

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

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

С.И. Бицонас

_____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Д.В. Ульрих

_____ 2019 г.

Проект централизованной системы водоснабжения
коттеджного поселка подземными водами

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР

Консультанты:

Технология строит. пр-ва

В.Н. Кучин

_____ 2019 г.

Руководитель проекта

С.Е. Денисов

_____ 2019 г.

Автор проекта

студент группы АС-449

А.В. Титов

_____ 2019 г.

Нормоконтролер

К.И. Чучелов

_____ 2019 г.

Челябинск
2019

АННОТАЦИЯ

Титов А.В. Выпускная квалификационная работа «Проект централизованной системы водоснабжения коттеджного поселка подземными водами» – Челябинск: ЮУрГУ, АСИ, Кафедра «ГИСиС», 2019. – 75 с. – 6 листов ф.А1 – библи. 11 назв.

В выпускной квалификационной работе запроектирована централизованная система водоснабжения коттеджного поселка подземными водами.

Изучен район проектирования и строение скважины на территории, приведены гидрогеологические параметры.

В пояснительной записке приведены характеристики запроектированной системы водоснабжения, представлены основные расчеты по потребителям, подобрано оборудование для систем водоснабжения и водоподготовки. Так же рассмотрена технология строительного производства работ по прокладке водопроводных сетей.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 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>5</i>	<i>75</i>
<i>Руковод.</i>	<i>Денисов</i>					<i>ЮУрГУ (НИУ)</i>		
<i>Разработ</i>	<i>Титов</i>					<i>Кафедра ГИСиС</i>		
<i>Проверил</i>	<i>Денисов</i>							
<i>Н. контр</i>	<i>Чучелов</i>							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА	11
1.1 Характеристика района и площадки строительства	11
1.2 Задачи проектирования.....	15
2. ВОДОСНАБЖЕНИЕ КОТТЕДЖНЫХ ПОСЕЛКОВ	16
2.1 Системы водоснабжения	16
2.2 Виды схем водоснабжения	17
2.3 Методы водоподготовки в коттеджных поселках	19
2.4 Принцип установки обратного осмоса.....	24
2.5 Принцип установки обратного осмоса.....	27
3. ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	34
3.1 Данные по качеству подземных вод на территории строительства.....	34
3.2 Метод очистки подземных вод от радионуклидов	36
3.3 Расчет системы водоснабжения.....	39
3.3.1 Определение расходов на хозяйственно-питьевые нужды	39
3.3.2 Определение расходов на дошкольное учреждение	40
3.3.3 Определение расходов на торгово-развлекательный центр.....	41
3.3.4 Определение расходов на противопожарные нужды	42
3.3.5 Распределение расход по часам суток.....	43
3.3.6 Режим работы насосной станции 2-го подъема	44
3.3.7 Определение емкость водонапорной башни.....	45
3.3.8 Расчет водозаборного сооружения	47
3.3.9 Гидравлический расчет водопроводной сети	51
3.4 Выбор материала и диаметров труб	54
3.5 Станция водоподготовки	55
4. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	59
4.1 Состав работ и технологическая последовательность их выполнения при укладке труб для водоснабжения	59
4.2 Техническая характеристика труб	59

4.3	Определение объемов работ.....	60
4.4	Определение трудоемкостей и продолжительностей работ	67
4.5	Технологические схемы производства работ	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		74
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК		75

ВЕДЕНИЕ

Питьевая вода предназначена для ежедневного неограниченного и безопасного потребления человеком и другими живыми существами. Такая вода не должна оказывать неблагоприятного влияния на здоровье человека как при употреблении внутрь, так и при её использовании в гигиенических целях.

Однако вода из большинства источников пресной воды не отвечает установленным стандартам качества воды и поэтому непригодна для питья, так как служит источником распространения болезней или вызывает долгосрочные проблемы со здоровьем населения. В таких случаях, чтобы довести качество воды до соответствия санитарно-эпидемиологическим нормам, её необходимо очистить с помощью различных методов водоподготовки.

Чтобы считаться питьевой, вода должна удовлетворять Санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». СанПиН нормирует содержание вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах, а также поступающих в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека, устанавливает гигиенические требования к питьевой воде, определяет органолептические и некоторые физико-химические параметры питьевой воды.

