

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.

Система водоснабжения цеха рыбозавода

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–08.03.01.2021.305-04.156 ПЗ ВКР

Консультанты:

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

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель проекта  
ст. преп. К.И. Чучелов

\_\_\_\_\_ 2021 г.

Автор проекта  
студент группы АС-421  
В.А. Бузюев

\_\_\_\_\_ 2021 г.

Нормоконтролер  
ст. преп. К.И. Чучелов

\_\_\_\_\_ 2021 г.

Челябинск  
2021

## АННОТАЦИЯ

Бузуев В.А. Выпускная квалификационная работа «Система водоснабжения цеха рыбозавода – Челябинск: ЮУрГУ, Архитектурно-строительный институт, 2021, 80 с., 18 ил., библиогр. список – 22 наим., 6 листов чертежей ф.А 1.

В выпускной квалификационной работе разработана система водоснабжения Цеха рыбозавода.

В пояснительной записке приведены характеристики запроектированной системы водоснабжения, подобрано оборудование для систем водоснабжения. Так же рассмотрены технология и организация производства работ по прокладке трубопровода.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2021.305-04.156 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 Д.В.</i>					<i>ВКР</i>	<i>5</i>	<i>78</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Чучелов К.И.</i>					<i>ЮУрГУ (НИУ)</i>		
<i>Разработ</i>	<i>Бузуев В.А.</i>					<i>Кафедра ГИСС</i>		
<i>Проверил</i>	<i>Чучелов К.И.</i>							
<i>Н. контр</i>	<i>Чучелов К.И.</i>							

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР РАЗВЕДЕНИЕ РЫБЫ В ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ .....	10
1.1 Аквакультура в установках замкнутого водоснабжения .....	10
1.2 Установки замкнутого водоснабжения.....	12
1.3 Компоненты УЗВ. Рыбоводные бассейны.....	14
1.4 Механическая фильтрация.....	16
1.5 Биологическая очистка.....	18
1.6 Дегазация и аэрация.....	20
1.7 Оксигенация .....	22
1.8 Ультрафиолетовое излучение.....	23
1.9 Регуляция уровня рН .....	24
1.10 Теплообмен.....	25
1.11 Аварийные системы.....	26
1.12 Очистка сточных вод.....	27
2 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА В КОТОРОМ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ СТРОИТЕЛЬСТВО .....	29
2.1 Описание объекта проектирования.....	29
2.2 Природно-климатическая характеристика района строительства.....	29
2.3 Описание источника водоснабжение.....	31
3 РАСЧЕТ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ЦЕХА .....	32
3.1 Расчет водоснабжения цеха по участкам .....	32
3.2 Расчет водоотведение цеха по участкам.....	33
3.3 Расчет испарения воды с поверхности ванн, определение количества воды на подпитку .....	34
4 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ.....	36
4.1 Ультрафиолетовые установки .....	36
4.2 Подбор аэрационных установок.....	39
4.3 Подбор механического фильтра.....	41
4.4 Подбор насоса .....	42
5 ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА .....	44
5.1 Технология укладки водопроводных труб.....	44
5.2 Способы соединения наружного трубопровода, требования к соединениям .....	50
5.3 Контроль качества соединений трубопровода.....	57
5.4 Хранение и транспортирование наружного трубопровода водоснабжения .....	61
5.5 Состав работ и технологическая последовательность .....	62

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

5.6	Техническая характеристика полиэтиленовых труб .....	63
5.7	Определение объемов работ .....	63
5.8	Определение трудоемкостей и продолжительностей работ.....	67
5.9	Технологические схемы производства работ.....	68
5.10	Организация строительного производства.....	73
5.11	Обоснование потребности строительства в рабочих кадрах.....	74
5.12	Обоснование потребности строительства во временных зданиях...	74
5.13	Обоснование потребности строительства в складах .....	75
5.14	Инженерное обеспечение стройплощадки .....	75
5.15	Временные дороги .....	76
5.16	Определение зоны ограничения рабочего крана .....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....		77
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....		78

## ВВЕДЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе было рассмотрено водоснабжение и водоотведение рыбозавода.

Исходя из количества ванн были определены расходы воды и подобрано оборудования.

Водоснабжение и водоотведение рыбозавода представляют собой самотечную систему.

После того как будет определён необходимый объем водопотребления объекта может быть намечена схема водоснабжения.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР РАЗВЕДЕНИЕ РЫБЫ В ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

## 1.1 Аквакультура в установках замкнутого водоснабжения

Аквакультура в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ), по сути, является технологией для выращивания рыб или других водных организмов с повторным использованием воды для целей производства. Данная технология основана на применении механических и биологических фильтров и, в сущности, может использоваться для выращивания любых объектов аквакультуры, например, рыб, креветок, двустворчатых моллюсков и т.д. Тем не менее, рециркуляционные технологии применяются, главным образом, в рыбоводстве.

Рециркуляция быстро развивается во многих областях рыбоводного сектора, предоставляя широкий выбор для всех заинтересованных лиц. УЗВ используются в широком спектре производственных единиц: от огромных промышленных предприятий, производящих много тонн рыбы в год, до небольших специализированных систем, используемых для пополнения запасов или для спасения исчезающих видов.

Рециркуляция воды может происходить с различной интенсивностью, в зависимости от того, какое количество воды рециркулируется или используется повторно. Некоторые хозяйства представляют собой сверхинтенсивные рыбоводные системы, расположенные в крытых, изолированных зданиях и использующих всего лишь 200 литров свежей воды на килограмм произведенной рыбы, тогда как другие системы являются традиционными хозяйствами под открытым небом, преобразованными в УЗВ и использующими около 3 м<sup>3</sup> свежей воды на килограмм произведенной рыбы.

С экологической точки зрения, меньшее количество используемой в УЗВ воды, бесспорно, является благоприятным, поскольку во многих регионах вода превратилась в ограниченный ресурс. Благодаря меньшему потреблению воды, удаление продуктов жизнедеятельности рыб также становится более легким и дешевым, так как объем сбрасываемой воды намного меньше такового,

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сбрасываемого традиционными рыбными хозяйствами. Поэтому аквакультура в УЗВ может считаться наиболее экологическим методом производства рыбы на коммерчески жизнеспособном уровне.

Наиболее интересным, однако, является то, что ограниченное использование воды также дает большие преимущества с точки зрения продукции рыбного хозяйства. Традиционное рыбоводство полностью зависит от внешних условий, таких как температура воды в реке, чистота воды, уровни кислорода, растения и листья, плывущие вниз по воде и забивающие решетки водозаборов, и т.д. В УЗВ эти внешние факторы исключаются либо полностью, либо частично, в зависимости от степени рециркуляции и конструкции установки. Рециркуляция позволяет рыбоводам полностью контролировать все производственные параметры, и навыки рыбовода в управлении УЗВ становятся не менее важными, чем его способность к уходу за рыбой. Контроль таких параметров (рисунок 1), как температура воды, уровни кислорода или даже дневной свет, обеспечивает стабильные и оптимальные условия для рыб, что, в свою очередь, приводит к меньшему стрессу и лучшему росту. Результатом подобных стабильных условий становится постоянный и предсказуемый рост, позволяющий рыбоводу точно прогнозировать, когда рыба достигнет определенного этапа развития или размера. Важнейшим преимуществом этого является возможность составления точного производственного плана и прогнозирования точного времени, когда рыба будет готова к реализации.



Рисунок 1 – Некоторые параметры, влияющие на рост и здоровье рыб

## 1.2 Установки замкнутого водоснабжения

Чтобы удалять отходы, выделяемые рыбами, и добавлять кислород для поддержания жизни и здоровья рыб, воду в УЗВ (рисунок 2) необходимо постоянно очищать. УЗВ, по сути, является довольно простой системой. От водостока рыбоводных бассейнов вода поступает в механический фильтр, оттуда в биологический фильтр, затем она аэрируется, из нее удаляется углекислый газ, после чего она снова подается в рыбоводные бассейны. Это основной принцип рециркуляции. К данной системе можно добавить ряд других элементов, например, оксигенацию с использованием чистого кислорода, дезинфекцию с помощью ультрафиолетового излучения или озона, автоматическую регуляцию уровня pH, теплообмен, систему денитрификации и т.д., в зависимости от конкретных потребностей.

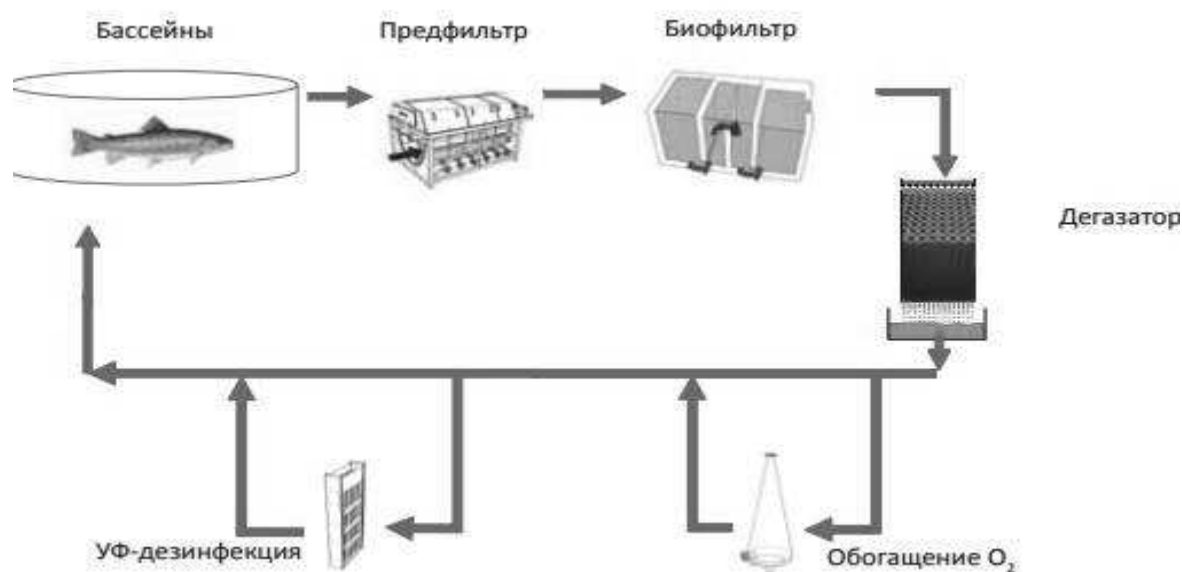


Рисунок 2 – Изображение принципа УЗВ

Рыбы на рыбном хозяйстве должны получать корм по несколько раз в день. Корм съедается и переваривается ими и используется в обмене веществ, обеспечивая энергию и питательные вещества для роста и других физиологических процессов (рисунок 3).





