

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

_____ 20__ г.

Проект реконструкции водопроводной насосной станции

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР

Консультанты:

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

_____ 20__ г.

Руководитель проекта

К.И. Чучелов

_____ 2021 г.

Автор проекта
студент группы АС-421

А.Е. Выдрин

_____ 2021 г.

Нормоконтролер

ст. преп. К.И. Чучелов

_____ 2021 г.

Челябинск
2021

АННОТАЦИЯ

Выдрин А.Е. Выпускная квалификационная работа «Проект реконструкции водопроводной насосной станции» – Челябинск: ЮУрГУ, Архитектурно-строительный институт, 2021. – 99 с.– 8 листов ф.А1 – библиограф. 14 назв.

Ключевые слова: сети водоснабжения, детализация сети

В выпускной квалификационной работе разработан проект реконструкции водопроводной насосной станции посёлка Муслимово.

В пояснительной записке приведены характеристики запроектированной системы водоподготовки, представлены основные расчеты расходов, подобрано оборудование для систем водоподготовки. Так же рассмотрены технология и организация производства работ по укладке ПЭ трубопровода.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2021.305-04.204 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>99</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Чучелов</i>					<i>ЮУрГУ (НИУ)</i>		
<i>Разработ.</i>	<i>Выдрин</i>					<i>Кафедра ГИСС</i>		
<i>Проверил.</i>	<i>Чучелов</i>							
<i>Н. контр.</i>	<i>Чучелов К.И.</i>							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ВОДОСНАБЖЕНИЕ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	11
1.1 Методы обезжелезивания природных вод.....	11
1.1.1 Аэрация на специальных устройствах.....	12
1.1.3 Коагуляция и осветление	14
1.1.2 Введение реагентов-окислителей.....	14
1.1.3 Скорые напорные фильтры обезжелезивания	17
1.2 Методы умягчения природных вод.....	18
1.2.1 Ионообменный метод умягчения воды	18
1.2.4 Мембранные технологии умягчения воды.....	21
1.2.4.1 Ультрафильтрация	21
1.2.4.2 Наночелчтрация	21
1.2.4.3 Обратный осмос	22
1.3 Методы обеззараживания природных вод.....	23
1.3.1 Хлорирование воды	24
1.3.2 Обеззараживание воды бактерицидными лучами	32
1.4 Водоснабжение малоэтажных поселков.....	36
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ	37
3 РАСЧЁТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ	40
3.1 Расчетные расходы воды.....	40
3.1.1 Расходы воды на хоз.-питьевые нужды.....	40
3.2 Расходы воды на пожаротушение.....	41

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

3.3 Площадка водопроводных сооружений.	43
3.3.1 Генплан. Вертикальная планировка.....	44
3.4 Водоснабжение и канализация.	44
3.5 Проектируемые сооружения.	46
3.5.1 Станция водоподготовки.	46
3.5.1.1 Технологические решения.	46
3.6 Архитектурно-строительные решения.	55
3.7.4 Отопление и вентиляция.	57
3.7 Электротехническая часть.	57
3.8 Резервуар промывных вод V=50 м ³	58
3.8.1 Технологические решения.	58
3.8.2 Архитектурно-строительные решения.	59
3.9 Зоны санитарной охраны.....	60
4 ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ .	63
5 ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	66
5.1 Технология укладки водопроводных труб	66
5.2 Способы соединения наружного трубопровода, требования к соединениям	70
5.3 Контроль качества соединений трубопровода.....	77
5.4 Хранение и транспортирование наружного трубопровода водоснабжения	81
5.5 Техническая характеристика полиэтиленовых труб	83
5.6 Определение объемов работ	84
5.6 Определение трудоемкостей и продолжительностей работ.....	86

5.7 Технологические схемы производства работ.....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	100

					ЮрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

ВВЕДЕНИЕ

Вода – это очень ценный природный ресурс, без которого невозможно представить жизнь человека. Среди многих отраслей современной техники, направленных на повышение уровня жизни людей, благоустройства населенных мест и развития промышленности, водоснабжение занимает большое и почетное место. Для нормального течения физиологических процессов в организме человека и для создания благоприятных условий жизни людей очень важно гигиеническое значение воды. В настоящее время обеспечение населения водой высокого качества стало настоящей проблемой.

В связи с ростом населения посёлка Муслюмово, Кунашакского района Челябинской области, существующая станция водоподготовки, запроектированная в 2008 году, на сегодняшний день, не удовлетворяет эксплуатационным условиям.

Целью реконструкции является переоборудование станции водоподготовки для обеспечения требуемого суточного расхода.

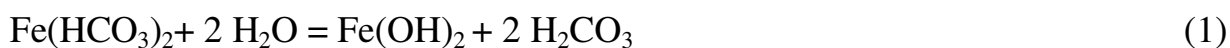
В данной работе представлены два варианта реконструкции, позволяющие решить проблему недостающего суточного объёма воды при минимальных затратах ресурсов.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ВОДОСНАБЖЕНИЕ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

1.1 Методы обезжелезивания природных вод

Подземные источники воды в подавляющем большинстве характеризуются наличием растворенного бикарбоната двухвалентного железа $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$, который вполне устойчив при отсутствии окислителей и при $\text{pH} > 7,5$. При высокой карбонатной жесткости, $\text{pH} > 10$ и содержании $\text{Fe}^{2+} > 10$ мг/л бикарбонат может гидролизироваться с образованием углекислоты:



Санитарные нормы ограничивают общее содержание железа в воде для хозяйственно-питьевых нужд до 0,3 мг/л. Фактически концентрация железа в подземных грунтовых водах находится в пределах от 0,5 до 50 мг/л. 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.

Железо способно создавать благоприятные условия для развития бактериального железа, представляющее собой соединение с вредными органическими молекулами. В результате деятельности такого железа водопровод может полностью «зарастить» за несколько месяцев. Вода, содержащая бактериальное железо, может иметь радужную пленку на поверхности и образовывать желеобразные отложения в водопроводной системе. Безвредным для здоровья является концентрация железа в воде от 0,1 до 0,3 мг/л. Длительное употребление человеком воды с содержанием железа более 0,3 мг/л приводит к заболеванию печени, увеличению риска инфаркта и т. д.

Анаэробная (не имеющая контакта с воздухом) прозрачная грунтовая вода может содержать соединения $\text{Fe}(\text{II})$ до нескольких миллиграммов на литр без ее

					ЮУрГЧ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

помутнения при прямой подаче из источника. Однако при контакте с воздухом, а точнее с кислородом воздуха, Fe(II) окисляется до Fe(III). Коллоидные формы Fe(III) придают воде характерный красно-коричневый оттенок:



Гидроксид трехвалентного железа Fe(OH)₃ коагулирует и переходит в оксид железа Fe₂O₃ · 3 H₂O, выпадающий в виде бурых хлопьев.

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 Fe(OH)₂.

Обезжелезивание подземных вод осуществляют фильтрованием в сочетании с одним из способов предварительной обработки воды:

- 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.

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, МТМ и МЖФ.

1.1.1 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 pH выше 6,8.

					ЮУрГЧ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Вода направляется на вентиляторную градирню 1, загруженную насадкой из колец Рашига. Вентилятор 2 подает воздух во встречном направлении по отношению к потоку воды. При этом происходит выделение свободной углекислоты, и вода насыщается кислородом. После пропуски через градирню вода стекает в контактный резервуар 3. Отсюда насосом 4 вода подается в напорный фильтр 5, где заканчивается образование хлопьев гидроокиси и их задержание в слое кварцевой загрузки.

Для выделения свободной углекислоты применяют аэрацию воды на вентиляторной градирне.

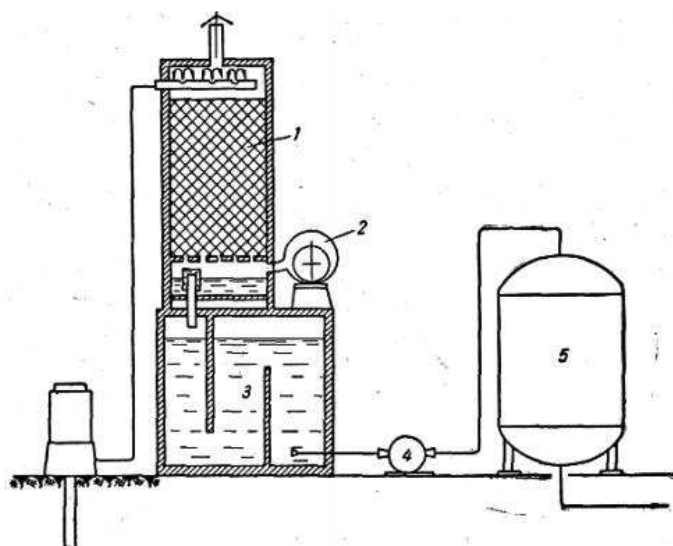


Рисунок 1 – Схема установки обезжелезивания воды аэрацией

На рисунке 1 изображено:

- 1 – вентиляторная градирня;
- 2 – вентилятор;
- 3 – контактный резервуар;
- 4 – насос;
- 5 – напорный фильтр.

1.1.3 Коагуляция и осветление

Рабочий режим и оборудование для осветления и коагуляции исходной воды выбирают исходя из характера и уровня содержания загрязнений. При этом если необходимо одновременно повысить щелочность воды и снизить ее солесодержание, рассматриваемые процессы совмещают с известкованием.

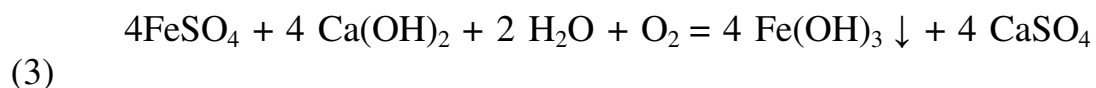
Процесс коагуляции достаточно сложен и нет строгих стехиометрических соотношений между дозой коагулянта и количеством растворенных коллоидных веществ в исходной воде. Поэтому дозу определяют методом пробного коагулирования.

В качестве коагулянтов применяют:

- сульфат алюминия (глинозем) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ при pH исходной воды 6,5-7,5;
- сульфат железа (железный купорос) $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ при pH воды 4-10;
- хлорное железо $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ для воды с pH 4-10.

Для интенсификации процесса коагуляции в воду дополнительно вводят флокулянты (наиболее распространен полиакриламид). Флокулянты способствуют укрупнению осадка и ускоряют процесс слипания осаждаемых коллоидных и взвешенных частиц.

Если карбонатная жесткость исходной воды невелика, то ее подщелачивают раствором гидроксида натрия или «известковым молоком» (раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$):

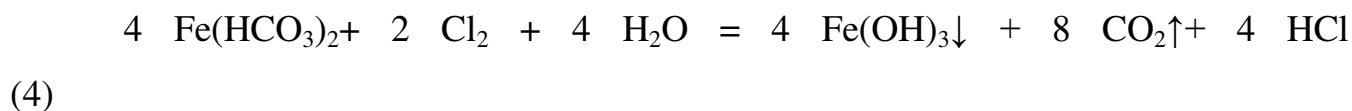


1.1.2 Введение реагентов-окислителей

Использование реагентов-окислителей, в первую очередь хлора, с целью обеззараживания, а также удаления железа, используется в России с начала XX века. После обработки разных вод этим методом содержание железа во всех случаях

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

остается меньше 0,1 мг/л, причем этот метод эффективен, когда другие приемы не работают. В результате гидролиза выпадает осадок гидроксида железа, либо продуктов неполного гидролиза - основных солей железа различного состава. Эти процессы можно условно описать следующим брутто- уравнением:



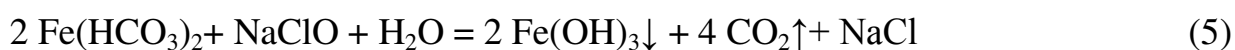
Хлор также окисляет двухвалентный марганец, разрушает органические вещества и сероводород.

Доза хлора в зависимости от содержания железа может составлять 5-20 г/м³ 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 0,5мг/л, а связанного до 1,2 мг/л.

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 гипохлорита натрия (NaClO), как на больших станциях водоподготовки, так и на небольших объектах, в том числе и в частных домах.

Окисление двухвалентного железа происходит в соответствии со следующим уравнением:



					ЮУрГЧ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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).

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.

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 двухва-

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

лентной форме, а ресурс работы ионообменного материала будет значительно снижен. При этом в очищаемой воде должен отсутствовать кислород.

1.1.3 Скорые напорные фильтры обезжелезивания

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. В технологических схемах водоподготовки они хорошо сочетаются с установками аэрации, системами для ввода реагентов-окислителей и коагулянтов.

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. Парал-

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

лельно 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.

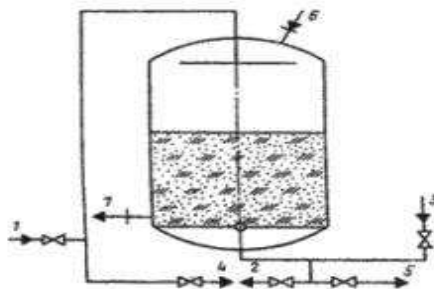


Рисунок 2 – Общий вид скорого напорного фильтра

На рисунке 2 изображено:

- 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.

1.2 Методы умягчения природных вод

1.2.1 Ионообменный метод умягчения воды

Наиболее часто умягчение воды производят ионным обменом. До некоторых пор ионным обмен считался наиболее отработанным и надежным методом умягчения воды.

Частичное умягчение воды происходит при ее умягчении методами Н-Накатионирования, Н-катионирования с голодной регенерацией, Н-катионирования на слабокислотном катионите. В этих процессах происходит извлечение солей жест-

кости и частичная их замена на катион водорода, который разрушает бикарбонат-ионы с последующим удалением образовавшегося газа из воды. Степень умягчения соответствует количеству удаленного CaCO_3 .

При глубоком умягчении из раствора удаляются все макро – и микроэлементы, т.е. соли и примеси. Степень очистки раствора по каждому макроэлементу (катиону и аниону) зависит от степени их сродства к данному иониту, т. е. от расположения в рядах селективности. Подбирая иониты, степень их регенерации и количество ступеней очистки, можно добиться необходимой глубины очистки воды практически любого исходного состава.

Умягчение может проводиться в одну, две, три ступени или смешанным слоем ионитов. В каждой ступени раствор последовательно очищается сначала на катионите в Н-форме (при этом извлекаются все находящиеся в растворе катионы), а затем на анионите в ОН-форме (процесс ОН-анионирования).

Более глубокое извлечение анионов может протекать только на сильноосновных анионитах.

Высокую степень очистки можно обеспечить в одном аппарате со смесью катионита в Н-форме и анионита в ОН-форме, т. н. фильтре смешанного действия. В этом случае отсутствует противоионный эффект, и из воды за один проход через слой смеси ионитов извлекаются все находящиеся в растворе ионы. Очищенный раствор имеет нейтральное рН и низкое солесодержание, примерно в 5-10 раз ниже, чем на одной ступени ионного обмена. Допускается работа с очень высокими скоростями очистки раствора, зависящими от его исходного солесодержания.

