

Министерство образования и науки 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»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Д.В. Ульрих

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Проект систем водоснабжения и водоотведения комплекса по  
обслуживанию населения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–08.03.01.2018.305-04.227 ПЗ ВКР

Консультанты:

Технология строит. пр-ва

В.Н. Кучин

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Руководитель проекта

С.Е. Денисов

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Автор проекта

студент группы АС-426

П.А. Мельников

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтролер

Е.В. Николаенко

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Челябинск

## АННОТАЦИЯ

Мельников П.А. Выпускная квалификационная работа «Проект систем водоснабжения и водоотведения комплекса по обслуживанию населения» – Челябинск: ЮУрГУ, АСИ - институт, 2018. – 73 с.– 6 листов ф.А1 – библи. 23 назв.

В выпускной квалификационной работе разработана система водоснабжения и водоотведения комплекса по обслуживанию населения.

В пояснительной записке приведены характеристики запроектированной системы водоснабжения и водоотведения, представлены основные расчеты по потребителям, подобрано оборудование для систем водоснабжения и водоотведения. Так же рассмотрены технология и организация производства работ по прокладке водопроводных сетей до места врезки в существующую сеть.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.227 ПЗ ВКР			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Зав. каф.	Ульрих				<b>Пояснительная записка к ВКР</b>	Стадия	Лист	Листов
Руковод.	Денисов					ВКР	6	75
Разработ	Мельников					ЮУрГУ (НИУ)		
Проверил	Денисов							

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	10
1.1 Климатическая характеристика строительной площадки.....	10
1.2 Геологическая характеристика строительной площадки.....	11
1.3 Гидрогеологическая характеристика строительной площадки.....	11
1.4 Техничко-экономическая характеристика площадки строительства.....	12
1.5 Технические условия и задачи проектирования систем водоснабжения и водоотведения.....	12
2 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТИПОВ И МАТЕРИАЛОВ ТРУБОПРОВОДОВ .....	14
2.1 Существующие типы и материалы трубопроводов .....	15
2.2 Полиэтиленовые трубопроводы .....	18
3 ПРОТИВОПОЖАРНЫЙ ВОДОПРОВОД.....	26
3.1 Системы противопожарного водопровода жилых и общественных зданий.....	26
3.2 Применяемая система пожаротушения.....	31
3.3 Противопожарные насосные установки повышения давления воды .....	32
4 ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ.....	37
4.1 Определение расчетных расходов воды и гидравлический расчет в системе водоснабжения.....	37
4.2 Описание применяемых трубопроводов в системе водоснабжения.....	47
4.3 Определение расчетных расходов воды и гидравлический расчет в системе водоотведения.....	48
4.4 Описание применяемых трубопроводов в системе водоотведения.....	50
5 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДА.....	56
5.1 Определение параметров траншеи.....	59
5.2 Подсчет объемов работ.....	60
5.3 Методы производства земляных и монтажных работ.....	61
5.4 Определение трудоемкостей и продолжительностей работ.....	64
5.5 Контроль качества.....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	73
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	74

## ВВЕДЕНИЕ

Снабжение различных потребителей водой в достаточном количестве, качество которой отвечает высоким требованиям действующих нормативных документов, отведение и очистка загрязненных вод с целью повторного или многократного использования или сброса в водоем имеют большое хозяйственное, техническое и социальное значение. Современные системы водоснабжения и канализации представляют собой сложные инженерные сооружения и устройства, обеспечивающие подачу воды потребителям, а также отвод и очистку сточных вод. Правильное решение инженерных задач по водоснабжению и водоотведению в значительной степени определяют высокий уровень благоустройства населенных пунктов, жилых, общественных и промышленных зданий, а также рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов и охрану окружающей среды от загрязнений.

Дальнейшее развитие систем водоснабжения и водоотведения связано с совершенствованием и созданием новых видов механического и электрического оборудования, разработкой и внедрением новых реагентов для обработки воды, средств автоматического контроля и регулирования, способов повышения надежности систем и сооружений, уменьшения их сметной стоимости.

Целью данной выпускной квалификационной работы является: разработка проекта водоснабжения и водоотведения комплекса по обслуживанию населения в городе Челябинск.

## 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Проектируемый комплекс по обслуживанию населения находится в Калининском районе города Челябинск. Участок, отведенный под строительство, площадью 0,1824 га расположен по улице Молодогвардейцев между улицами Братьев Кашириных и Университетская набережная. Участок ограничен с северной и восточной стороны 9-ти этажными домами, с юго-запада примыкает улица Молодогвардейцев. Участок треугольной формы, имеет ровный рельеф с небольшим понижением в южную сторону к реке Миасс. Через участок проектирования проходят инженерные сети -водопровод, ливневая канализация, кабель связи. На участке растут одиночные деревья – ива, карагач, береза.

### 1.1 Климатическая характеристика строительной площадки

По климатическому районированию территория г. Челябинск находится в строительно-климатическом районе 1В. Климат района умеренно-континентальный.

Климатические параметры холодного периода года: Зима достаточно холодная и снежная, наступает в ноябре и заканчивается в марте. Абсолютная минимальная температура воздуха зимой –  $-48^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность периода со среднесуточной температурой  $\leq 0^{\circ}\text{C}$  – 162 суток. Средняя температура воздуха со средней суточной температурой воздуха  $\leq 0^{\circ}\text{C}$  –  $-10,1^{\circ}\text{C}$ . Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – 78%.

Глубина промерзания грунта – 1,8-2 м.

Климатические параметры теплого периода года: Лето характеризуется теплой, нередко жаркой и сухой погодой, которая чередуется с дождливыми периодами. Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца –  $+24,1^{\circ}\text{C}$ . Абсолютная максимальная температура воздуха –  $+40^{\circ}\text{C}$ . Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца – 69%.

Количество осадков за ноябрь-март – 104 мм. Количество осадков за апрель-октябрь 435 мм. Территория относится к зоне достаточного увлажнения.

Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль – юго-западное. Преобладающее направление ветра за июнь-август – северо-западное. Среднегодовая скорость ветра около 3,5 – 4,5 м/сек., усиление ветра отмечается

весной и осенью. Число дней с ветром более 15 м/сек. в зависимости от защищенности места рельефом колеблется от 15 до 20 дней в год.

## 1.2 Геологическая характеристика строительной площадки

В результате проведенных работ в пределах площадки проектируемого строительства опасных физико-геологических и инженерно-геологических процессов и явлений не выявлено.

Геологические изыскания выполнены ООО «ЮжУралСтрой Изыскания».

Рельеф местности спокойный. Относительной отметке 0.000 м соответствует абсолютная отметка 218.00м в Балтийской системе высот.

В разрезе площадки выделены следующие инженерно–геологические элементы (ИГЭ):

Насыпные грунты (ИГЭ–1) – механическая смесь почвы, щебня, суглинка, шлака, дресвы, строительных отходов мощностью слоя 2,5-3 м.

Суглинки – серовато бурые (ИГЭ–2) –темно-серые, полутвердые с прослойками песка мощностью слоя 0,7-3,5 м.

Пески пылеватые (ИГЭ–3) –желто-серые, средней плотности, водонасыщенные, с глинистыми прослойками мощностью слоя 0,7-1,8 м

Пески гравелистые (ИГЭ–4) – желто-серые, средней плотности, водонасыщенные, с включением гальки кварца мощностью слоя 0,6-1,9 м

Гравийные грунты(ИГЭ–5) – желто-серые, водонасыщенные с песчаным заполнителем до 40%, с включением гальки и щебня кварца мощностью слоя 0,5-1,8м.

## 1.3 Гидрогеологическая характеристика строительной площадки

На основании геологических изысканий грунтовые подземные воды залегают на глубине 1,9-2,1 м. что соответствует абсолютной отметке 215,10 – 215,60 м Питание вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. Амплитуда сезонного колебания уровня грунтовых вод составит 1 м.

## 1.4 Техничко-экономическая характеристика площадки строительства

Объект: Комплекс по обслуживанию населения-2х этажное здание.

- Площадь застройки, м<sup>2</sup>- 630
- Площадь общая, м<sup>2</sup>-1142
- Строительный объем, м<sup>3</sup>-7560
- Площадь участка проектирования, м<sup>2</sup>-1824
- Площадь участка благоустройства, м<sup>2</sup>-2743
- Площадь озеленения, м<sup>2</sup>-130,5

## 1.5 Технические условия и задачи проектирования систем водоснабжения и водоотведения

### Технические условия

Согласно техническому заданию проектируемое здание оборудуется хозяйственно-питьевым и противопожарным водопроводом, бытовой канализацией. Водоснабжение комплекса должно быть предусмотрено от существующего городского водопровода диаметром 300мм. Точка врезки – проектируемый колодец ВК–1. Система водоснабжения обеспечивает хозяйственно-питьевые нужды рабочих и посетителей. Здание комплекса оборудовано объединенной системой хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода. Горячее водоснабжение осуществляется от водонагревателя, установленного в тепловом узле.

Согласно техническому заданию сброс хозяйственно-бытовых стоков происходит отдельным выпуском в канализационный перепадной колодец КК1, затем в существующие канализационные сети. Точка подключения – колодец КК на существующей городской сети.

Отвод поверхностных вод с территории организуется по лоткам проездов в существующую ливневую канализацию, проходящую по улице Молодогвардейцев. С крыши водоотведение воды осуществляется выводом на покрытие территории.

### Задачи проектирования

1. Для проектируемого комплекса по обслуживанию населения необходимо запроектировать объединенную систему хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения с учетом подключения от существующего городского водопровода диаметром 300 мм. Точка врезки – проектируемый колодец ВК-1.

2. Для проектируемого комплекса по обслуживанию населения необходимо запроектировать систему водоотведения с учетом подключения в существующие городские сети водоотведения. Точка подключения – колодец КК на существующей городской сети.

## 2 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТИПОВ И МАТЕРИАЛОВ ТРУБОПРОВОДОВ

Системы водоснабжения доставляют воду непосредственно в жилище человека. При этом возникают следующие проблемы: очистка и обеззараживание воды; доведение ее до состояния пригодной для питья человеком; исключение повторного загрязнения воды в процессе ее транспортировки продуктами коррозии, а также в результате подсоса грунтовых вод через неплотности. При несвоевременной замене трубопроводы, отслужившие срок эксплуатации, корродируют и через образовавшиеся отверстия вода поступает в грунт, вызывая повышение уровня грунтовых вод, которые, в свою очередь, способствуют коррозионному повреждению наружной поверхности трубопровода.

В системах водоотведения сточные воды собираются и по трубопроводам канализации и водостоков отводятся на очистные сооружения, и после соответствующей обработки сбрасываются в водоемы. Слабым местом



водоотводящих трубопроводов, в основном выполняемых из раструбных труб, являются раструбные соединения, разгерметизация которых происходит из-за недолговечных уплотнений и неравномерной просадки грунта. Поступление в грунт канализационных стоков создает опасность заражения грунтовых вод, а через них растений, животных и впоследствии людей.

Именно поэтому правильный выбор типа и материала трубопроводов играет очень важную роль в минимизации ущерба от указанных для трубопроводных систем негативных факторов.

Решение о применении каждого типа труб должно приниматься не только с учетом требований проекта, срока службы трубопровода и условий эксплуатации, но и с учетом реальных возможностей строительного-монтажных организаций.

## 2.1 Существующие типы и материалы трубопроводов

Для наружных сетей в настоящее время возможно применение труб из следующих материалов: полиэтилен (ПЭ), непластифицированный поливинилхлорид (НПВХ), полипропилен (ПП), высокопрочный чугун, стеклопластик, сталь, железобетон.