Основные гигиенические требования и нормативы качества питьевой воды согласно СанПиН:

1. Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.
2. Качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам перед ее поступлением в распределительную сеть, а также в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

3. Безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении определяется ее соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям.

Критическое загрязнение ряда существующих водных объектов, а также удаленность некоторых жилых районов от основных источников водоснабжения, вынуждает нас искать и находить новые пути для обеспечения населения питьевой водой. Одним из таких методов может стать использование подземных вод, однако данный способ также может потребовать проведения мероприятий водоподготовки.

В природных подземных водах нескольких регионов России обуславливается присутствием радионуклидов природного происхождения с концентрациями, превышающими предельно допустимые нормы для питьевой воды. Природная радиоактивность воды вызвана присутствием продуктов распада изотопов урана ^{238}U и тория ^{232}Th , а также радия (Ra) и радона (Rn). Для очистки воды, в которой содержится радий, используют умягчение известью, сорбцию специальными адсорбентами (к примеру, цеолитах), ионообменное умягчение, в том числе активную окись алюминия или активный глинозем, загрузку марганецсодержащую. По данным методам очистки есть ряд публикаций, в которых указывается возможность использования нанофильтрации или обратно осмотических установок. Баромембранные технологии в комбинации с традиционными методами допускают создать технологическую схему очистки природных подземных вод от радионуклидов.

Нормальное проживание в современных зданиях может быть достигнуто только при в том случае, когда они оборудованы всеми необходимыми внутренними системами и устройствами жизнеобеспечения, включая холодное и горячее водоснабжения, отопление и газоснабжение. Необходимо, чтобы все возводимые и эксплуатируемые здания были снабжены данными системами и устройствами, качественно установленными, опробованы, были испытаны и налажены, а в дальнейшем была достигнута их правильная эксплуатация, которая

должна включать в себя своевременное устранение неисправностей, в том числе ремонт для бесперебойной работы и общую наладку системы.

Цель данной работы – запроектировать систему водоснабжения подземными водами в коттеджном поселка, выполнить расчет трубопроводов, подобрать оборудование для водоснабжения и водоподготовки.

Для достижения этой цели необходимо выбрать метод очистки воды, в том числе от радионуклидов, произвести расчет трубопроводов, выбрать оптимальные диаметры и материалы труб.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

1.1 Характеристика района и площадки строительства

Исследуемый участок располагается в северо-западной части города Челябинска в лесной зоне. На юге от него проходит автодорога на центр Кременкульского муниципального образования п. Кременкуль.

Рельеф ровный. Участок находится на серых лесных и чернозёмных почвах. Рядом с ним нет водных объектов.

Климат в районе строительства континентальный, со значительными колебаниями сезонных месячных и суточных температур. Расчетная температура наружного воздуха (средняя температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92, СНиП 23-01-99) – 34°С.

О степени обводненности участка можно судить по следующим данным. Из 8 скважин в 2 была найдена вода на глубине 4 метра. Обводненная часть участка составляет в целом 20% от общей площади.

На обводненной части участка средняя мощность сухих песков составляет 2,8 м и обводненных 2,0 м.

Категория грунтов по сейсмическим свойствам — 2.

Подземные воды приурочены практически ко всем стратиграфо-литологическим комплексам пород осадочного, метаморфического и вулканогенного генезиса, начиная от палеозоя, кончая четвертичными отложениями.

Грунтовые воды на участке представлены одним водоносным горизонтом, приуроченным к нижней части песчаной толщи каурзумской свиты. Глубина залегания уровня подземных вод находится в полном соответствии с рельефом.

Подземные воды месторождения имеют ненапорный характер. Питание их происходит за счёт атмосферных осадков. Коэффициент фильтрации 2,47 м/сутки. Воды вскрытого горизонта слабо минерализованы.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Геолого–литологическое строение участка представлен следующим образом (сверху вниз):

ИГЭ 1. Насыпные грунты – отвалы естественных грунтов: суглинка, глины, с примесью органики, с включением дресвы, реже кирпичных обломков, местами кусками деревянной крепи, вскрытая мощность 0.2–3.0м.

ИГЭ 2. Глина бурая, буровато–коричневая, твёрдая, реже полутвердая, с известковистыми конкрециями, вскрытая мощность 0.3м–6.0м.