Рисунок 3 – Результат потребления кормов и кислорода

Кислород ( $O_2$ ) поступает через жабры и необходим для производства энергии и расщепления белков, тогда как углекислый газ ( $CO_2$ ) и аммиак ( $NH_3$ ) производятся как отходы. Непереваренный корм выделяется в воду в форме экскрементов, называемых также взвешенными веществами (ВВ) и органическим веществом. Углекислый газ и аммиак выделяются в воду через жабры. Итак, рыбы потребляют кислород и корма, в результате чего вода в системе загрязняется экскрементами, углекислым газом и аммиаком.

В УЗВ рекомендуется использовать только сухие корма. Необходимо избегать применения сорной рыбы в любой форме, поскольку она сильно загрязняет систему и значительно повышает вероятность заражения различными заболеваниями. Использование сухих кормов является безопасным, и их преимущество также заключается в том, что их состав точно соответствует биологическим потребностям рыб. Сухие корма вносятся в форме гранул различного размера, подходящих для любого этапа развития рыб, а ингредиенты сухих кормов могут комбинироваться различным образом, что позволяет разрабатывать специализированные корма: стартовые, продукционные, для ремонтно-маточного стада и т.д.

В УЗВ благоприятным является высокий коэффициент использования кормов, поскольку он сводит к минимуму количество выделяемых отходов, что, в свою очередь, снижает нагрузку на водоочистные системы. В профессионально управляемой системе все выдаваемые корма съедаются, что сводит количество несъеденного корма к минимуму. Кормовой коэффициент (КК), показывающий,



больший объем воды является более благоприятным и эффективность их выращивания бывает выше при большей скорости течения воды.

В круглом бассейне или квадратном бассейне со срезанными углами, вследствие гидравлических закономерностей и гравитационных сил, время пребывания органических частиц является относительно коротким, порядка нескольких минут, и зависит от размера бассейна. Весь водяной столб в бассейне вращается вокруг центра. Вертикальный водозабор с установкой для горизонтального регулирования является эффективным средством для контроля течения в подобных бассейнах. В прямоугольном бассейне не могут быть созданы гравитационные силы для обеспечения течения, а гидравлика не имеет положительного эффекта на удаление частиц. С другой стороны, если рыбоводный бассейн эффективно зарыблен, способность бассейна данного типа к самоочищению зависит в большей мере от активности рыб, чем от конструкции бассейна. Во всех типах бассейнов уклон дна не влияет на способность к самоочищению, но при спуске бассейна он помогает полностью спустить воду.

Свойства бассейна	Круглый бассейн 	Овальный бассейн 	Прямоугольный бассейн 
Способность к самоочищению	5	4	3
Малое время пребывания твердых частиц	5	4	3
Контроль и регуляция кислорода	5	5	4
Использование пространства	2	4	5

Рисунок 5 – Различные конструкции бассейнов имеют различные свойства и преимущества

Контроль и регуляция уровней кислорода в круглых бассейнах или других подобных конструкциях осуществляются относительно просто, поскольку водяной столб постоянно перемешивается, вследствие чего содержание кислорода является

практически одинаковым во всем бассейне. Это означает, что очень легко, в зависимости от ситуации, повысить или понизить уровень кислорода в бассейне, поскольку воздействия добавленного кислорода почти сразу будут зарегистрированы оксиметром в бассейне. С другой стороны, в прямоугольных бассейнах содержание кислорода всегда выше у водозабора и ниже у водостока, что обеспечивает различные условия, в зависимости от того, где плавают рыбы.

Оксиметр для измерения содержания кислорода в воде всегда должен размещаться в зоне с наиболее низким содержанием кислорода, которая в прямоугольных бассейнах находится вблизи водостока. Этот градиент кислорода вниз по течению затрудняет регуляцию кислорода, поскольку время между повышением или понижением уровня кислорода у водозабора и его регистрацией у водостока может составлять до одного часа. Данная ситуация может привести к постоянному повышению и понижению концентрации кислорода, вместо небольших колебаний вокруг заданного уровня. Водостоки бассейнов должны быть сконструированы так, чтобы они обеспечивали оптимальное удаление частиц отходов, и должны снабжаться решетками с подходящим размером отверстий. Удаление погибших рыб во время ежедневного обслуживания также должно быть простым. Бассейны могут быть снабжены сигнализацией понижения уровня воды, оксиметрами для контроля уровня кислорода и сигнализацией его понижения, а также аварийной оксигенацией.

#### 1.4 Механическая фильтрация

Как показывает опыт, механическая фильтрация воды, вытекающей из рыбоводных бассейнов, является единственным практичным методом удаления органических отходов. Сегодня почти все хозяйства, использующие УЗВ, фильтруют воду, вытекающую из бассейнов, с помощью так называемого «микросита», снабженного фильтровальной тканью с размером пор 40–100 микрон. Барабанный фильтр (рисунок б), несомненно, является наиболее широко

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

используемым типом микросит. Его конструкция обеспечивает мягкое удаление частиц.

Функционирование барабанного фильтра:

1. Фильтруемая вода поступает в барабан;
2. Вода профильтровывается через фильтровальные элементы барабана. Движущей силой фильтрации является разница уровней воды внутри и вне барабана;
3. Твердые частицы задерживаются на фильтровальных элементах и поднимаются к зоне обратной промывки вследствие вращения фильтра;
4. Вода распыляется из промывочных форсунок, расположенных с внешней стороны фильтровальных элементов. Удаленное органическое вещество вымывается из фильтровальных элементов на шламовый поддон;
5. Шлам вытекает самотеком вместе с водой из фильтра и удаляется с рыбного хозяйства для внешней очистки сточной воды.

Фильтрация с использованием микросит имеет следующие преимущества:

1. Снижение органической нагрузки биофильтра;
2. Повышение прозрачности воды вследствие удаления из нее органических частиц;
3. Улучшение условий нитрификации, поскольку биофильтр не забивается;
4. Стабилизирующее воздействие на процессы биофильтрации.

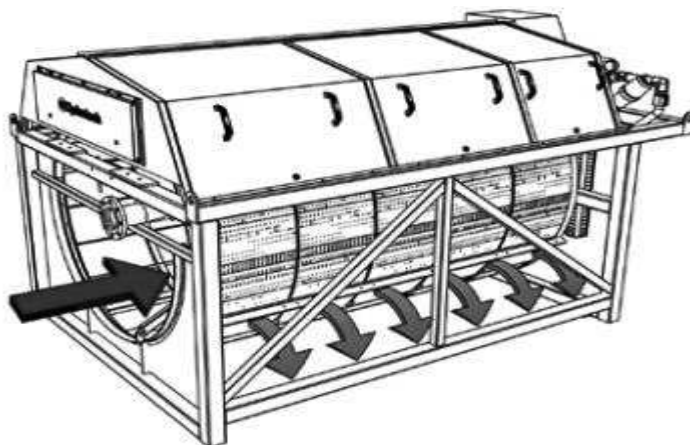


Рисунок 6 – Барабанный фильтр

## 1.5 Биологическая очистка

Механический фильтр не удаляет все органические вещества, самые мелкие частицы проходят сквозь него так же, как и растворенные вещества, такие как фосфат или азот. Фосфат является инертным веществом без токсичных эффектов, но азот в форме свободного аммиака ( $\text{NH}_3$ ) токсичен и должен быть преобразован в биофильтре в безвредный нитрат.

Разложение органического вещества и аммиака является биологическим процессом, осуществляющимся бактериями в биофильтре. Гетеротрофные бактерии окисляют органическое вещество, потребляя кислород и производя углекислый газ, аммиак и шлам. Нитрифицирующие бактерии преобразуют аммиак в нитрит, а затем в нитрат. Эффективность биофильтрации зависит, главным образом, от следующих факторов:

- Температуры воды в системе;
- Уровня pH в системе.

Для достижения приемлемой скорости нитрификации температура воды должна быть в пределах  $10\text{--}35^\circ\text{C}$  (оптимально около  $30^\circ\text{C}$ ), а уровень pH – между 7 и 8. Температура воды чаще всего зависит от выращиваемого вида и, соответственно, устанавливается не так, чтобы обеспечить наиболее оптимальную скорость нитрификации, а для обеспечения оптимальных уровней роста рыбы. Тем не менее, важно регулировать pH согласно эффективности биофильтра, поскольку малые уровни pH снижают эффективность биофильтрации. Таким образом, для достижения высокой скорости бактериальной нитрификации, pH должен удерживаться выше 7. С другой стороны, более высокий pH приводит к постоянно растущему количеству свободного аммиака ( $\text{NH}_3$ ), что увеличивает токсичный эффект.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18



конечной конструкции систем биофильтрации, в зависимости от размера хозяйства, объектов рыбоводства, размера рыб и т.д.

Фильтр Mattenfilter и Matala.

Фильтр Hamburger Mattenfilter (НМФ) в классическом виде представляет собой перегородку из поролона на всю боковую стенку аквариума из-за которой помпой выкачивается вода. Конструкция появилась в окрестностях города Гамбурга (Германия) в 1960-х. Самый большой вклад в изучение всех аспектов работы и популяризацию этого фильтра внес немецкий аквариумист.

Суть эффективности НМФ в том, что малый ток воды плюс очень большая площадь поверхности мата (обычно из поролона) позволяет поселиться большой культуре гетеротрофных бактерий, которые разлагают органику. НМФ крайне редко используется в сампах для аквариума с растениями потому что большинство аквариумов имеют размер до 300 л и легко обходятся канистровым фильтром, но, если у вас аквариум более 300 л придется (и даже намного лучше) делать самп и снабдить его лучшим из фильтров - НМФ, особенно если его сделать на матах Matala.