В таблице 1 приведены наиболее ярко выраженные преимущества и недостатки каждого из перечисленных типов труб [7].

Таблица 1 - Преимущества и недостатки различных типов труб

Материал трубопровода	Преимущества	Недостатки
Железобетон	<ul style="list-style-type: none"> <li>– достаточная прочность для укладки под автомобильными дорогами;</li> <li>– минимальная цена из всех альтернативных видов труб</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– наибольшая масса, максимальные затраты на транспортировку и монтаж;</li> <li>– газовая коррозия в процессе эксплуатации, низкая герметичность труб</li> </ul>
Стальные трубы	<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокая прочность и ремонтпригодность;</li> <li>– простота монтажа и демонтажа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокая стоимость, значительный вес 1 погонного метра трубы;</li> <li>– низкая коррозионная стойкость, большие отложения на внутренней поверхности труб;</li> </ul>

Продолжение таблицы 1

Материал трубопровода	Преимущества	Недостатки
Стеклопластиковые трубы	<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокая прочность, жесткость (модуль упругости) и срок эксплуатации;</li> <li>– стойкость к высоким температурам и агрессивным жидкостям одновременно;</li> <li>– меньшая стоимость по сравнению с чугунными трубами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– наибольшая хрупкость из всех видов труб;</li> <li>– высокие требования к грунту основания и грунту обратной засыпки;</li> <li>– значительное время ремонта при авариях, сложность монтажа</li> </ul>
Полипропиленовые трубы (напорные и безнапорные)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– стойкость к температурам и агрессивным жидкостям;</li> <li>– простая технология монтажа канализационных двухслойных гофрированных труб;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокая стоимость, особенно напорных видов труб со сборкой в раструб или на сварке встык;</li> <li>– большой коэффициент</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– наименьший вес погонного метра из всех типов канализационных труб</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>теплового расширения;</li> <li>– низкий модуль упругости, как следствие</li> <li>– значительные деформации поперечного сечения</li> </ul>
Высокопрочный чугун (ВЧШГ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– наибольший срок эксплуатации, высокая прочность и жесткость, минимальная хрупкость;</li> <li>– наличие большого количества фасонных частей и типоразмеров труб (до 3000 мм);</li> <li>– простота сборки и монтажа трубопровода, минимальные требования к грунту</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокая стоимость труб,</li> <li>– необходимость применения тяжелой строительной техники</li> </ul>

Окончание таблицы 1

Материал трубопровода	Преимущества	Недостатки
Непластифицированный поливинилхлорид	<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокая прочность и жесткость, минимальный вес из всех напорных видов труб;</li> <li>– простота сборки, наличие большого количества фитингов, невысокие требования к грунту;</li> <li>– долговременная стойкость к агрессивным веществам, отсутствие хрупкости;</li> <li>– наименьшая цена за погонный метр из всех видов труб</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– максимальный выпускаемый диаметр – 500 мм;</li> <li>– невысокая максимальная температура эксплуатации до 60° С</li> </ul>
Полиэтилен	<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокая прочность, небольшой вес, простота в эксплуатации и обслуживании;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокая стоимость труб как следствие большой зависимости от цен на сырье;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– возможность намотки труб в бухты и наибольшая скорость монтажа малых диаметров;</li> <li>– наличие больших диаметров раструбных канализационных труб (до 2000 мм)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– невысокая жесткость, сложность и энергозависимость при монтаже больших диаметров методом сварки</li> </ul>
--	---	---

### Срок эксплуатации и надежность материалов труб

Наибольший подтвержденный срок эксплуатации имеют чугунные трубы. Первые чугунные трубопроводы появились в России еще в 18 веке, и если до 1980-х годов это были трубы из серого чугуна (выпускаемые по ГОСТ 9583-75), то последние 20 лет начали применяться трубы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ), который обладает лучшими прочностными показателями по сравнению с серым чугуном, (за счет добавки в состав чугуна до 2% магния).

Трубы из НПВХ были изобретены в 30-х годах прошлого века фирмой BASF и предназначались в первую очередь, для химических производств, однако они хорошо зарекомендовали себя и для обычных водопроводных и канализационных сетей. Подтвержденный срок эксплуатации этих труб составляет не менее 50 лет. Результаты исследований датского концерна WAVIN показали, что на протяжении 30 лет свойства материала оставались неизменны. На сегодняшний день ПВХ является единственным полимером, для которого процессы старения изучены в реальных условиях, и срок эксплуатации определен не путем экстраполяции и расчетов, а на практике.

Трубы из полиэтилена начали эксплуатироваться в системах водоснабжения в 60-х годах прошлого века. В настоящее время на водопроводные трубы из полиэтилена действует ГОСТ 18599–2001. В России строительные нормы для

труб из пластмасс (СН 478) были введены в 1975 году, позже переизданы с изменениями в 1980–м году.

Применяемость материалов для наружных сетей, даже при одинаковой стоимости не будет определяться только сроком эксплуатации труб, это основной, но не решающий показатель. Важным фактором при выборе материала должна стать возможность правильного и быстрого монтажа трубопровода, без привлечения излишних механизмов и оборудования.

## 2.2 Полиэтиленовые трубопроводы

Полиэтиленовые трубы применяют для транспортировки различных жидких и газообразных веществ. В литературе можно встретить сокращенное обозначение: в русском варианте это ПЭ, в международном — PE или PE-X для сшитого полиэтилена.

Для изготовления полиэтиленовой трубы используется полиэтилен, прошедший специальную технологию — процедуру экструзии. Пройдя обработку давлением, простой полиэтиленовый материал образует сверхпрочное соединение, из которого и изготавливают полиэтиленовые трубы ПЭ.;

–По способу производства есть три вида труб из полиэтилена:

–высокого давления;

–низкого давления;

–из сшитого полиэтилена (часто красного цвета, так как в большинстве случаев используются для прокладки систем отопления и ГВС).

Для изготовления труб используется полиэтилен разной плотности. Обозначается плотность цифрами, которые стоят после аббревиатуры:

ПЭ32 — появился первым, имеет самую низкую плотность. Сегодня для производства труб практически не используется.

ПЭ63 — имеет довольно большое расстояние между цепочками молекул, из-за чего плохо переносит скачки давления, может ломаться. Область применения — внутренняя разводка в безнапорных системах (системы полива из бочки, [летний душ](#) и т.п.), изредка ставят в частных домах для разводки системы водоснабжения внутри дома. Из полимера этого типа могут делать канализационные системы.

ПЭ80 — имеет высокую прочность, может использоваться в системах холодного водоснабжения внутри дома и снаружи. При большой толщине стенки

могут использоваться для промышленных целей.

ПЭ100. На данный момент трубы из такого материала самые прочные, но и самые тяжелые. Применять можно в любых областях, для транспортировки жидкостей и газов под высоким давлением. Марки из сшитого полиэтилена плотностью 100, могут использоваться в разводке горячей воды и отопления.

В маркировке полимерных труб есть существенное отличие — указывается наружный диаметр. Но толщина стенки изменяется в больших пределах, так что внутренний диаметр приходится высчитывать — от наружного отнимать удвоенную толщину стенки.

ПЭ трубы производят в пяти вариациях — SDR9, SDR11, SDR13,6, SDR 17,21 и SDR 26. Маркировка указывает на степень устойчивости стенок к внутреннему давлению. Этот показатель равен отношению внешнего диаметра к толщине материала его стенки. Таким образом, получается, что, чем толще стенка изделия, тем меньше SDR, тем прочнее трубопровод.

### Монтаж полиэтиленовых трубопроводов

Соединения полимерных труб можно разделить на два типа:

–Неразъемные:

–произведенные сваркой встык с помощью сварочного инструмента;

–электромuffтовые;

–Разъемные:

–фланцевые;

–раструбные с эластичными уплотнителями.

Как правило, для трубопроводов, работающих под давлением, используют неразъемные соединения – сварку встык или muffтовую сварку, хотя нельзя сказать, что фланцевые соединения менее надежны. Разъемные виды соединений более подходят для безнапорных систем, в каждом же частном случае более подходящий способ соединения выбирается исходя из конкретных условий. Сварные и электросварные соединения, используемые для монтажа трубопроводов из полиэтиленовых труб, имеют высокую прочность, герметичны и стойки к внешним разрушающим воздействиям в процессе монтажа и эксплуатации.

Фитинги, как соединительная деталь трубопроводов, устанавливаются в

местах поворотов, переходов и разветвлений, соединяя звенья труб и обеспечивая надежное неразъемное и долговечное соединение. При помощи этих соединительных элементов: электрических муфт, литевых и сварных фитингов, труба запрессовывается намертво.

### Труба из полиэтилена высокого давления (ПВД)

Трубы из полиэтилена высокого давления представляют собой достаточно мягкий, но при этом крайне эластичный материал. Стоит обратить внимание на их химическую структуру: молекулы создают прочнейшую кристаллическую именно благодаря этому материал имеет столь высокий уровень эластичности, прочность при сжатии и растяжениях, устойчивость к механическим повреждениям.

Полиэтилен высокого давления – трехслойный материал, имеющий армирование из синтетической нити. Чаще всего трубы из него используют в конструкциях для подачи технической и питьевой воды, а также иных жидких средах, подающихся под давлением, не превышающим 3 МПа. Эти трубы можно закапывать в землю без специальной защиты, прокладывать в стенах и других закрытых конструкциях.

Главным составляющим в изделиях из ПВД является полиэтилен. Производится он по технологии экструзии, что делает продукцию из него экологичной. Сейчас на строительном рынке можно найти трубы с различным диаметром. Выпускаются трубы из ПВД в удобных бухтах, катушках или в виде прямых отрезков. Трубы из ПВД представлены на рисунке 1.

## Рисунок 1- Трубы из ПВД

Сейчас в России все трубы из полиэтилена производятся согласно государственному стандарту 18599-2011.

Помимо водопроводных систем, трубы ПВД нередко используют в качестве защитного футляра для силовых магистралей, что является показателем надежности и прочности данного материала. Полиэтилен высокого давления устойчив к механическим повреждениям даже при установке в стенах.

Однако, чаще всего полиэтиленовые изделия применяют для подачи жидкости на различные расстояния. Главным преимуществом этого материала является то, что питьевая вода не теряет своих качеств при транспортировке, внутренняя поверхность водопровода не покрывается отложениями, внешняя часть не пропускает внутрь системы никаких посторонних примесей и химических соединений и сама не выделяет их в транспортируемое вещество.

### Преимущества и недостатки материала

Трубы из полиэтилена высокого давления выгодно отличаются от других полимерных изделий целым рядом преимуществ. Главным плюсом данного



материала является полная устойчивость к коррозии и химическим веществам, что и стало основной причиной подобной популярности. При этом ПВД трубы имеют и другие преимущества:

–Низкий уровень теплопроводности, что значительно снижает потери тепла во время транспортировки жидкости. Помимо этого, за счет этого снижается количество конденсата, образующегося на внутренних стенках системы. Вода поступает к потребителю без изменений требуемой температуры.

–В той ситуации, если жидкость замерзла внутри конструкции, трубы не деформируются. Это стало возможным благодаря непревзойденной эластичности и гибкости. Материал расширяется в случае образования льда, а после размораживания возвращается в прежнее состояние.

–Небольшая масса конструкции позволяет установить водопроводную систему самостоятельно. К примеру, стальные трубы весят в 5-7 раз больше полимерных.

–Упругость труб из ПВД более низкая, что позволяет увеличить их устойчивость при гидравлических ударах.

–Помимо вышеперечисленных свойств, трубы из ПВД экологичны, имеют большой срок эксплуатации (более 50 лет) и обладают отличной шумоизоляцией, поэтому звук воды не будет слышен.