ИГЭ 3. Глина пестроцветная: красновато–жёлтая, серая, комковатая, твёрдая, с включениями железистого бобовника, марганцовистых вкрапленностей, карбонатными стяжениями, с маломощными прослойками разнозернистых песков, в отдельных интервалах проходки переслоенная последними, с гнёздами и прослойками гравия и гальки, слабоокатанного щебня, вскрытая мощность 0.7–12.3м.

ИГЭ 3а. Песок разнозернистый: от пылеватого до гравелистого, неоднородный по составу и сложению, пестроцветный в кровле, к подошве светло–серого–цвета, маловлажный до водонасыщенного, с маломощными глинистыми прослойками, участками переслоенный последними, с линзочками и гнёздами гравийного грунта, вскрытая мощность 0.7–4.5 м.

ИГЭ 4. Глина жёлто–серая, жёлтая, желтовато–розовая, в основном, твёрдая по показателю текучести, бесструктурная в кровле и структурными связями, усиливающимися с глубиной, слюдистая, с дресвой до 10–15%, вскрытая мощность 0.2 –15.6м.

ИГЭ 5. Суглинок желтовато–серый, жёлтый, твёрдый, участками в кровле бесструктурный, макропористый, с усиливающимися структурными связями материнской породы, с дресвой до 15–25%, с маломощными прожилками кварца, аплитов, вскрытая мощность 1.0 –20.0м.

ИГЭ 6а. Гранодиориты низкой и очень низкой прочности, сильновыветрелые, раздробленные, залегают в массиве в виде разновеликих обломков, с частичным сохранением спаянности между ними, пройденная мощность 0.7 –12.0 м.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		7

ИГЭ 6. Гранодиориты малопрочные, среднекристаллические, массивные, выветрелые, сильнотрещиноватые, трещины разноориентированные, заполнены суглинистыми и мелкообломочными грунтами, залечены кварцем, реже открытые, пройденная мощность 2.0 –7.1 м.

ИГЭ 7. Гранодиориты средней прочности серовато–зелёного, серого цвета среднезернистые, массивные, сильнотрещиноватые, трещины хаотичного ориентирования, заполнены суглинисто–дресвяным материалом или залечены кварцем, с маломощными прожилками аплитов, пройденная мощность 2.4–8.8 м. На исследованной территории вскрыто два типа подземных вод: «верховодка» и грунтовые.

Сводный геолого-литологический разрез полученный в результате проведенных исследований, представлен следующими разновидностями грунтов (сверху вниз):

1. почвенно-растительный слой (QIV);
2. супесь (eMZ – ИГЭ 1);
3. песок (eMZ – ИГЭ 2);
4. суглинок (eMZ – ИГЭ 3)