НМФ будет работать как механический и биологический фильтр одновременно. В отличие от канистровых фильтров заиливание мата практически невозможно и в промывке НМФ вообще не нуждается – этим вы только уменьшите колонию бактерий и микрофлоры на мате, и биологическая мощность фильтра уменьшится.

## 1.6 Дегазация и аэрация

Перед возвращением воды в рыбоводные бассейны необходимо удалить из нее скопившиеся газы. Этот процесс дегазации осуществляется либо путем аэрации воды, либо методом, который часто называют зачисткой. В воде в наибольшей концентрации содержится углекислый газ от дыхания рыб и бактерий из биофильтра, а также присутствует свободный азот ( $N_2$ ). Накопление углекислого газа и азота отрицательно влияет на здоровье и рост рыб. В анаэробных условиях может производиться сероводород, особенно в системах с морской водой. Этот газ

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20



исключительно токсичен для рыб, даже в малых концентрациях, поэтому, если в системе производится сероводород, рыба гибнет.

Аэрация может осуществляться путем нагнетания воздуха в воду. При этом турбулентное соприкосновение воздушных пузырьков и воды удаляет газы. Эта система подводной аэрации также позволяет одновременно двигать воду, например, при использовании системы с аэрационным колодцем (рисунок 8).



Рисунок 8 – Система с аэрационным колодцем

Однако, система с аэрационным колодцем менее эффективна в удалении газов, чем система с капельным фильтром. В системе с капельным фильтром газы зачищаются посредством физического контакта между водой и пластмассовым наполнителем, уложенным в колонну. Вода подается на верхнюю поверхность фильтра через распределитель с отверстиями и смывается через пластмассовый наполнитель, обеспечивая максимальную турбулентность и контакт – так называемый процесс зачистки. Капельный фильтр часто упоминается как «колонна для CO<sub>2</sub> - зачистки» (рисунок 9).



Рисунок 9 – Капельный фильтр

### 1.7 Оксигенация

Процесс аэрации добавляет в воду некоторое количество кислорода посредством простого обмена газов в воде и воздухе, зависящего от насыщенности воды кислородом. В состоянии равновесия насыщенность воды кислородом составляет 100%. Когда вода проходит через рыбоводные бассейны, содержание кислорода понижается, обычно до 70%, а в биофильтре оно становится еще ниже. Как правило, аэрация этой воды повышает насыщенность приблизительно до 90%; в некоторых системах можно достичь 100%. Однако, в поступающей воде часто предпочтительнее иметь насыщенность кислородом, превышающую 100%, чтобы количество доступного кислорода было достаточным для высокого и стабильного темпа роста рыбы.

Для достижения более высоких уровней насыщенности требуется система оксигенации, использующая чистый кислород. Чистый кислород часто подается в бассейны в форме жидкого кислорода, но также может производиться на хозяйстве с помощью генератора кислорода. Есть несколько методов получения перенасыщенной воды с содержанием кислорода, превышающим 200-300 %.

Обычно используются кислородные конусы или оксигенаторы шахтного типа. Принцип является одинаковым. Вода и чистый кислород смешиваются под давлением, которое обеспечивает переход кислорода в воду. В кислородном конусе (рисунок 10) давление обеспечивается насосом, обычно создающим в конусе давление около 1,4 бар. Подача воды в конус под напором потребляет много кислорода. В оксигенаторах шахтного типа напор достигается путем углубления в землю трубы в форме петли, например, на глубину 6 метров, и подачи кислорода в нижней точке этой петли. Давление вышерасположенного водяного столба, в данном случае, 0,6 бар, обеспечивает переход кислорода в воду. Преимуществом шахтных оксигенаторов являются низкие расходы на перекачивание воды, но их установка является сложной и более дорогостоящей.



Рисунок 10 – Кислородный конус

### 1.8 Ультрафиолетовое излучение

УФ-дезинфекция основана на применении света с такой длиной волн, которая разрушающее ДНК в биологических организмах. В аквакультуре она направлена против патогенных бактерий и одноклеточных организмов. Данный метод обработки используется в медицинских целях в течение десятилетий и не влияет на рыб, поскольку УФ-обработка воды (рисунок 11) происходит вне рыбоводной зоны. Важно понимать, что бактерии так быстро растут на органическом веществе, что контроль их численности в традиционных рыбных хозяйствах имеет ограниченные эффекты. Наилучший контроль достигается, когда эффективная

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

механическая фильтрация комбинируется с тщательной биологической фильтрацией, эффективно удаляющей органику из отработанной воды и позволяющей УФ-излучению работать более эффективно.

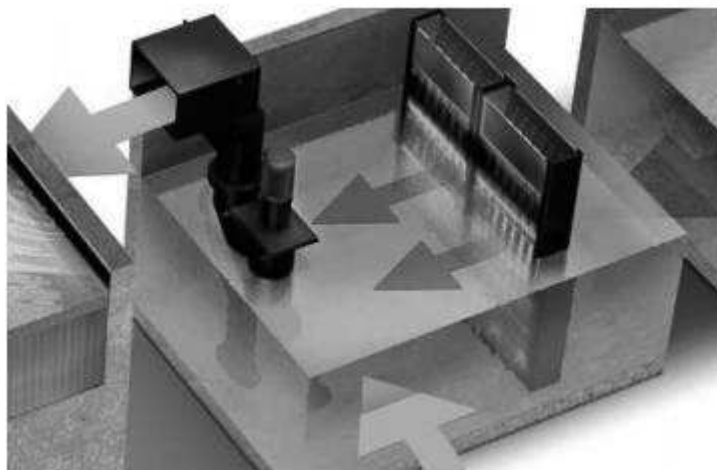


Рисунок 11– Система для УФ-обработки

«Доза УФ может быть выражена в различных единицах. Одной из наиболее широко используемых является измерение в микроватт секундах на  $\text{см}^2$  ( $\text{мкВт}\cdot\text{с}/\text{см}^2$ ). Эффективность зависит от размеров и видов организмов, которые нужно уничтожить, а также от мутности воды. Для контроля бактерий и вирусов вода должна быть обработана приблизительно 2 000–10 000  $\text{мкВт}\cdot\text{с}/\text{см}^2$ , чтобы убить 90% организмов; для грибов потребуется 10 000–100 000, а для микроскопических паразитов – 50 000 – 200 000  $\text{мкВт}\cdot\text{с}/\text{см}^2$ .» Для максимальной эффективности УФ-освещение, используемое в аквакультуре, должно работать под водой; лампы, укрепленные над водой, из-за отражения с поверхности воды будут иметь незначительный эффект или вообще не иметь его.

### 1.9 Регуляция уровня pH

В процессе нитрификации в биофильтре образуется кислота, и значения pH понижаются. Для удержания pH на стабильном уровне к воде следует добавить основание. Некоторые системы содержат установки для известкования,

добавляющие в систему по каплям известковую воду и, таким образом, стабилизирующие рН. Другой возможностью является система автоматической дозировки, регулируемая рН-метром с импульсом обратной связи к насосу-дозатору. В этой системе желательно использовать гидроксид натрия (NaOH), поскольку он более прост в обращении, что облегчает эксплуатацию системы. Обращение с кислотами или основаниями требует осторожности от всех, поскольку они могут причинить тяжелые ожоги глаз и кожи. При обращении с химическими веществами необходимо принимать меры предосторожности и надевать очки и перчатки.

### 1.10 Теплообмен

Поддержание оптимальной температуры воды в системе выращивания является важнейшей задачей, поскольку скорость роста рыб напрямую связана с температурой воды. Использование поступающей в систему воды является относительно простым методом ежедневной регуляции температуры. В крытой УЗВ, расположенной внутри теплоизолированного здания, в воде постепенно накапливается тепло, поскольку из метаболизма рыб и бактериальной активности в биофилтре освобождается энергия в форме тепла. Также происходит накопление тепла от трения в насосах и использования других установок.

Поэтому высокие температуры в системе являются частой проблемой интенсивных УЗВ. Температура легко может регулироваться, путем изменения количества прохладной свежей воды, поступающей в систему. В холодных климатических условиях зимой чаще всего бывает достаточным простое отопление с использованием масляного котла, соединенного с теплообменником для подогрева рециркулируемой воды. Потребление энергии для данного типа отопления, главным образом, зависит от количества используемой прохладной воды, поступающей в систему, и ее температуры, хотя здание также теряет некоторое количество тепла. В некоторых случаях также может быть установлен тепловой рекуператор, содержащий пластинчатый теплообменник из титана.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Отработанная вода УЗВ, проходя через пластинчатый теплообменник, используется для нагрева (или охлаждения) поступающей в систему воды. Система регулируется посредством датчика температуры воды, соединенного с блоком контроля температуры, который управляет работой титанового пластинчатого теплообменника.

### 1.11 Аварийные системы

Использование чистого кислорода в качестве резерва является важнейшей мерой предосторожности. Данную систему просто установить (рисунок 12), она состоит из бака для хранения чистого кислорода и системы распределения с распылителями, установленными в каждом бассейне. В случае прекращения электроснабжения открывается электромагнитный клапан и сжатый кислород поступает во все бассейны, сохраняя жизнь рыбам.

В качестве резерва электроснабжения требуется генератор (см. рисунок 12). Во многих случаях, если вода не циркулирует, в системе накапливается токсичный аммиак. Эта проблема является второй по важности, которую следует решить после решения проблемы кислородного снабжения с помощью резервной системы снабжения кислородом. Поэтому важно восстановить течение воды приблизительно в течение часа.



Рисунок 12 – Кислородная ёмкость и аварийный генератор

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

## 1.12 Очистка сточных вод

Отходы рыбоводства не исчезают даже при выращивании рыбы в УЗВ с постоянным повторным использованием воды. Загрязнения и экскременты рыб должны попасть куда-либо даже в этом случае. Биологические процессы в системе в некоторой мере уменьшают количество органических соединений благодаря простому биологическому разложению или минерализации внутри системы. Тем не менее, значительное количество органического шлама по-прежнему требует обработки.