После насыщения ионитов для их регенерации смесь необходимо предварительно разделить на чистые катионит и анионит (они, как правило, имеют некоторое различие по плотности). Разделение может производиться гидродинамическим методом или путем заполнения фильтра концентрированным 18%-ым раствором щелочи.

Из-за сложности операций разделения смеси ионитов и их регенерации такие аппараты используются в основном для очистки малосолёных вод, например,

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

контурных, для глубокой доочистки воды, обессоленной на отдельных слоях ионитов либо обратным осмосом. То есть в тех случаях, когда регенерация проводится редко, либо иониты применяют для получения сверхчистой воды с сопротивлением, близким к 18 МОм/см, в энергетике и микроэлектронике – там, где никакие другие способы не могут обеспечить заданное качество.

При умягчении воды ионным обменом пропорционально солесодержанию питающей воды растут объем ионитов и оборудования, а также расход реагентов, т. е. капитальные и эксплуатационные затраты. Даже при оптимально организованной регенерации (противоток) с минимальным избытком реагентов, применяемых для регенерации ионитов, в сточные воды поступают извлеченные соли и использовавшиеся реагенты в соотношении 1,1:1 – 2, 0:1 к исходному количеству солей. Следует учитывать, что эти соли находятся в небольшом объеме регенератов, соответственно, в высокой концентрации. Прямой сброс таких отходов запрещен, т.к. регенераты, как правило, имеют значение рН отличное от нормативов, что требует дополнительных затрат на их нейтрализацию. Чаще всего используется метод разбавления регенератов другими стоками с низким солесодержанием и значением рН близким к нейтральному. Кроме того, очень часто при проектировании канализационных сетей, отводящих стоки от установок ионного обмена, забывают о промывных водах, которые, как правило, трудно направить в голову технологического процесса для последующей обработки.

Достоинства метода:

- возможность получения сверхчистой воды;
- отработанность и надежность;
- способность работать при резко меняющихся параметрах питающей воды;
- минимальные капитальные и энергозатраты;
- меньший расход питающей воды;
- минимальный объем вторичных отходов, обеспечивающий возможность их переработки.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.2.4 Мембранные технологии умягчения воды

1.2.4.1 Ультрафильтрация

Метод отделения мелких частиц из суспензии или коллоидных растворов с использованием фильтрации под давлением. Малые молекулы, ионы и вода продавливаются через полупроницаемую мембрану. Крупные молекулы через мембрану не проходят. Ультрафильтрационные мембраны с размером пор от 0,01 до 0,1 мкм удаляют крупные органические молекулы (молекулярный вес больше 10 000), коллоидные частицы, бактерии и вирусы, не задерживая при этом растворенные соли. Такие мембраны применяются в промышленности и в быту и обеспечивают стабильно высокое качество очистки от вышеперечисленных примесей, не изменяя при этом минеральный состав воды.

1.2.4.2 Нанофильтрация

Метод нанофильтрации применяют для получения высокоочищенной воды для использования в бытовых нуждах, в пищевой и фармацевтической промышленности, для удаления тяжелых металлов, для снижения содержания солей в системах водоподготовки для теплоэнергетики.

Нанофильтрация воды базируется на способе её прохождения под давлением около 8 мПа через селективные мембраны. Основным материалом для изготовления мембран являются: полиамид, полисульфон и ацетат целлюлозы. Размер отверстий мембран, который колеблется от 0,001 мкм до 0,01 мкм, подобран таким образом, что сквозь них могут проходить одновалентные ионы, а двухвалентные ионы и более крупные примеси остаются. Они задерживают органические соединения с молекулярной массой выше 300 и пропускают 15-90% солей в зависимости от структуры мембраны. Наиболее эффективно при этом удаляются из воды разнообразные красители, пестициды, органические вещества, вирусы и некото-

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

рые растворённые соли. В результате нанофильтрации вода очищается, умягчается и теряет часть солей.

1.2.4.3 Обратный осмос

Обратноосмотические мембраны содержат самые узкие поры, и потому являются самыми селективными. Они задерживают все бактерии и вирусы, большую часть растворенных солей и органических веществ (в том числе железо и гумусовые соединения, придающие воде цветность и патогенные вещества), пропуская лишь молекулы воды небольших органических соединений и легких минеральных солей. В среднем мембраны задерживают 97-99 % всех растворенных веществ, пропуская лишь молекулы воды, растворенных газов и легких минеральных солей.

Сегодня по принципу обратного осмоса работает большинство фильтров, кулеров и других водоочистителей. Этот метод позволяет добиться наивысшей степени очистки воды, и удаляет до 99,9%. Кроме того, проходя через фильтр обратного осмоса, вода обогащается кислородом, придающим воде приятный свежий вкус. Обратный осмос принципиально отличается от обычной фильтрации. При осмосе образуются два раствора, один из которых обогащен растворенным веществом. Явление осмоса наблюдается, когда два соляных раствора с разными концентрациями разделены полупроницаемой мембраной. Эта мембрана пропускает молекулы и ионы определенного размера, но служит барьером для веществ с молекулами большего размера. Таким образом, молекулы воды способны проникать через мембрану, а молекулы растворенных в воде солей - нет. Если по разные стороны полупроницаемой мембраны находятся солесодержащие растворы с разной концентрацией, молекулы воды будут перемещаться через мембрану из слабо концентрированного раствора в более концентрированный, повышая в последнем уровень жидкости.

В случае, когда на раствор с большей концентрацией воздействует внешнее давление (создаваемое насосом), превышающее осмотическое, молекулы воды

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

начнут двигаться через полупроницаемую мембрану в обратном направлении, то есть из более концентрированного раствора в менее концентрированный. Этот процесс называется "обратным осмосом".

В системах обратного осмоса бытового назначения давление входной воды на мембрану соответствует давлению воды в трубопроводе. В случае, если давление возрастает, поток воды через мембрану также возрастает.

Фильтр, работающий по принципу обратного осмоса, устроен достаточно просто: основной элемент, позволяющий получать воду высокой степени очистки – это тонкопленочная мембрана. Чтобы мембрана не забивалась, перед ней устанавливают предфильтры – несколько ступеней предварительной очистки.

Тем не менее, в процессе фильтрации, перед мембраной накапливаются соли и различные примеси. Чтобы она не засорилась, перед мембраной создается принудительный поток воды, смывающий сконцентрированные загрязнения в дренаж.

В настоящее время в водоочистителях обратного осмоса наиболее широкое распространение получила компоновка мембран в рулонные мембранные элементы.

1.3 Методы обеззараживания природных вод

Использование подземной воды в большинстве случаев возможно без обеззараживания. 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.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

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.

1.3.1 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 последействия. 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 последействия, хлорирование предотвращает рост водорослей, способствует удалению из воды железа и марганца, разрушению сероводорода, обесцвечиванию воды, поддержанию микробиологической чистоты фильтров и т. п.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

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 широко распространение резистивных к хлору микроорганизмов;
- растворы хлорсодержащих реагентов коррозионно активны, что порой является причиной быстрого износа оборудования;

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:

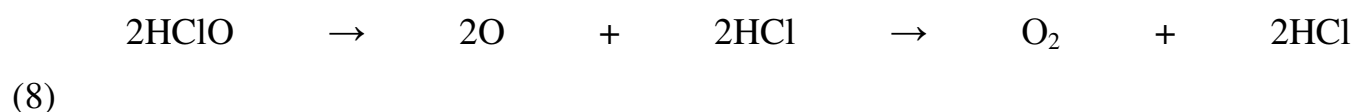


Далее происходит диссоциация образовавшейся хлорноватистой кислоты:



					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

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 хлороводородной 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.

Создание рабочих запасов хлора на складах представляет опасность не только для рабочего персонала станции, но и для жителей расположенных рядом домов. Как альтернативный вариант хлорирования в последние годы все шире используют обработку воды раствором гипохлорита натрия (NaClO), этот метод находит применение как на промышленных станциях водоподготовки, так и на небольших объектах, в том числе в частных домах.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26



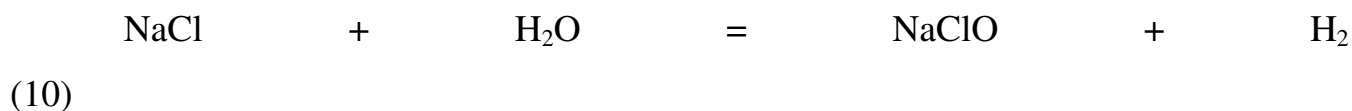
Рисунок 4 – Хлораторная

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, в том числе и в частных домах.

Водные растворы гипохлорита натрия получают химическим:



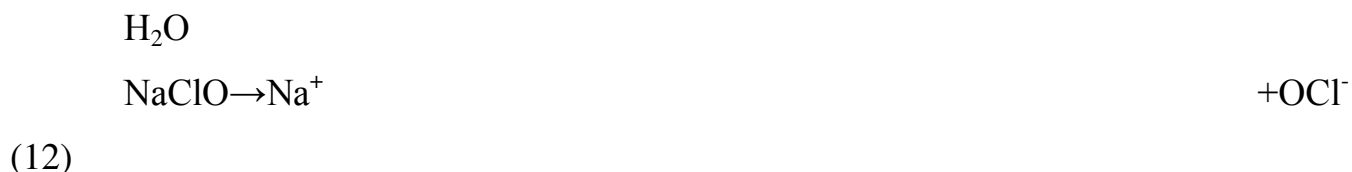
или электрохимическим методом по реакции:



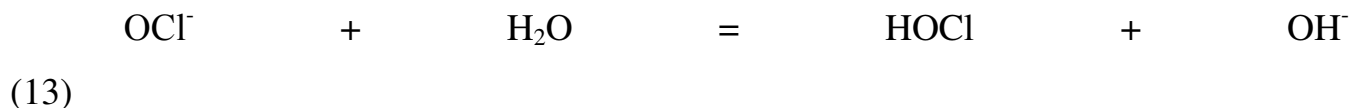
Вещество гипохлорит натрия (NaClO) в чистом химическом виде (т. е. без воды) представляет собой бесцветное кристаллическое вещество, легко разлагающееся на хлорид натрия (поваренная соль) и кислород:



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 HOCl 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 (HOCl).

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.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

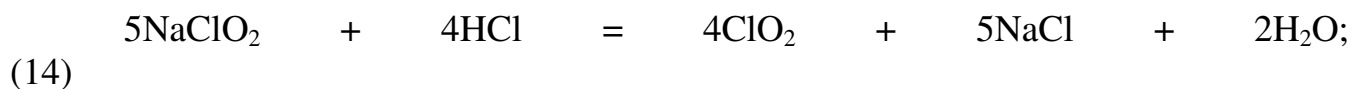
Раствор гипохлорита натрия реагент легко дозируется, что позволяет автоматизировать процесс обеззараживания воды.

					ЮрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

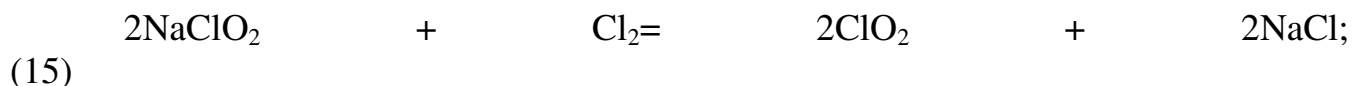
Основные способы получения диоксида хлора

Распространены три основных метода получения диоксида хлора:

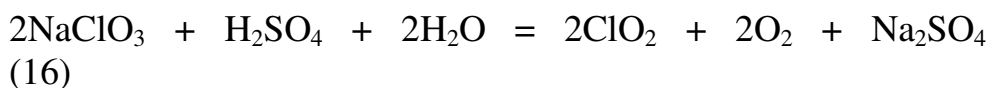
– взаимодействие хлорита натрия с соляной кислотой:



– 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.

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;

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305–04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

1.3.2 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. Данное обстоятельство используется в бактерицидных установках, предназначенных для обеззараживания в основном подземных вод. 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 микробов.

Оценка бактерицидного действия производится в единицах, называемых бактами. Для обеспечения бактерицидного эффекта ультрафиолетового облучения достаточно примерно $50 \text{ мкб} \cdot \text{мин}/\text{см}^2$. УФ-облучение наиболее перспективный метод обеззараживания воды с высокой эффективностью по отношению к патогенным микроорганизмам, не приводящий к образованию вредных побочных продуктов.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

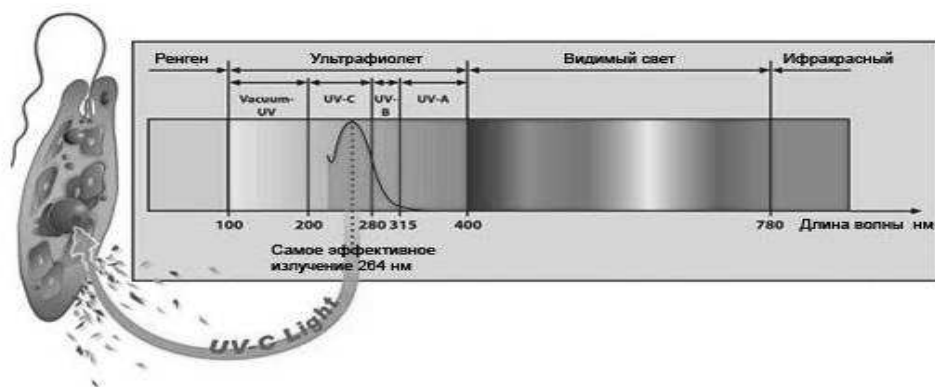


Рисунок 5 – Действие ультрафиолетового излучения

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.

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 произво-

длительностью по обработанной воде. Внутри лампа имеет полость для потока. Контакт с УФ-лучами происходит через специальные окошечки внутри лампы. Корпус установки выполнен из металла, защищающего от проникновения лучей в окружающую среду (рисунок 6).



Рисунок 6 – 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 протозоа. 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. 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.

Проблема обеспечения качественной водой в сельских поселениях является достаточно распространенной. Гарантированное обеспечение каждого человека чистой питьевой водой – является одним из главных направлений социального развития страны, поскольку определяет благополучие жителей.

По официальным данным на 2016 год в России в сельской местности 4,1 млн. чел. не обеспечены водой надлежащего качества.

Ситуация с обеспечением питьевой водой различна для районов и групп населения, в Челябинской области 102 тыс. чел (3% от населения области) испытывают нехватку воды, отвечающей СанПиН.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

В городах с централизованной системой водоснабжения, природная вода из подземного и (или) поверхностного источника проходит стадии очистки на станциях водоподготовки, где качество постоянно контролируется технологами. Все же большая часть населения потребляет воду из колодцев и скважин, качество которой не контролируется.

1.4 Водоснабжение малоэтажных поселков

Отличительными особенностями сельского водоснабжения является:

1. Неравномерность размещения по территории водопотребителей, что вынуждает подавать воду на большие расстояния;
2. Сравнительно небольшие объемы суточного водопотребления;
3. Довольно высокая неравномерность водопотребления как в течении суток, так и в течении года.

Сельскохозяйственное водоснабжение в основном является объединенной системой водоснабжения, когда она удовлетворяет хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды.