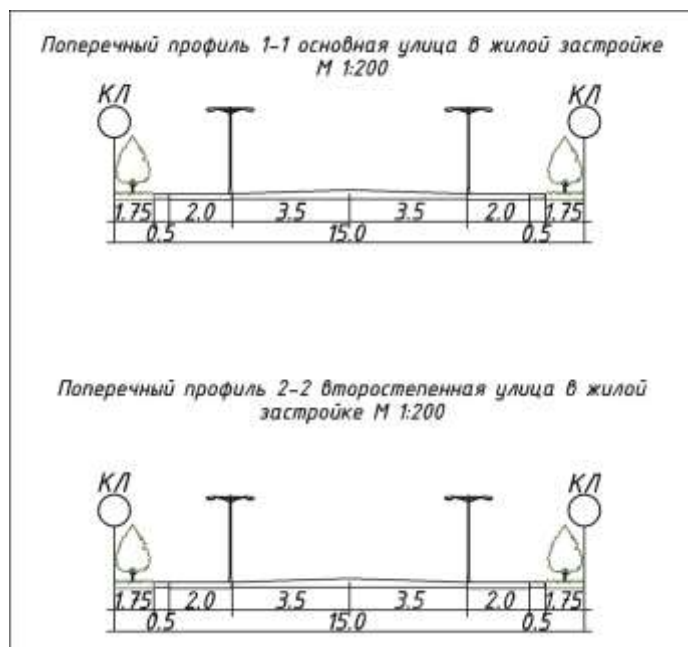


Рисунок 1 – Поперечный профиль основной и второстепенной улицы в жилой застройке

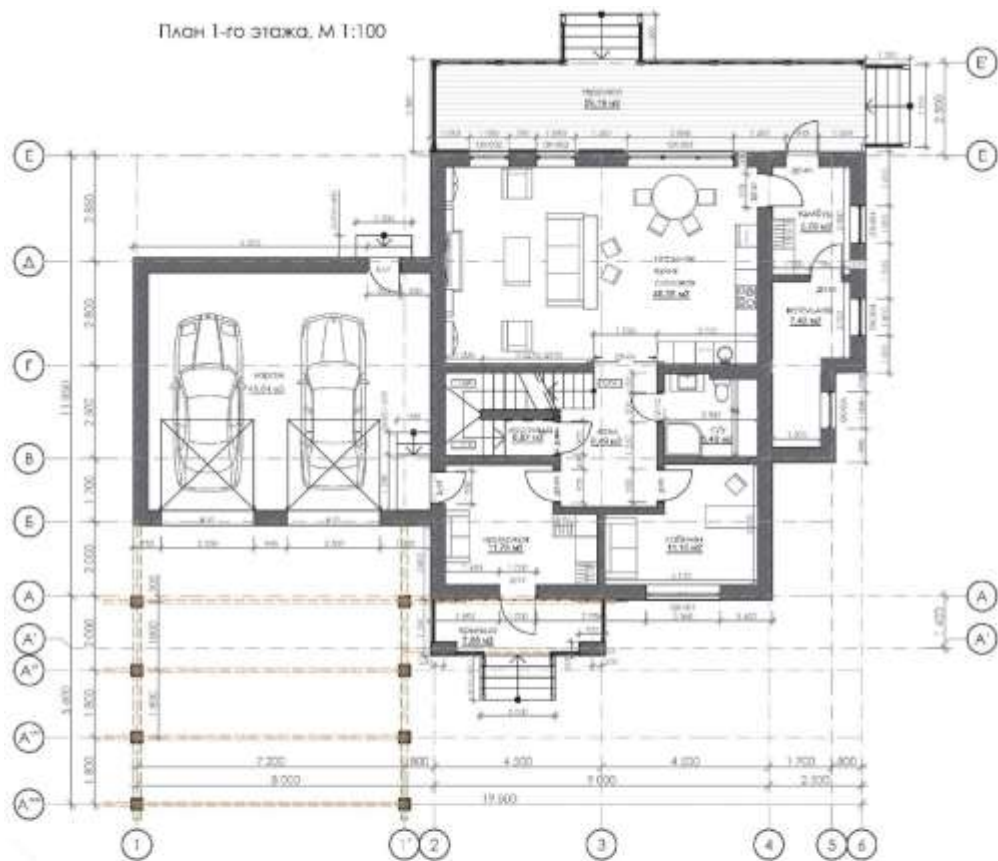


Рисунок 2 – План индивидуального жилого дома

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР

Лист

9

1.2. Задачи проектирования

Задачей дипломного проекта является проектирование системы водоснабжения коттеджного поселка подземными водами, определение расчетных расходов на хозяйственно-питьевые нужды, гидравлический расчет водопровода, выбор системы водоподготовки, подбор оборудования для очистки природных вод.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

2. ВОДОСНАБЖЕНИЕ КОТТЕДЖНЫХ ПОСЕЛКОВ

2.1 Системы водоснабжения

Рассмотрим две системы водоснабжения:

- Индивидуальная;
- Централизованная.

В индивидуальной системе водоснабжения предполагается, что каждый участок поселка будет оборудован своей скважиной, насосным оборудованием и местной системой водоподготовки.

Централизованная система водоснабжения – это комплекс инженерных сооружений для забора и подготовки воды. В централизованной системе используется источник водоснабжения, станция водоподготовки, насосное оборудование и водопроводы для всего населенного пункта.

Можно сравнить эти системы по наиболее важным критериям:

Таблица 1 – Сравнение систем водоснабжения

Критерий	Индивидуальная система	Централизованная система
Качество воды	Вода для технических нужд, пригодна для питья если присутствует необходимая очистка.	Вода пригодная для питья, проходит по нормам СанПиН; не наносит вред оборудованию.
Стоимость	Бурение 1500-2000р за 1 метр; обустройство скважины; насосное оборудование; фильтры для очистки.	Коммуникации входят в стоимость участка при покупке.
Оборудование на участке	На участке необходимо место для скважины; для водоподготовки в доме оборудуется отдельное помещение.	На участок и в дом монтируются только трубопроводы.