Однако, как и у любого другого сантехнического материала, у полиэтилена высокого давления есть свои недостатки. Рассмотрим минусы, которые есть у изделий из ПВД:

–Данный вид труб нельзя использовать при обустройстве системы противопожарного водовода.

–При обустройстве системы горячего водоснабжения и отопления существуют некоторые ограничения, которые необходимо тщательно соблюдать. При температуре транспортируемого вещества свыше 80 градусов Цельсия материал начинает деформироваться и становится очень мягким.

–Трубы невосприимчивы к ультрафиолетовому излучению, поэтому их нельзя оставлять на солнечном свете. При монтаже системы на открытом пространстве потребуется дополнительная изоляция. В том случае, если это не будет сделано, за пару лет труба может превратиться в пыль.

Труба из полиэтилена низкого давления(ПНД)

Трубы ПНД для канализации и водопровода изготавливают из Полиэтилена Низкого Давления методом непрерывного продавливания полимера через формующее отверстие в экструдере на молекулярном уровне. Благодаря этому материал приобретает особые свойства, позволяющие применять данные изделия в различных сферах.

Полиэтиленовая труба широко применяется для организации и реконструкции, бассейнов, водопадов, установок полива, колодцев, артезианских скважин и других гидросооружений. В коммунально-бытовой и промышленной сфере ПЭ трубопровод применяют для транспортировки различных видов газообразного и жидкого топлива.

Все изделия проходят строгий контроль качества по таким критериям:

состояние внутренней и внешней стенки. Поверхность должна быть идеально гладкой, за исключением малозаметных продольных полос и волн, допустимых стандартами;

торцевая, наружная и внутренняя поверхности не должны иметь трещин или каких-либо посторонних включений;

Специалисты советуют приобретать продукцию известных производителей, поскольку от ее качества зависит герметичность трубопровода.

#### Преимущества использования полиэтиленовых труб низкого давления

Сравнивая полиэтилен с другими материалами для изготовления оборудования для водоснабжения, он во многом превосходит асбест, чугун и сталь:

–гарантийный срок эксплуатации – 50 лет;

–разноразмерные бухты с трубками диаметром от 20 до 110 мм позволяют существенно ускорить и сэкономить на расходных материалах при монтаже длинного трубопровода;

–терморезисторные фитинги, применяемые для монтажа ПЭ изделий, ускоряет и упрощает их соединение друг с другом;

–обучение квалифицированных сварщиков работающих с полиэтиленом гораздо быстрее и легче, нежели специалистов работающих с металлом;

–водопроводные трубы ПНД можно многократно перемонтировать с малыми затратами. Их легко утилизировать и переработать;

–полиэтиленовую трубу можно установить внутрь старого водопровода, даже

не прибегая к его демонтажу.

У полиэтилена есть некоторые химические и физические свойства, которые делают привлекательными его потребительские качества:

–химическая нейтральность полиэтилена способствует его полной устойчивости к коррозии во время контакта с водой или другой более агрессивной средой;

–материал весит гораздо меньше, что существенно уменьшает его стоимость на производство и транспортировку;

–высокий уровень эластичности (линейное расширение до 7,5%) дает возможность выдержать не только небольшие подвижки грунта, но и землетрясения.

–безупречная гладкость внутренней поверхности позволяет использовать более тонкие трубы сохраняя те же гидравлические характеристики, что и более толстые стальные аналоги;

–из-за низкого модуля упругости полиэтилена существенно падает вероятность появления гидроударов, а также разрушения во время замерзания воды.

#### Недостатки использования:

–на открытой местности изделия ПНД не используются. Вернее, их можно использовать, но это приведет к быстрому разрушению материала стенок. Причиной является неустойчивость полиэтилена к ультрафиолетовым лучам. Поэтому трубы ПНД применяют или в закрытых помещениях, или под слоем земли, или внутри трубопроводов из других материалов;

–полиэтилен отрицательно реагирует на высокую температуру рабочей среды. Поэтому для трубопроводов горячего водоснабжения использовать его нельзя. Допустимая температура среды внутри труб рекомендована не более 45 градусов. Она кратковременно может повышаться до 60 градусов, но не более;

–механическая прочность труб ПНД невысока. Материал стенок может повреждаться заостренными твердыми предметами.

## 3 ПРОТИВОПОЖАРНЫЙ ВОДОПРОВОД

### 3.1 Системы противопожарного водопровода жилых и общественных зданий

Для жилых, общественных и административно-бытовых зданий, промышленных предприятий, а также для производственных и складских зданий проектируют внутренний противопожарный водопровод.

Внутренний противопожарный водопровод (ВПВ) - совокупность трубопроводов и технических средств, обеспечивающих подачу воды к пожарным кранам.

Требования к противопожарному водопроводу следующие:

- 1) подача к очагу пожара расчетного количества воды под давлением, обеспечивающего эффективное распределение воды над очагом пожара;
- 2) постоянная готовность к действию;
- 3) бесперебойность подачи воды к средствам пожаротушения;
- 4) надежность;
- 5) устойчивость к термическим и механическим воздействиям;
- 6) безопасность эксплуатации;
- 7) ремонтпригодность;
- 8) устойчивость при перезагрузках и чрезвычайных ситуациях (живучесть системы);
- 9) минимальные затраты на эксплуатацию, минимальная строительная стоимость.

В зависимости от пожароопасности и огнестойкости здания ВПВ устраивают отдельными или объединенными.

Систему противопожарного водопровода в зданиях, имеющих системы хозяйственно-питьевого или производственного водопровода, объединяют:

1) – хозяйственно-питьевой водопровод с противопожарным водопроводом – хозяйственно-противопожарный водопровод;

2)– производственный водопровод с противопожарным водопроводом – производственно-противопожарный водопровод.

Наиболее часто применяют объединенные хозяйственно-противопожарные сети в жилых, общественных, административных, производственных и других зданиях. Эти системы выгодны с гигиенической, экономической и эксплуатационной точек зрения.

Объединенную производственно-противопожарную систему устраивают реже в связи с тем, что производственная сеть менее разветвленная, чем хозяйственная, и часто работает в определенном режиме, нарушение которого недопустимо.

Раздельные противопожарные водопроводы проектируют в зданиях, в которых другие внутренние водопроводы либо отсутствуют, либо когда объединение с ними запрещено по качеству транспортируемой воды или нецелесообразно по технико-экономическим соображениям.

Противопожарные водопроводы в соответствии с [12] устраивают в жилых одно- и многосекционных зданиях высотой 12 этажей и более; общежитиях и гостиницах в четыре этажа и более; в зданиях учебных заведений; санаториях; домах отдыха; лечебных и детских учреждениях; магазинах и др. При объеме 5000 м<sup>3</sup> и более – в кинотеатрах, клубах, домах культуры.

В жилых зданиях высотой 12–16 этажей устраивают объединенный хозяйственно-противопожарный водопровод, а в зданиях высотой 17 этажей и более – раздельный противопожарный и хозяйственно-питьевой водопровод.

Гидростатическое давление в системе хозяйственно-противопожарного водопровода на отметке наиболее низко расположенного санитарно-технического прибора должно быть не более 0,45 МПа (45 м), для зданий, проектируемых в сложившейся застройке не более 0,6 МПа (60 м), на отметке наиболее высоко расположенных приборов – по паспортным данным этих приборов, а при отсутствии таких данных не менее 0,2 МПа.

В системе хозяйственно-противопожарного водопровода на время тушения пожара допускается повышать давление до 0,6 МПа а на отметке наиболее низко расположенного санитарно-технического прибора.

В двухзонной системе хозяйственно-противопожарного водопровода (в схемах с верхней разводкой трубопроводов), в которой пожарные стояки используются

для подачи воды на верхний этаж, гидростатическое давление не должно превышать 0,9 МПа на отметке наиболее низко расположенного санитарно-технического прибора.

При напорах, превышающих эти ограничения, между пожарным краном (клапаном) и соединительным патрубком устраивают диафрагму или регуляторы давления для снижения избыточных напоров.

По использованию технических средств подачи воды к очагу пожара противопожарные водопроводы подразделяются:

- 1) на простые (оборудованные пожарными кранами ручного действия);
- 2) полуавтоматические системы (дренчерные, или водяные завесы);
- 3) автоматические (спринклерные).

В объединенных системах противопожарного водоснабжения трубопроводы, предназначенные для подачи воды на пожаротушение, вводы и сети водопровода в подвалах, чердаках, технических этажах, противопожарные стояки и т.п., следует выполнять из металлических труб (кроме чугунных), а также из полимерных материалов, имеющих пожарный сертификат. Автономную систему противопожарного водоснабжения (вводы, сети, стояки) следует выполнять из металлических труб (кроме чугунных).

### Простые системы

Водоразборными приборами являются пожарные краны, состоящие из пожарного клапана Ø50 и Ø65 мм, рукава (шланга) того же диаметра длиной 10, 15, 20 м, металлического пожарного ствола (брандспойта) и быстросмыкающихся полугаек для соединения рукава со стволом и вентилем, с наконечником Ø13, 16 и 19 мм. На рисунке 2 изображен пожарный кран.

## Рисунок 2 – Пожарный кран

Пожарные краны размещают в шкафчиках с надписью ПК, в легкодоступных местах (на лестничных клетках, вестибюлях, коридорах, проходах), при этом их расположение не должно мешать эвакуации людей. Пожарные рукава укладывают внутри шкафчика на поворотную полку или наматывают на катушку, которая поворачивается на кронштейне.

В пожарных шкафах производственных, вспомогательных и общественных зданий следует размещать переносные огнетушители.

Число пожарных кранов в системе пожаротушения назначают с учетом орошения всех площадей помещений здания расчетным числом компактных струй.

Свободное давление у пожарных кранов должны обеспечивать получение компактных пожарных струй высотой, необходимой для тушения пожара в любое время суток в самой высокой и удаленной части помещения. Наименьшую высоту и радиус компактной части пожарной струи следует принимать равными высоте помещения, считая от пола до наивысшей точки перекрытия (покрытия), но не менее:

- 6 м – в жилых, общественных, производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий высотой до 50 м;
- 8 м – в жилых зданиях высотой свыше 50 м;
- 16 м – в общественных, производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий высотой свыше 50 м.

При определении мест размещения, числа пожарных стояков и пожарных кранов в зданиях необходимо учитывать следующее:

- в производственных и общественных зданиях при расчетном числе струй не менее трех, а в жилых зданиях – не менее двух на стояках допускается устанавливать спаренные пожарные краны;

- в жилых зданиях с коридорами длиной до 10 м при расчетном числе струй две – каждую точку помещения допускается орошать двумя струями, подаваемыми из одного пожарного стояка;

- в жилых зданиях с коридорами длиной более 10 м, а также в производственных и общественных зданиях при расчетном числе струй 2 и более, каждую точку помещения следует орошать двумя струями – по одной струе из двух соседних стояков (разных ПК).

Пожарные краны устанавливают на высоте 1,35 ( $\pm 0,15$ ) м над полом помещения, и размещают в пожарных шкафах, имеющих отверстия для проветривания. Спаренные ПК допускается устанавливать один над другим, при этом второй ПК должен быть установлен на высоте не менее 1 м от пола.

Внутренние сети противопожарного водопровода каждой зоны здания высотой 17 этажей и более должны иметь два выведенных наружу патрубка с соединительными головками диаметром 80 мм для подключения передвижной пожарной техники с установкой в здании обратного клапана и нормальной открытой опломбированной задвижки.

Число одновременно действующих пожарных кранов и рекомендуемые минимальные расходы воды приведены в [1]. Минимальный расход воды на одну струю нормируется 2,5 (Ø50) и 5,0 л/с (Ø65), а число одновременно действующих струй от 1 до 3, в зависимости от назначения, объема и высоты здания.