Согласно существующей практике проектирования и строительства систем водоснабжения, для проектируемого поселка принята система объединенного хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода низкого давления.

Учитывая характеристику водопотребителей, в поселке принята вторая категория надежности подачи воды системой водоснабжения.

Согласно планировке города, водонапорная башня располагается на одной из высоких точек территории города.

Сельское водоснабжение может осуществляться из поверхностных источников или артезианских скважин.

Скважина используется в случае, если вода из поверхностного источника неудовлетворительного качества и экономически выгоднее пробурить скважину, чем строить очистные сооружения.

					ЮУрГЧ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Водоснабжение поселка производится со станции II подъема с резервуаром чистой воды. РЧВ предназначены для бесперебойной подачи воды в часы максимального водопотребления, а также для режима пожаротушения.

Подземные воды Челябинской области характеризуются содержанием радиоактивных изотопов, в частности радоновых.

Радон — это радиоактивный газ природного происхождения. Он не имеет запаха, цвета или вкуса. Радон образуется в процессе природного радиоактивного распада урана, который обнаруживается во всех видах горных пород и почве. Такую воду использовать, без соответствующей очистки, опасно для здоровья.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ

Реконструируемая площадка находится восточнее станции Муслумово ЮУЖД Кунашакского района Челябинской области. Климат - континентальный, со значительными колебаниями сезонных месячных и суточных температур. Рельеф площадки слегка всхолмленный и имеет общий уклон в южном направлении. Абсолютные отметки устьев скважин колеблются в пределах 194,00-214,40 м. Расчетная температура наружного воздуха (средняя температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 - 34°С Расчетная снеговая нагрузка (III снеговой район) - 1,8 кПа; Нормативное ветровое давление (II ветровой район) - 0,30 кПа. Геолого-литологическое строение участка представлено следующими разновидностями грунтов (сверху вниз): - насыпные грунты представлены механической смесью почвы, щебня, суглинка; грунты неоднородные по составу и сложению.

Мощность насыпных грунтов:

- 0,30 - 1,70 м.;
- почвенный слой черный, суглинистый. Мощностью - 0,20 - 0,60 м.
- суглинок бурый, желтовато-бурый, твердый до полутвердого с прослойками песка, с щебнем и галькой в подошве слоя. Разведанной мощностью - 0,30 - 3,70 м.;

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

– глина полутвердая, серовато-бурая до красновато-коричневой, с известковыми включениями. Разведанной мощностью - 0,90 - 2,80 м.; - песок среднезернистый, бурый, серовато-бурый, плотный, маловлажный. Разведанной мощностью - 1,10 - 3,60 м.

Нормативная глубина сезонного промерзания глинистых грунтов - 1,77 м; песчаных - 2,31 м; крупнообломочных - 2,61 м.

Установившийся уровень грунтовых вод зафиксирован на глубине 1,54 - 3,4 м, что соответствует отметкам 190,55 - 194,20 м. Уровень колебания грунтовых вод 0,5 м. Согласно требованиям, вода неагрессивна ко всем видам бетона.

На площадке реконструируемых водопроводных сооружений грунты в основании фундаментов - суглинок бурый, твердый до полутвердого, с прослойками песка, с щебнем и галькой в подошве слоя, по степени морозоопасности - среднепучинистый. Подземные воды на глубину до 4,0 м на данном участке не обнаружены. В настоящее время на территории нового квартала жилой застройки станции Муслумово Кунашакского района Челябинской области возводятся одноэтажные жилые дома усадебного типа и прокладываются инженерные сети. Для обеспечения хозяйственно-питьевых нужд населения нового квартала предполагается бурение двух скважин. Химические показатели качества воды представлены в таблице 1. Вода из скважин, используемая для водоснабжения квартала, по данным химического анализа не соответствует требованиям СанПиН 1.2.3685-21 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» по уровню цветности, жесткости, содержанию железа и магния.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1 - Химические показатели качества исходной воды

Показатели	Результаты исследования	Величина допустимого уровня по СанПиН 1.2.3685-21
Запах при 20 град. С, баллы	0	2
Цветность, градус	до 25,4	20
Мутность, мг/л	0,58 - 1,5	1,5
рН, г-ион/дм ³	8,6 - 9	6-9
Сухой остаток, мг/л	439,0 - 469,4	1000,0
Жесткость, мг-экв/л	7,3 - 8,2	7,0
Окисляемость перманг., мгО ₂ /дм ³	1,0 - 1,3	5,0
Железо общее, мг/л	0,1 - 0,4	0,3
Хлориды, мг/л	20,0 - 28,0	350,0
Нитриты, мг/л	<0,003	3,3
Нитраты, мг/л	3,6 - 14,0	45,0
Молибден, мг/л	<0,0025	0,25
Магний, мг/л	81,5 - 92,4	50,0
Сульфаты, мг/л	46,0 - 47,8	500,0
Фториды, мг/л	0,1 - 0,21	1,5
Марганец, мг/л	0,001 - 0,019	0,1
Аммиак, мг/л	<0,05	1,5
Медь, мг/л	0,003 - 0,004	1,0
Свинец, мг/л	<0,005	0,001
Цинк, мг/л	0,003 - 0,007	1,0
Кадмий, мг/л	<0,0005	0,001
Кремний, мг/л	1,4 - 4,4	10,0
Мышьяк, мг/л	<0,005	0,01
Ртуть, мг/л	<0,0001	0,0005

3 РАСЧЁТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ

Проектируемая схема водоснабжения нового квартала жилой застройки станции Муслимово предполагает подачу артезианской воды из водозаборных скважин (насосных станций I-го подъема) на станцию водоподготовки для очистки, в объеме 1000 м³ в сутки.

Очищенная вода направляется в резервуары чистой воды общим объемом 260 м³ (4 шт. по 65 м³ каждый), расположенные в помещении здания водоподготовки и выполненные из нержавеющей стали. Здесь же (в этом же здании) размещена насосная станция II-го подъема (группа из трех насосов, оснащенных частотным преобразователем: 1 - рабочий, 1 - пожарный, 2 - резервных), которая обеспечивает подачу воды питьевого качества, после УФ-обеззараживания, в поселковую водоразборную сеть. Установки УФ-обеззараживания для бактерицидной обработки воды также расположены в помещении станции водоподготовки.

Водозаборные скважины, водовод от скважин до поселка (диаметром 200 мм в две нитки) и кольцевые внутриквартальные сети (по поселку) - существующие.

3.1 Расчетные расходы воды.

3.1.1 Расходы воды на хоз.-питьевые нужды.

При проектировании станции водоподготовки расчетный суточный расход воды на хозяйственно - питьевые нужды населения принят в соответствии с заданием на проектирование и составляет:

$$Q_{\text{сут}} = 1000,0 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Часовая производительность станции очистки подземной воды принята из условия равномерной работы станции в течении суток и составляет 42 м³/ч или 11,7 л/с.

Расчетный (максимальный) часовой расход воды, подаваемой на хозяйственно - питьевые нужды населения определен в соответствии с требованиями раздела 2 СП 31.13330.2012 по формуле:

$$q_{\text{час.мах}} = K_{\text{час.мах}} \cdot Q_{\text{сут.мах}} / 24, \text{ где}$$

$K_{\text{час.мах}}$ - коэффициент часовой неравномерности, определяемый по формуле:

$$K_{\text{час.мах}} = \alpha_{\text{мах}} \cdot \beta_{\text{мах}} = 1,2 \cdot 1,6 = 1,92;$$

$$q_{\text{час.мах}} = 2,28 \cdot 1000,0 / 24 = 80 \text{ м}^3/\text{час или } 22,2 \text{ л/с.}$$

3.2 Расходы воды на пожаротушение.

Расчетные расходы воды на тушение пожара приняты в соответствии с расчетными данными проекта ОАО "АГРОПРОМПРОЕКТ" "Внутриквартальные сети водоснабжения нового квартала жилой застройки станции Муслюмово Кунашакского района Челябинской области".

Расход воды на наружное пожаротушение жилых домов и расчетное количество одновременных пожаров принято в зависимости от численности населения, объемов и этажности зданий по СП 31.13330.2012 и составляет 10 л/с и 1 пожар соответственно.

Время тушения пожара - 3 часа. Необходимый объем противопожарного запаса воды для наружного пожаротушения жилой застройки составит:

$$10 \text{ л/с} \cdot 3 \text{ часа} \cdot 3,6 = 108 \text{ м}^3$$

Наружное пожаротушение поселка осуществляется из пожарных гидрантов, расположенных на кольцевых сетях водопровода. Неприкосновенный пожарный запас воды в объеме 108 м³, необходимый на тушение наружного пожара в посел-

					ЮУрГЧ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

ке, хранится в резервуарах чистой воды общим объемом 260 м³ (4 шт. по 65 м³ каждый), расположенных в помещении станции водоподготовки.

Расчетный расход воды на тушение пожара должен быть обеспечен при наибольшем расходе воды на другие нужды.

С учетом расчетного расхода воды на хоз.-питьевые нужды (22,2 л/с), необходимый полный объем воды на период тушения пожара составит:

$$(10 \text{ л/с} + 22,2 \text{ л/с}) \cdot 3 \text{ часа} \cdot 3,6 = 347,8 \text{ м}^3$$

Этот объем воды обеспечат:

- резервуары чистой воды общим объемом 260 м³, размещенные на станции водоподготовки;
- емкость водонапорной башни объемом 50 м³, которая включена в схему водоснабжения поселка;
- постоянное пополнение резервуаров чистой воды с расходом 30 м³/час

Отдельно решено пожаротушение самого большого общественного здания на территории поселка - школы, сблокированной с детским садом и бассейном, и состоящей из четырех блоков.

Здание школы запроектировано в 2007 году "Школа на 200 учащихся с детским садом на 55 мест и бассейном в новом квартала жилой застройки станции Муслумово Кунашакского района Челябинской области".

Строительный объем здания составляет 33 750 м³. Класс здания - II, степень огнестойкости - II.

Расход воды на пожаротушение здания в соответствии со СП 31.13330.2012, а также СП.10.13130.2020 принят 27,5 л/с; в том числе:

- 25,0 л/с - наружное пожаротушение;
- 2,5 л/с - внутреннее пожаротушение.

Внутреннее пожаротушение предусматривается от кольцевой сети нового квартала.

					ЮУрГЧ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Если время тушения пожара - 3 часа, то необходимый объем противопожарного запаса воды для наружного пожаротушения школы с детским садом составит:

$$25,0 \text{ л/с} \cdot 3 \text{ часа} \cdot 3,6 = 270,0 \text{ м}^3$$

Для этих целей проектом предусмотрены два пожарных резервуара емкостью 100 м³ каждый, по типовому проекту, размещенных на площадке в непосредственной близости со зданием.

Заполнение пожарных резервуаров осуществляется от пожарного гидранта, установленного в колодце рядом со школой. Забор воды из резервуаров и создание необходимого напора для наружного пожаротушения предусматривается автососами из приемных колодцев, расположенных возле резервуаров.

Недостающие 70 м³ для тушения наружного пожара используются посредством пожарных гидрантов, установленных на водопроводной сети (неприкосновенный пожарный запас 108 м³ в емкостях на станции водоподготовки).

Таблица 2 – Расчетные расходы воды.

Наименование водопотребления	Максимальный суточный расход, м ³ /сут	Максимальный часовой расход, м ³ /ч	Расчетный расход, л/с
Хозяйственно-питьевые нужды населения.	1000	50,0	22,2
Наружное пожаротушение: поселка; общественного здания (школа с детским садом).	Общий объем	108,0	
		36,0	10,0
		270,0	25,0
Станция водоподготовки (производительность).	1000	42	11,6

3.3 Площадка водопроводных сооружений.

3.3.1 Генплан. Вертикальная планировка.

Проектируемые здания и сооружения располагаются с учетом технологии производства, противопожарных норм, гидрогеологических условий. Участок решен с преимущественным сохранением существующего рельефа. В балансе земляных масс преобладает выемка. Продольные и поперечные уклоны - в пределах нормативных. Водоотвод - поверхностный, с устройством фильтрующей полосы. Проектируемая дорога обеспечивает связь с существующим поселком. Покрытие проезда - асфальтобетонное, на щебеночном основании. Проектируемое покрытие ограничивается бортовым камнем БР 100.30.15, по ГОСТ 6665-91.

Конструкция фильтрующей полосы:

- сорбент "Глауконит" 0,05 м;
- щебень фракции 40 - 60 мм, с засыпкой кварцевым песком - 50%, - 0,5 м.

Фильтрующая полоса выполняет очистку поверхностного стока по типу каркасно - засыпного фильтра, с показателями очистки на выходе:

- взвешенные вещества до 24 мг/л;
- нефтепродукты 0,3 мг/л.

Ограждение площадки станции водоподготовки решено панелями из металлической сетки по металлическим столбам, на основании серии 3.017-3, выпуск 5.

3.4 Водоснабжение и канализация.

Запроектированная станция подготовки подземных вод принимает на очистку артезианскую воду от водозаборных скважин. Подготовленная вода питьевого качества подается в сеть хоз.- питьевого водопровода квартала.

Водовод 2Ø200 мм от водозаборных скважин до станции водоподготовки решен проектом "Внеплощадочные сети водоснабжения нового квартала жилой застройки станции Муслумово Кунашакского района Челябинской области".

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Кольцевая разводящая водопроводная сеть по поселку выполнена в проекте "Внутриквартальные сети водоснабжения нового квартала жилой застройки станции Муслимово Кунашакского района Челябинской области".

Данным разделом проекта предусмотрена прокладка участков трубопроводов от водоводов исходной воды (из скважины) до станции очистки, и участков подачи очищенной воды от станции в сеть потребителей.

В проектируемых камерах 1 и 2 на водоводе от водозаборных скважин решено переключение подачи исходной воды на станцию водоподготовки и отключение потребителей от трубопроводов неочищенной воды из скважин.

Запроектированные участки водопроводных сетей систем В9 и В1 выполняются напорными полиэтиленовыми трубами диаметром 200 мм по ГОСТ 18599-2001.

Отведение производственных стоков, образующихся при промывке напорных песчаных фильтров, установленных в здании водоподготовки, а также дренажных и переливных вод, принято в проектируемый резервуар промывных вод емкостью 50 м³, металлический, горизонтальный, подземной установки.

Сеть производственной канализации К3 выполнена из полиэтиленовых напорных труб диаметром 225 мм по ГОСТ 18599-2001.

Запроектированная бытовая канализация К1 предназначена для отвода сточных вод от санитарно-технических приборов, находящихся в помещении станции водоподготовки. Отвод бытовых стоков осуществляется в септик, емкостью 5 м³. Сеть К1 выполнена из полиэтиленовых напорных труб диаметрами 110 и 160 мм по ГОСТ 18599-2001.

Опорожнение резервуара промывных вод осуществляется по мере накопления специализированным автотранспортом в места, согласованные с органами Роспотребнадзора.

Производство работ предусмотрено открытым способом.

При прокладке и монтаже пластмассовых труб необходимо выполнять требования СП 40-102-2000 и серии 4.900-9.