Продолжение таблицы 1

Обслуживание	Ответственность за обслуживание скважины, насосного оборудования владелец участка полностью берет на себя. Также требуется своевременная замена фильтров.	Обслуживающий персонал станции водоподготовки следит за состоянием оборудования и качеством воды на выходе.
Зона санитарной охраны	Размер участка не позволит создать необходимую санитарную зону, в скважину могут попасть загрязнения.	Обязательное наличие зон санитарной охраны
Противопожарные нужды	Напора воды не хватит для тушения пожара.	На участке предполагается система противопожарных гидрантов
Комфортное использование	Отсутствуют внеплановые отключения воды, независимость от других участков. При аварии или поломке оборудования владелец восстанавливает сам, и может уйти много времени на устранение неполадок.	Возможны отключения воды при ремонте или профилактических работах. При аварии работает бригада слесарей, устранение неполадок и включение системы производится быстрее.

2.2 Виды схем водоснабжения

Водопроводная сеть представляет собой совокупность трубопроводов, по которым вода транспортируется потребителям. Основное назначение водопроводной сети - подавать потребителям воду в требуемом количестве, хорошего качества и с необходимым напором. Обычно водопроводная система наряду с подачей воды для хозяйственных нужд обеспечивает ещё и нужды пожаротушения. Проектируют водопроводную сеть с учётом совместной работы

насосных станций, водонапорной башни и других элементов системы водоснабжения.

Различают два основных вида водопроводных сетей:

1. Кольцевая
2. Тупиковая

Кольцевую сеть применяют в больших населённых пунктах близких по очертанию к квадрату или прямоугольнику. В этих сетях трубопроводы образуют один или несколько замкнутых контуров – колец. Благодаря кольцеванию каждый участок получает питание от двух или нескольких линий, что значительно повышает надёжность работы сети и создаёт ряд других преимуществ. Кольцевые сети обеспечивают бесперебойную подачу воды даже при авариях на отдельных участках: при выключении аварийного участка подача воды к другим линиям сети не прекращается. Они меньше подвержены авариям, т.к. в них не возникает сильных гидравлических ударов. При быстром закрытии какого-либо трубопровода поступающая к нему вода устремляется в другие линии сети и действие гидравлического удара уменьшается. Вода в сети не замерзает, т.к. даже при небольшом водозаборе она циркулирует по всем линиям. Кольцевые сети обычно несколько длиннее тупиковых, но устроены из труб меньшего диаметра. Стоимость кольцевых сетей немного выше тупиковых. Благодаря высокой надёжности они находят широкое применение в водоснабжении.

