

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

Е.В. Панарин

\_\_\_\_\_ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Д.В. Ульрих

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Проект системы водоотведение завода по производству сухих смесей

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР  
ПЗ ВКР

Консультанты:

Технология строит. пр-ва

В.Н. Кучин

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Руководитель проекта

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Автор проекта

студент группы АСИ-426

Панарин И.Е.

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтролер

Е.В. Николаенко

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Челябинск  
2018

## АННОТАЦИЯ

Панарин И.Е. Выпускная квалификационная работа «Проект системы водоотведения завода по производству сухих смесей г.Челябинска – Челябинск: ЮУрГУ, АСИ- факультет, 2018. – 70 с.– 7 листов ф.А1 – библиограф. 27 назв.

В выпускной квалификационной работе разработана система водоотведения завода по производству сухих строительных смесей г.Челябинска.

В пояснительной записке приведены характеристики запроектированной системы водоотведения, представлены основные расчеты по потребителям, подобрано оборудование для систем водоотведения. Так же рассмотрены технология и организация производства работ по прокладке канализационных сетей.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Пояснительная записка к ВКР</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Зав. каф.</i>	<i>Ульрих</i>					<i>ВКР</i>	<i>6</i>	<i>70</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Денисов</i>					<i>ЮУрГУ (НИУ) Кафедра ГИСС</i>		
<i>Разработ</i>	<i>Панарин</i>							
<i>Проверил</i>	<i>Денисов</i>							
<i>Н. контр</i>	<i>Николаенко</i>							

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Характеристика площади строительства	5
1.1 Характеристика района строительства	5
1.2 Характеристика зданий и сооружений	6
1.3 Задачи проектирования	8
2 Общие сведения о промышленном предприятии	8
2.1 Обоснование производства сухих смесей в современной строительной индустрии	8
2.2 Технология производства сухих строительных смесей	9
2.3 Характеристика выпускаемой продукции	10
3 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТИПОВ И МАТЕРИАЛОВ ТРУБОПРОВОДОВ, И ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ДОЖДЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ	13
3.1 Существующие типы и материалы трубопроводов	13
3.1.1 Классификации трубопроводов	13
3.1.2 Материалы трубопроводов	16
3.2 Хозяйственно-бытовая канализация К1	26
3.3 Анализ и обоснование конструкции современных очистных сооружений ливневой канализации К2	27
3.4 Обоснование и существующие виды соединения трубопровода	28
4 ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ	35
4.1 Определение расчетных расходов воды в системах водоснабжения, водоотведения и ливневой канализации	35
4.1.1 Определение расчетных расходов стоков в системе водоотведения	35
4.1.2 Определение расчетных расходов стоков в системе ливневой канализации	36
4.2 Определение диаметров трубопроводов	43
4.2.1 Определение диаметров трубопроводов системы водоотведения	43
4.2.2 Определение диаметров трубопроводов системы ливневой канализации	44
5 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДА	46
5.1 Определение параметров траншеи	47
5.2 Подсчет объемов земляных работ	49
5.3 Методы производства земляных и монтажных работ	56
5.4 Определение трудоемкостей работ	59
5.5 Расчет графика производства работ	61
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	63

## ВВЕДЕНИЕ

Под водоотведением понимается комплекс оборудования, сетей и сооружений, предназначенных для организованного приема и удаления по трубопроводам за пределы населенных пунктов или промышленных предприятий загрязненных сточных вод.

Система внутреннего водоотведения предназначена для сбора и отвода стоков. Разделяют её на бытовую, производственную и дождевую.

Существуют два вида канализации: вывозная и сплавная.

Сплавная канализации состоит из системы подземных трубопроводов и устройств, транспортирующих сточные воды на очистные сооружения. Эта система наиболее распространена в больших населенных пунктах и на промышленных предприятиях.

Общая направленность проектных решений в области водоснабжения и водоотведения населенных пунктов и промышленных предприятий состоит в максимальном использовании передовых достижений науки и техники с целью интенсификации работы систем и сооружений водного хозяйства, внедрения новых высокопроизводительных процессов и оборудования, рациональных конструкций и экономичных материалов, что позволит обеспечить снижение капитальных вложений и эксплуатационных затрат, а также экономию трудовых ресурсов.

Системы и сооружения водоснабжения и водоотведения требуют для своего устройства больших материальных затрат. Стоимость их строительства составляет в среднем 8–12% общей стоимости строительства объектов. В некоторых случаях она может достигать 18–20% общей стоимости объекта. Поэтому проблема экономии в сооружениях водного хозяйства предприятий и населенных мест имеет общегосударственное значение.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА

## 1.1 Характеристика района строительства

Район строительства – г. Челябинск.

Город расположен во IV климатическом районе, в зоне влажности 3.

Климат района умеренный, по общим характеристикам относится к умеренно-континентальному.

Климатические параметры холодного периода года:

- Температура воздуха наиболее холодных суток, обеспеченностью -38°C
  - Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью -34°C
  - Абсолютная минимальная температура воздуха – -48 °C
  - Продолжительность периода со среднесуточной температурой  $\leq 8^{\circ}\text{C}$  – 218 суток
  - Средняя температура воздуха со средней суточной температурой воздуха  $\leq 8^{\circ}\text{C}$  – -6,5°C
  - Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – 78%
  - Количество осадков за ноябрь-март – 104 мм
  - Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль – юго-западное.
  - Глубина промерзания грунта – 1,9 м.
  - Климатические параметры теплого периода года:
  - Барометрическое давление 985 гПа
  - Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца - +24,1оС.
  - Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца – 69%.
  - Количество осадков за апрель-октябрь 435 мм
  - Преобладающее направление ветра за июнь-август – северо-западное
- Значения среднемесячных и годовой температур приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Значения среднемесячных и годовой температур

Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.	год
15,8	-14,3	-7,4	3,9	11,9	16,8	18,4	16,2	10,7	2,4	-6,2	-12,9	2,0

## 1.2 Характеристика зданий и сооружений

На участке предусмотрено размещение следующих зданий:

- Дробильная установка;
- Конвейерная галерея;
- Открытый склад гипсового камня;
- Производственный корпус;
- Склад;
- Вспомогательный корпус;
- Насосная станция пожаротушения;
- Противопожарный резервуар;
- Резервуар накопитель;
- Очистные сооружения ливневых стоков;
- Контрольно-пропускной пункт (КПП) с весовой;
- Топливозаправочный пункт;
- Пункт учета газа;
- Парковка легковых автомобилей;
- Парковка грузовых автомобилей.

Показатели по генеральному плану завода по производству сухих смесей:

Общая площадь – 89500 м<sup>2</sup>

Общая площадь застройки – 6500 м<sup>2</sup>

Площадь озеленения – 50000 м<sup>2</sup>

Площадь покрытий дорог – 32000 м<sup>2</sup>

Административно-бытовой комплекс

Строительство 2–этажного здания предполагается по индивидуальному проекту.

В административно-бытовых зданиях размещаются помещения санитарно-бытового и медицинского назначения, общественного питания, а также административные помещения. Бытовые помещения включают в себя общие (гардеробные, душевые, умывальные, уборные) и специальные (для химической чистки и стирки спецодежды, для обогрева и охлаждения и др.) санитарно-бытовые помещения, а также помещения здравоохранения и общественного питания. К административным помещениям относятся помещения управления, конструкторских бюро, информационно-технического назначения, копировально-множительных служб, вычислительной техники, охраны труда и т.п.

Административно-бытовой комплекс имеет следующие технико–экономические показатели:

Класс здания – II

Степень огнестойкости – IV

Количество этажей – 2

Общая площадь здания – 9199,50 м<sup>2</sup>

					ИОУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Строительный объем – 6395,7 м<sup>3</sup>

Штат – 17 человек

Работа пищеблока предусмотрена на сырье, частично на полуфабрикатах. Количество посадочных мест в пищеблоке – 30. Режим работы пищеблока – односменный. Штат – 6 человек. Количество условных блюд – 475 в смену. Форма обслуживания – через линию раздачи.

Склад

Строительство открытого склада предполагается по индивидуальному проекту.

Открытый склад предназначен для хранения готовой продукции производства, не требует защиты от атмосферных явлений (осадков, ветра, температуры и т.п.). Имеет специальное покрытие для размещения на нем продукции. Оборудован простейшим навесом.

Склад имеет следующие технико-экономические показатели:

Класс здания – II

Степень огнестойкости – IV

Количество этажей – 1

Строительный объем – 17500 м<sup>3</sup>

Количество сотрудников – 1 человек

Контрольно-пропускной пункт

Строительство 1-этажного здания предполагается по индивидуальному проекту.

Контрольно-пропускной режим представляет собой комплекс инженерно-технических и организационно-правовых ограничений и правил, устанавливающих порядок пропуска через контрольно-пропускные пункты в отдельные здания (помещения) сотрудников предприятия и посетителей. Контрольно-пропускной пункт (КПП) представляет собой помещение на входе на территорию завода, оснащенный турникетами, системой видеонаблюдения и пунктом охраны.

Спецприемник для лиц административно-задержанных имеет следующие технико-экономические показатели:

Класс здания – II

Степень огнестойкости – II

Количество этажей – 1

Строительный объем – 319 м<sup>3</sup>

Количество сотрудников – 4 человека

Насосная станция пожаротушения

Насосная станция работает без постоянного обслуживающего персонала в следующих режимах:

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

- при падении давления в сети ниже 56,0 – автоматическое включение жокей-насоса;
- при аварии рабочего насоса – автоматическое включение резервного;
- при проверке, ремонте и пр. – включение местное;
- автоматическое отключение рабочих насосов при нижнем уровне в резервуарах, а также при достижении расчетного давления в резервуаре
- контроль максимального уровня воды и падения уровня воды в резервуарах и авария на рабочем насосе – световая и звуковая сигнализации выведены на пост охраны.

### 1.3 Задачи проектирования

1. Для всех объектов стройплощадки необходимо запроектировать систему водоотведения с учетом подключения в существующий коллектор диаметром 600 мм. Точка подключения – колодец К-16 на существующей городской сети.

2. Для отвода поверхностных вод со строительной площадки и очистки стоков необходимо запроектировать систему ливневой канализации.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12



## 2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

### 2.1 Обоснование производства сухих смесей в современной строительной индустрии

В настоящее время существуют два основных способа приготовления смесей сухих смесей - вертикальные и каскадные (горизонтальные).

Принцип вертикальной строительной модели сухой смеси заключается в размещении сырья на башне силоса в верхней части цепи из удлиненного технологического оснащения сверху вниз. Сырье подымается после разгрузки этих силосов и затем, после прохождения потока материала происходит прохождение всех технологических операций. Гравитационная подача материалов является одним из основных преимуществ вертикального размещения оборудования. Поэтому нет необходимости транспортировать оборудование между весы, смесителем и наполнительной машиной. Благодаря этому производственная площадь, необходимая для поставки оборудования, может быть уменьшена.

Вертикальная схема производства имеет ряд недостатков: необходимо строительство мощной конструкции служащей опорой, которая несет на себе нагрузку от заполненных силосов; увеличение стоимости на строительномонтажные работы, увеличение затрат на инфраструктуру – подъездные дороги и коммуникации, складские помещения, офисные и хозяйственно-бытовые помещения, транспортная техника.

Горизонтальный каскадный способ производства смесей — это способ производства, в котором используемое сырье попадает в смеситель благодаря транспортирующим механизмам(конвейерам), где используются, шнеки, элеваторы, пневмонасосы, транспортные конвейеры и т.д. Благодаря этому нет потребности в строительстве дорогостоящих конструкций и сооружений, что в свою очередь позволяет быстрее окупиться заводу.

Недостатками такого способа:

- производственная площадь для размещения оборудования увеличивается;
- есть необходимость использовать транспортные устройства, а также их логистика;

- если сменяются рецептуры возникает трудность в виде остаточного сырья в транспортируемых устройствах, что в свою очередь приводит к загрязнению готовой выпускаемой продукции.

Сравнив достоинства и недостатки вышеперечисленных способов производства сухих смесей, возникает решение выбора вертикального способа производства сухих строительных смесей.

Осуществление выбора было сделано на основании следующих нюансов:

- экономия помещений под производство;
- отсутствие дополнительных транспортных средств.
- экономия электроэнергии вследствие отсутствия дополнительных

					ИОУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

транспортных устройств.

## 2.2 Технология производства сухих строительных смесей

Основой для сухих строительных смесей являются разновидности цемента, песок и минеральные добавки, которые определяют свойства и отрасли применения смесей. Наиболее популярные строительные смеси: М150, М200, М300, в строительстве широкое применение находит также цемент марки М500, характеризующийся высокой прочностью и надежностью.

На качество сухих строительных смесей влияет не только исходный состав, но и технология получения, как отдельных компонентов, так и собственно смеси.

Технология производства смесей имеет общие принципы, но исходные компоненты могут быть различными. Так, для получения сухих строительных смесей необходимы три составляющие:

- вяжущее вещество - цемент (портландцемент, высокоглиноземистый цемент либо белый цемент) либо гипс, известь;
- наполнитель (известняк, песок, керамзит, мел и т.п.);
- компаунды (химические добавки).

Важные ингредиенты в изготовлении сухих смесей - специальные добавки. Именно они придают готовой смеси те или иные свойства и определяют область применения сухой строительной смеси. Процентное содержание добавок (компаундов) незначительное, не более 5% от общей массы смеси, но влияние на конечный продукт эти вещества оказывают существенное. Одной из таких добавок является растворимый в воде эфир целлюлозы. Работа этого полимера основана на том, что он заменяет воду в растворе на гомогенный желеобразный раствор метилцеллюлозы, в котором взвешены частички цемента и заполнителя, что позволяет раствору набирать прочность даже при тонкослойном нанесении.

Еще одна разновидность таких добавок - дисперсионные порошки, повышающие пластичность раствора. Смесь, включающая в состав эти компоненты, реагирует на изгиб и растяжение гораздо лучше, чем «чистый» цемент, что очень важно в местах с существенными колебаниями температуры: фасады зданий, теплые полы и т.п. В сухие строительные смеси могут вводить также загустители, антивспениватели, порообразователи, компоненты, катализирующие или затормаживающие затвердевание, разжижители, гидрофобизаторы.

Рассмотрим наиболее распространенную технологию изготовления сухих строительных смесей: смешивание портландцемента с песком и минеральными добавками.

1. Сначала кварцевый песок, обсушенный в сушильной печи, калибруют на вибросите. Песок отсортировывается на крупный и мелкий.
2. Затем предварительно взвешенные песок и смесь портландцементов ПЩ 400

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Д0 и ПЦ 500 Д20 загружают смеситель.

3. Далее вводятся специальные добавки. Их цель - улучшение технологических свойств и усиление отдельных качеств готового изделия.