					ЮУрГЧ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Основание под проектируемые трубопроводы принято по серии 3.008.9-6/86 с учетом типа грунтов основания и материала труб.

Колодцы выполняются из сборных железобетонных элементов по т.пр. 902-09-22.84.

При производстве земляных работ, монтаже трубопроводов, устройстве обратной засыпки необходимо выполнять требования СП 45.13330.2010, СНиП 12-04-2002, СП 129.13330.2011.

3.5 Проектируемые сооружения.

3.5.1 Станция водоподготовки.

3.5.1.1 Технологические решения.

Запроектированная станция водоподготовки размещается в проектируемом здании из легких конструкций, имеет расчетную производительность 42 м³/ч (1000 м³/сут.) и выполняет очистку воды из двух существующих водозаборных скважин, дебитом 18,8 м³/ч (450 м³/сут) каждая. Скважины пробурены в 2007 году. В дальнейшем намечается бурение дополнительных скважин (в том числе - резервной) для увеличения подачи воды в жилой поселок до проектных объемов - 1000 м³ в сутки.

Вода из скважин, используемая для водоснабжения квартала, по данным химического анализа не соответствует требованиям СанПиН 1.2.3685-21 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» по уровню цветности, жесткости, водородному показателю и содержанию магния.

Показатели цветности, жесткости и рН незначительно превышают величину допустимого уровня. Это превышение обусловлено наличием в воде ионов и солей магния. Невысокое значение жесткости (8,2 - 7,3 мг-экв/л) не требует глубокого

					ЮУрГЧ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

умягчения воды, с применением реагентов. Неглубокое умягчение подземной воды возможно при удалении из нее взвешенных веществ. Это повлечет за собой также снижение показателей цветности и водородного показателя.

В соответствии с качеством поступающей на очистку воды используется метод удаления примесей (в том числе и высокодисперсных) напорным фильтрованием. Этот метод обеспечит снижение магнийсодержащих примесей не менее чем на 50 мг/л.

Установка подготовки и подачи питьевой воды, предназначенная для очистки подземных вод, включает в себя:

- напорные механические фильтры для удаления высокодисперсных примесей, обуславливающих мутность и цветность воды;
- резервуары чистой воды (4 шт., $V=65 \text{ м}^3$ каждый);
- установку УФ-обеззараживания воды;
- насосы, обеспечивающие подачу воды на напорные фильтры и далее в резервуар чистой воды;
- насос и компрессорную установку с ресивером для промывки фильтров;
- насосы подачи очищенной воды в существующую сеть поселка (насосная станция II-го подъема);
- пульт системы управления установкой;
- комплект трубопроводов с арматурой и управляемыми вентилями;
- комплект воздухопроводов с фильтрами-регуляторами.

В качестве фильтрующей загрузки используется кварцевый песок с эквивалентным диаметром зерен 0,8 - 1 мм. Промывка загрузки предусмотрена - водовоздушная, в соответствии с СП 31.13330.2012.

Компрессорное оборудование используется для водовоздушной промывки и работы приводов арматуры.

Запроектированная станция водоподготовки работает в автоматическом режиме. Управление осуществляется контрольной панелью, поставляемой

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

комплектно с установкой. Дежурный диспетчер находится в помещении ремонтников, куда на пульт управления поступают все рабочие и аварийные сигналы.

Насосная станция II-го подъема, состоящая из трех насосов (рабочий, пожарный и резервный), подает очищенную воду из резервуаров чистой воды в существующую сеть хоз.-питьевого противопожарного водопровода поселка. Насосы, оснащенные частотным преобразователем, работают в автоматическом режиме и обеспечивают заданный диапазон давления в напорном трубопроводе.

Регулирующий объем воды в резервуарах составляет 105 м³. Для наружного пожаротушения поселка в резервуарах общим объемом 260 м³, предусмотрен неприкосновенный пожарный запас в объеме 108 м³, из расчета 10 л/с, в течении 3-х часов. При пожаре в работу дополнительно включается пожарный насос, который обеспечивает подачу необходимого расхода воды на случай пожара.

Расход воды на внутреннее пожаротушение станции водоподготовки составляет 2,5 л/с. К установке приняты пожарные краны диаметром 50 мм с рукавами длиной 15 метров. Основные показатели работы станции водоподготовки приведены в таблице 3.

Таблица 3 – основные показатели:

Наименование системы	Расчетная производительность				Примечания
	м ³ /сут	м ³ /ч	л/с	при пожаре, л/с	
Оборудование водоподготовки.	1000	42	11,6	8,30	(в том числе : 20 м ³ /сут. - на собственные нужды станции)
Насосная станция подачи воды потребителям.	1000	50,00	22,2	24,00	(в том числе : 10 л/с - на наружное пожаротушение поселка)

Сбор дренажных и промывных вод принят водосборным приемком с отведением стоков в проектируемую сеть бытовой канализации.

Конструкционный материал фильтров и резервуаров чистой воды – коррозионно - стойкая сталь типа 12Х18Н10Т.

Трубопроводы запроектированы трубами стальными электросварными по ГОСТ 10704-91* с масляной окраской за 2 раза. Прокладка трубопроводов по полу и крепление их к строительным конструкциям предусмотрены по серии 5.900-7 "Опорные конструкции и средства крепления стальных трубопроводов внутренних санитарно- технических систем".

Расчет технологического оборудования.

Фильтры.

При суточной производительности станции водоподготовки 1000 м³/сут и расчетной скорости фильтрации 7 м³/ч, необходимая площадь фильтрования с учетом промывки и в соответствии с п.6.98 СП 31.13330.2012 составит:

$$F_{\phi} = \frac{Q}{T_{ст} \cdot V_{н} - n_{пр} \cdot q_{пр} - n_{пр} \cdot t_{пр} \cdot V_{н}}; \text{ м}^2,$$

где: Q - полезная производительность станции, м³/сут;

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

V_н - расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме, 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, час.

$$F_{\phi} = \frac{1000}{24 \cdot 7 - 1 \cdot 3,3 - 1 \cdot 0,28 \cdot 7} = 6,14 \text{ м}^2.$$

К установке приняты 3 напорных фильтра. Площадь одного будет равна: 6,14 / 3 = 2,04 м². Тогда диаметр фильтра составит 2000 мм.

Установка в перспективе дополнительного фильтра (4-го), диаметром 1400 мм, так же позволит очищать до 1000 м³ воды в сутки:

					ЮУрГЧ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$Q = F_{\phi} \cdot (T_{\text{ст}} \cdot V_{\text{н}} - n_{\text{пр}} \cdot q_{\text{пр}} - n_{\text{пр}} \cdot t_{\text{пр}} \cdot V_{\text{н}}) = 4 \cdot 1,54 \cdot (24 \times 7 - 1 \times 3,3 - 1 \times 0,28 \cdot 7) = 1002,5 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Промывка фильтров.

В качестве загрузки фильтров используется кварцевый песок с эквивалентным диаметром зерен 0,8 - 1 мм. В соответствии с СП 31.13330.2012 для кварцевой фильтрующей загрузки предусмотрена водовоздушная промывка. Промывка фильтров производится один раз в сутки, по схеме – снизу - вверх, из резервуаров чистой воды в часы минимального водопотребления.

Режим и параметры промывки.

Этап 1. Продувка воздухом:

- интенсивность - 20 л/с · м²;
- продолжительность - 2 мин.

Этап 2. Совместная продувка водой и воздухом:

- интенсивность подачи воздуха - 20 л/с · м²;
- продолжительность - 5 мин.
- интенсивность подачи воды - 4 л/с · м²;
- продолжительность - 5 мин.

Этап 3. Промывка водой:

- интенсивность - 7 л/с · м²;
- продолжительность - 5 мин.

Расход промывной воды на промывку 1 м² площади фильтра (удельный расход) составит 3,3 м³. Расход промывной воды на промывку одного фильтра диаметром 1400 мм будет равен 5 м³, а для фильтра, диаметром 2000 мм – 10 м³.

Насосы для промывки фильтров.

Требуемый расход воды на промывку фильтра с учетом интенсивности подачи воды составит:

Для фильтра, диаметром 1400 мм:

$$Q = I \cdot S, \text{ м}^3/\text{ч где}$$

$I = 7 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$ - интенсивность промывки, $S = 1,54 \text{ м}^2$ - площадь фильтра.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q = 7 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2 \cdot 1,54 \text{ м}^2 \cdot 3600 / 1000 = 38,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

К установке принят насос Calpeda NM50/16AB производительностью 40 м³/ч и напором 35 метров.

Для фильтра, диаметром 2000 мм:

$$Q = 7 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2 \cdot 3,14 \text{ м}^2 \cdot 3600 / 1000 = 79,1 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

К установке принят насос Calpeda NM 80/200 A/A производительностью 80 м³/час и напором 55 метров.

Подача воздуха.

Требуемый расход воздуха на продувку фильтров составит:

Фильтры, диаметром 1400 мм:

$$Q = I \cdot S, \text{ м}^3/\text{ч}, \text{ где}$$

$I = 20 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$ - интенсивность продувки, $S = 1,54 \text{ м}^2$ - площадь фильтра.

$$Q = \text{л/с} \cdot \text{м}^2 \cdot 1,54 \text{ м}^2 \cdot 3600 / 1000 = 111 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

К установке принят компрессор С-415М1 с ресивером 900 литров и рабочим давлением 10 атм.

Фильтры, диаметром 2000 мм:

$$Q = 20 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2 \cdot 3,14 \text{ м}^2 \cdot 3600 / 1000 = 226 \text{ м}^3/\text{ч}$$

К установке принят компрессор Renner SLM – S 16,5 – 10, с ресивером 900 литров и рабочим давлением 7,5 атм.

Насосы подачи воды на фильтры.

В соответствии с производительностью станции водоподготовки, насосы подачи воды на напорные фильтры должны обеспечить расход 30 м³/ч.

Потребный напор этих насосов составит:

$$H = H_{\text{ф}} + H_{\text{дл}} + H_{\text{р}} + H_{\text{г}}, \text{ м}, \text{ где:}$$

$H_{\text{ф}} = 8,0 \text{ м}$ - потери напора в фильтре;

$H_{\text{дл}} = 7,0 \text{ м}$ - сумма потерь напора по длине и на местные сопротивления;

$H_{\text{р}} = 0,5 \text{ м}$ - рабочий напор у впускных отверстий;

$H_{\text{г}} = 4,5 \text{ м}$ - геометрическая высота подъема. $H = 8,0 + 7,0 + 0,5 + 4,5 = 20,0 \text{ м}.$

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

К установке приняты два насоса Calpeda NM 50/16 В/В, производительностью 30 м³/ч и напором 20 метров (1 - рабочий, 1 - резервный).

Насосная станция II-го подъема.

В соответствии с расчетным (максимальным) часовым расходом воды, подаваемой на хозяйственно - питьевые нужды населения, насосы II-го подъема должны обеспечить расход 50,0 м³/ч.

Напор насосов принят из расчета обеспечения потребного напора на вводе в жилые дома квартала. С учетом этажности строящихся зданий потребный напор на вводе составляет 15 метров.

При сумме потерь напора по длине, на местные сопротивления и геометрической высоте подъема не превышающих 15 метров, расчетный напор этих насосов составит 30 метров.

К установке принят насос Calpeda NM 50/20A/C, имеющий технические характеристики: производительность 50 м³/ч при развиваемом напоре 30 метров.

Расчетный расход воды при пожаре в поселке составляет 24,0 л/с или 86,5 м³/ч. Такую производительность обеспечит подключение второго Calpeda NM 50/20A/C. Напор в сети поселка будет достаточным для функционирования пожарных гидрантов (не менее 10 метров).

Таким образом, группа насосов II-го подъема унифицирована и состоит из трех насосов Calpeda NM 50/20A/C производительностью 50 м³/ч и напором 30 метров каждый. Из них: 1 - рабочий, 1 - пожарный, 1 - резервный.

Насосы оборудованы частотным преобразователем и работают в автоматическом режиме, обеспечивая заданный диапазон давления в напорном трубопроводе.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Резервуары чистой воды.

Резервуары чистой воды необходимы для регулирования неравномерности работы насосной станции подачи воды потребителям, для хранения пожарного, аварийного запасов и объема воды на промывку фильтров.

Требуемая емкость резервуаров определяется согласно СП 31.13330.2012.

В резервуарах чистой воды предусматривается хранение неприкосновенного запаса воды для тушения наружного пожара в поселке, в объеме 108 м³. Наружное пожаротушение самого большого общественного здания (школа, сблокированная с садиком) в объеме 270 м³ предусмотрено из резервуаров.

Водовод от скважины до станции водоподготовки запроектирован в две нитки. В соответствии с СП 31.13330.2012 аварийный запас в резервуарах не предусматривается.

Регулируемый объем воды используется для регулирования часовой неравномерности водопотребления и определяется в соответствии с требованиями СП 31.13330.2012:

$$W_p = Q_{\text{сут.мах}} \left(1 - K_H + \frac{(K_q - 1) \left(\frac{K_H}{K_q} \right) K_q}{K_q - 1} \right), \text{ м}^3; \text{ где}$$

$Q_{\text{сут.мах}}$ - расход воды в сутки максимального водопотребления, м³/сут;

K_H - отношение максимальной часовой подачи в емкость к среднему часовому расходу;

K_q - коэффициент часовой неравномерности отбора воды из регулирующей емкости.

Тогда:

$$W_p = 1000 (1 - 1.03 + (1.92-1)(1.03/1.92) 1.92/(1.92-1)) = 105 \text{ м}^3$$

При водовоздушной промывке кварцевой загрузки фильтров в режиме согласно требованиям СП 31.13330.2012, необходимый для хранения в резервуарах объем воды на промывку фильтров составит 20 м³.

					ЮУрГЧ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Таким образом, требуемая емкость резервуара чистой воды составит 260 м³,
в том числе:

- регулируемый объем - 105,00 м³;
- объем воды на наружное пожаротушение поселка - 108,00 м³;
- объем воды на промывку фильтров - 20,00 м³.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Таблица 4 – Химические показатели качества исходной и очищенной воды.

Показатели	Единицы измерения	Исходная вода	Очищенная вода
Запах при 20 град. С	баллы	0	0
Цветность	градус	25,4 - 3,6	<2,0
Мутность	мг/л	1,5 - 0,58	<0,2
рН	г-ион/дм ³	8,6 - 9,2	8,0
Сухой остаток	мг/л	469,4 - 439,0	<300,0
Жесткость	мг-экв/л	8,2 - 7,3	7,0
Окисляемость перманг.	мг О ₂ /дм ³	1,0 - 1,3	<1,0
Железо	мг/л	0,2 - 0,1	<0,1
Хлориды	мг/л	20,0 - 28,0	<10,0
Нитриты	мг/л	<0,003	0
Нитраты	мг/л	14,0 - 3,6	<2,0
Молибден	мг/л	<0,0025	<0,0025
Магний	мг/л	92,4 - 81,5	<50,0
Сульфаты	мг/л	47,8 - 46,0	<30,0
Фториды	мг/л	0,21 - 0,1	<0,1
Марганец	мг/л	0,019 - 0,01	<0,01
Аммиак	мг/л	<0,05	<0,05
Медь	мг/л	0,004 - 0,003	<0,003
Свинец	мг/л	<0,005	<0,005
Цинк	мг/л	0,003 - 0,007	<0,003
Кадмий	мг/л	<0,0005	<0,0005
Кремний	мг/л	4,4 - 1,4	<1,0
Мышьяк	мг/л	<0,005	<0,005
Ртуть	мг/л	<0,0001	<0,0001

3.6 Архитектурно-строительные решения.