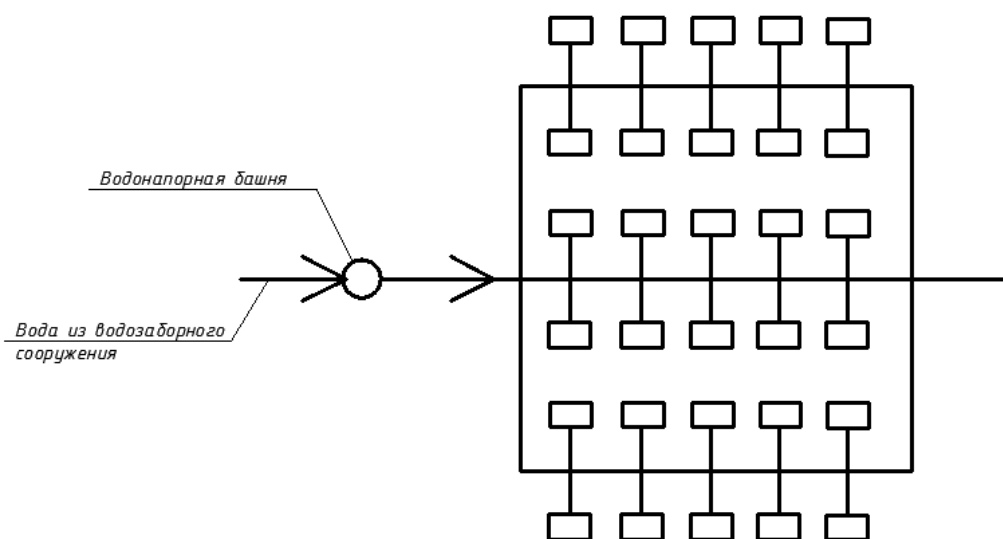


Рисунок 3 – Кольцевая схема

Тупиковая сеть применяется для водоснабжения небольших населенных пунктов или объектов. Она имеет меньшую длину, чем кольцевая. Строительная стоимость её меньше стоимости кольцевой сети. Гидравлический расчёт тупиковой сети несколько проще, чем расчёт кольцевой сети. И вместе с тем тупиковая сеть имеет существенный недостаток – она не полностью удовлетворяет требованию бесперебойности водоснабжения.

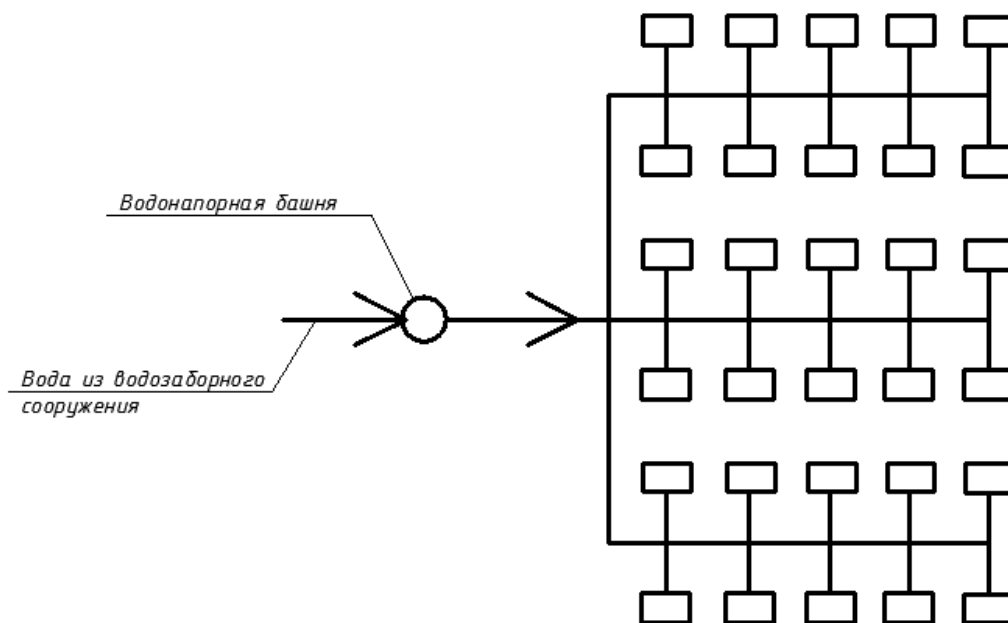


Рисунок 4 – Тупиковая схема

В данном проекте запроектирована тупиковая схема, т.к. это небольшой поселок с 50 коттеджами и количеством жителей – 200 человек.

2.3 Методы водоподготовки в коттеджных поселках

Существует много разных вариантов выбора систем очистки воды для коттеджного поселка. Основные элементы и узлы включают в себя:

1. Дисковые и промывные фильтры, предназначены для удаления крупных взвешенных веществ и для обеспечения нормальной работы всех последующих узлов.



Рисунок 5 – Дискový фильтр

2. Аэрационная колонна служит для окисления растворенного железа в воде из водозаборной скважины или колодца. Напорная аэрация дает возможность перевести железо в нерастворимую форму для его дальнейшего удаления при помощи фильтров обезжелезивания.



Рисунок 6 – Аэрационная колонна

3. Фильтры с зернистой загрузкой (осадочный, сорбционный, фильтр обезжелезивания), в них проходит процесс удаления железа, марганца, органических соединений и т.д.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Рисунок 7 – Фильтр с зернистой загрузкой

4. Ионообменные фильтры для умягчения воды. В них ионообменная смола должна подбираться индивидуально для каждого фильтра (умягчители, фильтры смешанного действия и тд).