4. Следующий шаг - тщательное перемешивание всех компонентов.

5. Заключительный этап - выгрузка и расфасовка готового продукта.

Именно по такой технологии и производятся самые популярные в наше время строительные сухие смеси:

М - 150, М - 200 и М - 300.

### 2.3 Характеристика выпускаемой продукции

Сухая смесь представляет собой модифицированную многокомпонентную систему, полученную путем дозирования и тщательного смешивания минеральных связующих или полимерных связующих или их смесей, агрегатов, добавок, модификаторов и других компонентов, которые упаковываются в специальный контейнер на предприятиях-изготовителях и смешивают с водой перед использованием.

Добавки-модификаторы представляют собой вещества, которые придает некоторые технологические свойства сухим смесям и физико-механические свойства растворам.

Смеси классифицируют по:

- условиям использования (класс);
- вяжущему (вид);
- назначению (группа).

В зависимости от условий использования смеси разделяются на следующие классы:

- для наружных и внутрплощадочных работ во влажных помещениях (относительная влажность воздуха более 65 %);
- для внутрплощадочных работ в сухих помещениях (относительная влажность воздуха до 65% включительно).

По вяжущим смеси подразделяются на такие виды:

- цементные (Ц);
- известковые (И);
- полимерные (П);
- сложные (одновременное использование различных видов, вяжущих или специальных вяжущих).

По назначению смеси подразделяются на группы, приведенные в таблице 2.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Таблица 2 - Назначение смесей

Назначение смесей (группа)	Обозначение группы
Кирпичная кладка	MP1
Кладка блоками и камнями из природного и искусственного материала	MP2
Кладка стеновыми блоками (внутренние стены и перегородки)	MP3
Устройство стяжек	СТ1,СТ2, СТ3
Устройство прослоек полов	ПР1,ПР2,ПР3
Устройство покрытий полов	ПО,ПО2
Ремонт поверхностей из бетона	PM1,PM2
Ремонт поверхностей из растворов	PM3
Облицовка плиткой на недеформируемых основах, не работающих на изгиб	ЗК1, ЗК2, ЗК3
Облицовка плиткой на деформируемых основах, работающих на изгиб (балконы, террасы, полы и др.)	ЗК4
Крепление систем теплоизоляции	ЗК5
Крепление изделий на основе гипсового вяжущего	ЗК6
Расшивка швов	РШ1,РШ2, РШ3
Оштукатуривание бетонных и кирпичных поверхностей	ШТ1, ШТ2
Оштукатуривание ячеистых бетонов	ШТ3
Оштукатуривание декоративное и систем теплоизоляции	ШТ4
Шпаклевка поверхностей смесью на основе цемента	ШЦ1
Шпаклевка поверхностей смесью на основе полимеров	ШП1
Монтаж оборудования и конструкций	МН1
Анкеровка мелких строительных и отделочных элементов	АН1
Устройство жесткой гидроизоляции	Г1 1
Устройство эластичной гидроизоляции	Г1 2
Устройство гидроизоляции систем теплоизоляции	Г1 3
Устройство реставрационных штукатурок	РС1, РС2

В качестве базовой продукции для детальной разработки технологии принята штукатурная смесь для отделочных работ на основе цемента марки марки Ш1.

Цементные смеси предназначены для отделочных работ на внешних

поверхностях зданий и сооружений; для придания и улучшения декоративных свойств и качества. Вещества входящие в их состав: портландцемент, гидратированная известь, кварцевый песок, в качестве добавки используют редиспергируемый порошок.

Фасадные штукатурки в готовом виде должны:

- не разрушатся при периодическом длительном увлажнении;
- обеспечивать возможность регулирования процесса схватывания в широком временном диапазоне ( 1-1.5 часа);
- сохранять свои физические и механические характеристики при поочередном замораживании и оттаивании.

Таблица 3 - Основные характеристики цементных смесей и растворов основанных на них

Название показателя	Единица измерения	Значение показателя
Срок годности	мин	Не менее 60
Толщина слоя	мм	5-30
Предел прочности при сжатии	МПа	Не менее 2.5
Предел прочности на растяжение при изгибе	МПа	Не менее 0.5
Адгезионная прочность	МПа	Не менее 0.5
Насыпная плотность	кг/м <sup>3</sup>	1610
Водоудерживающая способность	%	Не менее 95

### 3 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТИПОВ И МАТЕРИАЛОВ ТРУБОПРОВОДОВ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ДОЖДЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

#### 3.1 Существующие типы и материалы трубопроводов

Системы водоотведения выводят сточную воду непосредственно из жилища человека. Возникает проблема при выборе трубопровода. 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 городские очистные сооружения, и после соответствующей обработки сбрасываются в различные водоемы, разрешающие сброс очищенной сточной воды.

Слабость водоотводящих труб, сделанных в основном из раструбных труб, являются сами раструбные соединения, разгерметизация которых происходит из-за малого срока службы уплотнений и неравномерной просадки грунта. Попадание сточных вод в землю создает опасность загрязнения подземных грунтовых вод, а через них растений, животных и 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 строительной-монтажных организаций.

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

##### 3.1.1 Классификации трубопроводов

Трубопровод — это инженерное сооружение разной степени сложности, используемое для транспортировки жидких и газообразных веществ под воздействием давления или естественных ландшафтно-геодезических особенностей. Некоторые виды трубопроводов предназначены для доставки твердых веществ на небольшие расстояния — в рамках одного помещения или здания.

Основная функция большинства трубопроводов — передача вещества или продукта от места добычи до места переработки и потребления. Но есть системы, предназначенные не для подачи, а для удаления или отведения. А именно:

- Канализация - отводит промышленные и бытовые отходы через очистку к утилизации
- Дренаж - служит для удаления воды с поверхности земли и из подземного пространства
- Водовыпуск - удаляет воду из подземных коллекторов, тоннелей, камер и т.д.

Трубопроводы классифицируются:

По способу прокладки:

- Наземные и надземные. Разница в том, что надземные сооружают на высоте не менее 25 см от грунта на опорах, балках, эстакадах.

- Подземные. Укладывают в траншеи, канавы, тоннели, дюкеры, искусственные насыпи.

- Подводные - речные, болотные, морские. Проходят по дну водоема или в специально прорытых траншеях.

- Плавающие. Крепятся к поплавкам и укладываются на поверхность воды.

По типу транспортируемого вещества:

- Водопровод - снабжает водой, включая питьевую, населенные пункты, транспорт

- Воздухопровод - доставляет сжатый воздух на профильные предприятия

- Газопровод - транспортирует природный газ к местам потребления и экспорта

- Нефтепровод и нефтепродуктопровод - доставляет сырую необработанную нефть и нефтепродукты (бензин, мазут, сжиженные газы)

- Паропровод - передает пар под давлением для тепловых и атомных электростанций, предприятий пищевой промышленности, парового отопления

- Теплопровод - передает теплоноситель в жилые дома и на предприятия.

По масштабу:

- Магистральные - крупнейшие инженерные сети для транспортировки веществ на дальние расстояния;

- Технологические - снабжают промышленные предприятия;

- Коммунально-сетевые - обеспечивают теплом, водой, газом объекты жилого и нежилого фонда. Отводят бытовые отходы;

- Судовые и машинные - для работы на судовом, грузовом, легковом транспорте.

По сложности проектирования и изготовления:

- Простые - укладываются по возможности прямо, без ответвлений и дополнительных конструкций;

- Сложные — это крупные инженерные системы с ответвлениями, переходами, изгибами.

По температуре передаваемого вещества:

- Холодные трубопроводы - 0°C и ниже;

- Среднетемпературные - от +1°C до +45°C;

- Высокотемпературные или горячие - свыше 46°C.

По агрессивности среды: нейтральные, мало и среднеагрессивные,

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

высокоагрессивные.

По давлению:

- Трубопроводы низкого давления - не превышает 12 атмосфер
- Среднего давления - от 12 до 25 атмосфер
- Высокого давления - показатель более 25 атмосфер.

### Состав и материалы трубопроводов

Состав трубопровода зависит от следующих факторов: сложность проекта, вид доставляемого вещества, условия строительства (открытая местность или помещение), климатические и ландшафтные характеристики, окружающая среда.

Традиционный состав трубопровода — это:

- Трубы;
- Краны;
- Арматура — запорная, регулирующая, защитная, предохранительная, распределительная;
- Компрессорные и распределительные станции;
- Опоры;
- Соединительные механизмы;
- Защитные кожухи или футляры;
- Отводы;
- Фланцы;
- Заглушки и затворы;

При проектировании и строительстве трубопровода - независимо от назначения и типа укладки - главную роль, после выбора высокопрочных материалов, отводят защите и герметизации.

Для защиты трубопровода от коррозии, механического воздействия, температурных перепадов и агрессивности транспортируемой среды на внешние и внутренние поверхности наносят специальные покрытия — антикоррозионные и теплоизоляционные. Популярна методика укладки основной трубы в трубу большего диаметра, что гарантирует защиту снаружи. Изнутри трубы покрывают составами на основе резины, минеральных эмалей, пластмассы, чтобы исключить деформацию оборудования из-за воздействия агрессивной среды.

Требования к герметикам для трубопровода:

1. Высокая герметизирующая способность
2. Долговечность и эффективность на протяжении всего срока эксплуатации системы
3. Устойчивость к агрессивности сред, перепадам давления и температуры внутри трубы
4. Устойчивость к внешним факторам — механические воздействия во время строительства, ремонта, эксплуатации; экстремально низкие и высокие температуры окружающего воздуха; климатические особенности
5. Возможность юстировки и демонтажа

					ИОУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20



6. Удобное и простое нанесение

7. Высокая скорость герметизации и сборки соединения.

Для герметизации фланцевых и резьбовых соединений трубопроводов применяют:

- Прокладки - металлические, неметаллические, комбинированные
- Сантехнический лен с пропиткой
- ФУМ-ленту
- Анаэробные гели-герметики
- Сантехнические нити

Выбор герметика делают на основе характеристик трубы (материал, диаметр, способ укладки) и транспортируемого вещества (агрессивность, давление, температура).

### 3.1.2 Материалы трубопроводов

#### Стальные трубы

Стальные изделия считаются устаревшим вариантом для монтажа водопроводных и других систем. Но, тем не менее, они и сейчас пользуются определённым спросом. Сами по себе они являются неустойчивыми к коррозионным воздействиям, поэтому нуждаются в защитном покрытии. Как правило, защитный слой выполняется из цинка — такие изделия называют оцинкованными. (Рисунок 1 )

В первую очередь такие трубы подразделяются на:

- шовные;
- бесшовные.

А уже после этого, по специфике производства, на:

- оцинкованные;
- сварные;
- горячекатаные;
- холоднокатаные;
- профильные;
- холодноотянутые.

Монтаж стальных изделий, из-за их веса, довольно сложен, но они до сих пор используются в разных трубопроводных конструкциях - технологических и хозяйственных.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21



Рисунок 1 – Стальные трубы

Бесшовные стальные трубы — одни из самых прочных изделий трубного проката

По типу сечения выделяют такие виды труб из стали:

- круглые;
- квадратные;
- прямоугольные;
- многоугольные.

Такие изделия соединяются между собой: специальными муфтами, резьбой или сваркой. Являются очень прочными и способны переносить большие показатели давления.

Размеры и масса стальных труб представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Размеры и масса стальных труб

Ду, мм	Наружный диаметр, мм	Масса 1 м трубы, кг
125	165	15,04
100	114	12,15
50	60	4,88
40	48	3,84
32	42,3	3,09
20	26,8	—

В процессе эксплуатации характеристики труб из стали ухудшаются — они неизбежно теряют свою пропускную способность из-за сужения просвета. Кроме этого, они проводят электрический ток, что при неисправной электропроводке может привести к поражению током. Эксплуатационный срок стальных изделий составляет примерно 25 лет.

### Стальные оцинкованные

Оцинкованные стальные детали являются более надёжными, но это отражается на их стоимости. Они резистентны к перепадам температур и благодаря защитному цинковому слою — устойчивы к коррозионным воздействиям. Однако защитный слой может повредиться по тем или иным причинам (от ударов) и тогда в местах, где он откололся, появится ржавчина.



Рисунок 2 – Оцинкованные стальные трубы

Трубы с защитным цинковым покрытием не боятся коррозии, поэтому служат дольше обычных

Такие трубы используют в тех случаях, когда необходимо смонтировать прочную конструкцию, которая не будет подвержена перепадам давления и температурным скачкам. Стальные оцинкованные детали идеально подходят для временных конструкций в тяжёлых эксплуатационных условиях.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

## Медные трубы

Медные водопроводы являются наиболее дорогостоящим вариантом из всех. Отличаются высокими техническими характеристиками: долговечные, устойчивы к коррозии и перепадам температур (показатели рабочей температуры колеблется от  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Кроме этого, благодаря своему внешнему виду, они могут стать украшением интерьера. Однако современный рынок может предложить детали, которые отвечают необходимым техническим характеристикам, и стоят дешевле, поэтому такие трубопроводы монтируются исключительно из-за их эстетичного «экстерьера». Срок службы изделий из медного сплава может достигать 50–100 лет.

Важно! При монтаже медного трубопровода стоит учитывать, что медь несовместима с соединительными элементами из других металлов. Поэтому фитинги для медных конструкций должны быть выполнены из того же материала.

Зависимость толщины стенок медных труб от диаметра можно выяснить, изучив таблицу 5.

Таблица 5 – Зависимость толщины стенок медных труб

Диаметр, мм	Толщина стенки, мм
10–28	1
35–54	1,5
54–89	2
89–108	2,5
108	3

Комплекующие к таким изделиям являются довольно редкими и иногда их сложно найти в продаже (особенно это касается нестандартных конструкций). Монтаж медного трубопровода — дорогостоящее и непростое удовольствие.



Рисунок 3 – Медные трубы

Трубы из меди очень популярны благодаря прочности и длительному сроку службы.

Также стоит отметить, что прочность таких коммуникаций оставляет желать лучшего. Медную деталь легко помять, тем самым сузив её просвет. Поэтому эксплуатация таких трубопроводов должна проходить без риска повредить их механическим путём.

#### Чугунные трубы

Чугунные трубопроводы резистентны к коррозионным воздействиям, однако, они не такие прочные, как стальные. Кроме прочих недостатков, они отличаются большим весом и для их монтажа требуются надёжные крепления.

Из чугунных деталей монтируют водопроводные конструкции, а также отопительные и канализационные коммуникации. На сегодняшний день существует три вида чугунных труб, отличающиеся друг от друга показателями прочности:

- чёрный чугун;
- серый чугун (более прочный);
- изделия из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ).

Детали, отлитые из серого чугуна, обладают хорошей прочностью и имеют шероховатые стенки. Трубы из ВЧШГ отличаются высокой прочностью и могут выдерживать большие нагрузки в почве или под дорожным покрытием. Показатели диаметра чугунных изделий варьируют от 50 до 1000 мм.