Отходы, покидающие процесс рециркуляции (рисунок 13), обычно происходят из механического фильтра, где экскременты и другие органические вещества отделяются и поступают в шламовыпускной патрубков фильтра. Чистка и промывка биофильтров также увеличивают общий объем воды, покидающей рециркуляционный цикл. Отходы, покидающие УЗВ, могут очищаться различными способами. Довольно часто устанавливается вторичная механическая очистка воды, предназначенная для концентрации шлама, находящегося в сбросной воде. Отсюда фракция шлама попадает в шламонакопитель для седиментации или дальнейшего механического обезвоживания, после чего она сбрасывается на рельеф, обычно как удобрение для сельскохозяйственных ферм.

Механическое обезвоживание также облегчает обращение со шламом и уменьшает его объем, благодаря чему стоимость удаления или возможные сборы уменьшаются. Недостатками механического обезвоживания являются более высокие инвестиционные и эксплуатационные расходы.

Очищенная сточная вода, покидающая вторичную очистку, как правило, имеет высокие концентрации азота и фосфора. Этот так называемый «осветленный сток» может быть выпущен в окружающую среду, в реку и т.д., либо возвращен в УЗВ. Питательные вещества, содержащиеся в осветленном стоке, могут быть удалены, если направить воду в водоочистные пруды с растениями, корневую зону или земляной фильтр, где соединения фосфора и азота удаляются. Азот, содержащийся в осветленном стоке, также может быть удален способом денитрификации.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

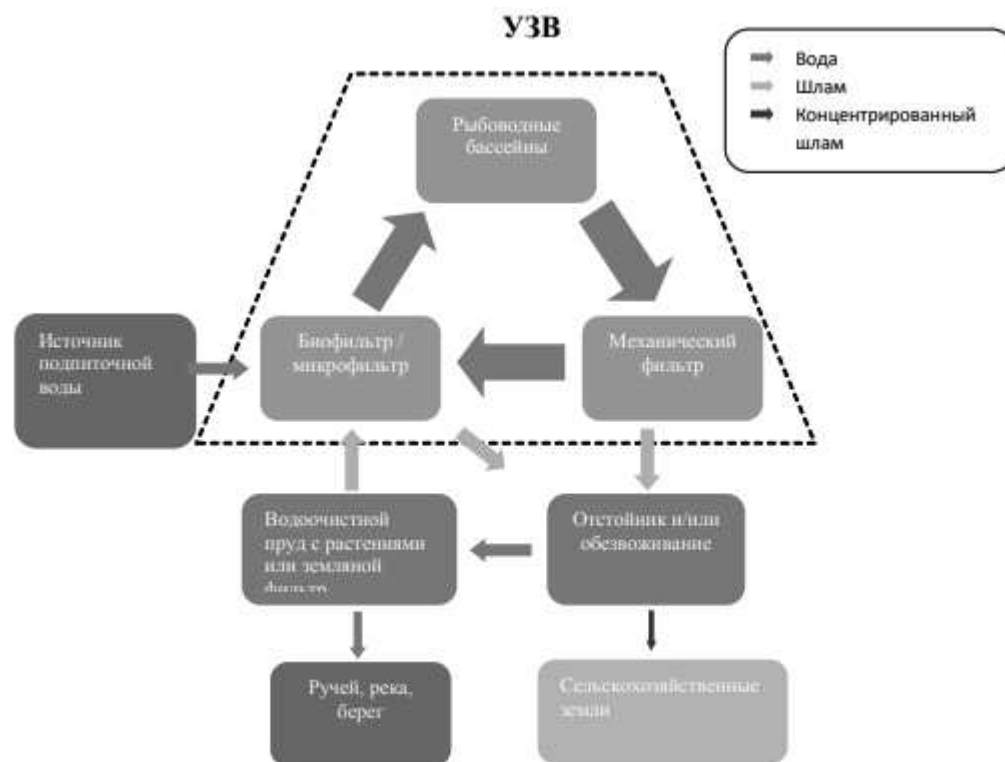


Рисунок 13 – Пути шлама и воды внутри и снаружи УЗВ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА В КОТОРОМ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ СТРОИТЕЛЬСТВО

### 2.1 Описание объекта проектирования.

Объект строительства рыбзавод в Чебаркульском районе. Завод находится в Челябинской области, в деревне Верхние-Караси.

В данной работе представлено проектирование систем водоснабжения и водоотведения рыбного цеха.

Расположение предприятия: Челябинская область, Чебаркульский район.

Положение на карте представлено на (рисунке 14).

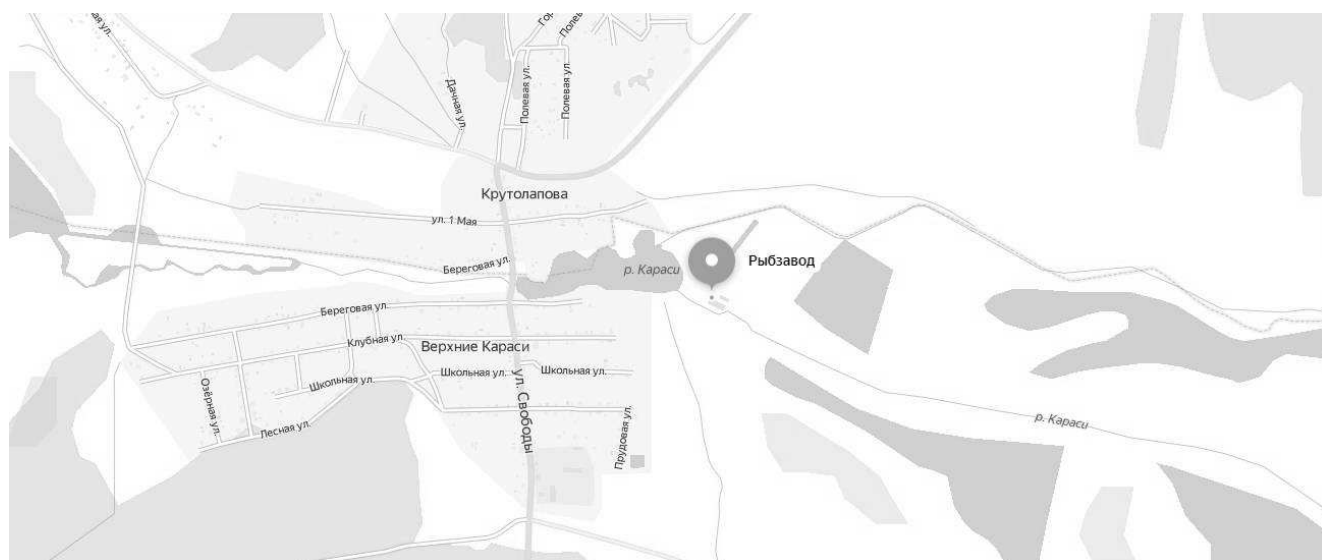


Рисунок 14 – Положение на карте

### 2.2 Природно-климатическая характеристика района строительства

Климат в городе Чебаркуль Челябинской области умеренно-континентальный. Зима продолжительная – 5,5-6 месяцев. Низкие температуры наступают в октябре и продолжаются до апреля. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет 145-150 дней, его высота в момент максимального накопления может достигать 50 см. Средняя температура самого холодного месяца — февраля — 15,9 °С. В период с февраля по март характерны сильные ветры, метели и бураны, однако лесной массив и склон Уральского хребта защищают

санаторий от северо-западных и западных ветров. Весна непродолжительная один-полтора месяца, как правило, холодная, со значительными ветрами и возможными поздними заморозками, которые могут продлиться до конца июня. Лето длится три месяца (июнь-август), теплое, с кратковременными ливневыми осадками. Для города Чебаркуль свойственны южные, юго-западные и западные ветра. Средняя скорость ветра 2,6 м/с. Средняя температура самого теплого месяца июля + 19°С. Абсолютный максимум температуры воздуха (+34°С). Среднегодовая температура воздуха (+2,7 °С). Осень продолжительностью два-два с половиной месяца, начиная с сентября. Возможны ранние заморозки. Комфортный безморозный период длится 160 дней. Количество ясных дней — 48, пасмурных — 140, полужасных — 172. Число дней, когда выпадают осадки, — 150. В районе города Чебаркуль преобладают западные и юго-западные ветра. Среднегодовая скорость ветра -2,6 м/с.

По данным метеорологической станции в городе Чебаркуль суммарное количество осадков за год составляет 474 мм. Среднегодовая относительная влажность воздуха в городе Чебаркуль – 67,3%. Минимум влажности отмечается в мае – 49%. Максимум – в декабре-январе – 75%. Нормативная глубина промерзания почвы принимается равной 2,00 м. Максимальная глубина – 2,9 м. С установлением отрицательных температур появляется снежный покров. Средняя дата появления снежного покрова – 15 октября, образование устойчивого снежного покрова – 9 ноября, разрушение устойчивого снежного покрова – 4 апреля, схода снежного покрова – 18 апреля. Максимальная высота снежного покрова за зиму - 66 см, минимальная – 16 см. Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов согласно п.2.27 СНиП 2.02.01-83\* «Основания зданий и сооружений»:

- глинистых – 1,74 м;
- песчаных – 2,27 м;
- крупнообломочных – 2,67 м;

Следовательно, территория района по климатическим условиям благоприятна для строительства и хозяйственного освоения, а также для отдыха населения.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 2.3 Описание источника водоснабжения

Река Караси растянулась на 21 километр. Она берет начало от двух, объединенных протокой, озер — Малое Миассово и Большое Миассово, чтобы в конечном итоге присоединиться к мощной артерии реки Миасс на 457 километре по её правому берегу.

В среднем глубина реки составляет 1,7 метра. В отдельных заводях и на прудах эта отметка понижается до 4,5 метров.

Прибрежные участки реки Караси густо заросли тростником, камышом, влаголюбивым кустарником и душистым полевым разнотравьем. Поймы местами заболочены. Вода в реке кажется черной из-за обилия на дне торфяных отложений, а на плесах это впечатление усиливает еще и большая глубина. В окрестностях реки преобладает равнинный ландшафт, с редкими перелесками.