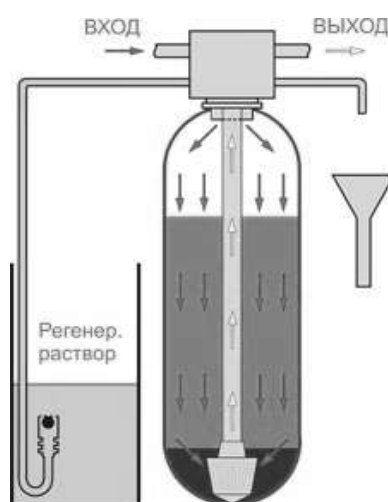


Рисунок 8 – Ионообменный фильтр

5. Картриджные фильтры финишной доочистки с механическими и угольными картриджами, предназначены для удаления частиц истирания фильтрующих загрузок, в том числе улучшаются вкусовые качества воды.



Рисунок 9 – Картриджный фильтр

6. Лампы и стерилизаторы с ультрафиолетовым излучением, при их помощи происходит стерилизация воды, из нее удаляются микроорганизмы и бактерии.



Рисунок 10 – Ультрафиолетовое обеззараживание воды

7. Блоки дозирования различных реагентов (гипохлорита натрия, антискаланта, амината КО-5, растворы для корректировки рН воды.).

8. Обратноосмотические установки используются для непрерывного получения дистиллированной воды. Очистка воды происходит по принципу пропускания потоков воды через высокоселективную мембрану. В хозяйственно-питьевом водоснабжении используется в случае, когда в воде присутствуют радиоактивные нуклиды.



Рисунок 11 – Обратноосмотическая установка

Этапы подготовки воды:

1. Прежде всего берется проба исходной воды и проводится ее дальнейший химический анализ для выявления в ней наличия и концентрации веществ, которые превышают значения ПДК.

2. Следующий этап – это этап проектирования, который включает в себя комплексное изучение особенностей объекта, составление технологической схемы необходимого для водоподготовки оборудования и расчет стоимости каждого узла системы.

3. Предпоследний этап включает в себя доставку до объекта заказчика, профессиональный монтаж системы на объекте, в том числе пусконаладочные работы. Все узлы системы водоподготовки устанавливаются в специальном помещении (станции водоподготовки), подключаются к коммуникациям, производится пробный запуск системы, берут фактический анализ воды на выходе и сравнивается с плановым.

4. Последний этап, в котором для управления системой очистки воды подписано соглашение о дальнейшем обслуживании. Бригада стабильно появляется у заказчика и проводит полное обследование системы, устраняет недостатки и выполняет диагностику станции.

2.4 Принцип установки обратного осмоса

Использование баромембранных технологий и в частности технологии обратного осмоса позволяет производить подготовку воды с величинами жесткости выше 15 мг-экв/л и солесодержанием выше 2,0 г/л с минимальными технико-экономическими затратами. На текущий момент времени этот метод является наиболее экономически и экологически эффективным, т.к. в окружающую среду не добавляются дополнительные реагенты от регенерации фильтров.

К преимуществам технологии обратного осмоса можно отнести следующее:

1. Одновременно с удалением солей жесткости растворенные соли всех катионных и анионных химических элементов, присутствующих в воде (включая соли азотной группы - нитраты, аммиак, а также кремний и т. д.), также удаляются из воды. Таким образом, мы одновременно решаем несколько серьезных задач - мы делаем воду мягкой, а также пригодной для питья, по ряду других показателей, таких как: нитраты, аммиак, тяжелые металлы и т. д.

2. Неограниченная производительность (набор стандартных модулей и блоков) и - в то же время - небольшой размер; соотношение: производительность/размеры - лучшее по сравнению с другими методами обессоливания - дистилляция, ионный обмен, электродиализ.

3. Относительно низкие эксплуатационные расходы; малый расход ингибиторов отложений и реагентов для отмывки отложений на мембранах; низкая энергоемкость (процесс осуществляется без фазовых переходов, и, следовательно, энергия требуется лишь для создания градиента давления и рециркуляции раствора); возможность почти во всех случаях сброса концентрата в канализацию (в окружающую среду) без обработки.

4. Полная автоматизация работы установки, что подразумевает отсутствие необходимости постоянного присутствия обслуживающего персонала (параметры работы установки могут передаваться на централизованный пульт диспетчеризации). Обслуживающий персонал необходим только для периодической мойки мембранных элементов, либо в случае аварии.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Фильтрующим элементом установки обратного осмоса является мембранный элемент.