Срок службы таких труб составляет 20–50 лет. Существуют такие виды труб из чугуна по способу соединения:

- раструбные;
- изделия, стыкуемые с помощью зачеканки.



Рисунок 4 – Чугунные трубы

Чугунные трубы прочные, но хрупкие, поэтому требуют осторожности при работе с ними

Иногда, для повышения антикоррозийных характеристик, чугунные трубопроводы покрывают защитным покрытием из лака или битума.

#### Металлопластиковые трубы

Изделия, которые производятся как сочетание металла и пластика, являются очень популярными и обладают прекрасными качественными характеристиками. Монтаж трубопровода из металлопластиковых труб является, пожалуй, одним из самых простых. Собрать такую конструкцию своими руками может любой человек, который тщательно изучит правила и советы по монтажу, а также приобретёт все необходимые материалы и инструменты.

К отрицательным качествам этих труб можно отнести возможность протечки в местах стыков и слабую термоустойчивость. Кроме этого, металлопластиковые коммуникации не являются пожароустойчивыми.

Металлопластиковое изделие состоит из слоёв, которые в процесс эксплуатации при перепадах температур могут расслаиваться и образовывать просвет между соединительной деталью и трубой.

Рабочая температура для металлопластиковых деталей составляет 80–100 °С. Из таких труб выполняются разные трубопроводы: горячие и холодные водопроводы, отопительные, коммуникации для тёплого пола. Они резистентны к агрессивным химическим веществам и обладают антикоррозийными качествами, а металлическая прослойка увеличивает прочность конструкции. Эксплуатационный срок таких изделий составляет примерно 30–35 лет.

Соединение таких труб, как правило, проводят с использованием

специальных фитингов. Все фитинги по типу соединения подразделяются на:

- резьбовые;
- пресс-фитинги.



Рисунок 5 -Металлопластиковая труба

Металлопластиковые изделия применимы для многих типов систем — отопительных, водопроводных, газовых

На сегодняшний день популярными соединительными элементами для металлопластиковых коммуникаций считаются пресс-фитинги, с помощью которых можно смонтировать прочное и надёжное соединение.

Пластиковые трубы.

Пластиковые — это обобщенное название труб, изготавливаемых из различных полимеров. Каждый тип таких изделий имеет свои характеристики и свойства.

Полиэтиленовые

Существуют такие типы труб из полиэтилена:

- полиэтиленовые низкого давления (ПНД);
- полиэтиленовые высокого давления (ПВД);
- сшитые полиэтиленовые.

Полиэтиленовые детали плохо переносят высокие температуры (кроме сшитых полиэтиленовых), поэтому чаще всего их используют для монтажа холодных водопроводных конструкций или канализационных магистралей.

К положительным характеристикам изделий из этого материала относятся:

- простота монтажа;
- антикоррозийность;
- лёгкий вес;
- долгий срок службы (до 50 лет).

Диаметр полиэтиленовых труб колеблется от 10 до 1000 мм. Они способны переносить давление от 2,5 до 16 атмосфер, а в некоторых случаях и большее. Рабочая температура может быть от  $-40$  до  $+40$  °С.

Соединяются такие трубы при помощи сварки или электромуфты. Последняя оснащается специальным проводом, который нагревает место стыка и образует прочное сцепление.



Рисунок 6 – Сварка полиэтиленовой трубы

Коммуникации из полиэтилена прокладываются как наземным методом, так и подземным.

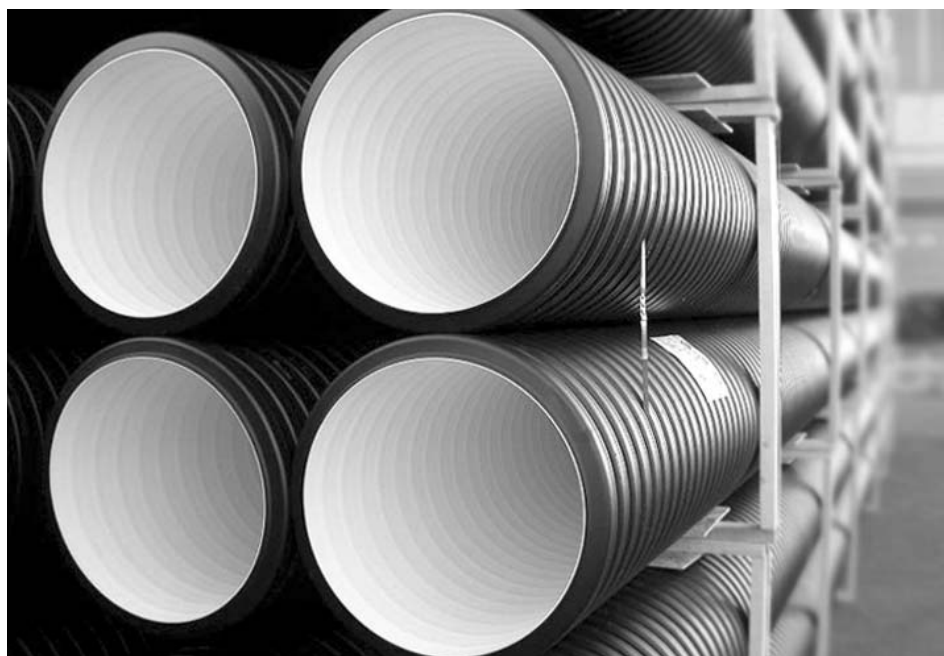


Рисунок 7 - Полиэтиленовая гофрированная труба

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28



## ПВХ.

Распространённый тип труб, который применяется в следующих областях: канализация, водопроводы, дренажные системы. Диаметр таких изделий может быть от 16 до 500 мм, а рабочая температура доходит до +90 °С. Для систем горячего водоснабжения используют детали с сечением от 16 до 50 мм.

Давление, которое могут переносить в процессе эксплуатации трубы из поливинилхлорида, колеблется от 6 до 46 атмосфер. Кроме этого, поливинилхлорид отличается пожароустойчивостью, поэтому его часто используют для защиты электрических кабелей и проводов.

Простота монтажа позволяет монтировать изделия из поливинилхлорида быстро, без использования какого-либо профессионального оборудования. Стыковка ПВХ деталей между собой проходит посредством специальных фитингов. Эксплуатационный срок в некоторых случаях достигает 50 лет.

Полипропиленовые. Самый распространённый тип пластиковых труб и вообще в настоящее время — это самый популярный вид из всех труб для водопроводных систем. Их популярность обусловлена многими положительными характеристиками, но прежде всего, это простота установки.

Используют такие трубы в:

- системах горячей и холодной воды;
- системах отопления;
- при укладке тёплого пола;
- в канализационных коммуникациях.

По диапазону диаметров полипропиленовые трубы могут быть от 16 до 125 мм. Сборка ПП трубопровода проходит с помощью сварки. Для каждой категории трубопроводов существует свой тип труб (PN10, PN16, PN20, PN25). Цифровой показатель указывает, на какое давление рассчитана конкретная продукция. То есть, маркировка труб PN20 говорит нам о том, что такие изделия рассчитаны для систем с показателем рабочего давления в 20 атмосфер.



Рисунок 7 - ПВХ трубы

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Изделия из полипропилена бывают обычными и армированными металлом или стекловолокном

Как правило, обозначения труб наносят на внешнюю поверхность изделия (не ближе, чем 2 см от края). Трубы с маркировкой PN10 используются для систем, в которых рабочая среда представлена холодной водой. Изделия, помеченные как PN20, используют для коммуникаций с холодной и горячей водой, а PN25 — для отопления и горячих водопроводов.

Установка полипропиленовых труб выполняется посредством стыковой или муфтовой сварки с использованием низкотемпературного паяльника. Эксплуатационный срок полипропиленовых деталей при правильном использовании равен 50 годам.

Вывод: В данной главе были рассмотрены назначение, классификация и виды материалов трубопроводов. На основании изученного материала наиболее оптимальным выбором трубопровода для хозяйственно-бытовой (К1) и ливневой канализаций (К2) будет полиэтиленовый трубопровод «Корсис», т.к. полиэтиленовый трубопровод имеет ряд положительных качеств, благодаря которым имеет преимущество перед другими материалами трубопроводов. Такие как:

- очень большой срок службы-гарантированный эксплуатационный срок составляет 50 лет;
- небольшой вес, что облегчает транспортировку и монтаж трубопровода;
- неподверженность коррозии, высокая устойчивость ко многим химически агрессивным средам;
- благодаря гладкой стенке, коэффициент шероховатости полиэтиленовых труб составляет 0,01-0,1, на внутренней поверхности не образуется накипь, не скапливаются жировые и иные отложения;
- низкая вероятность разрушения полиэтиленового трубопровода при замерзании в нём воды;
- низкая теплоотдача.

### 3.2 Хозяйственно-бытовая канализация К1

Весь канализационный комплекс жилого дома называется хозяйственно-фекальным, или хозяйственно-бытовым, обозначается в проектной, нормативной литературе как канализация К1.

Эта сеть объединяет сантехнические приборы-приемники, такие как ванны раковины, мойки, унитазы, биде и др., используемые в санитарных, гигиенических целях. Используются приемные устройства, такие как воронки, лотки, трапы, связывающие их канализационные трубы.

Обязательной частью сантехнических приемников является гидравлический

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

затвор. Это сифон в виде буквы U, наполовину заполненный водой. Этот простой прием создает водяной барьер, не пропускающий газы обратно в помещение. Унитазы, трапы конструкционно выполнены с затворами, к остальным приборам их присоединяют после сливных отверстий. Сантехнические приборы, приемники подключаются к отводам, по которым хозяйственно-бытовые стоки попадают в канализацию.

Трубопроводная часть включает горизонтальные участки, проложенные с уклоном. Они впадают в стояки - вертикальные участки, которые объединяют стоки, выводят их к коллектору. Соединение различных участков выполнено с помощью фасонных деталей, обеспечивающих изменение направления трубопроводов и их отклонение.

Коллектор — это трубопровод, проложенный горизонтально с большим уклоном, соединяющий систему канализации строения с комплексом населенного пункта.

Обязательной частью сантехнической системы являются вентиляционные трубопроводы. Они проходят вертикально и соединены с водоотводом. Организация вентиляции помогает стабилизировать давление в канализационной системе. При проектировании водоотведения на малых площадях, вентиляцию водоотвода обеспечивают тягой воздуха, которая является следствием нагрева стояков внутренним теплом помещений.

Для монтажа бытовой водоотводящей сети могут быть использованы разные виды трубной продукции, применение которой регламентируется СНиПом. В случае отведения отходов самотеком рекомендуются чугунные, асбестоцементные, бетонные, железобетонные, пластиковые, стеклянные трубы.

При реализации напорного отведения можно применять чугунные, асбестоцементные, железобетонные или пластиковые трубы. Для вентиляционной части кроме чугунных СНиП разрешает применение и асбестоцементных труб, ПВХ и полипропиленовых труб.

В качестве отводов от приборов, кроме унитаза, используют отрезки диаметром 50 мм. Отводы унитазов выполняют 110 мм. Размеры элементов всей сети определяются расчетом, проводимым во время проектирования канализационной системы.

Канализация К1 имеет собственный выпуск, который организуют под углом 90° к наружным стенам, заглубляя на уровень несколько выше основания фундамента. При наличии подвала, выпуск выполняют выше пола подвала.

Канализацию строения соединяют с коммунальной. В случае загородного коттеджа возможна организация канализации шамбо, когда отходы выводятся в приемный приямок на участке и периодически откачиваются и вывозятся. В этом случае следует организовать автомобильный подъезд к сливной яме. Следование всем нормативам и качественный монтаж хозяйственно-бытового водоотведения — это гарантия надежной работы всего блока водоотведения.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

### 3.3 Анализ и обоснование конструкции современных очистных сооружений ливневой канализации К2

В процессе глобального кругооборота веществ, определяющего условия существования и эволюции биосферы, атмосферные осадки, выпадающие над земной поверхностью, собираются и отводятся через разветвленную сеть в моря и океаны, где, путем постоянного испарения воды, происходит формирование дождевых облаков с их последующим распределением над земной поверхностью и выпадением в виде осадков.

Распределение осадков над поверхностью планеты крайне неравномерно, как в пространстве, так и во времени, и является предметом изучения гидрометеорологии.

Объемы выпадающих осадков измеряют высотой слоя воды  $h$ , мм, выпавшей за определенный интервал времени, по площади водосбора.

В России годовой слой осадков колеблется от 300мм на севере до 2000 мм в южной субтропической зоне. В средней полосе этот показатель достигает 600–800мм.

Выбор схемы отведения и очистки поверхностного стока определяется его количественной и качественной характеристиками и осуществляется на основании оценки технической возможности реализации того или иного варианта и сравнения технико–экономических показателей разрабатываемых вариантов.

Степень очистки поверхностного стока в зависимости от схемы отведения его определяется требованиями к качеству воды, используемой для производственных целей, или условиями спуска в городской коллектор дождевой канализации или в водные объекты.

Повышение требований к качеству воды диктует поиск все более эффективных технологий удаления загрязнений из поверхностных сточных вод, возврата очищенных стоков для повторного использования или слива в природные водоемы.

При очистке поверхностных сточных вод решаются в основном две задачи: очистка стоков от взвешенных веществ и очистка от загрязнений нефтепродуктами.

Для вывода дождевых воду устраивают ливневое водоотведение- К2. Оно представляет сантехническую систему воронок, желобов, труб, приемных решеток, фильтров для очищения сточных вод от песка. Чаще всего используются конструкции открытого типа. Водоотвод осуществляют с помощью открыто проложенных желобов или каналов.

Они транспортируют водные потоки в подземную часть комплекса. Для устройства дренажа используют полиэтиленовые трубы, в том числе гофрированные трубы с гладкой внутренней поверхностью.

Грамотно устроенная и спроектированная, в соответствии с техническими нормативными документами канализации К2, защитит строение от просадки и

					ИОУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

растрескивании стен. По завершении монтажа следует провести испытание системы силами организации, имеющей соответствующую лицензию.

### 3.4 Обоснование и существующие виды соединения трубопровода

#### Соединение сваркой

Трубы, соединенные сваркой, имеют не меньшую прочность, чем до выполнения соединения; таким образом сваренный трубопровод можно сравнить с одной очень длинной трубой.

Техника сварки гарантирует, что по всей длине трубопровода сохранится присущая полиэтиленовым трубам гибкость. Можно соединить длинный трубопровод на поверхности земли, а затем уложить его в траншею. При такой процедуре не возникает никаких проблем, независимо от того, предусматривается ли проектом традиционная укладка труб, открытым способом или бестраншейная реновация.