Неподалеку от истока реки разместились деревни Верхние Караси, Крутолапова и Малая Куйсарина, а ближе к устью — Нижние Караси и Большая Куйсарина.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

### 3 РАСЧЕТ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ЦЕХА

#### 3.1 Расчет водоснабжения цеха по участкам

Расчет (таблица 3.1, 3.2) начинается с первого участка, расход для успешной циркуляции и роста рыбы принимается для реакторных ванн 0,03 л/с, инкубационных 0,45 л/с, основные ванны 1,2 л/с. Так как система является самотечной подбор диаметров труб происходил по Таблицам Лукиных.

Таблица 3.1 – Определение гидравлического режима участков (1-участок)

№ участка	Q л/с	D	L-участка	Уклон	H/d	V м/с
0-1	0,6	50	4	0,01	0,70	0,43
1-2	1,2	100	16	0,016	0,30	0,61
2-3	6,6	150	4	0,006	0,55	0,65
4-5	4,5	125	12,5	0,011	0,50	0,75
6-7	20,7	250	5	0,004	0,55	0,75
7-8	30,3	300	5	0,0025	0,60	0,69
8-9	39,9	350	5	0,0025	0,60	0,74
9-10	49,5	400	5	0,0015	0,60	0,65
10-11	59,1	400	5	0,0016	0,65	0,68
11-12	68,7	400	5	0,0016	0,70	0,7
12-13	78,3	400	13	0,0015	0,65	0,69
13-14	78,3	400	18	0,0015	0,8	0,69

Таблица 3.2 – Определение гидравлического режима участков (2-участок)

№ участка	Q л/с	D	L-участка	Уклон	H/d	V м/с
15-16	7,2	110	5	0,02	0,90	0,98
16-17	14,4	200	5	0,005	0,6	0,74
17-18	21,6	250	5	0,0035	0,6	0,72
18-19	28,8	300	5	0,003	0,55	0,73
19-20	36	300	5	0,0035	0,6	0,82
20-21	43,2	400	5	0,002	0,5	0,7
21-22	46,8	400	3	0,0018	0,55	0,69

### 3.2 Расчет водоотведение цеха по участкам

Расчет водоотведение начинается с инкубационного цеха (таблица 3.3). Так как инкубационный цех работает только в летнее время, поэтому отвод производится в канализацию.

Таблица 3.3 – Определение водоотведения по участкам (1-участок)

№ участка	Q л/с	D	L-участка	Уклон	H/d	V м/с
0-1	0,6	50	4	0,01	0,65	0,43
1-2	11,1	200	16	0,004	0,55	0,64

В основном цеху предусмотрена оборотная система (таблица 3.4). Вода отводится от ванн в сборный лоток, после чего поступает в сборный резервуар объемом 24 м<sup>3</sup> после чего с помощью насоса поднимается в обратно в начало системы отчистки воды.

Таблица 3.4 – Определение водоотведения по участкам (2-участок)

№ участка	Q л/с	S-лотка м <sup>2</sup>	L-участка	Уклон	H/d	V м/с
0-1	114	0,1494	0,5	0,0004	0,70	0,45
1-2	104,4	0,1482	2	0,0008	0,50	0,58
2-3	84	0,144	9	0,0006	0,47	0,49
3-4	56	0,141	11	0,0004	0,40	0,38
4-5	28	0,1386	10	0,0004	0,30	0,31

### 3.3 Расчет испарения воды с поверхности ванн, определение количества воды на подпитку

Расчет испарения воды определяется по формуле:

$$W = \varepsilon \times S \times (P_{\text{нас}} - P_{\text{уст}}), \text{ г/ч} \quad (1)$$

где: S - площадь водной поверхности бассейна, м<sup>2</sup>;

$P_{\text{нас}}$  – давление водяных паров насыщенного воздуха при температуре воды в бассейне, мбар;

$P_{\text{уст}}$  – парциальное давление водяных паров при заданных температуре и влажности воздуха, мбар;

$\varepsilon$ - эмпирический коэффициент, г/(м<sup>2</sup> · ч · мбар): принимаем 10.

Температура воды 18 градусов (100% отн.вл.) -  $P_{\text{нас}} = 20,62$  мбар;

Температура воздуха 20 градусов (60% отн.вл.);

$P_{\text{уст}} = P_{\text{нас}} \cdot \text{влажность} = 23,37 \cdot 60\% = 14,1$  мбар;

$$S = 1,89 \cdot 1,89 = 3,57 \text{ м}^2$$

$$W = 10 \cdot 3,57 \cdot (20,62 - 14,1) = 232,7 \text{ г/ч испарение с одной ванны.}$$

По проекту предусмотрено 117 ванн то получаем испарение со всех ванн:

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$27225,9 \text{ г/ч} = 27,3 \text{ л/ч} = 0,0273 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Определение подпитки воды.

По проекту инкубационный цех не участвует в оборотном цикле, поэтому рассчитываем подпитку, расход воды на инкубационный цех составляет 39,96 м<sup>3</sup>/ч, а испарение с ванн составляет 0,0273 м<sup>3</sup>/ч.

Подпитка составляет 39,99 м<sup>3</sup>/ч.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

## 4 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ

### 4.1 Ультрафиолетовые установки

Одна из стадий отчистки ультрафиолетовое облучение, выбор принимаемого оборудования исходит из расхода.

Так как расход 125,1 л/с-450 м<sup>3</sup>/ч принимаем две Ультрафиолетовых бактерицидных установки с ультразвуком Лазурь М-100КА (50 – 250 м<sup>3</sup>/ч), с амальгамными лампами.

Ультрафиолетовая бактерицидная установка с ультразвуком Лазурь М-100КА-предназначена для обеззараживания воды с помощью ультрафиолетового излучения и ультразвука. Используется для дезинфекции: природных вод в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения; очищенных и очищенных сточных вод в системах хозяйственно-бытовой и производственной канализациях; вод в системах промышленного и оборотного водоснабжения.

В модели М-100 используются амальгамные лампы (65 мДж/см<sup>2</sup>) с высокой светоотдачей и длительным сроком службы (до 16000 час).

Наиболее безопасной технологией из безреагентных способов обеззараживания является обработка воды ультрафиолетовым излучением. В ультрафиолетовой установке с высокой эффективностью происходит преобразование электрической энергии в бактерицидный ультрафиолет. Ультрафиолетовое обеззараживание воды – это сочетание высокой эффективности уничтожения вредных веществ и микроорганизмов, отсутствия выработки побочных продуктов и безопасной эксплуатации.

Ультразвуковое излучение создает кавитацию в воде. Благодаря кавитации разрушаются оболочки вредных бактерий и вирусов. Также происходит образование активных радикалов, что улучшает эффективность обработки воды ультрафиолетом и приводит к интенсивному окислению органических примесей. Ультразвуковое излучение препятствуют биообрастанию и соляризации как защитной кварцевой трубки, так и внутренней поверхности корпуса реактора.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36



Ультрафиолетовая бактерицидная установка с ультразвуком Лазурь М-100КА (рисунок 15) сочетает в себе два вида обработки воды (ультрафиолетовое излучение и ультразвук). Данное сочетание не только в два раза усиливает эффективность обработки воды, но и позволяет при аналогичных энергетических затратах достигнуть принципиально новых качественных параметров:

а) в несколько раз увеличивается степень инактивации патогенной микрофлоры;

б) минимизируются затраты на периодическое обслуживание установок для очистки поверхности защитной кварцевой трубки и внутренней поверхности корпуса реактора;

в) снижаются требования к прозрачности воды (до 60%).

Установка Лазурь М-1100КА 00 (см. рисунок 15) состоит из фотохимического реактора и шкафа управления.

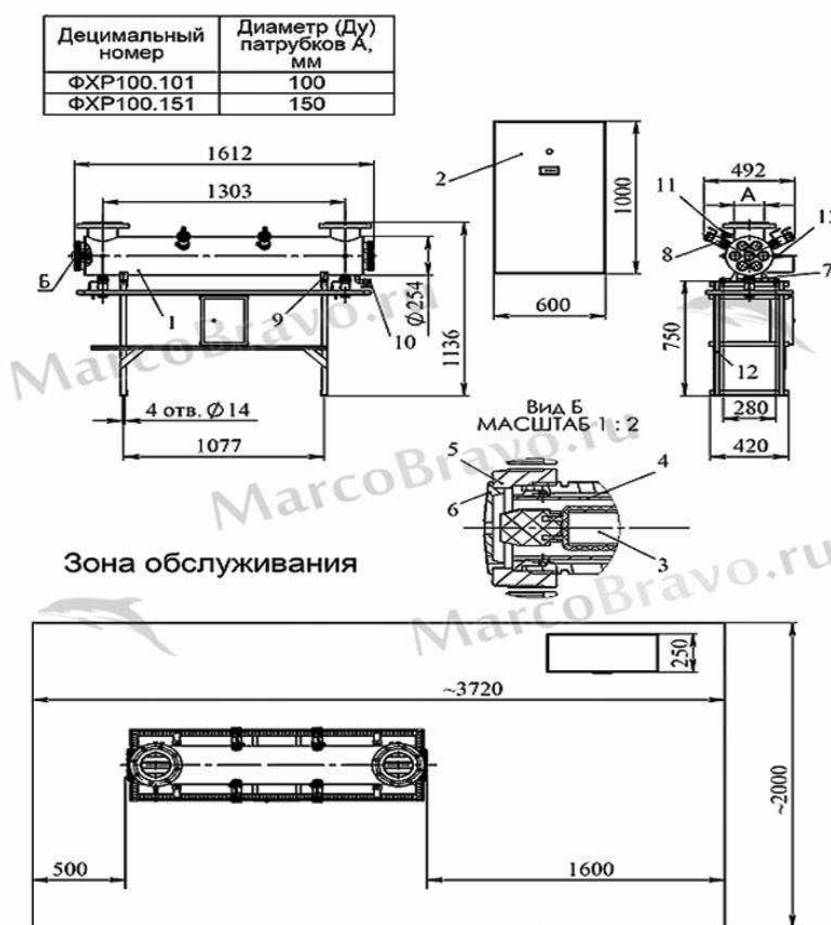


Рисунок 15 – Установка Лазурь М-1100КА 00

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

Установка Лазурь М-1100КА 00: 1 – Фотохимический реактор; 2 – Шкаф управления; 3 – Ультрафиолетовая лампа; 4 – Защитная кварцевая трубка; 5 – Герметизирующая муфта; 6 – Защитный колпак; 7 – Опора; 8 – Ультразвуковой излучатель; 9 – Клемма заземления; 10 – Кран для слива воды; 11 – Кран отбора проб; 12 – Подставка; 13 – УФ датчик (опция) (см. рисунок 15).

