78 \text{ м.}$$

При ширине котлована 9 м, количество проходок составит:

$$\frac{14,8}{16,78} = 0,88 \rightarrow 1$$

Для разработки грунта примем одноковшовый гидравлический экскаватор оборудованный обратной лопатой ЭО-504. Технические характеристики экскаватора представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Технические характеристики экскаватора ЭО-504

Наименование показателя	Единицы измерения	Характеристика
Вместимость ковша с зубьями	м ³	0,5
Длина стрелы	м	5,5
Наибольший радиус резания	м	9,2
Наибольшая глубина копания для траншей	м	5,6 4
Радиус выгрузки в транспорт	м	5,4
Высота выгрузки в транспорт	м	1,7
Мощность	л.с.	80
Масса экскаватора	т	20,5

2. Разработанный грунт увозится со стройплощадки самосвалом, в качестве которого применяется КамАЗ-65115.

Таблица 5.4 – Технические характеристики КамАЗ-65115

Наименование показателя	Характеристика
Колесная формула	6×4
Грузоподъемность, кг	15 000
Объем платформы, куб. м.	8,5
Самосвальная платформа	с задним бортом,
Направление разгрузки	назад
Снаряженная масса автомобиля, кг	9 300
Полная масса автомобиля, кг	24 450
КПП	КАМАЗ 15, 10 ступеней
Сцепление	фрикционное, сухое, двухдисковое

Наименование показателя	Характеристика
Подвеска	Рессорная
Кабина	без спального места
Топливный бак, л	250
Предпусковой подогреватель	ПЖД 15.8106-01
Колеса	Дисковые
Шины	7.0 20

3. Укладка труб производится трубоукладчиком марки Т-614.

Трубоукладчик Т-614 предназначен для укладки трубопроводов в траншею, а также для выполнения различных подъемно - транспортных работ при строительстве трубопроводов с наружным диаметром до 720 мм на грунтах обычных и с пониженной несущей способностью и подъема и перемещения единичных грузов.

Таблица 5.5 – Техническая характеристика трубоукладчика Т-614

Наименование показателя	Характеристика
Грузоподъемность, т	6,3
Момент устойчивости, кНм	160
Вылет крюка (максимальный), м	5
Высота подъема крюка при вылете 1,5 м (максимальная), м	4,8
Глубина опускания крюка от уровня земли (при вылете крюка 1,5 м), м	3
Момент устойчивости, кНм	160

4. Соединение полипропиленовых труб.

Диффузионная сварка осуществляется путем нагревания двух деталей с последующим их соединением, в результате чего происходит взаимное проникновение материалов расплавленных деталей (диффузия).

Пайка полипропиленовых труб осуществляется на специальных аппаратах, которые обеспечивают четкий контроль за температурой расплавляемых деталей. Сваривать трубы можно только из одинакового материала.

Физические и химические свойства сварочного шва не отличаются от свойств основного материала, за счет этого гарантируется долговечность всей системы трубопровода.

На сварочном аппарате устанавливаются парные насадки нужного диаметра. Место расположения насадок на нагревателе не имеет значения с точки зрения прогрева, поэтому их расположение выбирается исходя из удобства монтажа. Насадки имеют специальное антипригарное покрытие – тефлон, поэтому чистить их металлическими предметами не допускается. Отчистка насадок производится с помощью деревянных скребков или ветоши в нагретом состоянии.

Температура пайки выставляется на сварочном аппарате, и должна быть равна 260 °С. Нагрев паяльника происходит за 5-8 минут, и после этого поддерживает заданную температуру.

Детали перед сваркой необходимо очистить и обезжирить изопропиловым, изобутиловым или этиловым спиртом, а так же отметить на трубе свариваемую зону.

После окончания прогрева, детали снимают с насадок и вставляют друг в друга на заданную глубину. После чего их необходимо зафиксировать на 2-8 минуты.

Таблица 5.6 – Техническая характеристика сварочного аппарата OmikronKL 160 TOP-1

Наименование показателя	Характеристика
Диапазон свариваемых труб	40 – 160 мм
Напряжение	230 В, 50 Гц
Максимальная мощность	2,1кВт 11А
Мощность электромотора подстанции IP33 Класс 1	0,37кВт 3,5А 230В + 50Гц
Мощность электромотора торцевателя IP 20 Класс 1	0,65 кВт 3,2А 230В + 50Гц
Мощность нагревательного элемента IP 54 Класс 1	1кВт 4,3А 230В + 50Гц

5. Обратную засыпку и устройство насыпи осуществляем бульдозером ДЗ-171.