Проектируемое здание классифицируется по следующим показателям:

- уровень ответственности - II;
- класс функциональной пожарной опасности - Ф 5.1;

- степень огнестойкости - III. Фундаменты - буронабивные сваи диаметром 0,6 м, высотой 3,0 м.

Цоколь - монолитный из бетона класса В12,5, армированный сеткой из ар-ры Ø12АIII по подготовке из бетона класса В7,5 толщиной 100 мм.

Фундаменты под оборудование - монолитные бетонные и монолитные железобетонные.

Наружные стены - металлические трехслойные панели полистовой сборки.

Обшивка с наружной и внутренней сторон - профлист С 44-1000-0,7 ГОСТ 24045-94. Теплоизоляция - плиты "ТехноВент" толщиной 100 мм по ТУ 5762-016-17925162-2004.

Перегородки - из полнотелого керамического кирпича марки К75/1/25 ГОСТ 530-95 на цементном растворе марки 50.

Перемычки - сборные железобетонные по серии 1.038.1-1. вып.1. Покрытия - трехслойные металлические панели полистовой сборки.

Обшивка с обеих сторон - профлист Н 60-845-0,9 по ГОСТ 24045-94.

Теплоизоляция - плиты "Техно Руф Н" ТУ 5762-015-17925162-2004 толщиной 100 мм.

Стаканы в покрытии для пропуска дефлекторов - металлические по серии 1.494-24, вып. 2/90.

Колонны - металлические из прокатных профилей СТО АСЧМ 20-93. Фермы - металлические сварные из прокатных профилей.

Полы - керамическая плитка по ГОСТ 6787-2001 толщиной 13 мм, в помещении ремонтников - линолеумные.

Оконные блоки - пластиковые переплеты, остекление - двухкамерный стеклопакет. Оконные блоки приняты по ГОСТ 23166-99, ГОСТ 30674-2003.

Дверные блоки - деревянные по ГОСТ 6629-88.

Отмостка - бетонная шириной 1,0 м по щебеночному основанию толщиной 150 мм.

					ЮУрГЧ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В соответствии с СП 28.13330.2017"Защита строительных конструкций от коррозии" выполнить защиту металлоконструкций от коррозии лакокрасочными материалами I группы:

Огрунтовка в два слоя (один слой толщ. 20 мкм на заводе-изготовителе и один слой на площадке) алкидным грунтом ЭКСПРЕСС по ТУ

3.7.4 Отопление и вентиляция.

Проект отопления и вентиляции насосной станции разработан для района с расчетной наружной температурой воздуха -34°C (зимний период).

Вентиляция принята приточно-вытяжная с естественным побуждением.

Отопление помещений - электрическое, нагревательные приборы - печи электронагревательные ПЭТ-4 и ПЭК-2.

Включение электроотопления производится автоматически по сигналу температурного датчика при снижении температуры воздуха в машинном зале ниже +5°C, в санузле и в помещении ремонтников ручное управление.

В помещениях насосной станции запроектирована приточно-вытяжная вентиляция с естественным побуждением.

Кратность воздухообмена в машинном зале определена из расчета тепловыделения от оборудования - в летний период, и 1-кратного воздухообмена - в зимний период.

Подача приточного воздуха предусмотрена через клапаны КВУ в зимний период и через клапаны и открывающиеся фрамуги окон - летом.

3.7 Электротехническая часть.

Данным разделом разработан проект силового электрооборудования станции водоподготовки. По степени обеспечения электроэнергией станция относится к потребителям 1 категории. Электроснабжение осуществляется по двум вводам от

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ТП-1 и ТП-1а площадки и разработано в проекте внешних сетей. На вводе устанавливается шкаф АВР производства ЗЭМИ-2 г. Озерск с секционированием на 2 секции, с учетом электроэнергии на вводах. В станции размещена блочная установка водоподготовки, работающая в автоматическом режиме. Управление осуществляется контрольной панелью, поставляемой комплектно с установкой. Дежурный диспетчер находится в помещении ремонтников, куда на пульт управления поступают все рабочие и аварийные сигналы. Электроприемниками станции водоподготовки также являются электроотопление, клапаны наружного воздуха и электроосвещение здания. Управление электроотоплением местное и автоматическое от температуры воздуха в помещениях. Аппаратура управления устанавливается на щите ШЩ, комплектуемом блоками Б5000 и автоматическими выключателями ВА47-29 (ИЭК). Управление клапанами наружного воздуха местное. Аппаратура управления - ящики серии Я5000. Силовые сети выполнены кабелем ВВГнг на лотках по конструкциям. Система заземления электроустановки TN-C-S.

3.8 Резервуар промывных вод $V=50 \text{ м}^3$.

3.8.1 Технологические решения.

Отведение производственных стоков, образующихся при промывке напорных песчаных фильтров, установленных в здании водоподготовки, а также дренажных и переливных вод, принято в проектируемый резервуар промывных вод емкостью 50 м^3 подземной установки.

Суточный объем воды на промывку фильтров составляет 20 м^3 . Объем резервуара принят из расчета 3-х дневного хранения промывной воды.

Резервуар промывных вод - стальной горизонтальный цилиндрический, наружным диаметром $2,768 \text{ м}$, длиной $9,04 \text{ м}$.

Заполнение резервуара предусмотрено в верхней зоне через подающую трубу диаметром 200 мм .

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Забор стоков из резервуара производить через один из люков ассенизационными машинами АНМ - 53, КО - 503, КО - 505. Максимальная глубина забора 5 метров.

3.8.2 Архитектурно-строительные решения.

Основанием под резервуар служит подушка из песчано-гравийной смеси.

Отмостку, шириной 700 мм выполнить из бетона В 7.5 (марка по морозостойкости F 100) толщиной 50 мм по щебеночному основанию толщиной 100 мм.

Устройство обратной засыпки до верха резервуара производить непучинистым грунтом без включения строительного мусора, с послойным уплотнением по всему периметру равномерными слоями до уск. $\geq 1.6 \text{ т/м}^3$ в соответствии со СП 45.13330.2010. Выше отм. 202,500 - щебнем из доменного шлака $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$ (ГОСТ 5578 - 94) высотой 1,15 м и песчано-гравийной смесью высотой 0,45 - 0,65 м.

В соответствии со СП 28.13330.2010 "Защита строительных конструкций от коррозии" выполнить защиту металлоконструкций от коррозии лакокрасочными материалами I группы:

Огрунтовка в два слоя ГФ - 021 ГОСТ 25129 - 82. Окраска в два слоя эмалью ХВ - 125 ГОСТ 10144 - 89.

- Антикоррозионную защиту производить в соответствии с требованиями:
- СП 28.13330.2010 "Защита строительных конструкций от коррозии";
- ГОСТ 9.402-2004 "Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей перед окрашиванием";
- ГОСТ 12.3.005-75* "ССБТ. Работы окрасочные. Общие требования безопасности".

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

3.9 Зоны санитарной охраны.

Зоны санитарной охраны должны предусматриваться в целях обеспечения санитарно-эпидемиологической надежности проектируемых водозаборных и водоочистных сооружений.

Граница первого пояса зоны водопроводных сооружений (проектируемого пристроя станции водоподготовки) совпадает с ограждением площадки сооружений и предусматривается на расстоянии: от стен резервуаров фильтрованной воды - не менее 30 метров, от стен остальных сооружений - не менее 15 метров.

При расположении водопроводных сооружений на территории предприятия указанные расстояния допускается уменьшать по согласованию с местными органами санитарно-эпидемиологической службы, но должны быть не менее 10 метров.

Санитарно-защитная полоса вокруг первого пояса зоны водопроводных сооружений, расположенных за пределами второго пояса зоны источника водоснабжения, должна иметь ширину не менее 100 метров. При расположении площадок водопроводных сооружений на территории объекта ширину полосы допускается уменьшать по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы, но ширина должна быть не менее 30 метров.

Санитарные мероприятия на территории первого пояса зоны площадки водопроводных сооружений:

- площадка зоны строгого режима должна быть очищена, спланирована, ограждена забором;
- на площадке предусматривается отвод поверхностных вод за пределы зоны и озеленение участка.

На территории первого пояса зоны площадки водопроводных сооружений:

- а) запрещается:

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– все виды строительства, за исключением реконструкции или расширения основных водопроводных сооружений (подсобные здания, непосредственно не связанные с подачей и обработкой воды, должны быть размещены за пределами первого пояса зоны);

– прокладка трубопроводов различного назначения, за исключением трубопроводов, обслуживающих водопроводные сооружения;

– размещение жилых и общественных зданий, проживание людей, в том числе работающих на водопроводе;

б) здания должны быть канализованы с отведением сточных вод в ближайшую систему бытовой или производственной канализации, или на местные очистные сооружения, расположенные за пределами первого пояса зоны; при отсутствии канализации должны устраиваться водонепроницаемые выгребы;

в) не допускается промышленная рубка леса, применение ядохимикатов и удобрений.

В пределах санитарно-защитной полосы площадки водопроводных сооружений запрещается:

а) загрязнение территорий нечистотами, мусором, промышленными отходами и др.;

б) размещение складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей, шламохранилищ и других объектов, которые могут вызвать химические загрязнения источников водоснабжения; в) размещение кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации полей фильтрации, земледельческих полей орошения, навозохранилищ, силосных траншей, а также объектов, которые могут вызвать микробные загрязнения источников водоснабжения;

г) применение удобрений и ядохимикатов.

Граница первого пояса зоны санитарной охраны запроектированной станции водоподготовки предусматривается на расстоянии 30 метров от здания и совпадает с проектируемым ограждением площадки.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Таблица 5 – Технико - экономические показатели (На момент 2008г.).

N	Наименование показателей	Ед. изм.	Количество
1	Площадь участка водопроводных сооружений.	м ²	7418,6
2	Производительность станции водоподготовки.	м ³ /сут.	700,0
		л/с	8,3
3	Водонапорная башня V=50 м ³ , H=18 м.	соор.	1
4	Фильтры напорные Д=1400 мм.	шт.	3
5	Резервуары чистой воды V=50 м ³ .	шт.	4
6	Потребляемая мощность.	кВт	25,0
7	Продолжительность строительства:		
	- станции водоподготовки,	мес.	9
	- водонапорной башни,	мес.	1
	- наружные сети.	мес.	2
8	Штаты:		
	Оператор пульта управления	чел.	1
	Проботборщик	чел.	1
9	Дежурная ремонтная бригада:		
	Электромонтер по ремонту Электро-оборудования	чел.	1
	Слесарь по КИП и автоматике	чел.	1
	Электрогазосварщик.	чел.	1
10	Общая сметная стоимость строительства, в том числе:	тыс. руб.	7233,76
	- стоимость оборудования,	тыс. руб.	3305,58
	- строительно-монтажные работы,	тыс. руб.	2832,34
	- прочие затраты.	тыс. руб.	1095,84

4 ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

В связи с возросшей производительностью станции водоподготовки, помимо замены напорных фильтров и резервуаров чистой воды, предусматривается так же замена всего насосного оборудования станции, а также замена фильтрующей кварцевой загрузки и оборудования для подачи воздуха. Ниже представлены технико-экономические показатели для каждого варианта реконструкции с учётом современных цен и НДС.

Для варианта реконструкции с добавлением четвертого, дополнительного напорного фильтра так же требуется замена насосного оборудования, в связи с возросшей требуемой производительностью насосных агрегатов, в частности для подачи воды на фильтры требуемая производительность возрастает с 30 м³/ч до 40м³/ч, а требуемый напор – с 20 метров до 35. Подбранное оборудование и его стоимость представлены в таблице 6.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

Таблица 6 – Спецификация оборудования и его стоимость для данного варианта реконструкции

Поз.	Наименование и тех.характеристики	Ед.изм.	Кол-во	Примечания	Стоимость, руб.
1	Напорный фильтр с кварцевой загрузкой (Д.ф. =1.4 м, Q=10 м ³ /ч).	шт.	4		3 794 260
2	Резервуар чистой воды (V=65 м ³).	шт.	4		920 000
3	Моноблочный центробежный насос Calpeda NM50/16AB (Q=40 м ³ /ч, H=35 м).	шт.	2	(1 - раб., 1 - резерв.) (подача на фильтры)	183 600
4	Моноблочный центробежный насос Calpeda NM 50/16 В/В (Q=50 м ³ /ч, H=30 м).	шт.	4	(1 – раб., 1 – пожар., 2 – резерв.)(подача воды потребителям)	397 932
5	Моноблочный центробежный насос Calpeda NM 50/20A/C (Q=40 м ³ /ч, H=35 м).	шт.	2	(1 – раб., 1 – резерв.) (подача на промывку)	335 570
6	Компрессорная установка С-415М1 (Q=0,63 м ³ /мин, P=10 атм).	шт.	1		110 080
7	Рессивер (V=900 л).	шт.	1		
8	Фильтрующая кварцевая загрузка.	т	10	(для 3-х фильтров)	99 000

Таким образом, стоимость данного варианта реконструкции на основе современных цен и НДС, без учёта работ, составит 5 840 442 руб.

Для варианта реконструкции с установкой трёх напорных фильтров, диаметром 2000 мм, подобранное оборудование и его стоимость представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Спецификация оборудования и его стоимость для данного варианта реконструкции

Поз.	Наименование и тех.характеристики	Ед.изм.	Кол-во	Примечания	Стоимость, руб
1	Напорный фильтр с кварцевой загрузкой (Д.ф. =2 м, Q=20 м ³ /ч).	шт.	3		5 157 585
2	Резервуар чистой воды (V=65 м ³).	шт.	4		920 000
3	Моноблочный центробежный насос Calpeda NM 80/200 A/A (Q=80 м ³ /ч, H=55 м).	шт.	2	(1 - раб., 1 - резерв.) (подача на фильтры)	1 402 624
4	Моноблочный центробежный насос Calpeda NM 50/16 B/B (Q=50 м ³ /ч, H=30 м).	шт.	4	(1 – раб., 1 – пожар., 2 – резерв.)(подача воды потребителям)	397 932
5	Моноблочный центробежный насос Calpeda NM 50/20A/C (Q=40 м ³ /ч, H=35 м).	шт.	2	(1 – раб., 1 – резерв.) (подача на промывку)	335 570
6	Компрессорная установка Renner SLM – S 16,5 – 10 (Q=1.56 м ³ /мин, P=10 атм).	шт.	1		2 293 299
7	Рессивер (V=900 л).	шт.	1		
8	Фильтрующая кварцевая загрузка.	т	10	(для 3-х фильтров)	99 000

Таким образом, стоимость реконструкции с установкой трёх напорных фильтров, диаметром 2000мм и четырёх резервуаров чистой воды, объёмом 60 м³, составит: 10 606 010руб.