Запорная арматура, задвижки и вентили в системе пожаротушения аналогичны арматуре холодного водопровода. На противопожарных системах с сухотрубами, расположенных в неотапливаемых зданиях, запорную арматуру размещают в отапливаемых помещениях.



При количестве пожарных кранов менее 12 предусматривается один ввод в здание. При большем числе пожарных кранов делается не менее двух вводов.

Водопроводные сети систем с пожарными кранами при числе кранов более 12 кольцуются в горизонтальной плоскости. Возможна закольцовка вводами. При зонном водоснабжении следует предусматривать кольцевание каждой зоны по вертикали. Для резервного питания сети каждой зоны должны иметь два выведенных наружу патрубка диаметром 80 мм для присоединения рукавов пожарных автомашин с установкой обратного клапана и задвижки, управляемой снаружи.

Для ремонта участков сети предусматривается запорная арматура, так чтобы на каждом выключенном участке было не более 5 кранов на одном этаже и не более одного стояка в зданиях высотой более 50 м. При нормальной работе запорная арматура должна быть опломбирована в открытом состоянии.

### 3.2 Применяемая система пожаротушения

Система водоснабжения предусмотренная объединенная хоз-питьевая и противопожарная, с одним вводом водопровода от проектируемой наружной сети. Наружное пожаротушение здания объемом 8500м<sup>3</sup> предусмотрено от двух существующих пожарных гидрантов с расчетом 15л/с, расположенных на расстоянии до 50м от здания. Для внутреннего пожаротушения здания установлены пожарные краны, расположенные на этажах здания. На вводе устанавливается водомерный узел со счетчиком и электрической задвижкой на обводной линии для пропуска пожарного расхода, опломбированная в закрытом положении. Открытие задвижки автоматическое от кнопок, установленных у пожарных кранов. Замки пожарных кранов опломбированы в закрытом положении. Пожарные краны устанавливаются на высоте 1,35.

Внутреннее пожаротушение здания предусмотрено 1 струей расходом в 2,5 л/с.

Фактический напор сети водоснабжения 20 м, требуемый пожарный напор 24м. Для обеспечения необходимого напора при пожаре на первом этаже запроектирована установка повышения давления HYDRO MX D001 2CR20-2 с двумя насосами, одним рабочим и одним резервным.

Сеть тупиковая, с количеством пожарных кранов 6 шт. Время тушения пожара не более трех часов.

### 3.3 Противопожарные насосные установки повышения давления воды

Противопожарная насосная установка повышения давления воды - надёжное оборудование для пожаротушения очагов возгорания.

Она, как правило, представляет собой совокупность различного оборудования, состоящую из: нескольких насосов, подающего и выходного коллектора, накопительного бака, шкафа автоматики управления, трубопроводной арматуры (клапаны, задвижки и пр.), а так же датчиков давления и стрелочных манометров.

Основная задача такого оборудования – реализация алгоритма поддержания необходимого давления в напорном коллекторе, который обеспечивал бы оптимальный КПД за счёт регулировки частоты и автоматического включения в работу или отключения насосов. Возможно и совмещение функций водоснабжения и пожаротушения в одной установке.

С целью тушения пожара используются разные виды насосов. В зависимости от принципа действия, пожарный насос ПН может быть:

Объемным: поршневой; шестеренный; пластинчатый; водокольцевой.  
Динамическим: Струйный: газоструйный; водоструйный. Тангенциально-дисковый: вихревой; жидкостного трения; инерционный; клапанно-вибрационный.

Лопастный: осевой; центробежно-осевой; центробежный.

Современные системы борьбы с огнем должны быть надежными, эффективными, долговечными и легкими в управлении. Требования, предъявляемые к системам пожаротушения, содержатся в государственных нормативных документах, а деятельность по их монтажу лицензируется.

Современные здания и сооружения, как правило, оснащаются насосами и насосными установкам ведущих мировых производителей. Насосные агрегаты и установки, имеющие не только обязательный сертификат соответствия, но и один из зарубежных сертификатов пожарной безопасности, допустим, американский FM/UL (стандарт NFPA-20), немецкий VdS, английский LPCB и другие, а также разрешение Ростехнадзора, которое требуется для заводов и ТЭЦ, имеют самое широкое применение.

Требования предъявляемые к пожарным установкам

В случаях, когда вода подаётся на станцию из резервуаров, желательно располагать их выше уровня насосов. В этом варианте отпадает надобность установки систем забора воды. В тех, случаях, когда это невозможно, систем забора воды должно быть больше одной, причём все они должны быть независимы друг от друга.

Помещение, в котором находится насосная станция пожаротушения, должно быть отделено от здания огнеупорными перегородками и иметь собственный отдельный вход.

Ввиду того, что моноблочные насосные станции для пожаротушения используются не часто, они должны быть оборудованы надёжной системой запуска, даже после длительного простоя. Периодически необходимо проверять работоспособность противопожарной системы способом имитации пожара.

Системы пожаротушения, особенно первой и второй категорий надёжности должны быть запитаны электроэнергией двумя независимыми фидерами с автоматической системой переключения с одного на другой. Если это невозможно, вместо второго фидера устанавливается автономная электростанция, либо предусматривается привод насосов от двигателей внутреннего сгорания - генераторов.

Во избежание необходимости проведения профилактических работ, необходимо, чтобы детали и узлы контейнерных модульных пожарных насосных станций были выполнены из стойких нержавеющей сплавов. А ещё лучше, если они будут не металлическими, а, например, из прочного огнеупорного пластика..

Каждая насосная пожарная станция автоматического пожаротушения должна иметь сертификат пожарной безопасности.

#### Применяемая противопожарная установка повышения давления воды

Hydro MX D001 представляют собой комплектные насосные станции для дренчерных или гидрантных систем водяного пожаротушения. Установки Hydro MX соответствуют требованиям и имеют сертификат пожарной безопасности.

Перекачиваемые жидкости: используется вода, не содержащая примесей, способных оказать химическое или механическое воздействие на проточную часть установки Hydro MX и устройства автоматики.

В зависимости от модификации, Hydro MX может применяться в спринклерных и дренчерных системах водяного и пенного пожаротушения, а также в системах с гидрантами.

Среди объектов, защищаемых установками Hydro MX, могут быть:

- жилые здания различной этажности,
- магазины,
- производственные и складские помещения,
- объекты культурно-социального назначения и т.п.

Спецификации:

- Максимальная подача [м<sup>3</sup>/ч] 270
  - Максимальный напор [м] 150
  - Температура жидкости [°C] 0...+60
  - Температура окружающей среды [°C] 0...+40
  - Относительная влажность воздуха, не более [%] 95
  - Мощность электродвигателя [кВт] 1,1... 75
  - Скорость вращения вала двигателя [об/мин] 2900
  - Рабочее давление PN [бар] 16
  - Способ пуска электродвигателя: до 4,0 кВт включительно - прямой, свыше – «звезда-треугольник»
- Напряжение питания: 2 ввода по 3х380-415В, 50Гц.

#### Комплект поставки

Модификация D001 для дренчерных систем или пожарных кранов:

- Два пожарных насоса типа CR с комплектом принадлежностей
- Шкаф автоматики MX D001 и контрольно-измерительные приборы .Насосы и контрольно-измерительные приборы подключаются во время монтажа на площадке.

Управление установкой Hydro MX D001 осуществляется посредством шкафа управления пожарными насосами (ШУПН) типа Control MX D001, который обеспечивает выполнение следующих функций:

- автоматический пуск основного пожарного насоса со световой индикацией его работы или неисправности;
- автоматический пуск резервного пожарного насоса (со световой индикацией

его работы, а также световой и звуковой сигнализацией его неисправности) в случае отказа или невыхода основного пожарного насоса на режим в течение заданного времени\* ;

- световая индикация работы ШУПН в режиме автоматического пуска насосов;

- ручное отключение автоматического пуска пожарных насосов с сохранением возможности ручного пуска (со световой индикацией об отключении автоматического пуска пожарных насосов);

- автоматический пуск и отключение дренажного насоса со световой индикацией его работы (насос в комплект поставки не входит); автоматическое включение электропривода запорной арматуры со световой индикацией «задвижка открыта» и «задвижка неисправна» (в стандартную комплектацию входит управление одним приводом);

- ручное отключение звуковой сигнализации при сохранении световой индикации; отключение звуковой сигнализации отображается световой индикацией;

- формирование командного импульса на отключение хозяйственных насосов (насосы в комплект поставки не входят);

- автоматическое переключение ШУПН с основного ввода электроснабжения защищаемого объекта на резервный ввод при исчезновении напряжения на основном вводе и обратно при восстановлении напряжения на основном вводе без формирования ложных сигналов (со световой индикацией «напряжение подается на ввод 1», «напряжение подается на ввод 2», «работа от ввода 1», «работа от ввода 2»).

Рисунок 3 - Hydro MX D001

## 4 ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

4.1 Определение расчетных расходов воды и гидравлический расчет в системе водоснабжения

Определение расчетных расходов воды в системах холодного и горячего водоснабжения выполнено согласно [20].

На площадке строительства предусмотрено размещение здания комплекса по обслуживанию населения, автопарковки.

### Комплекс по обслуживанию населения

В здании предусмотрено 40 рабочих мест. Режим работы комплекса односменный.

На 1-ом этаже комплекса расположен пищеблок с одним обеденным залом для сотрудников и посетителей. Работа пищеблока предусмотрена на полуфабрикатах. Количество посадочных мест в пищеблоке – 20 . Режим работы пищеблока – односменный с 10:00 до 22:00. Количество условных блюд – 475 в смену. Форма обслуживания – через линию раздачи.

Таким образом имеется два вида потребителей воды: здание комплекса и пищеблок на 20 посадочных мест. Характеристика водопотребителей, согласно [20, приложение 3], приведена в таблице 3.

Согласно [20, приложение 3] в предприятиях общественного питания количество реализуемых блюд  $U$  в час следует определять по формуле:

$$U = 2,2 \cdot n \cdot m \quad (1)$$

$n$  – количество посадочных мест (20);

$m$  – количество посадок, принимаемых для столовых открытого типа.

$$U = 2,2 \cdot 20 \cdot 2 = 88 \quad \text{условных блюд в час.}$$

Из этого значения найдем количество условных блюд в сутки:

$$U_c = U \cdot k \cdot t \quad (2)$$

$k$ - коэф. часовой неравномерности (0,45);

$t$ - время работы столовой.

$$U_c = 88 \cdot 0,45 \cdot 12 = 475 \quad \text{условных блюд в сутки}$$

Таблица 3 – Характеристика потребителей воды в административном здании

Потребитель	Измеритель	Норма расхода воды, л, в час наибольшего водопотребления	Расход воды прибором, л/с (л/ч)
-------------	------------	--	---------------------------------

		общая $Q_{hr,u}^{tot}$	горячая $q_{hr,u}^h$	холодная я $q_{hr,u}^c$	общий $Q_o^{tot} (Q_{o,hr}^{tot})$	холодной или горячей $q_o^h, q_o^c$ $(q_{o,hr}^h, q_{o,hr}^c)$
Комплекс по обслуживанию населения	1 работающий (40 чел)	4	2	2	0,14 (80)	0,1 (60)
Пищеблок для приготовления пицци, реализуемой в обеденном зале	1 условное блюдо (475 усл. блюд)	12	4	8	0,3 (300)	0,2 (200)

Согласно [20, п. 3.4] вероятность действия санитарно – технических приборов определяется по формуле:

$$NP = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_o \cdot 3600} ,$$

(3)

$U$  – потребители воды;

$q_{hr,u}$  – норма расхода воды одним потребителем в час наибольшего водопотребления;

$q_o$  – расход воды прибором.