Таблица 5.7 – Технические характеристики ДЗ-171

Наименование показателя	Характеристика
Тяговый класс базового трактора	10
Максимальное тяговое усилие при общей эксплуатационной массе, кН, не менее	150
Эксплуатационная мощность двигателя, кВт (л.с.)	125 (170)
Тип трансмиссии	механическая
Рабочая скорость, км/ч: вперед минимальная	2.51
Рабочая скорость, км/ч: назад максимальная	12.51
Наименование показателя	Характеристика
Ширина отвала, мм, не менее	3 200
Высота отвала, мм, не менее	1 300
Подъем отвала над опорной поверхностью (при погруженных почвозацепах), мм, не менее	935
Объем призмы (теоретический), куб.м, не менее	3.95
Тяговый класс базового трактора	10
Максимальное тяговое усилие при общей эксплуатационной массе, кН, не менее	150

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

6. Уплотнение грунта.

Весь грунт, засыпаемый в траншею, уплотняется вручную с помощью электротрамбовки.

Таблица 5.8 – Технические характеристики электротрамбовки

Наименование показателя	Характеристика
Марка электротрамбовки	ИЭ-4502
Глубина уплотнения (за 2 прохода)	40 см
Размеры башмака	350×450мм
Мощность	0,4кВт
Напряжение	220В
Частота ударов	9,3 Гц
Габариты	970×475×960 мм
Масса	81,5 кг

Состав работ:

- подготовка электрической трамбовки к работе;
- трамбование грунта;
- обслуживание электрической трамбовки.

Трамбование грунта производят слоями, начиная с краев трамбуемой площади с последующим приближением к ее середине. Каждым последующим ударом трамбовки должна захватываться часть уже уплотненной площади.

При работе по уплотнению грунта вблизи действующих и прокладываемых коммуникаций, стен (фундаментов) существующих и возводимых зданий и сооружений необходимо обеспечить их сохранность.

5.6 Контроль качества

Производственный контроль качества включает в себя входной, операционный и приемочный контроль.

Входной контроль – проверка поступающих на площадку конструкций, материалов, документации .

Операционный контроль – проверка положения, размеров конструкции, качества устройства стыков.

Приемочный контроль – приемка участка объекта или всего объекта в целом.

- Состав контролируемых показателей, допустимые отклонения, объем и методы контроля при разработке грунта в траншеях должны соответствовать требованиям СНиП 3.02.01-87:

Отклонения отметок dna выемок от проектных: одноковшовыми экскаваторами, с механическим приводом: обратная лопата +15 см;

Отклонения отметок dna выемок в местах укладки конструкций при окончательной разработке или ниже доработки недоборов и восполнения переборов (2) ± 5 см.

- Состав контролируемых показателей, допустимые отклонения, объем и методы контроля при стыковке соединения труб должны соответствовать требованиям СНиП 3.02.01-87:

Соединения труб и деталей из свариваемых полимерных материалов должны выполняться при помощи сварки соединительными деталями с закладным нагревательным элементом.

Стыковая сварка рекомендуется для соединения между собой труб и соединительных деталей наружным диаметром более 50 мм и толщиной стенки более 3 мм.

При стыковой сварке максимальная величина несовпадения кромок не должна превышать 10 % номинальной толщины стенки трубы.

После механической обработки между торцами труб, приведенными в соприкосновение с помощью центрирующего приспособления, не должно быть зазоров, превышающих 0,5 мм для труб диаметром до 110 мм и 0,7 мм - для больших диаметров.

Основными контролируемыми параметрами процесса стыковой сварки являются:

- температура рабочих поверхностей нагревателя;
- продолжительность нагрева;
- глубина оплавления, величина контактных давлений при оплавлении и осадке.

Давление сварки полиэтиленовых труб в $1,5 \text{ кгс/см}^2$ сохраняется не более 10 секунд. Остывание шва происходит в естественных условиях. Сварочное давление находится на уровне $4,2\text{--}6,2 \text{ кгс/см}^2$, что гарантирует быстрое формирование шва и получение качественного соединения.