Чаще всего для ПЭ напорных труб используют два метода сварки:

- стыковую сварку;
- электромужфтовую сварку.

#### Стыковая сварка

Стыковая сварка – это технология, которая уже многие годы применяется для соединения полиэтиленовых труб диаметром более 50 мм. Концы труб устанавливаются и соединяются в специальной машине для стыковой сварки, изображение которой приведено на рисунке 2.16. После выравнивания и фиксации края труб гладко зачищают при помощи специального электрического приспособления, обеспечивая их взаимную параллельность. Затем концы труб разогревают нагревательной плитой с фторопластовым покрытием, температура которой регулируется термостатом. Нагревательную плиту помещают между подлежащими соединению концами труб. Когда края труб достаточно расплавятся плиту убирают, а концы труб прижимают друг к другу и дают трубам остыть. После сварки стыка на наружной и внутренней поверхности трубы образуется шов. Его можно легко удалить при помощи специального оборудования. Качество соединения быстро и надежно устанавливается визуальным контролем шва снаружи.



Рисунок 8 – Сварочный аппарат для стыковой сварки ПЭ и ПП труб

### Электромuffовая сварка

При электромuffовой сварке разогрев труб обеспечивается за счёт применения полиэтиленовых фасонных частей с заделанными в них при изготовлении нагревательными элементами. Выпускаются оборудованные вмонтированными электроспиралями ответвительные седла, отводы, тройники, заглушки. Когда по спирали проходит электрический ток, она действует как нагревательный элемент, в результате чего полиэтилен расплавляется, и фасонная часть приваривается к стенке трубы.

Перед сваркой поверхность на свариваемых участках должна быть механически зачищена для удаления возможных загрязнений и окисной плёнки.

Важно обеспечить полную неподвижность трубы и фасонной части как в процессе нагрева при прохождении электрического тока, так и в процессе остывания. В случае приваривания ответвительного седла должны применяться правильно подобранные зажимы.



Рисунок 9 – Сварочный аппарат для электромuffтовой сварки

### Раструбное соединение

Основной вид сочленения ПЭ и ПП труб диаметром более 300мм и фасонных частей для систем канализации — раструбное соединение с резиновым уплотнительным кольцом. Герметичность раструба достигается за счет сжатия резинового кольца между стенками раструба и гладким концом трубы.

Резиновые уплотнительные кольца со специальными пластмассовыми вкладышами и без них позволяют произвести сборку герметичных и надежных соединений (рис. 10). Резиновое кольцо дает возможность частично компенсировать несовпадение осей соединяемых частей, но неравномерная деформация уплотняющего пояса кольца может привести к протечкам соединения. Поэтому при монтаже скрытых труб, особенно под стяжку, надо следить, чтобы искривленность оси на составных участках отводов и стояка была не более толщины стенки трубы на каждый метр длины трубопровода. Многие фирмы колена и тройники делают с углом не 90°, а 87°, чтобы труба, прокладываемая с уклоном, входила в раструб тройника, не перекашивая кольцо. Чтобы не повредить кольцо при монтаже, на гладком вставляемом конце трубы делают фаску и смазывают его специальной силиконовой смазкой, глицерином или мылом, но только не маслами.



Рисунок 10 – Раструбное соединение труб

Перед сборкой трубопровода необходимо убедиться, что край трубы имеет фаску и в раструбе есть уплотнительное кольцо. Нужно очистить от загрязнения уплотнительное кольцо, внутреннюю часть раструба и конец трубы со снятой фаской. Далее наносится смазка на гладкий конец трубы или фасонной части. Гладкий край трубы помещается в раструб до упора, место контакта гладкого края трубы и раструба помечается. Затем трубу необходимо аккуратно вытащить обратно из раструба на 9–11 мм, ориентируясь на положение карандашной метки относительно торца раструба. Этот зазор необходим для компенсации изменения длины трубы, возникающего в результате температурных воздействий. Он позволяет избежать возникновения внутренних напряжений в системе. Полипропиленовые трубы в сетях бытовой канализации могут удлиняться до 5 мм на один метр длины, а трубы, установленные в системе дождевых стоков — до 2 мм. Каждый раструб способен компенсировать удлинение двухметрового участка канализационной трубы. Фасонная арматура короткая, поэтому удлиняется не сильно, ее помещают в раструб без зазора.



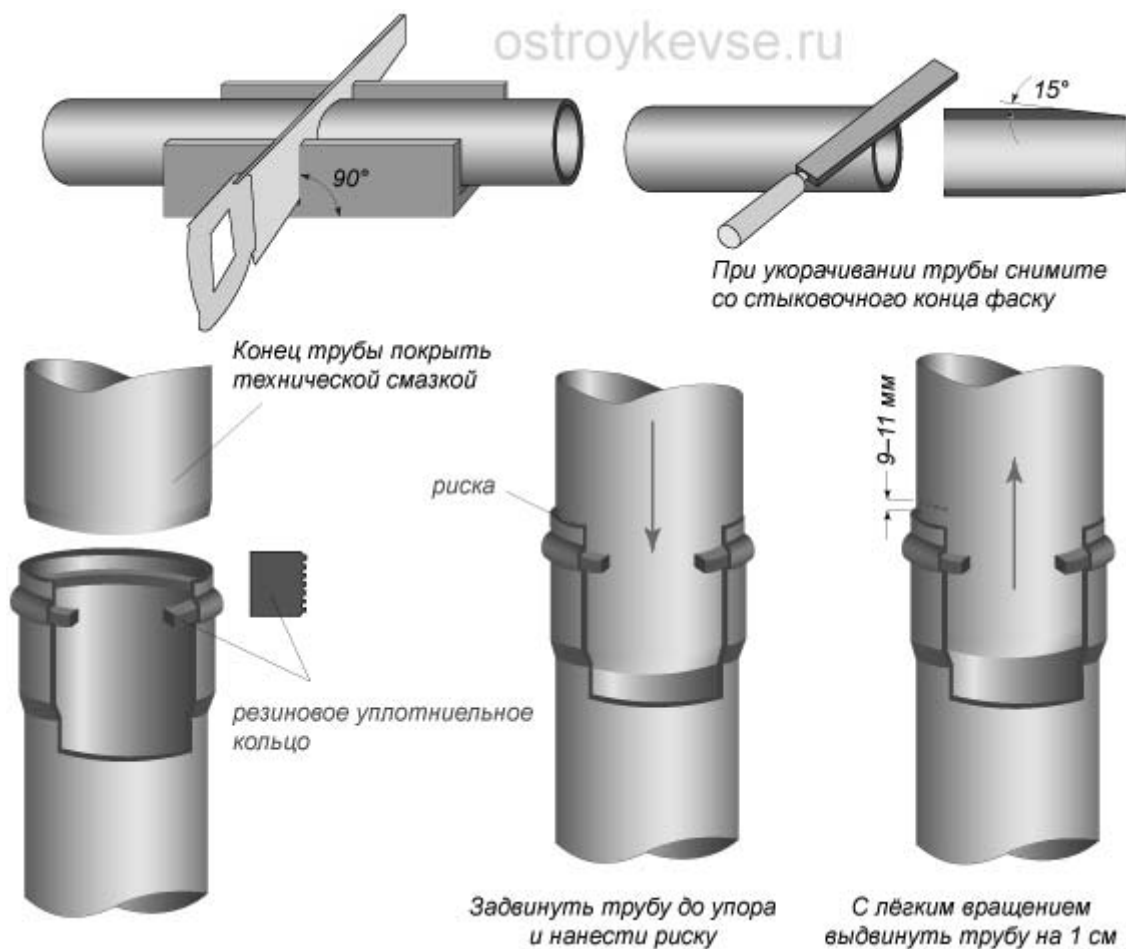


Рисунок 11 – Монтаж раструбной трубы

### Фланцевое соединение

Фланцевое соединение полиэтиленовых труб. Как известно, полиэтиленовые трубы имеют два основных вида соединения, разъемное и неразъемное. Неразъемное соединение производится при помощи сварочного процесса, при котором трубы сплавляются между собой, образуя надежное единое соединение. Неразъемное же соединение предполагает монтаж труб при помощи фитингов, которые собираются механическим способом и, собранный с их помощью узел, может быть, при необходимости, разобран.

Фланцевое соединение полиэтиленовых труб, это один из разъемных способов монтажа, применяемый для соединения с запорной и регулирующей арматурой. Фланцевое соединение производится с помощью втулки под фланец, привариваемой к концу ПЭ трубы, и свободного металлического фланца.



Рисунок 12 - Втулка под фланец



Рисунок 13 – Фланец

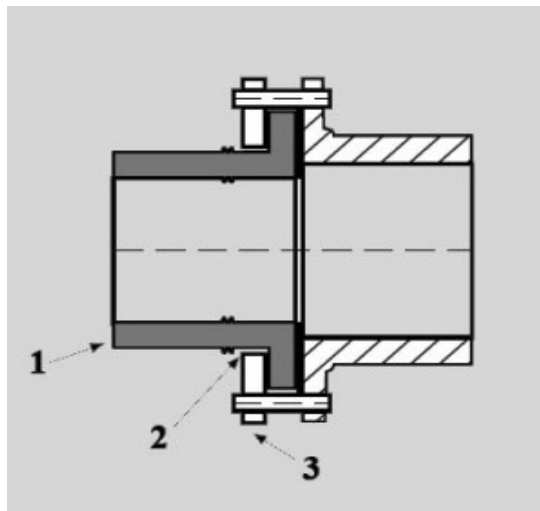


Рисунок 14 - Фланцевое соединение труб

На рисунке 14:

1. Полиэтиленовая труба;
2. Втулка под фланец;
3. Свободный фланец.

Выбор запорной, регулирующей и другой арматуры, устанавливаемой на полиэтиленовых трубопроводах, проводится в соответствии со стандартами, техническими условиями, каталогами, параметрами транспортируемых веществ, с учетом требований проекта и условий эксплуатации.

Напорные полиэтиленовые трубопроводы соединяются с трубопроводами из других материалов с помощью разъемных стальных фланцевых соединений.

Втулка под фланец у основания бурта имеет специальное конструктивное расширение, предназначенное для более надежного присоединения бурта. Ведь именно на бурт втулки происходит основное давление во время эксплуатации трубопровода. Обычные фланцы, поставляемые для стальных труб по ГОСТ 12820,80, не могут свободно устанавливаться на втулку из-за узкого внутреннего диаметра. Поэтому для фланцевого соединения полиэтиленовых труб применяются свободные расточенные фланцы по ГОСТ 12822,80 с увеличенным внутренним диаметром  $d_1$ , что позволяет свободно надеть его на ПЭ трубу.

Вывод: На основе перечисленных видов соединений труб, можно сделать вывод, что наиболее приемлемым вариантом для самотечной хозяйственно-бытовой канализации и ливневой канализации будет соединение труб с помощью муфтового соединения, так как не влечет за собой больших финансовых вложений, достаточно простая технология монтажа, не требующая никаких специализированных аппаратов.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

## 4.ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ

4.1 Определение расчетных расходов воды в системах водоснабжения, водоотведения и ливневой канализации

4.1.1 Определение расчетных расходов стоков в системе водоотведения

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

Административное бытовое здание

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

$$q^s = q^{tot} + q_o^s, \quad (4.1)$$

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

$$q_o^s = 1,6 \text{ л/с.}$$

$$q^s = 1,428 + 1,6 = 3,028 \text{ л/с}$$

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

$$q_{hr}^s = 2,99 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

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

$$q_{hr}^s = 14,48 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Контрольно-пропускной пункт с весовой

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

$$q^s = q^{tot} + q_o^s, \quad (4.2)$$

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

$$q_o^s = 1,6 \text{ л/с.}$$

					ИОУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$$q^s = 0,166 + 1,6 = 1,76 \text{ л/с}$$

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

$$q_{hr}^s = 0,176 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

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

$$q_{hr}^s = 0,064 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Производственный корпус

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

$$q^s = q^{tot} + q_o^s, \quad (4.3)$$

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

$$q_o^s = 1,6 \text{ л/с}$$
$$q^s = 0,4 + 1,6 = 2,0 \text{ л/с}$$

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

$$q_{hr}^s = 0,54 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

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

$$q_{hr}^s = 0,45 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

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

$$q^s = q^{tot} + q_o^s, \quad (4.4)$$

где  $q_o^s$  – расход стоков от санитарно-технического прибора, л/с, принимаемый согласно [20, приложение 2], для душевой кабинки с мелким душевым поддоном и смесителем :

$$q_o^s = 0,2/\text{с}$$
$$q^s = 0,6 + 0,2 = 0,8 \text{ л/с}$$

#### 4.1.2 Определение расчетных расходов стоков в системе ливневой канализации

Определение расчетных расходов поверхностного стока выполняется согласно [21].

Поверхностный сток отводится с территории водосбора площадью 8,95га, в том числе:

- с кровель зданий – 0,65 га;
- с асфальтированных покрытий и дорог – 3,2 га;
- с газонов – 5 га.

					ИОУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

## Определение среднегодовых объемов поверхностных сточных вод

Годовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на территории водосбора, определяется как сумма поверхностного стока за теплый (апрель-октябрь) и холодный (ноябрь- март) периоды года с общей площади водосбора объекта по формуле (4) рекомендаций:

$$W_{\Gamma} = W_{\text{д}} + W_{\text{т}} + W_{\text{м}}, \quad (4.5)$$

где  $W_{\text{д}}$ ,  $W_{\text{т}}$  и  $W_{\text{м}}$  - среднегодовой объем дождевых, талых и поливомоечных вод, в  $\text{м}^3$ .

Среднегодовой объем дождевых ( $W_{\text{д}}$ ) и талых ( $W_{\text{т}}$ ) вод, в  $\text{м}^3$ , определяется по [21, формулы (5) и (6) п. 5.1.2 рекомендаций]:

$$W_{\text{д}} = 10 \cdot h_{\text{д}} \cdot \psi_{\text{д}} \cdot F = 10 \cdot 335 \cdot 0,328 \cdot 8,95 = 983426 \text{ м}^3/\text{год} \text{ (или } 46,83 \text{ м}^3/\text{сут}) \quad (4.6)$$

$$W_{\text{т}} = 10 \cdot h_{\text{т}} \cdot \psi_{\text{т}} \cdot F = 10 \cdot 104 \cdot 0,6 \cdot 8,95 = 5584,8 \text{ м}^3/\text{год} \text{ (или } 37,232 \text{ м}^3/\text{сут}) \quad (4.7)$$

где  $F$  - расчетная площадь стока, в га;

$h_{\text{д}}$  - слой осадков за теплый период года,

$h_{\text{д}} = 335$  мм [21];

$h_{\text{т}}$  - слой осадков за холодный период года,  $h_{\text{т}} = 104$  мм (определяется по таблице 1 СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»);

$\psi_{\text{д}}$  и  $\psi_{\text{т}}$  - общий коэффициент стока дождевых и талых вод соответственно; определяется как средневзвешенная величина согласно указаниям п.п. 5.1.3 - 5.1.5 рекомендаций.