Тогда

$$NP_1^h = \frac{2 \cdot 40}{0,1 \cdot 3600} = 0,22 ; \tag{4}$$

$$NP_1^c = \frac{2 \cdot 40}{0,1 \cdot 3600} = 0,22 ;$$

$$NP_2^h = \frac{4 \cdot 88}{0,2 \cdot 3600} = 0,49 ;$$

$$NP_2^c = \frac{8 \cdot 330}{0,2 \cdot 3600} = 0,98 .$$



$$\sum_1^2 NP^h = 0,49 + 0,22 = 0,71 \rightarrow \alpha = 0,809 ; \quad (5)$$

$$\sum_1^2 NP^c = 0,22 + 0,98 = 1,20 \rightarrow \alpha = 1,9$$

Значение коэффициента  $\alpha$  определяется согласно [20, таблица 2, приложение 4].

Согласно [20, п. 3.2] для определения секундного расхода воды необходимо знать общее значение  $q_o$ , которое определяется по формуле:

$$q_o = \frac{\sum_1^i N_i P_i \cdot q_{o,i}}{\sum_1^i N_i P_i}, \quad (6)$$

$$q_o^h = \frac{0,22 \cdot 0,1 + 0,49 \cdot 0,2}{0,22 + 0,49} = 0,17 ;$$

$$q_o^c = \frac{0,22 \cdot 0,1 + 0,98 \cdot 0,2}{0,22 + 0,98} = 0,18$$

Согласно [20, п. 3.3] максимальный секунднй расход воды определяется по формуле:

$$q = 5 q_o \alpha \quad (7)$$

$$q^h = 5 \cdot 0,17 \cdot 0,809 = 0,69 \text{ л/с};$$

$$q^c = 5 \cdot 0,18 \cdot 1,9 = 1,7 \text{ л/с}.$$

Согласно [20, п. 3.7] для определения часового расхода необходимо определить значение  $NP_{hr}$  для каждого из потребителей по формуле:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_o}{q_{o,hr}} \quad (8)$$

Преобразуя формулу (3.5) получим:

$$NP_{hr,1}^h = \frac{3600 \cdot 0,22 \cdot 0,1}{60} = 1,32 \quad ;$$

$$NP_{hr,1}^c = \frac{3600 \cdot 0,18 \cdot 0,1}{60} = 1,32 \quad ;$$

$$NP_{hr,2}^h = \frac{3600 \cdot 0,49 \cdot 0,2}{200} = 1,764 \quad ;$$

$$NP_{hr,2}^c = \frac{3600 \cdot 0,98 \cdot 0,2}{200} = 3,53 \quad .$$

$$\sum_1^2 NP_{hr}^h = 1,32 + 1,764 = 3,084 \rightarrow \alpha_{hr} = 1,860 \quad ;$$

$$\sum_1^2 NP_{hr}^c = 1,32 + 3,53 = 4,85 \rightarrow \alpha_{hr} = 2,505 \quad .$$

Значение коэффициента  $\alpha_{hr}$  определяется согласно [20, таблица 2, приложение 4].

Так как водопотребители имеют разные значения  $q_{o,hr}$ , то необходимо определить усредненное значение часового расхода воды прибором по формуле:

$$q_{o,hr} = \frac{\sum_1^i N_i \cdot P_{hr,i} \cdot q_{o,hr,i}}{\sum_1^i N_i \cdot P_{hr,i}}$$

(9)

$$q_{o,hr}^h = \frac{1,32 \cdot 60 + 1,764 \cdot 200}{1,32 + 1,764} = 140,077 \quad \text{л/ч;}$$

$$q_{o,hr}^c = \frac{1,32 \cdot 60 + 3,53 \cdot 200}{1,32 + 3,53} = 161,9 \quad \text{л/ч.}$$

Максимальный часовой расход воды определяется по формуле:

$$q_{hr} = 0,005 \cdot q_{o,hr} \cdot \alpha_{hr} \quad (10)$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 140 \cdot 1,86 = 1,36 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot 161,9 \cdot 2,5 = 2,08 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Суточный расход воды определяется по формуле:

$$q_u = \sum_1^i \frac{U_i q_u}{1000},$$

(11)

$$q_{uh} = 2,18 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$q_{uc} = 4,16 \text{ м}^3/\text{сут};$$

Таблица 4 – Водопотребители

Наименование	Количество потребителей	Количество санитарных	Часовая норма расхода $q_{hr}$	Расход воды прибором, $q_{0,л}$	$q_{0,л}$	ход воды прибором, NR	$\alpha$	Секундный расход, $q$ , л/с	$N$	$\alpha_{hr}$	$\frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ $q_{hr}$	$\text{м}^3$ Суточный расход,
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кафе												
Горячая	20	4	4	0,2	200	0,4 9	0,62	0,62	1,7 64	0,79	0,79	1,9
Холодная	20	4	9	0,2	200	0,9 8	1,3	1,3	3,5 3	0,8	0,8	3,8
Магазин промтоваров												

Горячая	40	7	2	0,1	60	0,2 2	0,23 9	0,11	1,3 2	1,33	0,66 5	0,2 8
Холодная	40	11	2	0,1	60	0,2 2	0,8	0,4	1,3 2	1,1	0,55	0,3 6
Для здания в целом												
Горячая	60	11		0,17	140	0,7 1	0,80 9	0,69	3,0 84	1,86	1,36	2,1 8
Холодная	60	15		0,18	161, 9	1,2	1,9	1,7	4,8 5	2,50 5	2,08	4,1 6

### Гидравлический расчет системы холодного водоснабжения

Гидравлический расчёт выполняется для системы холодного водоснабжения [20]. Устанавливается расчётное направление от ввода до наиболее удалённой и высокорасположенной водоразборной точки, вычерчивается расчётная схема. Расчет сети производится на максимальную нагрузку системы, т.е. на момент наибольшего водопотребления при условии обеспечения требуемого напора. Гидравлический расчет сетей водопроводов холодной воды необходимо производить по максимальным секундным расходам воды.

Таблица 5 - Гидравлический расчет внутренней сети холодного водоснабжения при пожаре

№ уч.	N	N·P	$\alpha$	$q_0^c$ л/с	q, л/с	d <sub>y</sub> , мм	v, м/с	1000i	l, м	$\sum H$ , м
СТ В1-2	3				2,6	50	1,22	74,9	7,5	0,56
Ст В1-3	3				2,6	50	1,22	74,9	7,5	0,56
М 2-3	6				2,6	50	1,22	74,9	15	1,12

Суммарные потери по расчетному направлению: 2,24 м

Таблица 6 - Гидравлический расчет внутренней сети холодного водоснабжения при обычном режиме работы

В1-1	15	1,2	1,9	0,18	1,7	50	0,8	34	8,25	0,28
------	----	-----	-----	------	-----	----	-----	----	------	------

М 2-1	15	1,2	1,9	0,18	1,7	50	0,8	34	9	0,31
-------	----	-----	-----	------	-----	----	-----	----	---	------

Суммарные потери по расчетному направлению: 0,59 м

Таблица 7 - Наружный трубопровод

Участок	Расход, л/с	Диаметр трубопровода, мм
ВК1-ввод	15	100

Расчет напора сети холодного водоснабжения при обычном режиме работы

Требуемый напор  $H_{тр}$  для подачи воды к наиболее удаленному и высоко расположенному прибору определяется по формуле:

$$H_{тр} = H_{geom} + H_{l,tot} + H_{lm,tot} + H_f + H_{вод}, \quad (12)$$

где  $H_{geom}$  - геометрическая высота подачи воды от оси ввода при присоединении к городскому водопроводу до расчетного санитарно-технического прибора, 11,7 м;

$H_{l,tot}$  - сумма потерь напора по расчетному направлению, 0,59 м;

$H_{lm,tot}$  - сумма местных потерь напора в сети хозяйственно-питьевого водопровода, определяется по формуле:

$$H_{lm,tot} = 0,3 * H_{l,tot}$$

$$H_{lm,tot} = 0,3 * 0,59 = 0,2 \text{ м}$$

$H_{вод}$  – потери в водомере

$$H_{вод} = S * q^2$$

$$H_{вод} = 0,6 \text{ м}$$

$H_f$  - свободный напор у диктующего прибора, равный 2 м.

$$H_{тр} = 11,7 + 0,59 + 0,2 + 2 + 0,6 = 15 \text{ м}$$

Так как гарантийный напор 20м, а требуемый 15 ,то повысительной установки для хозяйственно бытового водоснабжения не требуется.

### Расчет необходимого напора сети для пожарных нужд

Требуемый напор  $H_{тр}$  для подачи воды к наиболее удаленному и высоко расположенному прибору определяется по формуле:

$$H_{тр} = H_{geom} + \sum_{hn}^{+i} i \cdot H_{фпк}, \quad (13)$$

$H_{geom}$ -геометрическая высота подачи воды от ввода до диктующего пожарного крана, 12м

$H_{фпк}$  - рабочий напор у диктующего пожарного крана, 10м

$\sum_{hn}^{-i} i$  сумма потерь напора по длине расчетного направления, 2,2 м

$$H_{тр} = 12 + 10 + 2,2 = 24,2 \text{ м}$$

Так как гарантийный напор 20м, а требуемый 24,2 то требуется повысительная установка для пожарных нужд.

Рассчитаем расчетный напор, недостающий до требуемого:

$$H_p = H_{тр} - H_{гар}$$

(14)

$$H_p = 24,2 - 20 = 4,2 \text{ м}$$

Для данного расчетного напора подбираем насосную установку HYDRO MX D001 2CR20-2 с двумя насосами, одним рабочим и одним резервным

Таблица 8 - Гидравлический расчёт горячего водоснабжения

№ уч.	N	N·P	$\alpha$	$q_0^c$ л/с	q, л/с	$d_y$ , мм	v, м/с	1000i	l, м	$\sum H$ , м
ТЗ-1	11	0,71	0,809	0,17	0,69	25	1,31	209,6	8,25	1,73
М1-1	11	0,71	0,809	0,17	0,69	25	1,31	209,6	9	1,8

Суммарные потери по расчетному направлению: 3,5 м

Требуемый напор  $H_{mp}$  для подачи воды к наиболее удаленному и высокорасположенному прибору определяется по формуле:

$$H_{tr} = H_{geom} + H_{l,tot} + H_{lm,to}$$

где  $H_{geom}$  - оси ввода при присоединении к городскому водопроводу до расчетного санитарно-технического прибора; 11,7 м

$H_{l,tot}$  - сумма  $H_{mp}^n$  отерь напора по расчетному направлению, 3,5 м;

$H_{lm,tot}$  - сумма местных потерь напора в сети хозяйственно-питьевого водопровода, определяется по формуле:

$$H_{lm,tot} = 0,3 * H_{l,tot}$$

$$H_{lm,tot} = 0,3 * 3,5 = 1 \text{ м}$$

$H_{вод}$  – потери в водомере, 0,6 м

$H_{f.}$  - свободный напор у диктующего прибора, равный 2 м:

$$H_{mp} = 11,7 + 3,5 + 1 + 2 + 0,6 = 18,8 \text{ м}$$

Так как гарантийный напор 20м, а требуемый 18,8 то повысительной установки не требуется.

#### 4.2 Описание применяемых трубопроводов в системе водоснабжения

Для внутренней сети водопровода применяем стальные водогазопроводные трубы.

Для наружной сети водопровода применяем напорные полиэтиленовые трубы ПЭ 100 SDR 17 наружным диаметром 110 мм.