Исходя из вышеперечисленных стоимостных показателей, следует принять вариант реконструкции с установкой четырёх напорных фильтров, диаметром 1400мм и четырёх резервуаров чистой воды, объёмом 65 м³. Данный вариант реконструкции позволяет снизить затраты на оборудование почти в 2 раза.

5 ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

5.1 Технология укладки водопроводных труб

Эластичность материала и малый вес ПЭ труб дает им определенные преимущества перед трубами из «жестких» материалов, таких как чугун и стеклопластик. В частности, при строительстве трубопроводов, зачастую на бровке траншеи свариваются отдельные плети максимальной длины (от колодца до колодца) которые затем опускаются в траншею, где остается выполнить их подсоединение к арматуре или сварить несколько монтажных стыков. Поскольку, в этом случае, можно значительно уменьшить ширину траншеи это приводит к сокращению количества земляных работ, ограничению массы материала, поставляемого для подсыпки и необходимости в его транспортировании. Хотя траншея может быть максимально узкой, она должна обеспечить возможность качественного уплотнения грунта. Работы по устройству траншей для трубопроводов из ПЭ проводятся с соблюдением обычных мер безопасности.

Профиль траншеи для прокладки полиэтиленовых трубопроводов определяется проектом. Ширина определяется исходя из условий обеспечения удобства проведения монтажных работ. На уровне горизонтального диаметра трубопровода 710 мм + 0,4 м.

Дно траншеи должно быть выровнено, без промерзших участков, освобождено от камней и валунов. Места выемки валунов должны быть засыпаны грунтом, уплотненным до той же плотности, что и грунт основания. В грун-

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

тах, склонных к смещению или при большой вероятности вымывания грунтовыми водами материала подсыпки и обсыпки необходимо принять соответствующие меры для сохранения грунта, окружающего трубу, в уплотненном состоянии. В частности, дно траншеи может укрепляться геотекстильным материалом.

Нормальная толщина слоя подсыпки – 0,1 м. На скалистом грунте подсыпка устраивается в обязательном порядке. Если дно траншеи является скалистым или в дне траншеи находятся камни, величиной свыше 60 мм, необходимо увеличение подсыпки до полного выравнивания дна траншеи. Для подсыпки используется песок или гравий (максимальный размер зерен 20 мм). В отдельных случаях возможно применение материала с большим размером гранул. В любом случае, материал, применяемый для подсыпки, не должен иметь острых краев. Если местный грунт соответствует этим требованиям, выполнение подсыпки не обязательно. Подсыпка должна быть ровной и не должна уплотняться. Уплотнению до плотности основного грунта подлежит материал, заполняющий углубления, образовавшиеся после выемки валунов и других крупных объектов.

Извлеченный при отрыве траншеи грунт может быть использован для выполнения обсыпки трубы, при условии, что в нем не содержится камней (максимально допустимый их размер – 20 мм, отдельные камни до 60 мм так же могут быть оставлены в грунте). Если грунт для обсыпки предполагается уплотнять, то он должен быть пригодным для такой операции. Если извлеченный грунт не пригоден для обсыпки трубы, то для этой цели должен использоваться песок или гравий с размером фракции до 22 мм или щебень с размером фракции 4-22 мм. Обсыпка должна осуществляться по всей ширине траншеи до получения над поверхностью трубы (после трамбовки) слоя толщиной не менее 0,3 м. Первый слой не должен превышать половины диаметра трубы, но не более 0,2 м. Второй слой обсыпается до верха трубы, но также не более 0,2 м. Во время обсыпки грунт необходимо наносить с минимальной высоты. Нельзя сбрасывать массы грунта непосредственно на трубу. Обсыпка трубопровода обычно производится после окончания прокладки и приемки трубопровода. При использовании напорных труб ИКА-

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

ПЛАСТ допускается полная засыпка трубопровода в траншее до проведения испытания на герметичность.

Грунтовая обсыпка, уплотненная в пазухах трубопровода, обеспечивает некоторое снижение растягивающих усилий на боковые стенки труб от внутреннего давления транспортируемой среды. Степень уплотнения зависит от предназначения территории над трубопроводом и должна определяться проектом.

Чтобы избежать просадки грунта над трубопроводом, находящимся под дорогами рекомендуется уплотнение заполнения не менее 95% модифицированной величины Проктора. Для глубоких траншей (свыше 4 м) степень уплотнения – 90%. Для остальных случаев – 85% или согласно указаниям, данным в проекте. Трамбовку необходимо производить слоями толщиной от 0,1 до 0,3 м, утрамбовывая каждый слой. Толщина утрамбовываемых слоев зависит от оборудования и условий уплотнения. При выполнении этой задачи необходимо быть внимательным. Уплотнение первого слоя (до уровня оси трубы) не должно привести к ее поднятию. Трамбовку необходимо выполнять одновременно с двух сторон трубопровода, во избежание его перемещения. При подсыпке грунта и засыпке трубопровода следует следить, чтобы грунт не содержал крупных включений. Трамбовку грунта непосредственно над трубой производят, предварительно обеспечив расстояние не менее 0,3 м до ее поверхности.

К окончательной засыпке траншеи можно приступать после выполнения засыпки трубопровода и трамбовки грунта. Во время выполнения засыпки над трубопроводом рекомендуется поместить сигнальную ленту. Над газопроводами предупредительная лента помещается в обязательном порядке. Для того, чтобы в дальнейшем легче было идентифицировать трубопроводы, применение такой ленты рекомендуется также на других трубопроводах. Для засыпки можно применять грунт, вынутый из траншеи, или другой, согласно указаниям проекта. Диаметр частиц материала, применяемого для засыпки траншеи, не должен превышать 300 мм. Нельзя сбрасывать в траншею камни, щебень с острыми краями и больших размеров. Грунт не должен быть замороженным и окомкованным.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Благодаря такому преимуществу напорных труб из ПЭ, как гибкость, изменение направления на трассе полиэтиленового трубопровода можно выполнить путем допустимого изгиба трубы. В таких случаях отпадает необходимость в применении отводов. Радиус изгиба полиэтиленовой трубы зависит от таких факторов, как диаметр, SDR, условия прокладки и т.п. Рекомендуемый минимальный радиус изгиба для полиэтиленовых труб с SDR11; SDR13,6; SDR17; SDR17,6 не может быть меньше, чем $R > 25d$. Если прокладка трубопровода выполняется при низкой внешней температуре или по нему будет транспортироваться вода с низкой температурой, – радиус изгиба должен быть увеличен: мин. $R > 35d$. Для тонкостенных трубопроводов с SDR21; SDR26; SDR33 и SDR41 минимальный радиус изгиба также должен быть увеличен. В случаях поставки труб в бухтах необходимо их укладывать в траншеях в таком направлении изгиба, с каким они были первоначально намотаны на заводе.

Бестраншейные технологии позволяют избежать затрат, связанных с раскопкой траншеи, ее засыпкой, уплотнением трамбовкой и т.п. Не требуется останавливать дорожное движение. Практически ликвидируются затраты, связанные с изготовлением новых поверхностей (после засыпки открытой траншеи), временных дорог, объездов, а также другие, связанные с этим, затраты.

Метод горизонтально-направленного бурения является наиболее популярным и широко применяемым. Он весьма экономичен в ситуациях, когда необходимо проложить трубопровод под проезжей частью, и нет возможности проводить прокладку в открытых траншеях. Метод позволяет с точностью до нескольких сантиметров прокладывать под землей ПЭ трубы длиной более 100 м и диаметром до 630 мм и более.

На первом этапе специальная бурильная установка производит бурение по заданной траектории (от отметки А к отметке В). При этом бур имеет меньший диаметр, чем предназначенная к протаскиванию труба. На втором этапе в точке производится подготовка к протаскиванию трубопровода: бурильная головка заменяется на головку большего диаметра, за ней прикрепляется приготовленная к

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

протаскиванию ПЭ труба. На третьем этапе происходит непосредственное протаскивание трубопровода от отметки В до отметки А. Бурильная установка втягивает ПЭ трубу в подготовленный на первом этапе канал. При этом первой идет головка, имеющая несколько больший диаметр, чем прикрепленная за ней труба. Напорная труба из ПЭ – наиболее подходящий материал для прокладки методом горизонтально направленного бурения. Полиэтиленовые трубы ИКАПЛАСТ обладают достаточной гибкостью и прочностью, способны выдерживать значительные растягивающие нагрузки. Как правило, для бестраншейной прокладки не возникает необходимость в применении каких-либо специальных ПЭ труб и применяются обычные напорные ПЭ трубы на соответствующие рабочие давления. Подробную консультацию об особенностях применения напорных труб из ПЭ для горизонтально направленного бурения можно получить у специалистов.

Она включает в себя следующие этапы: засыпка и уплотнение песка в прямках под стыковые соединения; подбивка пазух между трубой и дном траншеи; засыпка, разравнивание и уплотнение песка в пазухе между трубой и стенками траншеи; засыпка, разравнивание и уплотнение защитного слоя и верхних слоев. Крепления траншей и котлованов необходимо разбирать снизу-вверх, по мере обратной засыпки грунта, и одновременно снимать не более двух-трех досок в нормальном грунте, не более одной доски – в плывунах. Перед удалением досок из нижней части крепления выше должны устраиваться временные косые распорки, причем старые распорки разрешается удалять только после установки новых. В тех местах, где разборка креплений может вызвать повреждения строящихся сооружений, а также в грунтах-плывунах возможно полностью или частично оставлять крепления в грунте. В местах, где пересекаются траншеи и действующие подземные коммуникации (трубопроводы, кабели и др.), проектом должны быть предусмотрены устройства, которые обеспечат неизменяемость положения и сохранность коммуникаций на период производства работ и эксплуатации.

5.2 Способы соединения наружного трубопровода, требования к соедине-

					ЮУрГЧ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

НИЯМ

Важнейшим требованием, предъявляемым к соединениям, является надежность, под которой понимают их равнопрочность трубопровода в эксплуатационных условиях. В зависимости от функционального назначения соединения разделяют на две группы: неразъемные, т.е. такие, разборка которых невозможна и разъемные, которые можно разобрать в течение срока эксплуатации.

Неразъемные соединения ПЭ труб получают сваркой. Хорошая свариваемость является одним из важнейших факторов, определивших широкое применение ПЭ труб. При строительстве напорных полиэтиленовых трубопроводов в основном используется сварка нагретым инструментом встык

Качественная сварка нагретым инструментом встык обеспечивает равнопрочность сварных швов труб из ПЭ и характеризуется следующими показателями: при сварке встык (в отличие от сварки внахлест) соединения труб между собой не требует дополнительных деталей (муфт) и выполняется одним швом, выделение вредных газообразных продуктов разложения полимерного материала при сварке встык незначительно. Сварка встык производится с помощью специального оборудования. Сварка труб между собой и с фасонными деталями может выполняться в полевых условиях.

Отводы, тройники и другие соединительные детали заранее изготавливаются на более сложном оборудовании в заводских условиях.

В стесненных условиях, когда применение стыковой сварки невозможно, применяется сварка деталями с закладным нагревательным элементом.

Использование муфт с ЗН позволяет сваривать трубы с различной толщиной стенки, в то время, как при стыковой сварке могут соединяться трубы только с одинаковой толщиной стенки.

Сварка деталями с закладным нагревательным элементом так же является основным видом сварки для ПЭ труб малых диаметров (менее 50 мм). При этом способе соединения увеличивается площадь сварного шва, а также обеспечивается

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

определенная самоцентрировка трубы. При сварке нагретым инструментом встык трубы соединяются между собой оплавленными торцами (контактная тепловая сварка). Этот способ сварки является доминирующим при соединении труб с толщиной стенки более 5 мм. Для нагрева инструмента используется электрический ток. Важное место вслед за сваркой нагретым инструментом занимает сварка труб деталями с закладными нагревателями, которая показала наибольшую эффективность при соединении труб малого диаметра и при выполнении соединений в труднодоступных местах. При сварке деталями с закладными электронагревателями (ЗН) трубы соединяются между собой при помощи специальных полиэтиленовых соединительных деталей, имеющих на внутренней поверхности встроенную электрическую спираль из металлической проволоки. Получение сварного соединения происходит в результате расплавления полиэтилена на соединяемых поверхностях труб и деталей за счет тепла, выделяемого при протекании электрического тока по проволоке спирали. Давление в зоне сварки создается за счет теплового расширения трубы. Поскольку полиэтилен по своим реологическим свойствам относится к группе хорошо свариваемых материалов (температурный интервал вязкотекучего состояния ΔT более 70 °С, минимальная вязкость расплава менее 103 Па/с), вышеописанные способы показали свое преимущество перед другими в силу своей технической простоты и достаточной надежности.

Сварочно-монтажные работы обычно начинаются после того, как определена трасса и составлен акт разбивки и передачи трассы для подземного трубопровода. В период монтажа трубопроводов трубы периодически вывозят на объект строительства, где для них устраивают временную площадку для хранения (до постепенного использования всех труб). Рекомендуется вывозить то количество труб, которое соответствует сменной выработке. В качестве временной площадки выбирают возвышенный ровный участок, который оборудуют непрозрачным навесом или тентом для защиты труб от прямых солнечных лучей. Перед размещением сварочного оборудования должны быть полностью закончены работы по разбивке трассы. Рекомендуется провести предварительную расчистку трассы, для того,

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

чтобы образовалась спланированная полоса шириной 1,5 м для размещения сварочного оборудования. Сварочное оборудование размещают на участках, куда невозможен приток дождевых или талых вод. В случаях проведения сварочных работ вдоль автодорог вокруг места их проведения выставляются предупредительные знаки. Должно быть предусмотрено обеспечение безопасности работающих от заноса транспортных средств и воздействия выхлопов двигателей. При размещении сварочного оборудования для стыковой сварки торцовочное устройство и нагреватель располагают в непосредственной близости от центриатора со стороны, свободной от складированных труб. Во избежание загрязнений и повреждений торцеватель и нагреватель должны находиться в транспортном контейнере. Автономный источник электроснабжения располагают на расстоянии в несколько метров с подветренной стороны. Перед началом работ принимаются необходимые меры по защите людей от поражения электрическим током (защитное заземление, разделительные трансформаторы и другие мероприятия, предусмотренные Правилами устройства электроустановок). В случае проведения сварочных работ в темное время суток организуется местное освещение. Потребность в защитных палатках, защищающих место сварки от влаги и ветра, определяется в зависимости от климатических условий (во время дождя, снегопада, тумана и при ветре свыше 10 м/с). К производству работ по сварке и контролю за ее проведением допускаются аттестованные сварщики и специалисты сварочного производства, прошедшие специальную подготовку и аттестацию с проверкой теоретических и практических навыков и имеющие удостоверение установленной формы. Желательно, чтобы срок действия их квалификационных удостоверений перекрывал планируемый срок выполнения работ. Сведения о сварщиках и выполняемых ими работах должны ежедневно фиксироваться в журнале сварочных работ. Журнал сварочных работ является основным первичным производственным документом, отражающим технологическую последовательность, сроки, качество выполнения сварочных работ. Сваркой нагретым инструментом встык соединяются полиэтиленовые трубы диаметром от 50 мм до 1200 мм. Работы по стыковой сварке должны производиться