Фотохимический реактор (поз. 1) состоит из герметичного корпуса с резьбовыми патрубками для входа и выхода воды. Вдоль оси корпуса расположены блоки излучателей УФ ламп. Блоки состоят из УФ-ламп (поз. 3) и защитных кварцевых трубок (поз. 4). Корпус реактора герметизируется резиновыми уплотнениями, которые зажимаются муфтами (поз. 5). Провода ламп входят в патроны и через защитные колпаки (поз. 6) подсоединяются к проводам, идущим в бокс и далее в шкаф управления (поз. 2). В штуцер (поз. 13) вмонтирован датчик УФ излучения.

Датчик определяет падение мощности ультрафиолетового излучения, тем самым показывая состояние УФ ламп. Датчик способен селективно измерять бактерицидное излучение с длиной волны 220-280 нм.

Фотохимический реактор (поз. 1) устанавливается на подставку (поз. 12). Также на подставке закреплен один бокс для подсоединения жгутов кабелей, предназначенных для подключения реактора к шкафу управления. Ультразвуковые излучатели (поз. 8) расположены в наиболее оптимальных зонах воздействия. Питание ультразвуковых излучателей поступает от ультразвуковых генераторов, размещенных в шкафу управления (поз. 2).

Шкаф управления (поз. 2) состоит из корпуса, в котором расположены: блоки питания УФ ламп (ЭПРА1÷ЭПРА7), блоки питания ультразвуковых генераторов (БПК1÷БПК6), выключатели, вентиляторы (В1, В2), счетчик наработки (СЧ) и клеммники (Х1÷Х4).

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 4.2 Подбор аэрационных установок

По ОСТ 15.372-87 рекомендованное значение БПК полное  $3 O^2$  г/м<sup>3</sup>, объем воды проходимой за час составляет 450 м<sup>3</sup>/ч, исходя из этого, получаем  $1350 \text{ г/м}^3 = 1,35 \text{ кг/м}^3 = 1,12 \text{ м}^3/\text{ч}$

Под получившиеся значение подбираем аэрационную колонну (рисунок 16) ARS 50-12 - 1,2м<sup>3</sup>/ч

Аэрационная колонна ARS 50-12 Т по производительности (1,2 м<sup>3</sup>/ч)

Максимальная эффективность работы колонны достигается при соблюдении следующих условий:

- температура окружающего воздуха от +2 до +35<sup>0</sup>С;
- атмосферная влажность не более 70%;
- прямые солнечные лучи не должны попадать на колонну.

В отличие от фильтров аэрационная колонна не содержит никаких сорбентов, поэтому не нуждается в периодической промывке. Благодаря большому выходному отверстию клапан мало подвержен загрязнению и не нуждается в особом уходе длительное время. Если всё-таки произойдёт засорение, то клапан можно промыть обычной водой и мягкой щёткой.

Водоподготовки и необходимые фильтрующие среды, которые помогут качественно очистить воду.

Принцип действия:

Компрессор подаёт под давлением воздух внутрь колонны, который насыщает воду кислородом. В процессе аэрации растворённое в воде железо окисляется и выпадает в осадок, а сероводород и другие газы вытесняются из воды. Излишки воздуха стравливаются через клапан. Компрессор включается по команде датчика потока воды.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

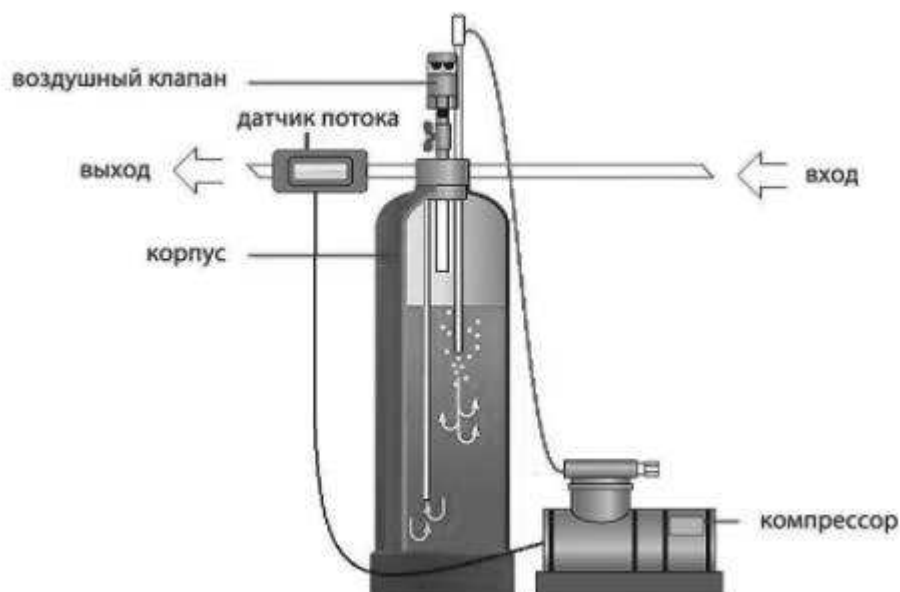


Рисунок 16 – Устройство аэрационной колонны

Аэрационная колонна (рисунок 16) состоит из следующих основных элементов:

1. Датчик потока.

Когда есть ток воды, датчик потока подаёт команду на включение компрессора.

Когда тока воды нет, компрессор по команде с датчика выключается.

2. Компрессор.

По команде от датчика потока подаёт в аэрационную колонну воздух. Причём воздух подаётся под давлением, превышающим давление внутри корпуса аэрационной колонны.

3. Воздушный клапан.

Удаляет из корпуса аэрационной колонны, выделяемые из воды газы и избыточный воздух.

4. Корпус.

Корпус представляет собой цилиндр из стеклопластика с куполообразным верхом и дном. Такая форма оптимальна для обеспечения гидравлических характеристик аэрационной колонны. В верхней части расположена горловина, через которую осуществляется сборка водоподъемных воздухопроводных патрубков.

### 4.3 Подбор механического фильтра

Принимаем фильтр MATAALA – данный фильтр представляет собой механический и биологический фильтр в одном.

Биоагрузка выполнена в виде листов плоской формы, состоящих из массива переплетенных между собой волокон прочного полимера. Эффективная технология фильтрации обеспечивает значительный свободный объем (достигающий 94 %) и возможность очищать максимальное количество стоков.

Преимущества биологической очистки с помощью Matala:

- экологическая безопасность;
- продолжительный срок службы;
- большая удельная площадь поверхности, обеспечивающая эффективную очистку стоков (460 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup> в модификации FSM460);
- простота регенерации — все, что нужно сделать, это продуть биофильтр мощным воздушным потоком, встряхнуть или ополоснуть под струей воды (в случае сильного загрязнения);
- простота установки — фильтры биологической очистки имеют жесткую структуру и не нуждаются в индивидуальном каркасе при установке в емкости.

Принцип действия MATAALA.

Биопленка, состоящая из микроорганизмов, самостоятельно наращивается на листах Matala. Лучше всего пленка видна на изделиях серого цвета с максимальной плотностью, которые применяются в последней стадии биологической очистки.

Система биофильтрации оптимально подходит для использования в рыбных хозяйствах. Биофильтр применяется для выращивания моллюсков, мидий, а также планктона, включая нитрифицирующих микроорганизмов. Наличие большого количества бактерий существенно улучшает качество естественной фильтрации и баланс водной среды.

Наряду с фильтрами для биологической очистки компания Matala реализует обширную номенклатуру оборудования, применяемого для очистки бассейнов, а также прудов и других небольших водоемов. Многие устройства могут

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

использоваться в комплекте с биофильтрами, насосами погружного типа, а также фонтанными установками. Фильтры Matala обеспечивают очистку большого объема стоков за единицу времени, надежно защищают оборудование от засорения механическими частицами.

#### 4.4 Подбор насоса

В оборотном цикле с ванн отводиться 410,4 м<sup>3</sup>/ч принимаем консольный насос К200-150-400 + АИР250М4 (90,0/1500) (рисунок 17).

Описание насоса К200-150-400 + АИР250М4 (90,0/1500).

Горизонтальный одноступенчатый центробежный консольный насос типа К200-150-400 + АИР250М4 (90,0/1500) и агрегат электронасосный на его основе, предназначены для перекачивания воды (кроме морской) в промышленных и бытовых целях, а также других жидкостей, сходных с водой по плотности, вязкости, химической активности, с температурой от 263 до 358 К (от минус 10°С до +85°С), рН=6...9, с содержанием твердых включений не более 1% по массе и размером не более 0,2 мм.

Предназначение центробежных насосов К.

Основное предназначение – перекачивание холодной и горячей воды. Центробежные консольные насосы К, 1К и 2К могут подавать и другие жидкости (исключая морскую воду), имеющие сходные с водой показатели:

- кислотность рН среды в пределах 6 – 9;
- наличие твердых частиц размерами до 0,2 мм в общей массе жидкости в пределах 1%;
- температура нагрева жидкости до 105°С.

Некоторые модели агрегатов могут работать в условиях повышенной опасности (пожар, взрыв). Для таких условий эксплуатации в консольных насосах предусмотрены торцовые уплотнения вала и взрывозащищенное исполнение двигателей.

Область применения консольных насосов К, 1К.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Водоснабжение муниципальных объектов и ЖКХ:

1. Подача чистой воды разной температуры для нужд ЖКХ;
2. Работа в системах водоканалов и тепловых сетях;

Промышленное использование:

1. Подача технической воды в различных технологических циклах на промышленных объектах, в металлургической и нефтеперерабатывающей отраслях;
2. Обеспечение чистой и технической водой систем тепловых и атомных станций;
3. В комплексах пожаротушения.