Расчет общего коэффициента стока дождевых вод ( $\psi_{\text{д}}$ )

Таблица 6 – Общий коэффициент стока дождевых вод

Вид поверхности или площади водосбора	Площадь, $F_i$ , га	Доля покрытия от общей площади стока, $F_i / F$	Коэффициент стока, $\psi_i$	$F_i \psi_i / F$
Кровли зданий и сооружений	0,65	0,0726	0,8	0,058
Асфальтовые покрытия и дороги	3,2	0,3576	0,6	0,21
Зеленые насаждения	5,1	0,5698	0,1	0,06
$\Sigma F_i = 8,95$		$\Sigma = 1,00$		$\psi_{\text{д}} = 0,0328$

Общий годовой объем поливо-моечных вод ( $W_M$ ), в  $m^3$ , стекающих с площади водо-сбора определяется по формуле (7) п. 5.1.6. рекомендаций:

$$W_M = 10 * t * k * F_M * \psi_M = 10 * 1,3 * 130 * 0,5 * 3,2 = 2704 \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.8)$$

где  $t$  - удельный расход воды на 1 мойку дорожных покрытий; при механизированной уборке территории принимается 1,2 - 1,5 л/ $m^2$ , ручной - 0,5 л/ $m^2$ ;

$\psi_M$  - коэффициент стока для поливо-моечных вод; принимается равным 0,5;

$k$  - среднее количество моек в году составляет 100 - 150;

$F_M$  - площадь твердых покрытий, подвергающихся мойке, га.

Тогда средний годовой объем поверхностных сточных вод с территории предприятия составляет:

$$W_{\Gamma} = W_{\text{д}} + W_{\text{Т}} + W_{\text{М}} = 9834,26 + 5584,8 + 2704 = 18122,8 \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.9)$$

Определение расчётных объёмов поверхностных сточных вод при отведении их на очистку

Объём дождевого стока от расчётного дождя ( $W_{\text{оч}}$ ) в  $m^3$ , отводимого на очистные сооружения с территории завода, определяется по формуле (8) п. 5.2.1 рекомендаций:

$$W_{\text{оч}} = 10 * h_a * F * \psi_{\text{mid}}, \text{ м}^3 \quad (4.10)$$

Таблица 7 – расчётные объёмы поверхностных сточных вод при отведении их на очистку

Вид поверхности или площади водосбора	Площадь, $F_i$ , га	Доля покрытия от общей площади стока, $F_i / F$	Коэффициент стока, $\psi_i$	$F_i \psi_i / F$
Кровли зданий и сооружений	0,65	0,0726	0,95	0,069
Асфальтовые покрытия и дороги	3,2	0,3576	0,95	0,33
Зеленые насаждения	5,1	0,5698	0,1	0,057
$\Sigma F_i = 8,95$		$\Sigma = 1,00$	$\psi_{\text{mid}} = 0,456$	

где:  $h_a$  - максимальный слой осадков за дождь, в мм, сток от которого подвергается очистке в полном объёме;

$\psi_{\text{mid}}$  - средний коэффициент стока для расчетного дождя,  $\Psi_{\text{д}} = 0,634$  (определяется как средневзвешенная величина по данным

табл.11, п. 5.3.8); [21]. Расчет приведен в таблице 3.14).  
общая площадь стока,  $F = 3,90$  га.

Согласно [21, п. 5.2.4] при отсутствии данных многолетних наблюдений величину  $h_a$  для селитебных территорий допускается принимать в пределах 5 – 10 мм как обеспечивающую прием на очистку не менее 70 % годового объема поверхностного стока для большинства территорий РФ. Примем  $h_a = 7$  мм.

$$W_{оч} = 10 * 7 * 8,95 * 0,456 = 285,68, \text{ м}^3 \quad (4.11)$$

Максимальный суточный объём талых вод ( $W_{m \text{сут}}$ , м<sup>3</sup>), отводимых на очистные сооружения предприятия в середине периода снеготаяния, определяется по формуле [21 формула (10)] п. 5.2.6 рекомендаций

$$W_{m \text{сут}} = 10 * \psi_T * K_y * F * h_c, \quad (4.12)$$

где  $\psi_T$  - общий коэффициент стока талых вод, принимается 0,7

$F$  - общая площадь стока, 8,95 га;

$h_c$  -слой талых вод за 10 дневных часов, принимается 20 мм (определяются по карте районирования снегового стока [21, приложение 1],  $h_c = 25$ )

$K_y$  - коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, определяется по формуле

$$K_y = \frac{1-F_y}{F} \quad (4.13)$$

$F_y$  - площадь, очищаемая от снега (включая площадь кровель, оборудованных внутренними водостоками);

$$K_y = \frac{1-3.85}{8,95} = 0,3$$

$$W_{m \text{сут}} = 10 * 0,7 * 0,3 * 8,95 * 25 = 469,86, \text{ м}^3/\text{сут}$$

Определение расчетных расходов дождевых и талых вод в коллекторах дождевой канализации

Расходы дождевых вод в коллекторах дождевой канализации  $Q_r$ , отводящих сточные воды с селитебных территорий, следует определять по методу предельных интенсивностей, согласно [21, п. 5.3]:

					ИОУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44



– при постоянном коэффициенте стока ( $\psi_{mid}$ ) по формуле:

$$Q_r = \frac{\psi_{mid} A F}{t_r^n} \quad (4.14)$$

где  $A, n$  - параметры, характеризующие интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности (определяются по [21, по п. 5.3.2]);

$\psi_{mid}$  - средний коэффициент стока, определяемый в соответствии с [21, указаниями; п. 5.3.7] как средневзвешенная величина в зависимости от значения  $\Psi_i$  для различных видов поверхности водосбора;

$F$  - расчетная площадь стока, га ( $F=8,95$ );

$t_r$  - расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания поверхностных вод по поверхности и трубам до расчетного участка, определяется согласно по [21, п. 5.3.5 рекомендаций или п. 2.15 СНиП 2.04.03-85]

- при переменном коэффициенте стока ( $\psi_{mid}$ ) по формуле

$$Q_r = \frac{Z_{mid} * A^{1,2} F}{t_r^{1,2n-0,1}}, \quad (4.15)$$

где  $Z_{mid}$  - среднее значение коэффициента, характеризующего вид поверхности бассейна водосбора (коэффициент покрова); определяется как средневзвешенная величина в зависимости от коэффициентов  $Z_i$  для различных видов поверхностей [21, по таблицам 11 и 12 рекомендаций или по таблицам СНиП 2.04.03-85];

Согласно [21, п. 5.3.2] параметр  $A$  допускается определять по формуле:

$$A = q_{20} 20^n \left( \frac{1+\lg P}{\lg m_r} \right)^\gamma, \quad (4.16)$$

где  $q_{20}$  - интенсивность дождя для данной местности продолжительностью 20 мин при  $P=1$  год; ( $q_{20} = 50$  л/с с га) принимается по чертежу [21];

$n$  - показатель степени, по [21] ( $n=0,48$ );

$m_r$  - среднее количество дождей за год- по таблице [21];

$P$  - период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, в годах, принимаемый равным по [21] ( $P=0,5$  года);

$\gamma$  - показатель степени, по таблице [21] ( $\gamma = 1,33$ )

$$A = 50 * 20^{0,48} \left( \frac{1+\lg 0,5}{\lg 120} \right)^{1,33} = 49,4. \quad (4.17)$$

В таблице 8 приведено определение средневзвешенного значения постоянного коэффициента стока ( $\psi_{mid}$ ).

В таблице 9 приведено определение средневзвешенного значения коэффициента покрытия ( $Z_{mid}$ ).

Таблица 10 – Определение средневзвешенного значения постоянного коэффициента стока ( $\psi_{mid}$ )

					ИОУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Таблица 8 - определение средневзвешенного значения постоянного коэффициента стока ( $\psi_{mid}$ ).

Поверхность бассейна стока	Площадь, F, га	Доля покрытия от общей площади стока, а	Постоянный коэффициент стока, $\Psi_i$	$a \cdot \Psi_i$
Кровли зданий и асфальтовые покрытия	3,85	0,44	0,95	0,42
Зеленые насаждения	5,1	0,56	0,1	0,056
Итого:	8,95	1,00	—	$\Psi_{mid}=0,476$

Таблица 9 – Определение средневзвешенного значения коэффициента покрытия ( $Z_{mid}$ ).

Поверхность бассейна стока	Площадь, F, га	Доля покрытия от общей площади стока, а	Постоянный коэффициент покрытия, $z_{mid}$	$a * Z_{mid}$
Кровли зданий и асфальтовые покрытия	3,85	0,44	0,30	0,132
Зеленые насаждения и газоны	5,1	0,56	0,038	0,0213
Итого:	8,95	1,00	—	$Z_{mid} = 0,153$

Расчетная продолжительность протекания дождевых вод

По поверхности и трубам  $t_r$ , определяется по [21, п. 5.3.5 рекомендаций или по СНиП 2.04.03-85]:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \quad (4.18)$$

где  $t_{con}$  - продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка (время поверхностной концентрации), [21, п. 5.3.6] ( $t_{con} = 5$  мин);

$t_{can}$  - продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам дождеприемника, (в данном случае принимается равной 0);

$t_p$  - продолжительность протекания дождевых вод по трубам до рассматриваемого сечения, определяется по формуле:

$$t_p = 0,017 \sum_{i=1}^n \left( \frac{l_p}{V_p} \right) \quad (4.19)$$

где  $l_p$  - длина расчетных участков дождевой сети, в м;

$V_p$  - расчетная скорость течения на участках, принимается на основании гидравлического расчета сети.

$$t_p = 0,017 \left( \frac{712,5}{1,0} \right) = 12,12 \text{ мин}$$

$$t_r = 5 + 12,12 = 17,12 \text{ мин}$$

Тогда при постоянном коэффициенте стока ( $\Psi_{mid}$ ):

$$Q_r = \frac{0,476 * 49,4 * 8,95}{17,12^{0,48}} = 53,82 \text{ л/с,}$$

А при переменном коэффициенте стока ( $Z_{mid}$ ):

$$Q_r = \frac{0,153 * 49,4^{1,2} * 8,95}{17,12^{1,2 * 0,48 - 0,1}} = 38,18 \text{ л/с,}$$

Принимаем  $Q_r = 53,82 \text{ л/с}$

Согласно [21, п.5.3.1 рекомендаций] Расчетный расход дождевых вод для гидравлического расчета дождевых сетей следует определять по формуле:

$$Q_{cal} = \beta * Q_r \quad (4.20)$$

где  $\beta$  - коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости сети в момент возникновения напорного режима, определяется по таблице 6 рекомендаций [21, таблица 6] ( $\beta = 0,75$ )

Расчетный расход талых вод

Согласно [21, п. 5.3.10] расходы талых вод из-за различия условий снеготаяния по годам и в течение суток, а также неоднородности снежного покрова на застроенных территориях могут колебаться в широких пределах. Ориентировочно расходы талых вод, л/с, могут быть определены по слою стока за часы снеготаяния в течение суток по формуле:

					ИОУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$$Q_r = \frac{5,5 \cdot h_c \cdot K_y \cdot F}{(10 + t_r)}, \quad (4.21)$$

где  $h_c$  - слой стока за 10 дневных часов, мм; ( $h_c = 25$  мм)

$K_y$  - коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега; ( $K_y = 0.3$ )

$F$  - площадь стока, га; ( $F = 8,95$  га)

$t_r$  - продолжительность протекания талых вод до расчетного участка, ч  
( $t_r = 0,3$  ч)

$$Q_r = \frac{5,5 \cdot 25 \cdot 0,3 \cdot 8,95}{(10 + 0,3)} = 35,9 \text{ л/с.}$$

#### Качественный состав поверхностного стока

Согласно [21, п. 4.1.6] состав поверхностного стока для различных участков водосборных поверхностей селитебных территорий приведен в [4, таблица 2].

В таблице 11 приведен состав поверхностного стока.

Таблица 10 – Качественный состав поверхностного стока

Дождевой сток			Талый сток		
Взвешенные вещества, мг/л	БПК <sub>20</sub> , мг/л	Нефте–продукты, мг/л	взвешенные вещества, мг/л	БПК <sub>20</sub> , мг/л	Нефте–продукты, мг/л
400	40	8	1000	70	20

#### 4.2 Определение диаметров трубопроводов

##### 4.2.1 Определение диаметров трубопроводов системы водоотведения

Определение диаметров трубопроводов системы водоотведения выполнено согласно [24].

Диаметры трубопроводов на различных участках приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Диаметры трубопроводов системы водоотведения (К1)

Участок	Расход, л/с	Диаметр трубопровода, мм	Скорость, V, м/с	Длина участка, L, м
Колодец гаситель – К1-1	-	160		6,83
К1-1 – К1-2	-	160		24,43
К1-2 – К1-3	-	160		32,78
К1-3 – К1-4	-	160		22,79
Административно-бытовой корпус- К1-4	3,028	160	0,61	4,50
К1-4 – К1-6	3,028	160	0,61	4,92
Производственный корпус- К1-5	2,8	160	0,56	4,50
К1-5 – К1-6	2,8	160	0,56	5,00
К1-6 – К1-7	5,83	160	0,7	23,10
К1-7 – К1-8	5,83	160	0,7	16,00
К1-8 – К1-9	5,83	160	0,7	18,50
К1-9 – К1-10	5,83	160	0,7	18,50
Контрольно-пропускной пункт- К1-12	1,76	160	0,51	4,00
К1-12 – К1-11	1,76	160	0,51	29,00
К1-10 – К1-13	7,59	160	0,78	9,50
К1-13 – К1-14	7,59	160	0,78	28,90
К1-14 – К1-15	7,59	160	0,78	27
К1-15 – К1-16	7,59	160	0,78	27

#### 4.2.2 Определение диаметров трубопроводов системы ливневой канализации

Определение диаметров трубопроводов системы ливневой канализации выполнено согласно [24].

Диаметры трубопроводов на участках приведены в таблицах 12 и 13.