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

при температуре воздуха от минус 10 до + 30 °С. На приведенные температурные интервалы, как правило, рассчитаны стандартные технологические режимы сварки. При более широком интервале температур сварочные работы следует выполнять в помещениях (укрытиях), обеспечивающих соблюдение заданного температурного интервала. При подготовке сварочного оборудования подбираются зажимы и вкладыши, соответствующие диаметру свариваемых труб. Вкладыши зажимов должны быть чистыми, без сколов и заусенцев, которые могли бы повредить поверхность труб. Трущиеся поверхности металлических деталей покрываются смазками по рекомендациям изготовителя. Рабочие поверхности нагревателя и инструмента для обработки полиэтиленовых труб очищаются от пыли и остатков полиэтилена при помощи чистых и сухих хлопчатобумажных или льняных тканей (или деревянных лопаточек), а при необходимости протираются растворителями. Очистку нагревателя от остатков налипшего полиэтилена производят в горячем состоянии. Электрические кабели полностью разматывают и присоединяют к автономным источникам питания или электрической сети. Работоспособность оборудования определяется при визуальной проверке комплектующих узлов сварочных машин, аппаратов, приспособлений и их контрольном включении. У сварочных машин стыковой сварки проверяют плавность перемещения подвижного зажима центратора и работу торцевателя. Особое внимание уделяется визуальной проверке изоляции электрических кабелей и заземлителей. Электроагрегаты автономного электропитания должны быть заправлены топливом и проверены на исправность контрольным запуском. Размещение сварочного оборудования должно производиться на заранее расчищенной и спланированной площадке или трассе трубопровода после складирования на ней полиэтиленовых труб. При необходимости место сварки защищают от атмосферных осадков, пыли и песка при помощи тентов или палаток. В сырую и дождливую погоду можно рекомендовать устанавливать сварочное оборудование на деревянные щиты. При сварке встык свободный конец трубы или плети закрывают инвентарными заглушками для предотвращения сквозняков внутри свариваемых труб. Основными параметрами при сварке нагре-

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

тым инструментом встык являются температура нагретого инструмента (T_H) и величины давления ($P_{оп}$, P_H и $P_{ос}$) и времени ($t_{оп}$, t_H , t_P , t_D и $t_{охл}$). Для машин с ручным управлением технологический параметр t_d (время нарастания давления осадки) может не нормироваться из-за сложности его реализации. Значение параметров принимается в соответствии с рекомендациями заводаизготовителя сварочного оборудования. Для автоматизированных машин значения параметров, как правило, занесены в блок памяти управляющего устройства или считываются при помощи фотооптического карандаша с пластиковой карточки. Как правило, в этом случае изменение параметров или невозможно, или может производиться только после считывания блоком автоматики кода со специальной управляющей карточки («мастер-карты»). Настройка температуры нагревателя производится с помощью поворотной кнопки на панели управления регулятора температуры. О температуре на поверхности зеркала нагревателя судят по индикаторным светодиодам, имеющим, как правило, красный и зеленый цвета. Постоянное свечение красного светодиода и мигание зеленого обозначают, что фактическая температура ниже установленной. Достижение необходимой температуры индицируется постоянным свечением зеленого светодиода. Отключение зеленого светодиода обозначает перегрев рабочих поверхностей. Прочность шва снижается как при понижении, так и при повышении температуры расплава, поэтому большинство опасных дефектов возникает именно при перегреве или недогреве торцов свариваемых труб. Значения температуры нагрева, указанные на панели управления регулятора температуры, имеют информационный характер. Поэтому перед началом сварочных работ рекомендуется проконтролировать достигнутую температуру на поверхности зеркала нагревателя при помощи контактного цифрового термометра. При невозможности постоянного контроля температуры зеркала нагревателя с помощью контактного цифрового термометра необходимо проводить такой контроль периодически (не реже одного раза в неделю). Сборку свариваемых труб и деталей, включающую установку, центровку и закрепление свариваемых концов, производят в зажимах центратора сварочной машины. Рекомендуемый вылет концов труб из

					ЮУрГЧ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докum.	Подпись	Дата		75

центратора при стыковой сварке составляет 30–50 мм (деталей с короткими хвостовиками – не менее 5 мм). Зажимы стягивают так, чтобы предотвратить проскальзывание труб при приложении к ним усилия сварки и устранить (насколько это возможно) овальность на торцах. Под свободные концы труб устанавливают опоры, чтобы выровнять их в горизонтальной плоскости. Опоры должны быть устойчивыми и предусматривать возможность необходимого перемещения трубы в горизонтальной плоскости. Для труб больших диаметров это является крайне важным, так как обладающая достаточным собственным весом труба может повлиять на положение свариваемого конца и сместить его под углом к вертикали. Это является прямым нарушением технологии и качество сварки не может быть гарантировано. Особое внимание расположению опор уделяется при использовании сварочных машин, имеющих только по одному зажиму для каждой трубы (двухзажимные сварочные машины). Требование по установке опор действует и при сварке трубы с соединительными деталями. Концы труб и деталей при сварке нагретым инструментом встык центрируют по наружной поверхности таким образом, чтобы максимальная величина смещения кромок не превышала 10 % номинальной толщины стенки свариваемых труб. Необходимость точной подгонки объясняется тем, что чрезмерное смещение кромок труб отрицательно сказывается на качестве стыков. Подгонку труб при центровке осуществляют поворотом одной или обеих труб вокруг оси, перестановкой опор под трубами на различном расстоянии, использованием прокладок и другими способами. При разнице в толщине стенок свариваемых труб или деталей на трубе (детали), имеющей большую толщину, делают скос под углом $15 \pm 3^\circ$ к оси трубы до толщины стенки тонкой трубы (детали). Скос выполняют острым ножом или резцом в специальном приспособлении. Закрепленные и сцентрированные концы труб и деталей перед сваркой подвергают механической обработке торцов (торцеванию), с целью очистки и выравнивания свариваемых поверхностей непосредственно в сварочной машине. Обработка концов труб под стыковую сварку производится при помощи специального торцевателя из комплекта сварочной машины. При обработке толщина снимаемой стружки должна

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305–04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

составлять 0,1–0,3 мм. После торцевания труб проверяется наличие зазоров между ними. Между торцами, приведенными в соприкосновение, не должно быть зазоров, превышающих: 0,3 мм – для труб диаметром до 110 мм; 0,5 мм – для труб диаметром свыше 110 мм до 225 мм, 0,7 мм – для труб диаметром свыше 225 мм до 400 мм, 1,0 мм – для труб диаметром более 400 мм. После механической обработки загрязнение поверхности торцов не допускается. Удаление стружки изнутри трубы или детали производят с помощью кисти, а снятие заусенцев с острых кромок торцов – с помощью ножа. Перед сваркой труб нагретым инструментом встык производят измерение потери давления холостого хода (P_x).

5.3 Контроль качества соединений трубопровода

К качеству сварных соединений предъявляются особые требования, целью которых является получение эксплуатационной надежности соединений, не уступающей надежности самих полиэтиленовых труб. Контроль качества сварных соединений призван выявлять возможные их дефекты – недопустимые отклонения в параметрах шва от требований нормативной документации, и предотвращать причины их появления. Применительно к сварным соединениям под термином «дефект» понимают также структурные микрои макронеоднородности, возникающие в сварном шве вследствие нарушений технологии подготовки свариваемых конструкций, их сборки и сварки. По своему расположению дефекты подразделяются на внешние и внутренние. Технические требования к контролю качества и методы испытаний различаются в зависимости от способа получения выполненных сварных соединений: одни – для сварки нагретым инструментом встык и другие – для сварки при помощи деталей с закладными электронагревателями. В зависимости от воздействия на материал сварного соединения, используемые для оценки качества сварных соединений методы контроля подразделяются на разрушающие и неразрушающие. Кроме этого, методы контроля подразделяются на обязательные (экспресс-методы), проводимые при строительстве лабораториями строительномонтажных организаций и специальные, которые рекомендуются к использованию

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305–04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

отраслевыми испытательными центрами в случае необходимости подтверждения результатов экспресс методов, проведения углубленных исследований и других целей.

В условиях строительного производства используются только экспресс-методы, которые могут быть технически легко реализованы с использованием широко распространенного испытательного оборудования (разрывных машин, приборов УЗК и пр.). Для оценки швов экспресс-методами необходимы относительно небольшие промежутки времени (от нескольких минут до нескольких часов), в отличие от специальных методов, которые направлены в основном на определение длительной прочности образцов сварных соединений и на проведение которых требуются десятки, а иногда и сотни часов.

Требования и особенности применения экспресс-методов контроля сварных соединений включают:

- визуальный контроль, которому подвергаются соединения, выполненные любым способом сварки и проводимые путем поиска внешних признаков дефектов. Виды дефектов, выявляемых визуальным контролем приведены ниже в данном разделе;

- испытание на осевое растяжение (относительное удлинение при разрыве), используемое для соединений, выполненных сваркой нагретым инструментом встык, и характеризующее качество шва по типу разрушения;

- ультразвуковой контроль (УЗК) стыковых соединений, позволяющий выявлять внутренние скрытые дефекты типа газовых пор, несплошностей и посторонних включений;

- гидравлические и пневматические испытания, проводимые при сдаче трубопровода в эксплуатацию, которым подвергаются сварные соединения, выполненные как сваркой нагретым инструментом встык, так и сваркой деталями с закладными нагревателями;

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– испытание на сплющивание, применяемое для соединений, полученных при помощи деталей муфтового типа с закладными нагревателями, при котором определяется процент декогезии (отрыва) сварного шва;

– испытание на отрыв, которому подвергают сварные соединения труб и седловых отводов с закладными нагревателями и при котором определяется характер разрушения. Для предупреждения и выявления дефектов при сооружении трубопроводов реализуется системный подход к проведению контроля качества сварных соединений с использованием методов, включенных в перечень обязательных методик контроля. В процессе строительства осуществляют входной, операционный и приемочный производственный контроль, а также контроль и приемку выполненных работ и законченных строительством объектов заказчиком.

Входной контроль заключается в оценке поступающих на объект строительства материалов: труб, соединительных деталей и других изделий. При входном контроле материалов следует проверить внешним осмотром соответствие их требованиям стандартов или других нормативных сопроводительных документов. Подробно о входном контроле было рассказано в Разделе 3 «Транспортирование, хранение и входной контроль полиэтиленовых труб» Операционный контроль проводится при сборке и сварке трубопроводов. Операционный контроль должен осуществляться в ходе выполнения производственных операций и обеспечивать своевременное выявление дефектов и принятие мер по их устранению и предупреждению. Под операционным понимается контроль, осуществляемый на этапе строительства трубопровода непосредственными исполнителями работ (сварщиком и мастером, ведущим журнал производственных работ) в процессе выполнения всей цепочки технологических операций, предусмотренной технологией получения сварного соединения. При операционном контроле, в частности, проводят проверку качества подготовки труб под сборку и сварку, контроль технологического режима сварки. Качество сварных соединений при операционном контроле контролируется внешним осмотром и измерениями производителем работ (мастером) с участием, при необходимости, строительной лаборатории. При операцион-

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

ном контроле проводится также изготовление и испытание пробных (допусковых) стыков, являющееся важнейшей мерой по предупреждению появления дефектов. Эти испытания (иногда называемые предупредительным контролем) проводятся на стадии подготовки к строительству. Качество пробных стыков оценивается визуальным контролем и механическими испытаниями с привлечением строительной лаборатории. Этот тип операционного контроля рекомендуется к регулярному применению Заказчиком и обеспечивает, как минимум, максимальную ответственность Подрядчика при выполнении им комплекса работ по сварке. Сварку пробных стыков осуществляют в условиях, приближенных к условиям строительной площадки. Пробные стыки изготавливаются из отрезков полиэтиленовых труб длиной не менее 300 мм, сваренных между собой при помощи нагретого инструмента встык или муфт с закладными нагревателями.

Для пробных стыков, сваренных между собой муфтами с закладными нагревателями, рекомендуется использовать трубы и детали из одной группы, соответствующей диаметру строящегося водо - или газопровода. Это обусловлено в основном тем, что муфты с закладными нагревателем больших диаметров достаточно дороги, поэтому для проверки работоспособности оборудования можно использовать детали меньшего диаметра, но входящие в одну группу. К одним группам типовых представителей: ГОСТ 18599-2001 относит трубы с номинальным наружным диаметром – 63 мм и менее, от 75 до 225 мм, от 250 до 630 мм, 710 до 1200 мм, ГОСТ Р 50838-2009 относит трубы с номинальным наружным диаметром – 75 мм и менее, от 90 до 200 мм, 225 до 315 мм, от 355 до 630 мм. Количество пробных стыков рекомендуется до 3 шт. Приемочный производственный контроль – заключительный этап комплекса мероприятий по обеспечению качества сооружаемых трубопроводов. Он заключается в проверке качества выполненных строительно - монтажных работ, а также ответственных конструкций. Для полиэтиленовых трубопроводов приемочный контроль кроме проверки соответствия трубопровода требованиям проекта, предусматривает проведение неразрушающего контроля сварных соединений физическими методами и гидравлические или пневматиче-

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

ские испытания трубопровода на герметичность. Контроль выполненных работ заказчиком заключается в проверке соответствия смонтированной водо или газораспределительной системы проекту и представленной исполнительной документации, требованиям строительных норм и правил. По результатам принимается решение по приемке объекта в эксплуатацию.

5.4 Хранение и транспортирование наружного трубопровода водоснабжения

Трубы можно транспортировать друг в друге. Изъятие труб, находящихся друг в друге, производится при помощи соответствующих вспомогательных средств, которые исключают повреждение труб. Во избежание продольного перемещения, перекачивания или падения при движении трубы должны быть надежно закреплены.

Погрузку и разгрузку полиэтиленовых труб производят автомобильными кранами или вручную. При выполнении погрузочно-разгрузочных работ применяются мягкие стропы из полимерных материалов или мягкие монтажные полотенца, не оставляющие дефектов на трубах. При погрузочно-разгрузочных работах не допускается перемещение труб волоком. Недопустимо сбрасывание труб и соединительных деталей с транспортных средств. Перекатку труб разрешается проводить только по лагам.

В связи с тем, что полиэтиленовые трубы с понижением температуры становятся хрупкими, транспортирование, погрузка и разгрузка труб производятся, как правило, при температуре окружающего воздуха не ниже минус 20 °С. Допускается погрузку, разгрузку и транспортировку труб в пакетах производить при температуре окружающего воздуха до минус 40 °С, при этом следует избегать резких рывков и соударений. Эти же требования нужно распространить и на соединительные детали.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Площадь для хранения должна быть плоской, без камней и острых предметов. При складировании труб принимают меры против их самопроизвольного раскатывания.