Трубы ПЭ 100 SDR 17 подходят для прокладки в траншею. Не используется для прокладки методом ГНБ (горизонтально направленного бурения) и прокола. Для водоснабжения, труба прокладывается ниже уровня промерзания грунта.

Труба ПЭ-100 SDR 17 110x6.6 мм (питьевая) ГОСТ 18599-2001

#### Технические характеристики трубы

Предназначена: для питьевой воды

Давление: 10 атм

Диаметр наружный: 110 мм

Толщина стенки: 6.6 мм

Вес 1 метра в кг: 2.16

#### Рисунок 4 – Труба ПЭ-100 SDR 17

Качественная труба пнд sdr 17 изготавливается из полиэтилена низкого давления. Данный вид пластиковых труб способен выдерживать давление до 10 атмосфер. Труба полиэтиленовая sdr 17 – считается классическим изделием со средними показателями по прочности и идеально подходит для использования в небольших домах (5-9 этажей) в качестве основной водонесной трубы.

#### Технология изготовления

Труба полиэтиленовая sdr 17 производится по очень простой и понятной технологии, что и позволяет поддерживать демократичную цену. Полиэтилен разогревается до высокой температуры и под низким давлением проходит через специальную форму. В результате этого образуется качественное изделие с плотными стенками без всяких внутренних изъянов. Благодаря элементарному производству, труба пнд sdr 17 имеет низкую цену, что и сделало их распространение повсеместным.

#### Сферы применения

Как правило, данный вид пластиковых труб применяется в качестве водопроводных артерий и канализационных отводов в многоквартирных домах. По соотношению «цена/качества» этот вид не имеет конкурентов.

#### 4.3 Определение расчетных расходов и гидравлический расчет системы водоотведения



Определение расчетных расходов стоков в системе водоотведения выполнено согласно [20].

### Административное здание

Согласно [20, п. 3.5] количество сточных вод  $q^s$  при  $q^{tot} < 8$  л/с определяется по формуле:

$$q^s = q^{tot} + q_o^s \quad (15)$$

где  $q_o^s$  – расход стоков от санитарно – технического прибора, л/с, принимаемый согласно [20, приложение 2], для унитаза со смывным бачком:

$$q_o^s = 1,6 \text{ л/с.}$$

$$q^s = 2,39 + 1,6 = 3,99 \text{ л/с.}$$

(16) Количество сточных вод  $q_{hr}^s = q_{hr}^{tot}$ .

$$q_{hr}^s = 3,44 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Количество сточных вод  $q_u^s = q_u^{tot}$ .

$$q_u^s = 6,34 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Таблица 9 - Гидравлический расчет внутренней сети водоотведения бытовых сточных вод

№ участка	N	P	N·P	$\alpha$	$q_o^{tot}$ , л/с	$q = 5q_o \cdot \alpha$ л/с	$q^s$	$d_y$ , мм	V, м/с	i	L, м	h/d
K1-1	16	0,15	2,5	2,39	0,2	2,39	3,99	100	0,91	0,02	11,5	0,55

Таблица 10 - Наружный трубопровод

Участок	Расход, л/с	Диаметр трубопровода, мм
КК1-вывод	3,99	100

#### 4.4 Описание применяемых трубопроводов в системе водоотведения

Для внутренней сети водоотведения применяются полипропиленовые трубы.

Для наружной сети водоотведения применяются трубы “Корсис”

Для производства труб “КОРСИС” используется полиэтилен высокой плотности, имеющий более высокий модуль упругости и высокую стойкость к растрескиванию под воздействием возникающих в стенке трубы напряжений и возможного воздействия транспортируемых поверхностно–активных веществ.

Стойкость полиэтиленовых труб к растрескиванию оценивают путем испытания труб на стойкость к внутреннему давлению при температуре 80°С при контрольном измерении 165 часов для напряжения в стенке трубы 3,9 МПа и 1000 часов – для напряжения 2,8 МПа. Эти контрольные уровни параметров испытаний близки к уровням, предписанным для напорных труб, и обеспечивают надежную эксплуатацию канализационных труб в течение принятого срока эксплуатации – 50 лет.

## Рисунок 5 – Двухслойные полиэтиленовые трубы “КОРСИС”

Для защиты наружного слоя труб от атмосферного воздействия в процессе хранения, в первую очередь, от ультрафиолетового излучения, используют композиции полиэтилена, содержащие 2–2,5% сажи, являющейся высокоэффективным светостабилизатором. В случае изготовления внутреннего слоя натурального или белого цвета в полиэтилен вводятся химические светостабилизаторы.

Полиэтилен стоек к подавляющему большинству химических реагентов, в том числе при повышенной температуре транспортируемой среды.

Сопротивление истиранию и эрозионная стойкость материала трубы, как с точки зрения механизмов воздействия абразива, так и положительной оценки экспериментальных результатов, является важным параметром при проектировании и долговременной эксплуатации трубопроводов, перемещающих жидкости с большим содержанием абразивных частиц.

Эксперименты по оценке абразивного воздействия на системы ливневой или сточной канализации проводились с разными жидкостями и в различных условиях, и потому их результаты зачастую не сопоставимы друг с другом. Испытания обычно проводятся по двум направлениям: по количеству материала, изношенного трением за определенный период времени, и по времени, за которое происходит разрушение стандартной трубы. В канализационных системах

абразивное истирание происходит, в основном, в нижнем сегменте трубы. Абразивное истирание возникает вследствие трения, перекачки или срезания перемещающимися абразивными частицами, турбулентности или ударов и сильнее в случае твердых, острых и неровных частиц.

Полиэтилен при прочих равных условиях демонстрирует более высокое сопротивление истиранию по сравнению с другими материалами, что было практически доказано во время испытаний, проведенных Институтом пластических масс в Дармштадте (Германия), а также подтверждено примерами работающих (действующих) трубопроводов, транспортирующих абразивные жидкие среды.

Система двухслойных профилированных труб и фитингов “КОРСИС” из полиэтилена может эксплуатироваться в следующих рабочих тепловых режимах: для труб диаметром до 200 мм включительно рабочая температура должна составлять до 45°C, для труб большего диаметра – до 35°C, кратковременно до 80°C.

Расширение может являться существенным фактором, влияющим на условия прокладки, так как допущенные во время монтажа и засыпки ошибки могут привести к дополнительной нагрузке и деформации трубы или смещению и разгерметизации трубных соединений.

Таким образом, при прокладке и обратной засыпке трубопроводов необходимо постоянно учитывать эффект теплового расширения. Однако надо отметить, что профилированная труба, как правило, имеет более низкий показатель линейного расширения по сравнению с обычной напорной полиэтиленовой трубой.

С целью проверки поведения профилированной трубы при температурном расширении она была подвергнута нескольким лабораторным испытаниям. Образцы выдерживались при температуре от -10°C до +70°C, и их длина сравнивалась с показателями, полученными при температуре окружающей среды на обычной напорной полиэтиленовой трубе той же длины, того же диаметра и из того же материала. Показатель теплового расширения образца из профилированной трубы был на 50% ниже аналогичного показателя обычной напорной полиэтиленовой трубы.

Также проводились испытания для проверки температурного изменения наружного диаметра. В диапазоне температур от -10°C до +70°C как продольное, так и поперечное изменение геометрических размеров трубы “КОРСИС” не

превышало  $\pm 0,5\%$ . Таким образом, система труб “КОРСИС” значительно меньше подвержена влиянию изменения температурных условий, чем обычная напорная полиэтиленовая труба.

Конструкция трубы приведена на рисунке 6.

Благодаря использованию современных разработок, труба “КОРСИС” имеет специальный профиль с «двухарочной» формой гофра. Профиль труб “КОРСИС” приведен на рисунке 7.

Рисунок 6 – Конструкция трубы “КОРСИС”

Рисунок 7 – Профиль двухслойной профилированной трубы “КОРСИС”

Трубы изготавливаются следующих видов:

- труба без раструба;

– труба с приваренным раструбом под соединение с уплотнительным кольцом из эластомера.

Трубы выпускаются в прямых отрезках длиной 6 и 12 метров, предельное отклонение длины от номинальной не более 1%. Допускается по согласованию с потребителем изготовление труб другой длины.

Трубы “КОРСИС” различных классов кольцевой жесткости различаются только толщиной внешней гофрированной стенки, в отличие от труб других производителей, где это происходит за счет изменения высоты или шага гофров.

Используемое оборудование обеспечивает постоянную величину внутреннего и наружного диаметров, что позволяет производить гидравлические расчеты без учета различных классов кольцевой жесткости и обеспечивает стабильное соединение с использованием стандартных муфт для труб всех классов жесткости.

При рассмотрении проблемы прочности на растяжение необходимо учитывать, что трубы могут подвергаться воздействию осевых усилий, возникающих при укладке вследствие колебаний температуры. Особенно это относится к трубам с фиксированными или сварными соединениями. В то же время конструктивные особенности труб “КОРСИС” обеспечивают постоянную продольную прочность, и нормативные документы на эти трубы не предусматривают дополнительных требований.

### Особенности монтажа

Труба “КОРСИС” предназначена для подземной прокладки на глубине до 15 м. При этом минимальная глубина заложения должна составлять не менее 1 м. Следует помнить, что правильный подбор материала для засыпки траншеи очень важен: его гранулометрический состав должен быть таким, чтобы размер частиц засыпного материала не превосходил ширину впадины между гофрами профиля (табл.1). Необходимо также стремиться тщательно и послойно уплотнять грунт. Высокая степень его уплотнения обеспечивает устойчивость труб к нагрузкам.

Соединение с помощью соединительной муфты и уплотнительного кольца. Уплотнительное кольцо устанавливается в паз первого (для труб диаметром 250-1200 мм) или второго (для труб диаметром 125-200 мм) рифления.

Соединение при помощи сварки встык

Трубы КОРСИС, при обоснованной необходимости, можно соединять с помощью стыковой сварки. При этом используются те же сварочные машины и техника проведения работ, что и при сварке обычных полиэтиленовых труб. Режим сварки (время и давление) устанавливаются исходя из толщины свариваемых стенок.

## 5 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

### Прокладка наружного водопровода

Согласно техническому заданию водоснабжение комплекса зданий должно быть предусмотрено от существующего городского водопровода (условный

диаметр 300мм). Точка врезки – проектируемая камера ВК–1. Наружные сети водопровода выполнены из полиэтиленовых труб диаметром 100 мм.

В данном разделе приведена технология прокладки трубопровода от камеры ВК–1 до ввода в здание из напорных полиэтиленовых питьевых труб низкого давления марки ПЭ100 SDR17 диаметром 100 мм и толщиной стенок 6,6 мм.

Длина трассы трубопровода  $L_{тр} = 49$  м с уклоном 0,01 по направлению к выпуску.

Укладка пластмассовых трубопроводов в траншею выполняется по трассовой схеме организации сварочно–монтажных работ. При трассовой схеме трубы раскладывают вдоль траншеи и сваривают с применением передвижных сварочных установок в непрерывную нитку методом наращивания.

Перед укладкой трубы тщательно осматривают и отбраковывают.

При прокладке наружных водопроводов из ПНД основным способом соединения труб является их сварка нагревательным инструментом встык.

Сварка полиэтиленовых труб осуществляется встык (стыковая). При сварке труб особо следует обращать внимание на наружный диаметр труб и их эллипсность (овальность). При стыковой сварке максимальное несоответствие кромок не должно превышать 10 % толщины стенки.

Контактная сварка труб осуществляется в такой последовательности:

– установка и центрирование труб в зажимном центрирующем приспособлении;

– торцовка труб и обезжиривание торцов;

– нагрев и оплавление свариваемых поверхностей;

– удаление сварочного нагревателя;

– соединение разогретых свариваемых торцов труб под давлением (осадка);

– охлаждение сварного шва под осевой нагрузкой.