Таблица 12 – Диаметры трубопроводов системы ливневой канализации (К2-дождевая вода)

Участок	Расход, л/с	Диаметр трубопровода, мм	Длина участка, L, м
К2-16 – К2-24	1,5	300	16,10
К2-24 – К2-12	2,8	300	7,60
К2-12 – К2-23	4,6	300	14,00
К2-23 – Д 12	7,9	300	4,50
Д 11 – К2-12	9,4	300	2,96
К2-12 – Д 10	13,1	300	4,00
Д 15 – К2-21	15,4	300	6,00
К2-21 – К2-20	19,8	300	24,60
К2-20 – К2-19	21,9	300	35,73
К2.1-11 – К2-20	25,6	300	15,50
К2-5 – К2 -7	28,89	400	12,80
К2-7 – К2-8	31,36	400	30,80
К2-8 – К2-9	34,25	400	29,70
К2-9 – К2-10	38,11	300	17,40
К2-10 – К2-22	41,97	300	45,20
К2-22 – Д 16	43,49	300	7,00
Д 6 – К2-11	46,2	300	13,60
К2-9 – К2-11	48,3	300	4,0
К2-11 – К2-25	49,065	300	15,75
К2-25 – Д 7	51,098	300	4,93
К2-7 – Д 4	52,2	300	5,00
К2-10 – Д 5	53,1	300	6,50
К2-25 – Д 18	53,67	300	7,76
Д 18 – Тех. колодец см. ТХ	53,82	300	5,24

Таблица 13 – Диаметры трубопроводов системы ливневой канализации (К2.1- условно чистая дождевая вода)

Участок	Расход, л/с	Диаметр трубопровода, мм	Скорость, V, м/с	Длина участка, L, м
К2.1-1 – К2.1-2	2,5	250		8,85
К2.1-2 – К2.1-3	3,1	250		36,70
К2.1-3 – К2.1-5	4,9	300		20,30
К2.1-18 –К2.1-17/КГЗ	5,9	250		2,00
К2.1-17/КГЗ– К2.1-9	7,8	300		4,00

## Окончание таблицы 13

Участок	Расход, л/с	Диаметр трубопровода, мм	Скорость, V, м/с	Длина участка, L, м
K2.1-9 – K2.1-8	9,1	300		39,00
K2.1-8 – K2.1-7	11,2	300		42,66
K2.1-7 – K2.1-6	13,5	300		10,00
K2.1-6 – K2.1-5	16,1	300		25,18
K2.1-5 – K2.1-4	17,02	300		8,52
K2-6 – K2.1-19/ПК	19,54	500		13,04
K2.1-19/ПК – КНС2	21,37	100		4,00
КНС2– K2.1-21/КГ1	22,5	300		3,00
K2.1-21/КГ1– K2.1-23	24,1	300		2,70
K2.1-23– K2.1-20/КК	25,9	300		11,60
K2.1-19/ПК– K2.1-22	27,06	500		4,77
K2.1-22 – K2.1-20/КК	29,3	500		23,10
K2.1-20/КК – K2.1-10	30,4	500		18,00
K2.1-10 – Резервуар нако- питель	30,9	500		10,70
Резервуар накопитель – K2.1-15	31,87	300		21,60
K2.1-15 – K2.1-18	32,6	300		2,00
K2.1-18 – K2.1-16	33,7	300		24,80
K2.1-16– K2.1-24	34,01	300		3,00
K2.1-24 – K1-16	35,9	300		23,00

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

## 5 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДА

При прокладке наружных водоотводящих сетей из ПП (полипропилен) и ПЭ (полиэтилен) основным способом соединения труб является муфтовое соединение, а для больших диаметров, более 400мм, используют раструбное соединение.

Такие виды соединения трубопровода допустимы при самотечных системах водоотведения, по той причине, что нет давления внутри трубы, следовательно необходимое условие стыкования труб- герметичность.

При проектировании системы водоотведения завода по производству сухих смесей было решено использовать гофрированный полиэтиленовый трубопровод «Корсис» диаметром 160мм.

Муфтовое соединение -оптимальное решение для соединения труб, потому что не требует специальных аппаратов, как в случае, например, электромуфтовой сварки, также относительная простота применения т.к. необходимы только лишь муфты, которые надеваются на край двух труб, которые необходимо соединить.

Муфтовое соединение осуществляется за счет гофрированной поверхности труб. Муфта при надевании защелкивается за ребра, образуя надежное крепление, обеспечивающее герметичность всей системы.

Длина трассы трубопровода К1-10 – К1-1,  $L_{тр} = 125$  м с уклоном 0,008 по направлению к выпуску [3, п. 8.13].

### 5.1 Определение параметров траншеи

Наружный диаметр трубопровода  $D = 160$  мм.

Глубина траншеи  $h_{тр}$  для безнапорного трубопровода для труб диаметром до 500 мм принимается на 0,3 м менее глубины проникания в грунт нулевой температуры. [2]

Глубина заложения труб  $h_{тр}$  считая до низа, должна быть на 0,3 м больше расчетной глубины проникания в грунт нулевой температуры [3, п. 8.42]. Нормативная глубина сезонного промерзания для города Челябинска – 1,9 м. Тогда  $h_{тр} = 1,6$  м.

Крутизна откосов при глубине выемки 1.6 м для суглинков согласно [41, п. 5.2.6] составляет 1:0,5 (коэффициент откоса  $m = 0,5$ ).

Монтаж трубопровода принимаем отдельными трубами. Минимальная ширина траншеи понизу под трубопроводы с диаметром до 500 мм определяется по [СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 128 с.].

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

$$b = D + d \quad (5.1)$$

где,  $D$ - наружный диаметр трубопровода

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52



$d$  – дополнительное расстояние для организации зоны устройства стыка труб, м. [43, п. 3,3] ( $d=0,8$ )

$$b=0,16+0,8=0,96 \text{ м}$$

Перед устройством траншеи необходимо срезать растительный слой. Принимаем толщину срезки растительного слоя  $h_{\text{раст}} = 0,3$  м.

$$h_{\text{тр}}^H = h_{\text{тр}} - h_{\text{раст}} \quad (5.2)$$

где,  $h_{\text{раст}}$  – толщина срезки растительного слоя, м.

Тогда глубина траншеи после срезки растительного слоя составит:

$$h_{\text{тр}}^H = 1,6 - 0,3 = 1,3 \text{ м}$$

Ширина траншеи поверху  $B$  составит:

$$B = b + 2 * h_{\text{тр}}^H * m, \quad (5.3)$$

где  $m$  – коэффициент откоса стенок траншеи.

$$B = 0,96 + 2 * 1,3 * 0,5 = 2,26 \text{ м}$$

Поперечный разрез трассы представлен на рисунке 15.

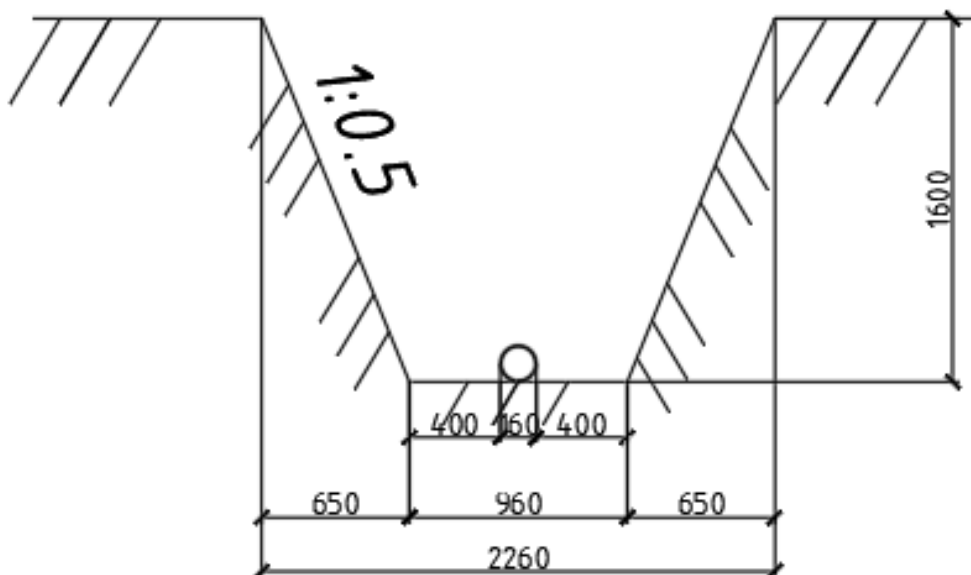


Рисунок 15 – Поперечный разрез трассы трубопровода

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

Расстояние от верхней бровки траншеи до основания откоса насыпи 1 м.

Площадь поперечного сечения насыпи:

$$S_{\text{нас}} = (S_{\text{выем}} - S_{\text{трубы}}) * k_{\text{пр}} = \left( \frac{B+b}{2} * h_{\text{тр}}^H - \frac{\pi * D_{\text{нар}}^2}{4} \right) * k_{\text{пр}}, \quad (5.4)$$

где  $k_{\text{пр}}$  – коэффициент первоначального разрыхления грунта, который показывает во сколько раз увеличился объем грунта при разработке. Определяется по [44, приложение 2],  $k_{\text{пр}}=1,24$ .

$S_{\text{выем}}$  – площадь поперечного сечения траншеи, м<sup>2</sup>

$S_{\text{трубы}}$  – площадь поперечного сечения трубы, м<sup>2</sup>

$$S_{\text{нас}} = 1,24 * \left( \frac{2,26 + 0,96}{2} * 1,3 - \frac{3,14 * 0,16^2}{4} \right) = 2,57 \text{ м}^2$$

Поперечный разрез насыпи представлен на рисунке 16.

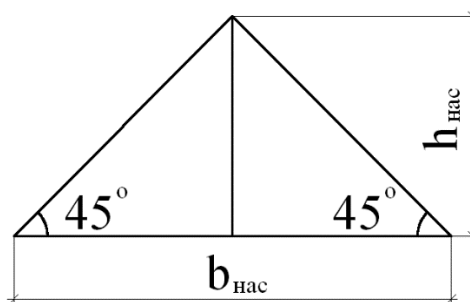


Рисунок 16 – Поперечный разрез насыпи

Крутизну откоса в отвале высотой до 3 м для насыпных грунтов можно принять 1:1. Тогда высота насыпи (как в равнобедренном треугольнике)

$$h_{\text{нас}} = \sqrt{S_{\text{нас}}}$$

$$\text{Тогда } h_{\text{нас}} = \sqrt{2,57} = 1,6 \text{ м.}$$

Ширина насыпи

$$b_{\text{нас}} = 2 * h_{\text{нас}}$$

Тогда

$$b_{\text{нас}} = 2 * 1,6 = 3,2 \text{ м.}$$

При устройстве стыков в сборном трубопроводе необходимо устраивать приемки. Размеры приемков определяются согласно [43, таблица 3]:

– длина приемка: 0,6 м;

– ширина приемка:  $b_{\text{пр}} D + 0,8 = 0,16 + 0,8 = 0,96$  м;

– глубина приемка: 0,2 м.

Доставка труб и элементов колодцев на трассу обычно проводится автомобильным транспортом. При необходимости устройства временных дорог ширина проезжей части принимается равной 3,5 м при одностороннем движении и 7 м при двустороннем [СНиП 3.02.01-87]. В качестве природоохранного мероприятия может быть выполнена срезка растительного грунта на эту ширину. Размеры приямков устанавливаются в соответствии с табл. 3 [СНиП 3.02.01-87] в зависимости от типов соединений труб.

## 5.2 Подсчет объемов земляных работ

Разработка грунта в траншее экскаватором

1) Ширина срезки растительного слоя (рис. 16) складывается из расстояний:

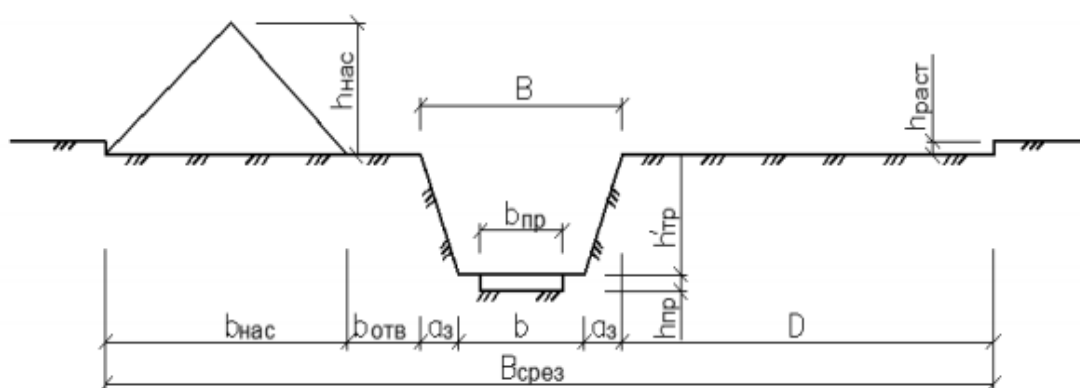


Рисунок 17 - Поперечный профиль трассы трубопровода

$$B_{\text{срез}} = b_{\text{нас}} + b_{\text{отв}} + 2 * a_{\text{з}} + b + D, \text{ м} \quad (5.5)$$

где,  $D$  – ширина площадки для расположения крана и автотранспорта у траншеи, м.

$$B_{\text{срез}} = 3,2 + 1 + 2 * 1,1 + 0,96 + 0,16 = 7,52 \text{ м}^2,$$

Площадь снятия растительного слоя

$$S_{\text{раст}} = B_{\text{срез}} * L_{\text{тр}}, \text{ м}^2 \quad (5.6)$$

где  $L_{\text{тр}}$  – длина трассы трубопровода, м.

тогда  $S_{\text{раст}} = 7,52 * 125 = 940 \text{ м}^2$

Растительный слой срезается бульдозером.

Из общего объема траншеи следует выделить объем работ по срезке недобора, который оставляют у дна траншеи, разрабатываемого экскаватором, чтобы не

					ИОУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

нарушить целостность и прочность грунта у основания, на которое опирается трубопровод.

2) Разработка грунта в траншее проводится с недобором в области подошвы. Величину недобора  $h_{\text{нед}}$  принимают 0,1–0,2 м в зависимости от особенностей экскаватора. Экскаватором разрабатывают траншею глубиной

Принимаем величину недобора  $h_{\text{нед}} = 0,2$  м.

$$h_{\text{тр}}^{\text{э}} = h_{\text{тр}}^{\text{н}} - h_{\text{нед}}, \quad (5.7)$$

$$\text{Тогда } h_{\text{тр}}^{\text{э}} = 1,3 - 0,2 = 1,1 \text{ м}$$

Для определения объема грунта, разрабатываемого экскаватором, можно воспользоваться выражением

$$V_{\text{экс}} = \frac{b+2*h_{\text{нед}}*m+B}{2} * h_{\text{тр}}^{\text{э}} * L_{\text{тр}}, \text{ м}^3 \quad (5.8)$$

где  $L_{\text{тр}}$  – длина трассы трубопровода, м; ( $L_{\text{тр}} = 6\text{ м}$ )

$$\text{Тогда } V_{\text{экс}} = \frac{0,96+2*0,2*0,5+2,26}{2} * 1,1 * 125 = 235,13 \text{ м}^3$$

3) Объем грунта, погружаемый в транспортное средство.