Соединительные детали хранят в помещениях вместе со сварочной техникой или в закрытом кузове транспортного средства. Рекомендуется торцы труб, складированных на трассе строительства, закрывать от загрязнения инвентарными заглушками. Трубы и соединительные детали перед отправкой на трассу оценивают визуально на предмет отсутствия повреждений и при необходимости отбраковывают.

Трубы допускается хранить на открытом воздухе не более 6 месяцев для газовых труб, и не более 12 месяцев для напорных труб с момента их изготовления. Высота штабеля труб в отрезках и бухтах при хранении свыше 2 месяцев не должна превышать 2 м. При меньших сроках хранения высота штабеля должна быть не более 3 м для SDR41, SDR33, SDR26, SDR21, SDR17,6, SDR17 и 4 м для SDR13,6, SDR11, SDR9.

При использовании полиэтиленовых труб и соединительных деталей учитывают, что общий гарантийный срок их хранения составляет максимум два года при соблюдении условий, исключающих прямое воздействие солнечных лучей. Если истек гарантийный срок хранения труб или соединительных деталей, оговоренный в нормативных документах, то заключение о пригодности труб или соединительных деталей для строительства трубопроводов может быть выдано либо заводом-изготовителем, либо испытательной лабораторией, аккредитованной органами Госстандарта России, после проведения комплекса испытаний, регламентированных нормативными документами на трубы или детали.

Перевозка полиэтиленовых труб, хранение и погрузочно-разгрузочные работы проводятся с соблюдением обычных мер безопасности труда.

Состав работ и технологическая последовательность:

1. Разработка основного грунта;
2. Устройство приямков и укрепление откосов;

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. Укладка трубопровода;
4. Присыпка трубопровода;
5. Промывка трубопровода;
6. Гидравлическое испытание;
7. Засыпка траншеи бульдозером;
8. Уплотнение грунта;
9. Хлорирование и промывка.

5.5 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. 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 без аварий и сбоев в течение как минимум 50 лет.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

5.6 Определение объемов работ

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, согласно СП 131.13330.2018 «Строительная климатология» глубину промерзания для г. Челябинска суглинки и глины принимаем 1,63

$$h_{\min} = h_{\text{пр}} + 0,5 \quad (1)$$

$$h_{\min} = 1,63 + 0,5 = 2,13 \text{ м.}$$

Способ укладки трубопровода – отдельными трубами. Укрепление стенок котлована не требуется, уклон для траншеи с суглинками принимаем 1:05.

Проектом предусмотрен водопровод диаметром 200 мм.

Размеры по дну траншеи:

- длина 650 м;
- ширина траншеи по низу – 1,5 м.

Для суглинка уклон траншеи принимаем 1:0,5.

Объем траншеи определяется по формуле:

$$V_{\text{тр}} = S \cdot L, \quad (2)$$

где L – длина траншеи, м;

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

S – площадь траншеи, определяемая как площадь трапеции с высотой 2,13 с основаниями 1,5 и 3,2 при заданном откосе, м;

$$V_{mp} = (1,5 + 3,2) \cdot 0,5 \cdot 2,13 \cdot 650 = 3250 \text{ м}^3.$$

Ручная подчистка дна траншеи

Площадь ручной подчистки составит:

$$F = 650 \cdot 0,7 = 455 \text{ м}^2.$$

Устройство песчаного основания, толщиной 0,1 м.

Объем работ составит:

$$V_{oc} = 650 \cdot 0,7 \cdot 0,1 = 45,5 \text{ м}^3.$$

Присыпка трубопроводов слоем грунта на 0,3 м

Объем присыпки составит:

$$V_{пр} = 650 \cdot 1 \cdot 0,3 = 195 \text{ м}^3.$$

Обратная засыпка траншеи

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

$$V_{o.z.} = V_{тр} - V_{гр}, \quad (3)$$

где $V_{тр}$ – объем траншеи, м^3 ;

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

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

где d – диаметр трубопровода, м;

L – длина участка сети, м;

1,05 – коэффициент.

$$V_{гр} = \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} \cdot 650 \cdot 1,05 = 21,4 \text{ м}^3,$$

$$V_{o.z.} = 3250 - 21,4 = 3228,6 \text{ м}^3.$$

Полученные объемы работ представлены в таблице 8.

					ЮУрГЧ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 8 – Ведомость объемов работ

Наименование работ	Ед. измерения	Объем работ
1. Разработка грунта в траншее одноковшовым экскаватором, оборудованным обратной лопатой	100 м ³	32,50
2. Ручная подчистка дна траншеи	100 м ²	4,55
3. Устройство песчаного основания толщиной 0,1 м.	1м ³ песка	1,95
4. Укладка труб в траншею	м	650
5. Соединение трубопроводов	1 стык	64
6. Присыпка трубопроводов слоем грунта 0,3 м	м ³	195
7. Гидравлические испытания	м	650
8. Обратная засыпка	100 м ³	32,07

5.6 Определение трудоемкостей и продолжительностей работ

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

Трудоемкость Т, чел-дн. определяется по формуле:

$$T = \frac{K_{\text{уср}} \cdot K_{\text{попр}} \cdot H_{\text{вр}} \cdot V}{C}, \quad (5)$$

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

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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

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

V – объем работ;

C – продолжительность смены.

Продолжительность работ определяется по формуле:

$$П = \frac{T}{m \cdot n}, \quad (6)$$

где m – количество рабочих по ЕНиР;

n – число смен в день.

Определение трудоемкости и продолжительности работ отражены в графической части настоящей работы на листе 1

5.7 Технологические схемы производства работ

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

$$B = \sqrt{R_{\max}^2 - L_n} + \left(R_T - \frac{b_k}{2} - 1\right), \quad (7)$$

где B – 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.

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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для разработки грунта примем одноковшовый гидравлический экскаватор, оборудованный обратной лопатой. Технические характеристики экскаватора представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Характеристики Liebherr R 924

Двигатель	ЛIEBHERR D 924 T-E, диз.
Эксплуатационная мощность двигателя	112 кВт
Максимальный объем ковша	2,0 м ³
Максимальная глубина копания	5850 мм
Максимальный радиус копания на уровне стоянки	9000 мм
Максимальная высота выгрузки	6300 мм
Транспортная скорость	5,2 км/ч
Вместимость топливного бака	360 л
Эксплуатационная масса	24800 кг
Удельное давление на грунт	0,5 кг/см ²
Габариты в транспортном положении	9800 x 3000 x 3400 мм

Разработанный грунт увозится со стройплощадки самосвалом

Таблица 10 – Технические характеристики volvo FM 400

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	15, 10 ступеней
Подвеска	Рессорная
Кабина	без спального места
Топливный бак, л	250
Предпусковой подогреватель	15.8106-01
Колеса	Дисковые
Шины	7.00 R 20

Трубоукладчик 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 11 – Техническая характеристика трубоукладчика Liebherr RL 64 Litronic

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, м	3
Момент устойчивости, кНм	160

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 также 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 12 – Техническая характеристика сварочного аппарата МСТП 250 У4

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

Таблица 13 – Liebherr PR 764 Litronic

Рабочий вес	45 220-53 590 кг
Объем отвала	13,60-17,00 куб.м
Мощность двигателя (ISO 9249)	310 кВт/422 л.с.
Мощность двигателя (SAE J1349)	310 кВт/416 л.с.
Скорость движения	11 км/ч
Высота по верху кабины	3 935 мм

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

Общая длина без навесного	5 280 мм
Окончание таблицы 13	
Общая длина с отвалом	7 022-7 549 мм
Ширина колеи	2 240 мм
Ширина по цапфам крепления	3 263 мм
Дорожный просвет	695 мм
Модель двигателя	D 9508 A7
Экокласс	ША
Рабочий объем	16,2 л
Количество цилиндров	8
Номинальные обороты	1 600 об/мин
Топливный бак	860 л

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

Таблица 14 – Технические характеристики электротрамбовки Diam VN- 95/5.5H

Наименование показателя	Характеристика
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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

Масса	81,5 кг
-------	---------

Состав работ:

1. Подготовка электрической трамбовки к работе;
2. Трамбование грунта;
3. 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.

Организация строительного производства

Организация строительного производства включает в себя совокупность организационных и технических мероприятий, обеспечивающих наиболее эффективное использование рабочей силы, машин, механизмов, материалов, в результате чего достигается успешное выполнение производственных целей, ввод в действие объектов строительства своевременно, при минимальных трудовых и материальных затратах и при высоком качестве работ.

Выполнение работ сезонного характера необходимо предусматривать в наиболее благоприятное время. Для круглогодичного строительства линейных сооружений должен создаваться задел, позволяющий производить работы в зимних условиях без выполнения трудоемких земляных работ.

Строительно-монтажные работы должны быть максимально механизированы. При производстве земляных, погрузочно-разгрузочных, транспортных и кабельных работ, имеющих большую трудоемкость, должна, по возможности, применяться комплексная механизация, то есть механизация как главного, так и вспомогательных и сопутствующих строительных процессов.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

Права и обязанности ответственного исполнителя работ (производитель работ, мастер, бригадир, рабочий) регламентируются должностными инструкциями и контрактными соглашениями.

Организации заказчика (или физические лица) и генподрядные организации заключают между собой договор подряда на строительство сооружений местных сетей связи, содержащий общие (неизменные, как правило, для всех случаев) и особые условия, отражающие специфику конкретного объекта строительства или необычные местные обстоятельства, требующие включения дополнительных согласованных обязательств. Отношения между ними основываются исключительно на договорных условиях.

Обоснование потребности строительства в рабочих кадрах

Потребность строительства в рабочих определяем по графику движения рабочей силы. Определение потребности строительства в рабочих кадрах сводим в таблице 8.

Таблица 15 – Калькуляция потребности строительства в категориях работающих

Состав рабочих кадров	Соотношение категорий	Количество рабочих кадров
Всего работающих	100 %	30
Рабочие	85 %	26
ИТР	8 %	2
Служащие	5 %	1
МОП и охрана	2 %	1
Состав рабочих кадров	Соотношение категорий	Количество рабочих кадров
Всего работающих	100 %	30
Рабочие	85 %	26
ИТР	8 %	2

Служащие	5 %	1
МОП и охрана	2 %	1

Обоснование потребности строительства во временных зданиях

Временные здания возводят для обслуживания строительного производства и создания условий для рабочих, занятых на строительном-монтажных работах.

Бытовые городки размещаются на строительной площадке или в непосредственной близости от неё, в зоне наибольшей концентрации работающих, с максимальным приближением к основным маршрутам их передвижения на строительстве либо от строительства к жилым комплексам.

Удалённость бытовых городков от мест производства работ не должно превышать 500 м.

Бытовые городки должны иметь все необходимые инженерные сети и коммуникации: электроснабжение, водоснабжение, теплоснабжение, канализацию, а также телефонизацию, радиофикацию, пешеходные дорожки, автодороги и площадки.

Общая потребность во временных зданиях (временных помещениях) определяется на весь период строительства в целом, либо на его отдельные этапы и периоды.

На территории поселка расположены здания для администрации, обслуживающего персонала, а также имеется здание столовой. В столовой организован обеденный перерыв для работников – строителей, вместе с администрацией и обслуживающим персоналом.

Обоснование потребности строительства в складах

Площадь склада зависит от вида, способа хранения материалов и его количества. Площадь склада складывается из полезной площади, занятой непосредственно под хранящимися материалами, вспомогательной площади приемочных и отпускных площадок, проездов и проходов. Принимаем открытые приобъектные склады.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

На котором хранятся ПВХ трубопроводы. Трубы укладываются в пакеты попеременно раструбами и свободными концами.

Инженерное обеспечение стройплощадки.

Обоснование потребности в электроэнергии.

Работы производятся в летний период времени и не требуют освещения. Внутри поселка имеются сети электроснабжения. Поэтому нет необходимости в устройстве дополнительных сетей электроэнергии.

Обоснование потребностей в водоснабжении.

Временное водоснабжение на строительной площадке предназначено для обеспечения производственных, хозяйственно-бытовых нужд и обеспечивается из существующей системы водоснабжения.

Временная канализация.

Временной канализацией является существующая сеть.

Временное теплоснабжение.

Строительство производим в летний период времени, отопление временных зданий не предусматриваем.

Временные дороги

Автомобильный транспорт используется на строительной площадке для подачи строительных материалов, конструкций, технологического и другого оборудования к местам производства строительно-монтажных работ или складирования, а также для обслуживания бытовых городков.

Для нужд строительства используют постоянные дороги, существующие дороги и построенные в подготовительный период, и временные автодороги, которые размещаются на постоянных трассах или вне их в зависимости от принятой схемы движения автотранспорта, которая может варьироваться в течение строительства.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

Принимаем временную дорогу в месте строительства с покрытием из минеральных материалов (песок, щебень, гравий или шлак вдавливаются катками в поверхность дороги).

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

Определение зоны ограничения рабочего крана

При размещении строительных машин определяются и обозначаются на СГП зоны, в пределах которых постоянно или потенциально действуют опасные производственные факторы. Размеры этих опасных зон определяются на основании строительных норм должны быть ограждены и обозначены знаками безопасности и надписями установленной формы.

Определим опасную зону трубоукладчика, радиус границы определим по формуле:

$$R_o = R_p + B_{max} + P,$$

где R_p – максимальный рабочий вылет крюка, 5 м;

B_{max} – максимальный размер поднимаемого груза, 6 м;

P – величина отлета грузов при падении при подъёме груза до 5 м составляет 4 м.

$$R_o = 5 + 6 + 4 = 15 \text{ м.}$$

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был разработан проект реконструкции водопроводной насосной станции.

Проведен анализ существующих методов обезжелезивания, умягчения и обеззараживания природных вод, были изучены условия применения каждого способа в зависимости от источника водоснабжения и показателей качества исходной воды.

Были произведены расчёты по определению возросших расходов воды, произведен подбор оборудования, представлены существующие архитектурно-строительные решения, что позволило в результате представить максимально экономически выгодные варианты реконструкции. Представлены технологические схемы и планы для каждого варианта водоснабжения.

Разработан график производства работ по замене трубопровода, подобраны машины и механизмы.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СанПиН 1.2.3685-21 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»
2. СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»
3. ГОСТ 6665-91 «Камни бетонные и железобетонные бортовые»
4. СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии»
5. 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.
6. Кулаков, В. В. Обезжелезивание, деманганация подземных вод: Учебное пособие – Хабаровск: ДВГУПС, 1998. – 100 с.
7. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справочное пособие.– М.: Стройиздат, 1984 – 115 с.
8. ЕНиР сборник Е2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы. – М.: Стройиздат, 2008. – 134с.
9. ЕНиР сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Выпуск – 2. Наружные сети и сооружения – М.: Стройиздат, 2009–95с.
10. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации / А.К. Перешивкин, А.А. Александров, Е.Д. Булынин [и др.]. – М.: Стройиздат, 1988. – 653 с.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

11. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12- 01-2004
12. Белецкий Б.Ф. Технология и механизация строительного производства: учебник. – 3-е изд. – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 752 с.
13. Стандартиформ, 2017. – 69с. МДС 12-29.2006 Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты.
14. СП.10.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Внутренний пожарный водопровод. Нормы и правила проектирования.»

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.204 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101