- Состав контролируемых показателей, предельные отклонения, объем и методы контроля при обратной засыпке и уплотнении грунта в траншеях должны соответствовать требованиям СНиП 3.02.01-87:

Гранулометрический состав грунта, предназначенного для устройства обратных засыпок (при наличии специальных указаний в проекте) - должен соответствовать проекту. Выход за пределы диапазона, установленного проектом, допускается не более чем в 20 % определений.

Содержание в грунте, предназначенном для устройства обратных засыпок: древесины, волокнистых материалов, гниющего или легкосжимаемого строительного мусора не допускается.

Контроль за состоянием откосов и дна траншей - не допускается сосредоточенная фильтрация, вынос грунта и оплывание откосов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе запроектирована локальная система водоснабжения промышленной площадки газотранспортного предприятия в Ханты-Мансийском автономном округе, источником водоснабжения которого являются поверхностные воды.

На основании анализа современных методов обработки поверхностных вод предложена технологическая схема водоподготовки, включающая обезжелезивание методом аэрирования с последующим фильтрованием. Для обеззараживания питьевой воды подобраны УФ-лампы.

В работе произведен расчет оборудования станции водоподготовки и запроектированы сети водоснабжения.

В разделе технологии строительного производства были посчитаны объемы земляных работ и укладка трубопровода.

Реализация предлагаемого проекта позволит решить проблему водоснабжения промышленной площадки газотранспортного предприятия и перейти на собственный источник водоснабжения без затрат на площадку привозной воды.

						Лист
					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.207 ПЗ ВКР	79
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 31.13330.2012 - Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
2. СанПиН 2.1.4.1074 – 01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Госкомсанэпиднадзор РФ, 2000. – 130 с.
3. Классификаторы технологий очистки природных вод / под ред. М.Г. Журбы. – М., 2000. – 118 с.
4. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т.2 Очистка и кондиционирование природных вод / под ред. М.Г. Журбы. – Вологда; Москва: ВОГТУ, 2004. – 797 с.
5. Горбачев, Е.А. Проектирование очистных сооружений водопровода из поверхностных источников: Учеб. пособие / Е.А. Горбачев. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004. – 240 с.
6. Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование сетей и сооружений. М. Г. Журба, Л. И. Соколов, Ж. М. Говорова. Том 2. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 496 с.
7. Водный кодекс Российской Федерации (вводится в действие с 1 января 2007 года). – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2006. – 80 с.
8. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т.2 Очистка и кондиционирование природных вод / под ред. М.Г. Журбы. – Вологда; Москва: ВОГТУ, 2004. – 797 с.
9. ГОСТ 2761 – 84. Вода питьевая. Методы анализа. Контроль качества. М., 1984. – 7 с.
10. Драгинский, В.Л. Повышение эффективности реагентной обработки воды на водоочистных станциях / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева // Водоснабжение и санитарная техника. – М.: [б. и.], 2000. – 50 с., № 3 – С. 11-14.

11. Зотов, Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве / Б.И. Зотов, В.И. Курдюмов. – М.: КолосС, 2003. – 432 с.
12. Мастрюков, Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях / Б.С. Мастрюков. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.
13. Резервуары для воды прямоугольные железобетонные сборные емкостью от 50 до 500 м³. Типовой проект 30247-833. Разработан ЦИТП. – М., 1980. – Альбом 1.
14. Современные технологии и оборудование для обработки воды на водоочистных станциях. – М.: НИИ КВОВ, 1997.
15. Станция очистки воды поверхностных источников с содержанием взвешенных веществ до 150 мг/л, производительностью 3,2 тыс. м³/сут. Типовой проект 901-3-105. Разработан ЦНИИЭП инженерного оборудования. – М.: Госстрой СССР, – 1967. – Альбом 2.
16. Хотунцев, Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: Учеб. Пособ. / Ю.Л. Хотунцев. - М.: Издательский центр «Академия», 2002 – 480 с.
17. Шевелев, Ф.А. Таблицы гидравлического расчета водопроводных труб / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
18. Кулаков, В. В. Обезжелезивание, деманганация вод: Учебное пособие – Хабаровск: ДВГУПС, 1998. – 100 с.
19. СП 22.13330.2011 – Основание зданий и сооружений
20. Хамзин, С. К. Технология строительного производства. Стройиздат. 1989. – 281 с.
21. ЕНиР сборник Е2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы. – М.: Стройиздат, 1989. – 134с.
22. ЕНиР сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Выпуск – 2. Наружные сети и сооружения – М.: Стройиздат, 1988–95с.