Рисунок 17 – Консольный насос К200-150-400 + АИР250М4 (90,0/1500)

Таблица 4. 1 – Характеристики насоса

Тип насоса	Динамический
Мощность электродвигателя, кВт	90
Частота вращения, об/мин	1500

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	400
Длина насосного агрегата (L), мм	1800
Ширина установочной плиты (B), мм	770
Высота двигателя (H), мм	515
Масса насоса, кг	250
Напор, м	20

## 5 ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

### 5.1 Технология укладки водопроводных труб

На сегодняшний день актуальным вопросом является выбор оптимальной технологии производства работ, который зависит от множества факторов: протяженности нити, свойств грунтов, наличия других коммуникаций и, наконец,

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44



бюджета, которым располагают заказчики. Время работ является последним, решающим фактором.

Самый распространенный – траншейный метод прокладки трубопровода. Несмотря на то что он самый дешевый из существующих методов, в совокупности с работами по восстановлению дорожного полотна, зеленых насаждений и прочими сопутствующими факторами, стоимость всего цикла работ становится значительной. С другой стороны, разработано большое количество современных методов, имеющих множество достоинств по сравнению с классической технологией, но при этом являющихся более дорогостоящими. Поэтому при выборе технологии прокладки и реконструкции трубопроводов необходимо производить технико-экономическое сравнение вариантов с учетом всех особенностей объекта. Существует более 10 способов укладки трубопроводов, некоторые из которых являются инновационными, некоторые – наоборот, устаревшими.

Траншейный метод, который также называют скрытой прокладкой труб, является одним из самых быстрых и точных методов при укладке протяженных участков сети. Немаловажным достоинством является его относительно малая стоимость (без учета восстановления дорожного покрытия). Из существенных недостатков следует отметить экологический фактор, связанный с уничтожением зеленых насаждений, повышенной загазованностью участка. Маломобильные группы населения, а также молодые мамы и пожилые люди могут испытывать неудобства. В зимнее время года, а также во время обильных осадков приходится приостанавливать работы, так как будет нарушаться технология укладки. При выполнении первого этапа в случае отсутствия загруженности коммуникациями применяются траншейные экскаваторы, использование которых значительно уменьшает срок выполнения работ: идет одновременная работа по резке, выемке и последующей уборке грунта. Если же плотность коммуникаций высокая, используют одноковшовые экскаваторы. Рытье траншей и котлованов с вертикальными стенками в грунтах естественной влажности разрешается только

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

при условии закрепления вертикальных стен или устройстве откосов допустимой крутизны, которая зависит от глубины выемки и типа грунта.

Разработку котлованов и траншей в мерзлых грунтах всех пород (за исключением сухого песчаного) разрешается производить с вертикальными стенками без креплений на всю глубину их промерзания. В случаях, когда необходимо углубиться ниже уровня промерзания, требуется провести работы по укреплению. Траншеи и котлованы в сухих (сыпучих) песчаных грунтах, независимо от степени промерзания, надлежит разрабатывать с обеспечением установленной крутизны откосов или устройством крепления стен.

После проведения земляных работ приступают ко второму этапу, на котором трубопроводы укладывают с помощью кранов-трубоукладчиков на естественное или искусственное основание. При естественном основании трубы укладывают прямо на грунт, структура которого не нарушена, обеспечивая поперечный и продольный профиль основания по проекту. При несущей способности грунтов оснований менее 0,1 МПа следует создавать искусственные основания – бетонные или железобетонные, сборные лекальные, свайные. Для увеличения плотности грунтов оснований нередко применяется метод уплотнения. Несущая способность труб зависит от характера опирания их на основание. При укладке труб на естественное или искусственное основание оптимальной величиной угла охвата является 120°. Несущая способность труб повышается в 1,7 раза и более.

После размещения трубопровода на проектных позициях производится его закрепление. При прокладке труб больших диаметров (1,5–3,5 м) в песчаных грунтах устраивается ложе без нарушений естественной структуры грунта, которое должно охватывать 1/4–1/3 поверхности трубы.

В глинистых грунтах трубы укладывают на песчаные подушки, толщина которых должна быть 0,1–0,3 м. В случаях, когда трубопроводы укладывают в твердых (скальных) грунтах, необходимо устройство песчаной подушки с тщательным уплотнением толщиной не менее 0,1 м над выступающими неровностями основания. Для прокладки труб в недостаточно устойчивых сухих

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

грунтах на дно траншеи отсыпают слой из песка, гравия или гравийно-песчаной смеси толщиной не менее 0,1 м по всей ширине траншеи. На данном слое устраивают бетонную подливу в виде лотка, высота которого не менее 0,1 наружного диаметра трубы, толщиной в средней части ее не менее 0,1 м.

В водонасыщенных грунтах, хорошо отдающих воду, трубы укладывают на основание из бетона, располагаемое на гравийно-песчаной или щебеночной подготовке толщиной 0,20–0,25 м с устройством в ней дренажной линии. В грунтах и плывунах, которые плохо отдают воду, бетонное основание укладывают на железобетонные плиты, которые, в свою очередь, кладут на щебеночную подготовку. В случаях, когда водонасыщенные грунты содержат органические включения или являются слабыми и могут вызвать неравномерные осадки, необходимо устраивать жесткие основания в виде ростверков на сваях.

Выполнив все работы по устройству и закреплению трубопровода в траншее, приступают к последнему этапу. Обратная засыпка траншей выполняется после укладки трубопроводов, проведения их испытания с оформлением акта и получения разрешения на проведение обратной засыпки. Засыпку траншеи необходимо производить с принятием мер против повреждения труб и их изоляции от сбрасываемого песка, а также против смещения трубопроводов с оси.

Она включает в себя следующие этапы: засыпка и уплотнение песка в приямках 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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

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.

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 так же 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.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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 В производится подготовка к протаскиванию трубопровода: бурильная головка заменяется на головку большего диаметра, за ней прикрепляется приготовленная к 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 приямках 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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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 соединениям

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.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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 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  $\Delta T$  более  $70^\circ\text{C}$ , минимальная вязкость расплава менее 103 Пас), 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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

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, 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).

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52



К производству работ по сварке и контролю за её 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 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,

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

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 нагретым инструментом встык являются температура нагретого инструмента ( $t_n$ ) и величины давления ( $P_{оп}$ ,  $P_n$  и  $P_{ос}$ ) и времени ( $t_{оп}$ ,  $t_n$ ,  $t_n$ ,  $t_d$  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 завода-изготовителя 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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

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 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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

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 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 ( $P_x$ ).

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

### 5.3 Контроль качества соединений трубопровода

К качеству сварных соединений предъявляются особые требования, целью которых является получение эксплуатационной надежности соединений, не уступающим 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 микро и макро неоднородности, 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 строительно-монтажных организаций и специальные, которые рекомендуются к использованию 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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

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;

- 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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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.

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 операционном 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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

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 пневматические 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.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



#### 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.

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, складироваемых 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.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

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.

#### 5.5 Состав работ и технологическая последовательность

1. Разработка основного грунта.
2. Устройство прямков и укрепление откосов.
3. Укладка трубопровода.
4. Присыпка трубопровода.
5. Промывка трубопровода.
6. Гидравлическое испытание.
7. Засыпка траншеи бульдозером.
8. Уплотнение грунта.
9. Хлорирование и промывка.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

## 5.6 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.

## 5.7 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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

климатология» глубину промерзания для г. Челябинска суглинки и глины принимаем 1,63.

$$h_{\min} = h_{\text{пр}} + 0,5, \quad (2)$$

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

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

Проектом предусмотрен водопровод из двух параллельных ПВХ труб диаметром 250 мм.

Размеры по дну траншеи:

- длина 100 м;
- ширина траншеи по низу – 2 м.

Для суглинка уклон траншеи принимаем 1:0,5 (63\*).

Объем траншеи определяется по формуле:

$$V_{\text{тр}} = S \cdot L, \quad (3)$$

где L – длина траншеи, м;

S – площадь траншеи, определяемая как площадь трапеции с высотой 2,13 м, с основаниями 2 м и 4,2 м при заданном откосе, м;

$$V_{\text{тр}} = (2 + 4,2) \cdot 0,5 \cdot 2,13 \cdot 100 = 660 \text{ м}^3.$$

Ручная подчистка дна траншеи.

Площадь ручной подчистки составит:

$$F = 100 \cdot 0,7 = 70 \text{ м}^2.$$

Устройство песчаного основания, толщиной 0,1 м.

Объем работ составит:

$$V_{\text{ос}} = 100 \cdot 0,7 \cdot 0,1 = 7 \text{ м}^3.$$

Присыпка трубопроводов слоем грунта на 0,3 м

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Объем присыпки составит:

$$V_{\text{пр}}=100 \cdot 1 \cdot 0,3=30 \text{ м}^3.$$

Обратная засыпка траншеи.