Объем грунта, занимаемый по окончании монтажных работ трубой, который можно вывезти с трассы на автосамосвалах по формуле:

$$V_{\text{погр}} = \frac{\pi * D_{\text{нар}}^2}{4} * L_{\text{тр}}, \quad (5.9)$$

$$V_{\text{погр}} = \frac{3,14 * 0,16^2}{4} * 125 = 2,5 \text{ м}^3$$

Объем грунта, остающегося на площадке, то есть разрабатываемого в отвал (навымет):

$$V_{\text{нав}} = V_{\text{экс}} - V_{\text{погр}}, \quad (5.10)$$

$$V_{\text{нав}} = 235,13 - 2,5 = 232,63 \text{ м}^3.$$

4) Оставшаяся в области подошвы часть грунта в объеме недобора разрабатывается вручную:

$$V_{\text{нед}} = \frac{2*b+2*h_{\text{нед}}*m}{2} * h_{\text{нед}} * L_{\text{тр}}, \quad (5.11)$$

$$V_{\text{нед}} = \frac{2*0,76+2*0,2*0,5}{2} * 0,2 * 125 = 21,5 \text{ м}^3.$$

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

5) Разработка приемков для устройства стыков труб.

Объем приемка:

$$V_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} * b_{\text{пр}} * h_{\text{пр}}, \quad (5.12)$$

где  $a_{\text{пр}}, b_{\text{пр}}, h_{\text{пр}}$  – соответственно длина, ширина, глубина приемка в соответствии с табл. 3 [6].

$$V_{\text{пр}} = 0,6 * 0,66 * 0,2 = 0,079 \text{ м}^3.$$

Количество приемков принимаем равным количеству труб  $N_{\text{тр}}$ .

Длина трубы равна 6 м.

Тогда количество труб на трассе  $N_{\text{тр}} = 125 : 6 = 21$  шт.

Объем всех приемков  $V_{\text{пр}} = 0,079 * 21 = 1,66 \text{ м}^3$ .

6) Объем грунта, разрабатываемого вручную, определяем:

$$V_{\text{вруч}} = V_{\text{нед}} + V_{\text{пр}} * N_{\text{тр}}, \quad (5.13)$$

$$V_{\text{вруч}} = 21,5 + 0,079 * 21 = 23,16 \text{ м}^3$$

7) Находим объем песчаного основания

Высота песчаной подушки – 0,15 м.

$$V_{\text{пес}} = h(b + mh)l \quad (5.14)$$

$$V_{\text{пес}} = 0,15 * (0,96 + 0,075) * 125 = 19,41 \text{ м}^3$$

8) Укладка полиэтиленовых труб «Корсис DN/OD 160/139 (мм)» вручную.

9) После монтажа труб и устройства стыков проводятся предварительные гидравлические испытания, перед которыми производят неполную засыпку трубопровода таким образом, чтобы стыки остались видны.

Засыпка производится в несколько этапов:

- 1) Перед испытанием (с незасыпанными стыками);
- 2) Стыки и трубопровод засыпают на высоту 0,5 м над верхом трубы вручную [43, п. 4.9];
- 3) Механизированная засыпка бульдозером на оставшуюся высоту траншеи.

Обратная засыпка производится с послойным уплотнением грунта (0,1–0,4 м).

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

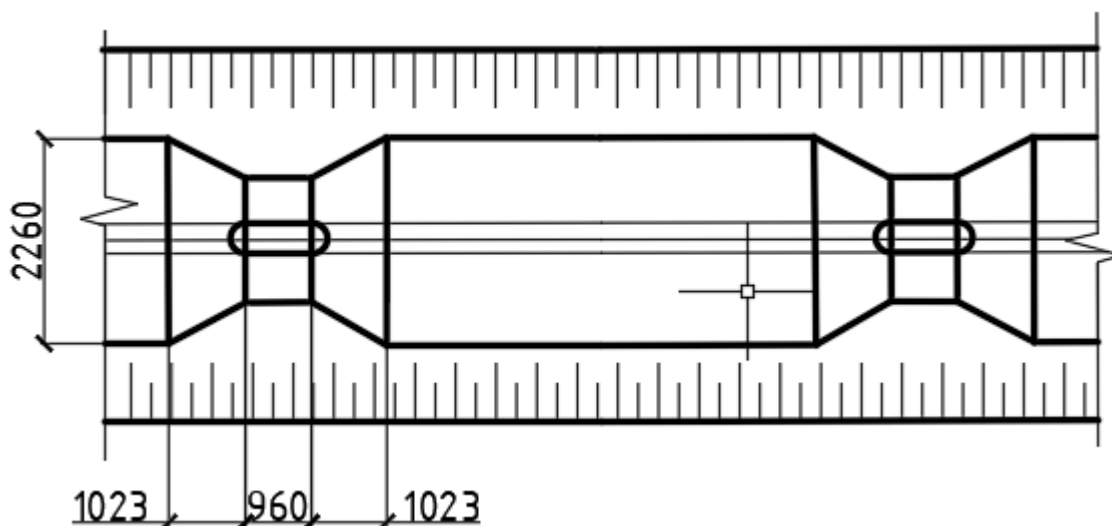


Рисунок 18 – Схема засыпки трубопровода перед испытанием

#### 10) Засыпка грунтов траншеи

Формула подсчетов объема обсыпки трубопровода имеет вид:

$$V_{\text{обс}} = h * (B + m * h) * l - V_{\text{Т}} \quad (5.15)$$

где  $V_{\text{Т}}$  – объем трубы ;  $\text{м}^3$

$h$ - высота обсыпки ( $h=0,3\text{м}$ )

$$V_{\text{Т}} = \frac{\pi * D_{\text{нар}}^2}{4} * L_{\text{тр}} , \text{м}^3 \quad (5.16)$$

$$V_{\text{Т}} = \frac{3,14 * 0,16^2}{4} * 125 = 1,44 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{обс}} = 0,3 (2,26 + 0,15) * 125 - 1,44 = 88,94 \text{ м}^3$$

#### 11) Обратная засыпка траншеи бульдозером Т-170

Объем обратной засыпки равен:

$$V_{\text{зас.бульд.}} = \frac{B_{\text{гр}} + B}{2} * h_{\text{бульд}} * L_{\text{тр}} \text{ м}^3, \quad (5.17)$$

где  $h_{\text{бульд}}$  – высота слоя грунта, засыпаемого бульдозером, м

$$V_{\text{з}} = \frac{2,26 + 1,3}{2} * 1,35 * 125 = 300,38 \text{ м}^3$$

12) Уплотнение грунта:  $375 \text{ м}^2$

Объем вывозимого грунта:

$$V_{\text{сам}} = V_{\text{погр}} * k_{\text{пр}}, \text{ м}^3, \quad (5.18)$$

где  $k_{\text{пр}}$  – коэффициент первоначального разрыхления грунта, который показывает во сколько раз увеличился объем грунта при разработке. Определяется по [44, приложение 2], ( $k_{\text{пр}} = 1,17$ )

$$V_{\text{сам}} = 2,5 * 1,24 = 3,1 \text{ м}^3.$$

13) Объем разравниваемого растительного грунта:

$$V_{\text{разр}} = B_{\text{срез}} * L_{\text{тр}} * b_{\text{отв}} * k_{\text{пр}} \text{ м}^3, \quad (5.19)$$

$$V_{\text{разр}} = 7,52 * 125 * 1 * 1,17 = 1099,8 \text{ м}^3$$

В таблице 24 приведена ведомость объемов работ.

Таблица 24 – Ведомость объемов работ

№	Наименование работ	Единицы измерения	Объемы работ
1	Срезка растительного слоя бульдозером Т-170	1000 м <sup>2</sup> очищенной поверхности	0,94
2	Разработка грунта в траншее навывмет (в отвал) ЕК-270	100 м <sup>3</sup> грунта	2,35
3	Разработка грунта в траншее с погрузкой в транспортное средство	100 м <sup>3</sup> грунта	0,025
4	Часть грунта в объеме недобора разрабатывается вручную	100 м <sup>3</sup> грунта	0,215
5	Разработка прямых для устройства стыков труб	1 м <sup>3</sup>	1,66
6	Объем грунта, разрабатываемого вручную	100 м <sup>3</sup> грунта	0,23
7	Устройство песчаной подушки	1 м <sup>3</sup>	19,41
8	Укладка полиэтиленовых труб «Корсис DN/OD 160/139 (мм)» в траншею, способ соединения- муфтовый	1 м трубопровода	125

Окончание таблица 24

№	Наименование работ	Единицы измерения	Объемы работ
9	Засыпка грунтом траншеи с трамбованием перед испытанием	100 м3 грунта	0,889
10	Гидравлическое испытание трубопровода	1 м трубопровода	125
11	Засыпка траншеи бульдозером Т-170	100 м3 грунта	3,38
12	Уплотнение грунта	100 м <sup>2</sup> грунта	3,75
13	Разравнивание растительного грунта	1000 м3 грунта	1,099
14	Гидравлическое испытание трубопровода окончательное	1 м трубопровода	125

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 и установки арматуры, 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. Однако недостатком является необходимость вытеснения воды и опасность ее замерзания зимой. Для испытания применяют насосы или наполнительные агрегаты, производящие закачку воды, и гидравлические прессы или опрессовочные агрегаты, обеспечивающие подъем внутреннего давления. При небольших объемах испытаний применяют компактные перевозные установки и гидравлические прессы.

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.

### 5.3 Методы производства земляных и монтажных работ

#### 1) Разработка грунта бульдозером

Срезка растительного слоя и обратная засыпка траншеи после испытания производится бульдозером.

Подбираем бульдозер марки Т-170 на базе трактора Т-100. Технические характеристики которого приведены в таблице 6.2

Характеристики бульдозера Т-170

Масса бульдозера Т-170 составляет 15000 кг. Скорость перемещения техники:

- при перемещении и раскладке грунта – до 9,2 км/час;
- при наборе грунта в призму или копанию – до 3,9 км/час;
- при движении без груза – 15 км/час.

Средний путь для набора грунта в призму составляет 4000 мм.

Продолжительность набора грунта в призму:

- 1 категория – 4 сек;
- 2 категория – 9 сек;
- 3 категория – 14 сек.

Номинальное тяговое усилие – 100 кН. Базовым рабочим оборудованием для техники является поворотный отвал со следующими характеристиками:

- длина – 4000 мм;
- высота – 1100 мм;
- емкость – 2,4 куб.м;
- скорость подъема – 0,4 м/сек;
- угол резания – 50-60 градусов;
- угол установки – 60-90 градусов.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

- предельное опускание – 260 мм;
- предельный подъем – 1090 мм;

На рисунке 19 приведена схема работы бульдозера Т-170

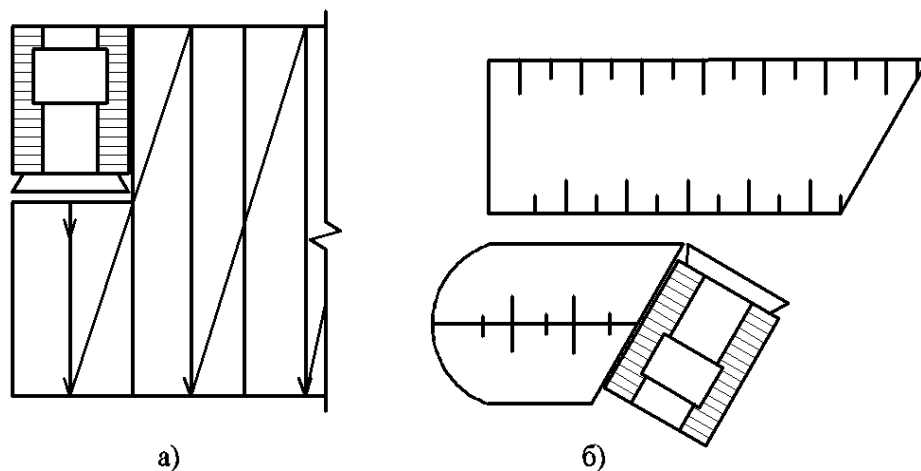


Рисунок 19 – Схема работы бульдозера Т-170

На рисунке 19: а) срезка растительного слоя; б) засыпка траншеи

2) Разработка траншеи экскаватором.

На рисунке 20 представлена схема разработки траншеи экскаватором (лобовая проходка)

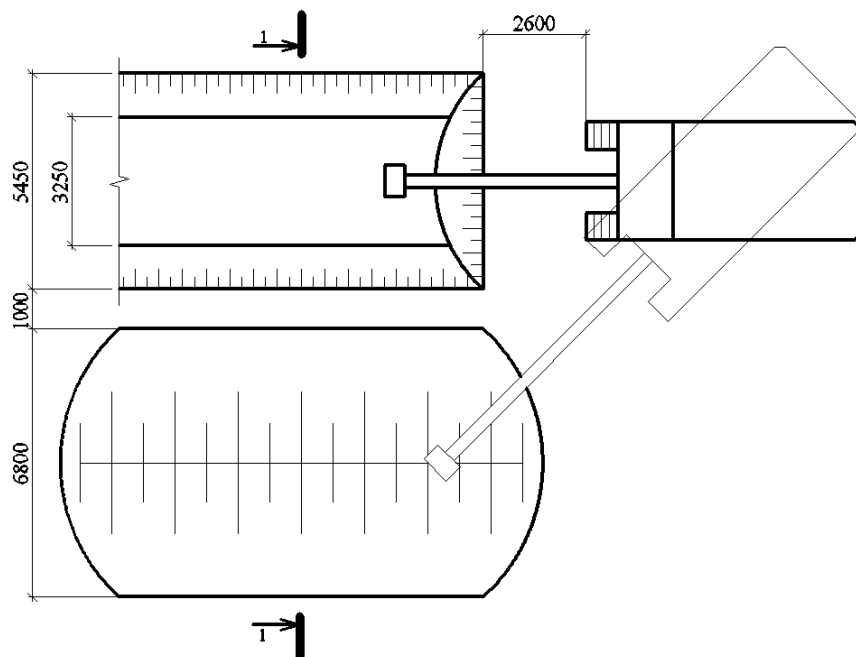


Рисунок 20 – Схема разработки траншеи экскаватором (лобовая проходка)

На рисунке 21 представлен разрез 1 – 1

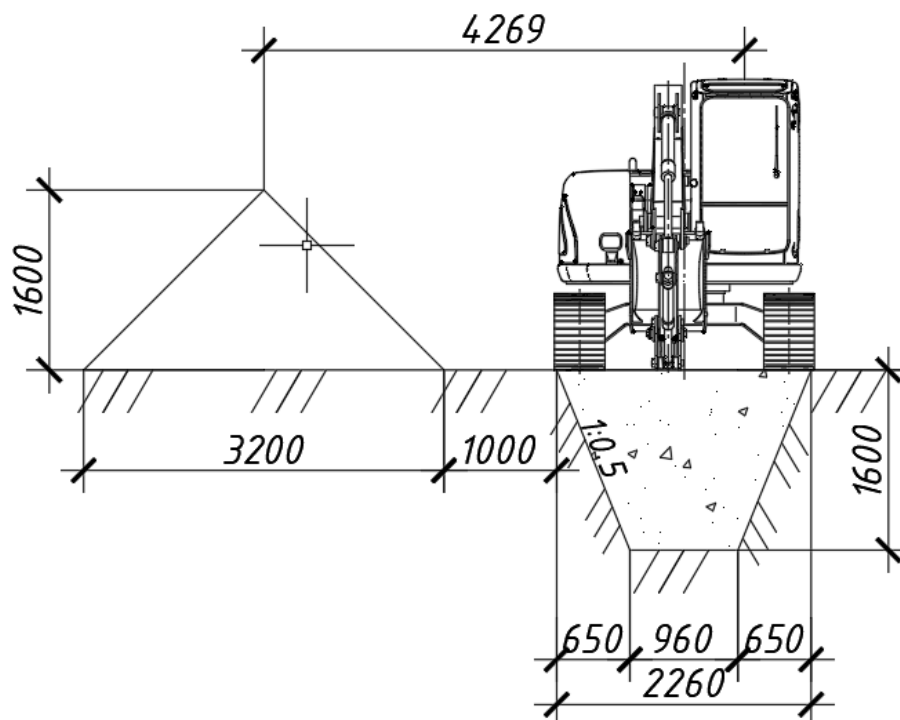


Рисунок 21 – Разрез 1 – 1

Подбираем гусеничный универсальный экскаватор. Необходимый объем ковша составляет 0,65 м<sup>3</sup>. Принимаем экскаватор «KOBELCO SK60SR» с жесткой подвеской рабочего оборудования. Технические характеристики KOBELCO SK60SR приведены в таблице 25

3) Установка труб вручную

4) Для уплотнения грунта применяем электротрамбовку ИЭ-4502А, технические характеристики которой приведены в таблице 25.