Для получения прочных и качественных стыков труб необходимо строго соблюдать основные параметры сварки – температуру и продолжительность нагрева, глубину оплавления, контактное давление при оплавлении и осадке.

Машины для стыковой сварки полиэтиленовых труб имеют несколько составных частей — независимых друг от друга и готовых к работе агрегатов:

**ЦЕНТРАТОР** (базовый элемент машины) – станина с четырьмя металлическими зажимами для фиксации труб и соединительных деталей. Два из



них подвижны (подвижный суп-порт) и два неподвижно укреплены на направляющих.

**ТОРЦЕВАТЕЛЬ** – дисковое устройство, снабженное электродвигателем для механической обработки (торцевания) концов свариваемых труб и соединительных деталей. Торцеватель имеет крепление к направляющим сварочного аппарата для удержания при обработке. **НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ (СВАРОЧНОЕ ЗЕРКАЛО)** – служит для нагрева и оплавления свариваемых поверхностей труб и соединительных деталей. Его стороны, контактирующие с свариваемыми поверхностями покрыты тефлоном для предотвращения прилипания полиэтилена. Нагревательный элемент снабжен встроенным термометром.

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД** – обеспечивает постоянный уровень давления, необходимого для работы сварочной машины с возможностью ее точной регулировки на всех стадиях процесса сварки. Давление автоматически поддерживается во время

**РЕДУКЦИОННЫЕ ВКЛАДЫШИ** – набор вставных полуколец для сварки труб различного диаметра в пределах заявленных изготовителем размеров труб, свариваемых данной моделью сварочной машины. Вкладыши поставляются опционально или входят в основной комплект поставки.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК РЕГИСТРАЦИИ (УПРАВЛЕНИЯ)** – поставляется опционально для машин высокой степени автоматизации.

На рис.8 показана используемая машина для стыковой сварки PRO AQUA АК160. Технические характеристики и комплектация:

Для сварки ПЭ, ПП труб диаметром от 40 до 160 мм;

Диапазон толщины стенок свариваемых труб 1,8 — 15,1 мм;

Нагревательный элемент 220В — 1500Вт с электронным или термостатическим регулятором температуры;

Торцеватель с электроприводом 220 В — 750 Вт;

Механическая регулировка давления, центратор с механическим приводом;

Используется один комплект сварочного зеркала для всего диапазона размеров свариваемых труб;

Зажимные вкладыши: 40 — 50 — 63 — 75 — 90 — 110 — 125 — 140 — 160 мм;

Вес аппарата 50 кг.

## Рисунок 8 – Сварочный аппарат

### 5.1 Определение параметров траншеи

Наружный диаметр трубопровода  $D = 110$  мм.

Глубина заложения труб  $h_{тр}$  считая до низа, должна быть на 0,5 м больше расчетной глубины проникания в грунт нулевой температуры. Нормативная глубина сезонного промерзания для города Челябинска – 2,0 м. Тогда  $h_{тр} = 2,5$  м.

Крутизна откосов при глубине выемки 2,5 м для грунтов согласно составляет 1:0,5 (коэффициент откоса  $m = 0,5$ ).

Монтаж трубопровода принимаем отдельными трубами.

Тогда минимальная ширина траншеи  $b$  по дну будет равна:

$$\begin{aligned} b &= D + 0,4 * 2 \\ b &= 0,9 \end{aligned} \quad (17)$$

Глубина траншеи составит:

$$h'_{mp} = 2,5$$

Ширина траншеи поверху  $B$  составит:

$$\begin{aligned} B &= b + 2 \cdot h'_{mp} \cdot m \\ B &= 0,9 + 2 \cdot 2,5 \cdot 0,5 = 3,4 \text{ м.} \end{aligned} \quad (18)$$

Грунт из траншеи выгружается в рядом расположенную насыпь. Часть грунта вывозится, а часть идет на обратную засыпку траншеи.

Допустимое расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайших опор машины принимаем равным 1,75 м согласно.

При устройстве стыков в сборном трубопроводе необходимо устраивать приемки. Размеры приемков определяются согласно:

- длина приемка: 0,6 м;
- ширина приемка:  $D + 0,5 = 0,11 + 0,5 = 0,61$  м;
- глубина приемка: 0,2 м.

Таблица 11 – Ведомость объемов работ

Наименование работ	Единицы измерения	Объемы работ
Разработка грунта экскаватором с погрузкой на самосвал и отвозкой	м <sup>3</sup>	32
Разработка грунта вручную в отвал	м <sup>3</sup>	11

Разработка грунта экскаватором в отвал	м <sup>3</sup>	418
Устройство песчаной подушки	м <sup>3</sup>	2
Устройство гравийно-щебеночного основания	м <sup>3</sup>	8
Укладка полиэтиленовых труб в траншею	м	49
Сварка труб	1 стык	10
Засыпка грунтом траншеи перед испытанием	м <sup>3</sup>	56
Гидравлическое испытание трубопровода предварительное	м	49
Засыпка траншеи бульдозером	м <sup>3</sup>	405
Уплотнение грунта	м <sup>3</sup>	405
Гидравлическое испытание трубопровода окончательное	м	49

Напорные трубопроводы испытывают на прочность и плотность (водонепроницаемость) гидравлическим или пневматическим способом. Выбор способа зависит от конкретных условий проведения испытаний – климатических условий, наличия воды для испытаний и возможностей ее сброса. В водопроводном строительстве чаще применяют гидравлический способ испытания трубопроводов.

Напорные трубопроводы, проложенные в траншеях или непроходных тоннелях и каналах, испытывают дважды. Вначале производят предварительное испытание (на прочность) – до засыпки траншеи, а затем окончательное их испытание (на плотность) – после засыпки траншеи и завершения всех работ на испытываемом участке. Предварительное испытание трубопроводов выполняют строительно-монтажные организации, а окончательное – они же, но с участием представителей заказчика и эксплуатирующей организации.

Гидравлическое испытание является наиболее экономичным и простым; оно применимо для любых трубопроводов.

Предварительное гидравлическое испытание напорных трубопроводов на прочность, а также окончательное на герметичность производят внутренним испытательным давлением, принимаемым по проекту или СНиПу. По достижении

испытательного давления опрессовочные агрегаты останавливают и трубопровод выдерживают на прочность, причем пластмассовые (полиэтиленовые) – не менее 30 мин. Трубопровод считают выдержавшим предварительное испытание, если в нем под испытательным давлением не произошло разрыва труб и фасонных частей и нарушение заделки стыков, а под рабочим – не обнаружено утечек воды.

Окончательное гидравлическое испытание трубопроводов начинают, если с момента засыпки их грунтом и заполнения водой прошло для труб полиэтиленовых не менее 24 ч. По истечении этого времени давление в трубопроводе поднимают до испытательного и поддерживают его в течение всего периода испытания. При этом утечки воды (в л/мин) на 1 км трубопровода не должны превышать величин, указанных в СНиПе. Участок трубопровода признается выдержавшим окончательное испытание, если не обнаружено нарушений целостности трубопровода и если фактические утечки воды не превышают допустимые.

## 5.2 Методы производства земляных и монтажных работ

1 Обратная засыпка траншеи после испытания производится бульдозером.

Подбираем бульдозер марки ДЗ–18 на базе трактора Т–100. Технические характеристики которого приведены в таблице 6 .

## Рисунок 9 – Схема работы бульдозера ДЗ–18

2 Разработка траншеи производится экскаватором.

Подбираем гусеничный универсальный экскаватор. Необходимый объем ковша составляет 0,65 м<sup>3</sup>. Принимаем экскаватор ЭО–4121А с жесткой подвеской рабочего оборудования. Технические характеристики ЭО–4121А приведены в таблице 6.

Рисунок 10 – Схема разработки траншеи экскаватором (лобовая проходка)

3 Установка труб производится вручную. Полиэтиленовые трубы небольшого диаметра допускается укладывать в траншею вручную, без специальных подъемных механизмов, так как вес трубы небольшой. Трубы опускаются в траншею и свариваются в непрерывную нитку методом наращивания. Используется сварочный аппарат PRO AQUA АК160.

Рисунок 11 – Укладка трубопровода вручную

4 Для уплотнения грунта применяем электротрамбовку ИЭ–4505. Технические характеристики которой приведены в таблице 6

5 Для отвозки грунта используем самосвал КАМАЗ 65115 Технические характеристики которого приведены в таблице 6

Таблица 12– Характеристики применяемых машин

Наименование	Марка	Кол-во	Технические характеристики
Одноковшовый экскаватор, оборудованный обратной лопатой	ЭО–4121А	1	Вместимость ковша 0,65 м <sup>3</sup> Наибольшая глубина копания 7,1 м Наибольший радиус копания 10,2 м Наибольшая высота выгрузки 5,2 м Масса экскаватора 14,5 т

Продолжение таблицы 12

Наименование	Марка	Кол-во	Технические характеристики
--------------	-------	--------	----------------------------

Бульдозер на базе трактора	ДЗ–18 Т–100	1	Тип отвала – поворотный Длина отвала 3,97 м Высота отвала 1 м Управление гидравлическое Масса бульдозерного оборудования 1, 86 т
Электротрамбовка	ИЭ–4505	1	Глубина уплотнения( за 2 проходки) 20 см Диаметр трамбующего башмака 200 см  Габариты 265 440 785 см Масса 27 кг
Автомобиль	КАМАЗ– 65115	1	Грузоподъемность 10 т База 3,69 м Размеры платформы (внутренние): длина – 6100 мм, ширина – 2320 мм, высота бортов – 500 мм. Погрузочная высота 1210 мм Наиб. скорость движения 90 км/ч Масса 20,7 т

### 5.3 Определение трудоемкостей и продолжительности работ

Трудоемкость – это затраты рабочего времени на производство какого-либо вида продукции, определяется по формуле:

$$T = \frac{k_{\text{уср}} \cdot k_{\text{нопр}} \cdot H_{\text{ер}} \cdot V}{c},$$

(19)

где  $k_{\text{уср}}$  – коэффициент, отражающий увеличение трудоемкости в зимний период (принимаем  $k_{\text{уср}}=1$  );

$k_{\text{нопр}}$  – поправочный коэффициент (  $k_{\text{нопр}}=1$  );

$H_{\text{ер}}$  – норма времени – затраты труба на единицу продукции, чел-ч;

$V$  – объем работ;

$$\Pi = \frac{T}{m \cdot n} \quad (20)$$



где  $m$  – количество рабочих, чел;

$n$  – число смен в день,  $n=1$ .