Объем обратной засыпки  $\text{м}^3$ , в уплотненном состоянии равен:

$$V_{\text{о.з.}} = V_{\text{тр}} - V_{\text{гр}}, \quad (4)$$

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

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

$$V_{\text{гр}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L \cdot 1,05, \quad (5)$$

где  $d$  – диаметр трубопровода, м;

$L$  – длина участка сети, м;

1,05 – коэффициент.

$$V_{\text{гр}} = \frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} \cdot 100 \cdot 1,05 \cdot 2 = 10 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{о.з.}} = 660 - 10 = 650 \text{ м}^3.$$

Полученные объемы работ представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Ведомость объемов работ

Наименование работ	Ед. измерения	Объем работ
1. Разработка грунта в траншее одноковшовым экскаватором, оборудованным обратной лопатой	100 $\text{м}^3$	6,60
2. Ручная подчистка дна траншеи	100 $\text{м}^2$	0,7
3. Устройство песчаного основания толщиной 0,1 м.	1 $\text{м}^3$ песка	7

4. Укладка труб в траншею	м	200
5. Соединение трубопроводов	1 стык	18
6. Присыпка трубопроводов слоем грунта 0,3 м	м <sup>3</sup>	30
7. Гидравлические испытания	м	200
8. Обратная засыпка	100 м <sup>3</sup>	6,5

Таблица 5.2 – Калькуляция трудовых затрат

Наименование работ	Ед. изм.	Н.Вр.	П. ЕНиРа	Объем работ	Трудоемкость	Кол-во машино-смен	Кол-во рабочих	Кол-во смен	Прод-сть
Разработка грунта в траншее одноковшовым экскаватором, оборудованным обратной лопатой	100 м <sup>3</sup>	2,5	Е2-1-13	6,60	2,56	7,68	3	1	2,3
Ручная подчистка дна траншеи	100 м <sup>2</sup>	0,9	Е2-1-47	0,7	1,4	-	3	1	0,1

Продолжение таблицы 5.2

Устройство песчаного основания толщиной 0,1 м.	1 м <sup>3</sup> песка	0,9	Е9-2-32	7	7,5	-	12	2	3,6
Укладка труб в траншею	м	0,02	Е9-2-8	200	3,33	3,3	12	1	23
Соединение трубопроводов	1 стык	0,32	Е9-1-4	18	3,5	-	9	3	4,3
Присыпка Трубопроводов слоем грунта 0,3 м	м <sup>3</sup>	0,9	Е2-1-58	30	6	-	9	2	12,3
Гидравлические испытания	м	0,12	Е9-2-9	200	0,3	1,5	3	2	2
Обратная засыпка	100 м <sup>3</sup>	0,9	Е2-1-34	6,5	0,5	2,22	6	13	0,4

### 5.8 Определение трудоемкостей и продолжительностей работ

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

Трудоемкость Т, чел-дн. определяется по формуле:

$$T = \frac{K_{\text{уср}} \cdot K_{\text{попр}} \cdot N_{\text{вр}} \cdot V}{C}, \quad (6)$$

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

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

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

$V$  – объем работ;

$C$  – продолжительность смены.

Продолжительность работ определяется по формуле:

$$\Pi = \frac{T}{m \cdot n}, \quad (7)$$

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.

### 5.9 Технологические схемы производства работ

Схему разработки грунта принимаем с движением экскаватора по верху забоя.

Ширина проходки при односторонней погрузке определяется по формуле:

$$B = \sqrt{R_{\max}^2 - L_n} + \left(R_T - \frac{b_k}{2} - 1\right), \quad (8)$$

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.

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

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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68



Таблица 5.3 – Характеристики Liebherr R 924

Двигатель	LIEBHERR D 924 T-E, диз.
Эксплуатационная мощность двигателя	112 кВт
Максимальный объем ковша	2,0 м <sup>3</sup>
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 <sup>2</sup>
Габариты в транспортном положении	9800 x 3000 x 3400 мм

Длинномер используется как транспорт для перевозки трубопровода на площадку складирования. Масса груза, необходимая для перевозки труб составляет 6,52 т., которую выбранный длинномер грузоподъемностью 30 т. сможет доставить на площадку складирования за 1 раз.

Таблица 5.4 – Технические характеристики volvo FH

Наименование показателя	Характеристика
Колесная формула	4×2
Грузоподъемность, кг	30 000
Объем платформы, куб. м.	8,5
Самосвальная платформа	с задним бортом,
Направление разгрузки	назад
Снаряженная масса автомобиля, кг	9 300
Полная масса автомобиля, кг	45 000
КПП	15, 10 ступеней
Подвеска	Рессорная

Продолжение таблицы 5.4

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.

Вес одного погонного метра полиэтиленовой трубы необходимого диаметра составляет 32,6 кг, трубы будут укладываться 10 м соответственно, вес укладываемой трубы в траншею составляет 326 кг, данная грузоподъемность обеспечивается на полном вылете стрелы трубоукладчика с запасом.

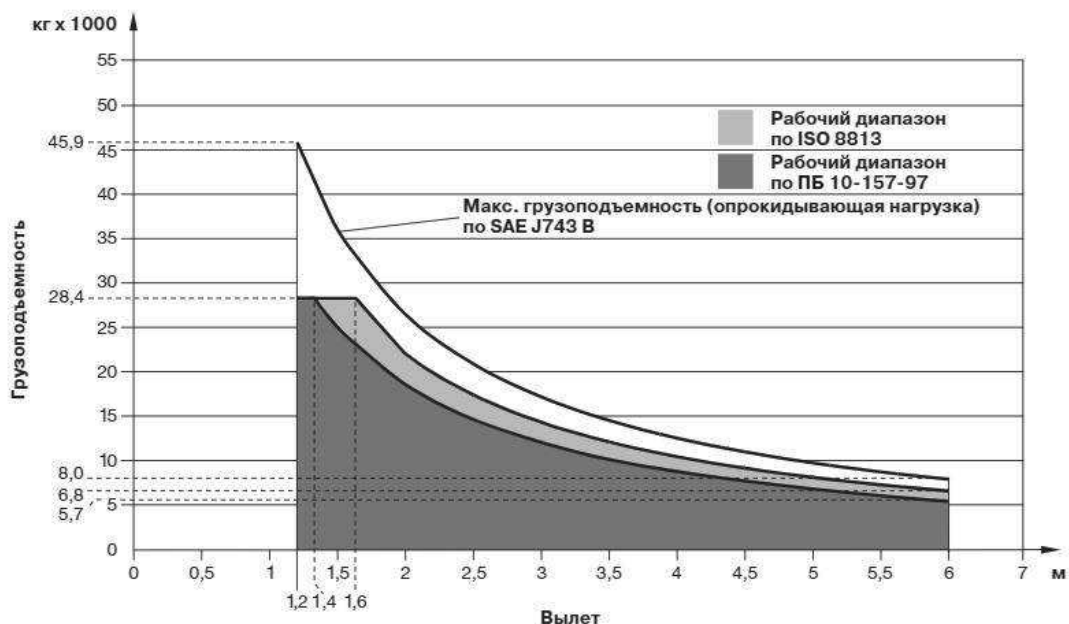


Рисунок 18 График зависимости грузоподъемности от вылета стрелы трубоукладчика Liebherr RL 64 Litronic

Таблица 5.5 – 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

Таблица 5.6 – 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 электродвигателя подстанции IP33 Класс 1	0,37кВт 3,5А 230В + 50Гц
Мощность электродвигателя торцевателя IP 20 Класс 1	0,65 кВт 3,2А 230В + 50Гц
Мощность нагревательного элемента IP 54 Класс 1	1кВт 4,3А 230В + 50Гц

Обратную засыпку и устройство насыпи осуществляем бульдозером

Таблица 5.7 – 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
Общая длина без навесного	5 280 мм
Общая длина с отвалом	7 022-7 549 мм

Продолжение таблицы 5.7

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 5.8 – 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
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.

#### 5.10 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.

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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

согласованных обязательств. Отношения между ними основываются исключительно на договорных условиях.

### 5.11 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 5.8.

Таблица 5.8 – 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

### 5.12 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.

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

### 5.14 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.*

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

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

### 5.15 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.

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

### 5.16 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:

$$R_o = R_p + B_{max} + P, \quad (9)$$

где  $R_p$  – максимальный рабочий вылет крюка, 5 м;

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

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76



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

$$R_o=5+6+4=15 \text{ м.}$$

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработана система водоснабжения цеха рыбозавода, Чебаркульского района Челябинской области.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Система водоснабжения цеха рыбозавода принята из поверхностного источника (река Караси).

Были рассчитаны расходы воды на участках исходя из этого были приняты диаметры труб и подобрано необходимое оборудование.

Рассчитаны объёмы земельных и монтажных работ, трудоёмкость и продолжительность строительства подобраны машины и механизмы, на основании чего разработан календарный график работ. Трубопровод укладывается методом отдельных труб, длиной 10 метров, трубоукладчиком Liebherr RL 64 Litronic.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ЕНиР сборник Е2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы. – М.: Стройиздат, 2008. – 134с.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. ЕНиР сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Выпуск – 2. Наружные сети и сооружения – М.: Стройиздат, 2009–95с.

3. ГОСТ 12.1.005 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» – М :Стандартинформ, 2017. – 75 с

4. СНиП 2.04.05-91\* «Отопление, вентиляция и кондиционирование» – М:Стандартинформ, 2017. – 65 с

5. СНиП 23-05-95\*(СП52.13330.20011) «Естественное и искусственное освещение»

6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественно-му и искусственному освещению жилых и общественных зданий» – М:Стандартинформ, 2017. – 29 с

7. ГОСТ12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» – М:Стандартинформ, 2017. – 37 с

8. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» – М:Стандартинформ, 2017. – 69 С.МДС 12-29.2006 Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты

9. СП 49.13330.2012 «Безопасность труда в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 12-03-2001. Часть 1»

10. СП 48.13330.2011 «Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12- 01-2004»

11. ГОСТ 16037-80 «Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры»

12. ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры»

13. РД 11-02-2006 «Требования к порядку и составу ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения»

14. Белецкий Б.Ф. Технология и механизация строительного производства: учебник. – 3-е изд. – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 752 с.

15. Данилкин М.С., Шубин А.А. Технология строительного производства: учеб. пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 505 с.

16. Руководство по строительству линейных сооружений – М., 2005.

17. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации / А.К. Перешивкин, А.А. Александров, Е.Д. Булынин [и др.]. – М.: Стройиздат, 1988. – 653 с.

18. СНиП2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения.– М.:Госстрой СССР, 1985 г. – 72 с.

19. Антоненко, И.В. Основы проектирования систем водоснабжения и водоотведения: учебное пособие/ И.В. Антоненко, В.И. Васильев, В.С. Сперанский. – Челябинск: ЮУрГУ, 2006. – 47 с.

20. [https://cable.ru/#tab\\_parameters](https://cable.ru/#tab_parameters) – характеристика насоса.

21. <http://www.biostock.ru/ochistnye-sooruzheniya/biofilt-matala.html> – характеристика биофильтра Matala

22. [http://voda.kr-company.ru/oborudovanie/sorbcionnoosvetlitelnaya\\_ochistka4/](http://voda.kr-company.ru/oborudovanie/sorbcionnoosvetlitelnaya_ochistka4/) – характеристика Аэрационная колонна

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.156	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		