5) Выбор транспортного средства для транспортирования труб.

Полиэтиленовые трубы диаметром 160 мм, выпускаемые в отрезках по 6м, связывают в пакеты массой до 1 т, скрепляя их не менее чем в двух местах таким образом, чтобы расстояние между местами скрепления было от 2 до 2,5 м.

Допускается по согласованию с потребителем трубы в отрезках не упаковывать.

Трубы транспортируют любым видом транспорта в соответствии с нормативно-правовыми актами и правилами перевозки грузов, действующими на соответствующем виде транспорта.

При транспортировании и хранении трубы следует укладывать на ровную поверхность транспортных средств, без острых выступов и неровностей во избежание повреждения труб.

Длина трубы 6 м, диаметр (наружный) 160мм, внутренний 139мм, масса 10,2 кг, 1 п.м трубы= 1,7кг

Подбираем автомобиль КАМАЗ–43118 грузоподъемностью 10,0 т, с размерами платформы(внутренними): длина 6100 мм, ширина 2320 мм, высота бортов 500 мм.

На платформу вмещается 28 труб в два ряда, но необходимо транспортировать 21 шт. Общий вес труб  $21 \cdot 10,2\text{кг} = 214,2 \text{ кг}$ .

Для доставки всех труб на строительную площадку достаточно будет сделать 1 рейс.

Таблица 25 – Ведомость машин и механизмов

Наименование	Марка	Кол-во	Технические характеристики
Одноковшовый экскаватор, оборудованный обратной лопатой	Kobelco SK60SR	1	Вместимость ковша 1,2 м <sup>3</sup> ; Наибольшая глубина копания 6,3-7,7м; Наибольший радиус копания 11 м Наибольшая высота выгрузки 8 м Масса экскаватора 25 т
Бульдозер на базе трактора	T-170	1	Тип отвала – поворотный Длина отвала 4 м Высота отвала 1 м Управление гидравлическое Масса оборудования 1, 97 т
Электротрамбовка	ИЭ–4502А	1	Глубина уплотнения( за 2 проходки) 20 см Диаметр трамбуемого башмака 200 см Габариты 265×440×785 см Масса 27 кг
Автомобиль	КА-МАЗ–43118	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

#### 5.4 Определение трудоемкостей работ

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

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

$$T = \frac{N_{вр} * k_{уск} * k_{попр} * V}{c}, \quad (5.20)$$

где T – трудоемкость процесса, чел.-см;

$N_{вр}$  – норма времени на единицу продукции (затраты труда рабочих-строителей), чел.-ч;

$k_{уск}$  – коэффициент, отражающий увеличение трудоемкости в зимний период; ( $k_{уск} = 1$ )

$k_{попр}$  – коэффициент или коэффициенты, учитывающие условия производства работ, отличные от первоначально установленных (например, на высоте); ( $k_{попр} = 1$ )

V – объем работы;

c – продолжительность смены, обычно принимается равной 8 часам

В таблице 26 приведена калькуляция трудозатрат.

Таблица 26 – Калькуляция трудозатрат

№	Наименование работ	Обоснование ГЭСН	Единицы измерения	Объем работ	Нвр, чел-ч	T, чел-см
1	Срезка растительного слоя бульдозером Т-170	ГЭСН 01-01-036-2	1000 м2 очищенной поверхности.	0,94	0,25	0,029
2	Разработка грунта в траншее навывмет экскаватором Kobelco SK60SR	ГЭСН 01-01-003-1	1000 м3 грунта	0,235	45,6 7	1,34
3	Разработка грунта в траншее с погрузкой в транспортное средство	ГЭСН 01-01-013-1	1000 м3 грунта	0,0002 5	47,6 7	0,014
4	Разработка грунта в траншее вручную с выкидкой	ГЭСН 01-02-056-7	100 м3 грунта	0,215	223, 0	5,99
5	Устройство песчаной подушки	ГЭСН 01-02-056-7	100 м3 грунта	0,194	8,13	0,19
6	Укладка полиэтиленовых труб «Корсис DN/OD 160/139 (мм)» в траншею, способ соединения- муфтовый	ГЭСН 22-01-021-5	1 км трубопр.	0,125	286,5 2	4,48

Окончание таблицы 26

№	Наименование работ	Обоснование ГЭСН	Единицы измерения	Объем работ	Нвр, чел-ч	T, чел-см
7	Засыпка грунтом траншеи с трамбованием перед испытанием	ГЭСН 01-02-061-1	100 м3 грунта	0,889	88,5	9,83
8	Испытание трубопровода	ГЭСН 16-07-005-03	100 м трубопр.	1,25	5,01	0,78
9	Засыпка траншеи бульдозером Т-170	ГЭСН 01-01-033-5	1000 м3 грунта	0,338	4,18	0,17
10	Уплотнение грунта	ГЭСН 11-01-001-02	100 м2 грунта	3,75	7,7	3,39
11	Разравнивание растительного слоя бульдозером	ГЭСН 01-01-036-2	1000 м3 грунта	1,099	0,25	0,034
12	Гидравлическое испытание трубопровода окончательное	ГЭСН 16-07-005-0	100 м трубопр.	1,25	5,01	0,78

5.5 Расчет графика производства работ

Продолжительность работ определяется по формуле:

$$П = \frac{T}{m \cdot n}, \quad (5.21)$$

где T – трудоемкость процесса, чел.-см;

m – количество рабочих, чел.;

n – количество смен в день.

В таблице 27 приведено определение продолжительности работ.

Таблица 27 – Определение продолжительности работ.

№	Наименование работ	T, чел–см	Кол–во ра-бочих	Прод. смены, см
1	Срезка растительного слоя бульдозером Т-170. Разработка грунта навывет ЕК-270 и с погрузкой в Транспортное средство	$0,029+1,34+0,014=1,38$	1	1,38
2	Разработка грунта в траншее вручную с выкидкой	5,99	4	1,49
3	Устройство песчаной подушки	0,19	2	0,095
4	Укладка полиэтиленовых труб «Корсис DN/OD 160/139 (мм)» в траншею, способ соединения- муфтовый	4,47	3	1,49
5	Засыпка грунтом траншеи с трамбованием перед испытанием	9,84	4	2,46
6	Гидравлическое испытание участка трубопровода	0,78	3	0,26
7	Засыпка траншеи, уплотнение грунта и разравнивание растительного слоя бульдозером Т-170	$0,17+3,39+0,034=3,59$	1	3,59
8	Гидравлическое испытание трубопровода (окончательное)	0,78	3	0,26

Всего: 11,03 смен

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработана система водоотведения завода по производству сухих смесей. Водоотведение промышленного комплекса было предусмотрено согласно техническим условиям.

Наружная система водоотведения была выполнена из полиэтиленовых труб ПЭ ДУ 160 мм SN-8, ДУ 300 мм, ДУ 500 мм фирмы «КОРСИС» для К1, К2 и К2.1 соответственно. Все три вида канализации самотёчные. Трубы соединяются с помощью муфтового соединения с уплотнительными кольцами. При глубине сезонного промерзания города Челябинска 1,9 м глубина заложения труб 1,6 м.

Сбор и транспортировка дождевого стока с асфальтобетонных покрытий осуществляется канализацией К2 через дождеприёмные колодцы.

Отвод «условно» чистых дождевых и талых вод с кровель зданий обеспечивается системой внутренних водостоков и канализацией К2.1. Проектом было принято установка на кровле здания водосточных воронок диаметром 100 мм

Дождевые стоки К2 и К2.1 очищаются на очистных сооружениях и подаются из резервуара на рекреационные цели.

На территории разработана рекреационная зона для персонала.

В данном проекте разработана технология и организация траншеи для участка трубопровода длиной 125м.

В результате проделанной мной работы и выполненного литературного обзора можно прийти к выводу система водоотведения является необходимой составляющего как жилого здания, так и промышленного комплекса, а использование ПЭ трубопровода «Корсис» значительно увеличивает срок эксплуатации, что является бесспорным достоинством любой канализации.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СНиП 3.02.01-87. Земляные Сооружения, Основания И Фундаменты [Текст] —М.: Стройиздат, 1988. – 79 с.
- 2 Кучин В.Н. Технология строительных процессов. [Текст] /В.Н. Кучин // Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 24 с.
- 3 tst.perm.ru: Группа ТСТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.tst.perm.ru/product/.](http://www.tst.perm.ru/product/), свободный. – Загл. с экрана
- 4 Водоснабжение, водоотведение, гидротехника и инженерная гидрогеология. [Текст] – М.: 2012. – 154 с.
- 5 Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод [Текст]: Учебник для вузов / С.В.Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, В.И. Калицун. // – М.: Стройиздат, 2003. – 591 с.
- 6 polyplastic.ru: Группа Полипластик СТС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.polyplastic.ru/catalog/sewerage/family-corsys>, свободный. – Загл. с экрана
- 7 cksts.ru: ЦК СТС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cksts.ru>, свободный. – Загл. с экрана
- 8 Конструкции безнапорных трубопроводов хозяйственно–бытовой и дождевой канализации с применением труб из полиэтилена с двухслойной профилированной стенкой «КОРСИС»: материалы для проектирования [Текст] – М.: Комитет по архитектуре и градостроительству г. Москвы, ГУП «Мосинжпроект», 2006. – 55 с.
- 9 ГОСТ 18599-2001. Трубы из полиэтилена. Технические условия. [Текст] – М.: Минстрой России, 2003. - 19 с.
- 10 СП 40-107-2003. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем внутренней канализации из полиэтиленовых труб [Текст] – М.: Госстрой России, 2003. – 20 с.
- 11 Журба М.Г., Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений./ Соколов Л.И., Говорова Ж.М.// [Текст] – М.: Издательство АСВ. – 2003. – 288 с.
- 12 [www.procion.ru](http://www.procion.ru) : Промышленный инжиниринг [Электронный ресурс].-режим доступа : [www.procion.ru/1/165/publication/primenenie\\_trub.htm](http://www.procion.ru/1/165/publication/primenenie_trub.htm) , свободный. -Загл. с экрана.
- 13 [tube.cck.ru](http://tube.cck.ru) :Труб-мастер [Электронный ресурс].-режим доступа : [www.tube.cck.ru](http://www.tube.cck.ru) ,свободный. -Загл. с экрана.
- 14 [e-wavin.ru](http://e-wavin.ru) : Арматура [Электронный ресурс].-режим доступа : [www.e-wavin.ru](http://www.e-wavin.ru), свободный. -Загл. с экрана.
- 15 [gaztrub.ru](http://gaztrub.ru) : Газтруб [Электронный ресурс].-режим доступа : [www.gaztrub.ru](http://www.gaztrub.ru), свободный. -Загл. с экрана.
- 16 [Tst.perm.ru](http://Tst.perm.ru):Технологии стеклопластиковых трубопроводов [Электронный ресурс].-режим доступа : [www.tst.perm.ru](http://www.tst.perm.ru), свободный. -Загл. с экрана.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

17 Tehstroj.ru: Техстрой [Электронный ресурс].-режим доступа : Tehstroj.ru/document/poltruby.html, свободный. -Загл. с экрана

18 Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений [Текст] : учебное пособие / М.Г. Журба // – М.: Издательство СВ, 2004. – Т. 1. – 744 с.

19 Ананьев, В.П. Инженерная геология и гидрогеология [Текст] : учебник для студентов вузов / В. П. Ананьев, Л. В. Передельский // - М. : Высшая школа, 1980. - 272 с.

20 Ананьев, В.П. Инженерная геология [Текст] : учеб. для строит. спец. вузов / В. П. Ананьев, А. Д. Потапов // - М. : Высшая школа, 2002. - 511 с.

21 СНиП 2.04-85. Внутренний водопровод и канализация зданий [Текст] —М.: Минстрой России, 1997. — 60 с.

22 Рекомендации по расчёту систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты [Текст] – М.: Госстрой России, 2006. – 77 с.

23 СНиП 23–01–99. Строительная климатология Госстрой России зданий [Текст] —М.: Минстрой России, 2003. — 99 с.

24 Шевелев Ф. А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб [Текст] / Ф.А. Шевелев // – М.: Стройиздат, 1995. – 176 с.

25 Лукиных А. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского [Текст] / А.А. Лукиных, Н.А. Лукиных //– М.: Стройиздат, 1974. – 156 с.

26 zakonbase.ru: Законодательная база Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: zakonbase.ru, свободный. – Загл. с экрана

27 Helyx.ru:Инженерные системы,трубы и резервуары из композитов [Электронный ресурс].-режим доступа: <http://helyx.ru/product/>, свободный. -Загл. с экран

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.292 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70