Таблица 13 – Калькуляция трудовых затрат

Наименование работ	Единицы	Нормативный документ	Объем работ	Трудоемкость, чел-см.	Кол-во смен	Требуемые машины	Состав звена	Кол-во смен	Продолжительность
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Разработка грунта одноковшовым экскаватором с погрузкой на транспортное средство	100м <sup>3</sup>	E2-1-13	0,32	0,18	0,18	ЭО-4121А	машинист 6 разряда - 1	1	0,18

Разработка грунта в траншее вручную в отвал	100м <sup>3</sup>	<b>ГЭСН 01-02-055-08</b>	0,11	0,45			землекоп 2 разряда- 2	1	0,23
Разработка грунта экскаватором в отвал	100м <sup>3</sup>	<b>Е2-1-13</b>	4,18	1,34	1,34	ЭО-4121А	машинист 6 разряда - 1	1	1,34
Устройство щебеночного основания	1м <sup>3</sup>	<b>ГЭСН 31-01-041</b>	2	2,55			монтажники 3 разряда-2, 2 разряда 2	1	0,64
Устройство песчаной подушки.	1м <sup>3</sup>	<b>ГЭСН 31-01-039</b>	2	1,8			монтажники 3 разряда-2 2 разряда- 2	1	0,45

Продолжение таблицы 13

Монтаж полиэтиленовых труб в траншее	1м труб	<b>Е9-2-7</b>	49	0,26			монтажник4 разряда-1, 3 разряда- 2	1	0,09
Сварка полиэтиленовых трубопроводов	1 стык	<b>Е9-2-7</b>	10	1,25			монтажник4 разряда-1, 3 разряда- 2	1	0,42
Засыпка грунтом траншеи перед испытанием	1 м <sup>3</sup>	<b>ГЭСН 01-02-055-08</b>	36	1,51			землекоп 2 разряда- 2	1	0,5

Гидравлическое испытание трубопроводов предварительное	1 м	Е9-2-9	49	1,1			монтажник 6 разряда-1, 4 разряда- 1,3 разряда-2	1	0,28
Засыпка траншеи бульдозером	100 м <sup>3</sup>	Е2-1-34	4,05	0,18	0,18	Т-100ДЗ-18	машинист 6 разряда - 1	1	0,18
Уплотнение Грунта	100 м <sup>3</sup>	Е2-1-34	4,05	2,75	2,75	ИЭ-4505	землекоп 3 разряда – 3	1	0,92

Окончание таблицы 13

Гидравлическое испытание трубопроводов (окончательное)	1 м	Е9-2-9	49	1,1			монтажник 6 разряда-1, 4 разряда- 1,3 разряда-2	1	0,28
--	-----	--------	----	-----	--	--	---	---	------

Таблица 14- Ведомость машин, механизмов, оснастки, инструментов

№ п/п				
				5
4.	Бульдозер	T100D3-18		
	Автомобиль	КАМАЗ-43118		

Продолжение таблицы 14


#### 5.4 Контроль качества

## Общие требования к монтажу трубопроводов

Монтаж трубопроводов должен производиться в соответствии с проектом производства работ и технологическими картами после проверки соответствия проекту размеров траншеи, крепления стенок, отметок дна и при надземной прокладке - опорных конструкций. Результаты проверки должны быть отражены в журнале производства работ.

Трубы раструбного типа безнапорных трубопроводов следует, как правило, укладывать раструбом вверх по уклону.

Предусмотренную проектом прямолинейность участков безнапорных трубопроводов между смежными колодцами следует контролировать просмотром «на свет» с помощью зеркала до и после засыпки траншеи. При осмотре трубопровода круглого сечения видимый в зеркале круг должен иметь правильную форму.

Допустимая величина отклонения от формы круга по горизонтали должна составлять не более  $1/4$  диаметра трубопровода, но не более 50 мм в каждую сторону. Отклонения от правильной формы круга по вертикали не допускаются.

Максимальные отклонения от проектного положения осей напорных трубопроводов не должны превышать +100 мм в плане, отметок лотков безнапорных трубопроводов - +5 мм, а отметок верха напорных трубопроводов - +30 мм, если другие нормы не обоснованы проектом.

Прокладка напорных трубопроводов по пологой кривой без применения фасонных частей допускается для раструбных труб со стыковыми соединениями на резиновых уплотнителях с углом поворота в каждом стыке не более чем на  $2^\circ$  для труб условным диаметром до 600 мм, и не более чем на  $1^\circ$  для труб условным диаметром свыше 600 мм.

При прокладке трубопроводов на прямолинейном участке трассы соединяемые концы смежных труб должны быть отцентрированы так, чтобы ширина раструбной щели была одинаковой по всей окружности.

Концы труб, а также отверстия во фланцах запорной и другой арматуры при перерывах в укладке следует закрывать заглушками или деревянными пробками.

Для заделки (уплотнения) стыковых соединений трубопроводов следует применять уплотнительные и «замковые» материалы, а также герметики согласно проекту.

Фланцевые соединения фасонных частей и арматуры следует монтировать с соблюдением следующих требований:

- фланцевые соединения должны быть установлены перпендикулярно оси трубы;

- плоскости соединяемых фланцев должны быть равными, гайки болтов должны быть расположены на одной стороне соединения; затяжку болтов следует выполнять равномерно крест-накрест;

- устранение перекосов фланцев установкой скошенных прокладок или подтягиванием болтов не допускается;

- сваривание стыков смежных с фланцевым соединением следует выполнять лишь после равномерной затяжки всех болтов на фланцах.

На сооружаемых трубопроводах подлежат приемке с составлением актов освидетельствования скрытых работ следующие этапы и элементы скрытых работ: подготовка основания под трубопроводы; устройство упоров; величина зазоров и выполнение уплотнений стыковых соединений; устройство колодцев и камер; противокоррозионная защита трубопроводов; герметизация мест прохода трубопроводов через стенки колодцев и камер; засыпка трубопроводов с уплотнением и др.

### Монтаж трубопроводов из полимерных труб

Ширина траншеи по дну должна быть не менее чем на 40 см больше наружного диаметра трубопровода. При плотных и твердых грунтах на дне траншеи перед укладкой труб следует предусматривать постель из песка толщиной не менее 10 см.

Монтаж трубопроводов следует выполнять:

- с раструбными соединениями на дне траншеи;

- с неразъемными соединениями, как правило, на бровке траншеи.

При засыпке трубопроводов над верхом трубы обязательно выполнять защитный слой из песчаного или мягкого местного грунта толщиной не менее 30 см, не содержащего твердых включений (щебня, камней, кирпичей и т.д.).

Уплотнение грунта в пазухах между стенкой траншеи и трубой, а также всего защитного слоя следует проводить ручной механической трамбовкой до достижения коэффициента уплотнения, установленного проектом. Уплотнение первого защитного слоя толщиной 10 см непосредственно над трубопроводом производят ручным инструментом.

Раструбные соединения напорных труб выполняют по следующей технологии:

- очистка от грязи и масел гладкого конца трубы;
- нанесение на гладком конце трубы метки, обозначающей глубину надвигания конца трубы в раструб;
- помещение уплотнительного кольца в паз раструба;
- смазка гладкого конца трубы и уплотнительного кольца (глицериновый или мыльный раствор);
- надвигание гладкого конца трубы в раструб до метки.

На концах труб должна быть фаска под углом 15 (градуса), выполненная в заводских условиях или на месте монтажа. Сборку раструбных соединений диаметром до 110 мм осуществляют вручную, для труб большего диаметра используют натяжные монтажные приспособления. Правильность сборки соединения и установки уплотнительного кольца проверяется щупом толщиной 0,5 мм.

Сборку раструбных соединений следует производить при температуре наружного воздуха не ниже нуля. Уплотнительные кольца до начала монтажа должны находиться в теплом помещении.

При засыпке пазух и устройстве защитного слоя грунта соединения трубопроводов оставляют незасыпанными до проведения предварительных испытаний на герметичность.

Монтаж узлов в колодцах производят одновременно с прокладкой трубопровода. Присоединение трубопроводов к фланцам, запорной и регулирующей арматуре производят перед засыпкой трубопровода защитным слоем грунта, без затяжки болтов. Окончательная затяжка болтовых соединений выполняется непосредственно перед гидравлическим испытанием системы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте разработан проект систем водоснабжения и водоотведения комплекса по обслуживанию населения. Водоснабжение комплекса зданий было предусмотрено согласно техническим условиям от существующего городского водопровода. Горячее водоснабжение осуществляется с помощью бойлера ГВС.

Запроектирован противопожарный водопровод, объединенный с хозяйственно – бытовым. Так как напора городской сети на противопожарные нужды недостаточно, запроектирована противопожарная насосная установка повышения давления HYDRO MX D001 2CR20-2.

Наружные сети системы водоснабжения были выполнены из полиэтиленовых питьевых труб ПЭ 100 SDR 17 наружным диаметром 110 мм. При глубине сезонного промерзания для города Челябинск 2,0 м, глубина заложения труб 2,5 м. Внутренние сети водоснабжения выполнены из труб стальных водогазопроводных.

Сброс хозяйственно–бытовых сточных вод согласно техническим условиям был выполнен в существующий коллектор городской канализации. Наружные сети системы водоотведения были выполнены из полиэтиленовых труб Корсис с двухслойной профилированной стенкой. Внутренние сети выполнены из полипропиленовых труб.

Выполнено сравнение современных типов и материалов трубопроводов, разработана технологическая карта на укладку наружных трубопроводов системы водоснабжения.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СП 131.13330.2012. Строительная климатология/Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП. 2012. – 99 с.
- 2 СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
- 3 Орлов, Е.В. Особенности внутреннего водоснабжения и водоотведения торговых центров [Текст]: учебное пособие / Е.В. Орлов. – М.: Стройиздат, 2013. – 145с.
- 4 Проектирование внутренних систем водоснабжения и водоотведения зданий. [Электронный ресурс]. Режим доступа:–<https://studfiles.net>, свободный. – Загл. с экрана.
- 5 ГОСТ 7.53–2001. Издания. Международная стандартная нумерация книг. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 3 с.
- 6 Трубы для водоснабжения. [Электронный ресурс]. Режим доступа:–<http://vse-o-trubah.ru/truby-dlya-vodosnabzheniya.html>, свободный. – Загл. с экрана.
- 7 Виды труб. [Электронный ресурс]. Режим доступа:–<http://trubamaster.ru/vodoprovodnye/vidy-trub.html>, свободный. – Загл. с экрана.
- 8 Трубы «КОРСИС». [Электронный ресурс]. Режим доступа:–<http://www.polyplastic.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
- 9 ГЭСН - 2001. Сборник 16.Трубопроводы внутренние [Текст] – М.: Стройиздат, 2001. – 45 с.
- 10 Колова, А.Ф. Водоснабжение и водоотведение : учебное пособие / А.Ф. Колова, Т.Я. Пазенко. –Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 147 с.
- 11 Шальнов, А.П. Технология и организация строительства водопроводных и канализационных сетей и сооружений [Текст]:учебное пособие / А. П. Шальнов, Г. И. Яковлев. – М.: Стройиздат, 2008. – 312с.
- 12 СП 8.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности (с Изменением N 1) – ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 16 с.
- 13 Конструкции безнапорных трубопроводов хозяйственно–бытовой и дождевой канализации с применением труб из полиэтилена с двухслойной профилированной стенкой «КОРСИС»:материалы для проектирования. – М.:

Комитет по архитектуре и градостроительству г. Москвы, ГУП «Мосинжпроект», 2006. – 55 с.

14 Белецкий, Б. Ф. Организация строительных и монтажных работ [Текст]: учебное пособие / Б.Ф. Белецкий. – М.: Высш. шк., 2006. —311 с.

15 ФЗ-123. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Текст] М.:ФЗ.,2008. – 45с.

16 ГОСТ 21.704-2011. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации наружных сетей водоснабжения и канализации. – М.: Стандартинформ, 2013. – 89 с.

17 ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования [Текст] – М.:Изд-во стандартов,1996.–66с.

18 Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: справочное пособие. / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.

19 Лукиных, А. А., Лукиных Н. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского. Изд.4–е, доп. – М.: Стройиздат, 1974. – 156 с.

20 СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий.—М.: Стройиздат, 2013.—56 с.

21 СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.—М.: Стройиздат, 2013.—120 с.

22 СП 40-102-2000. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов.— М.: Стройиздат., 2000. – 35 с.

23 ГЭСН – 2001-01. Сборник 1. Земляные работы. –М.: Стройиздат, 2001. – 51 с.

24 ГЭСН – 2001-22. Сборник 22. Водопровод. Наружные сети – М.: Стройиздат, 2001. – 91 с.