Определяющими при реализации мембранных методов являются разработка и изготовление полупроницаемых мембран, отвечающих следующим основным требованиям:

- высокая разделяющая способность (селективность);
- высокая удельная производительность (проницаемость);
- химическая стойкость к действию компонентов разделяемой системы;
- неизменность характеристик в процессе эксплуатации;
- достаточная механическая прочность, отвечающая условиям монтажа, транспортирования и хранения мембран;
- низкая стоимость.

В настоящее время применяются листовые (рулонные) мембранные элементы. Типоразмеры зависят от производительности. Самыми распространенными типоразмерами являются: 2540, 4040, 8040 (первые две цифры обозначают диаметр мембранного элемента в дюймах - 2,5"; 4"; 8"; третья и четвертая - длина 40").

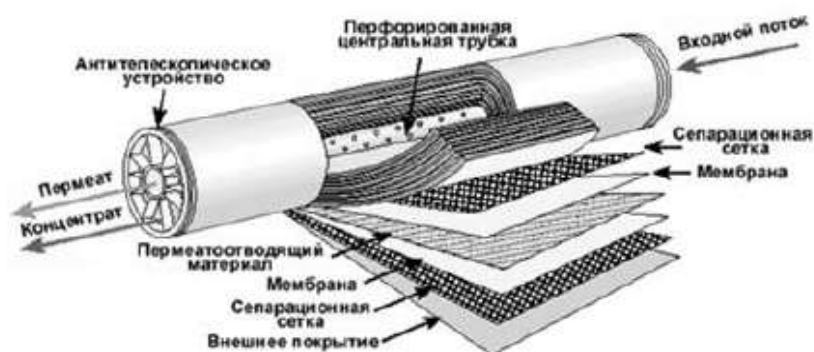


Рисунок 12 – Устройство рулонного мембранного модуля

Принцип работы мембранного элемента: Обессоливание воды в системе основано на принципе обратного осмоса или нанофильтрации (в зависимости от состава исходной воды и требований к качеству очищенной воды).

Обратный осмос – это процесс, который заключается в фильтрации водных растворов под давлением, превышающем осмотическое, через полупроницаемую

мембрану, пропускающую молекулы растворителя (в данном случае воды) и задерживающую органические молекулы или ионы растворенных веществ (HCO_3^- , $(\text{SO}_4)_2^-$, Cl^- , Ca_2^+ , Mg_2^+ , Na^+ , K^+ , Fe_2^+ , F^-). В отличие от прямого осмоса процесс обратного осмоса протекает под давлением 8–55 бар в направлении от более концентрированных растворов к менее концентрированным растворам. При этом получается обессоленная, чистая и совершенно стерильная (если исключается возможность обратного заражения) вода с крайне низким содержанием солей. При проведении обратного осмоса солесодержание воды снижается в среднем на 96–99%, этом удаляется до 99 % органических веществ.

При проведении процесса фильтрации исходная вода разделяется на два потока: поток концентрата (загрязненная вода) и поток пермеата (чистая вода). Разделяемый поток исходной воды движется в осевом направлении по межмембранным каналам рулонного модуля, а пермеат – спиралеобразно по дренажному материалу и поступает в отводящую трубку. Концентрат выходит с другой стороны модуля и либо весь поступает на сброс, либо часть его возвращается обратно на вход системы. Соотношение пермеата и концентрата регулируется таким образом, чтобы избежать сильного концентрирования и поддержать необходимую скорость потока, препятствуя тем самым появлению отложений на поверхности мембраны. Чрезмерное концентрирование вызывает осаждение на поверхности мембраны слоя малорастворимых соединений (например, солей жесткости, железа, органических соединений) и, в конечном итоге, выводит мембрану из строя. Количество сбрасываемой воды обычно составляет 30-50% от исходного потока воды, поступающей на вход системы. Для уменьшения количества сбросных вод система оснащена рециркуляционным контуром, позволяющим вернуть часть концентрата на вход системы.

Основными элементами установки обратного осмоса являются: фильтр тонкой механической очистки на входе в установку, повышающий насос, корпуса с мембранными элементами, а также комплект автоматики, включающий в себя управляющий контроллер с приборами КИПиА, управляющий работой насоса и электромагнитных клапанов. Последние разработки в электронике и приборах

контроля позволяют максимально автоматизировать работу установки и продлить срок службы мембранных элементов, стоимость которых может составлять до 50% стоимости всей установки.

2.5 Виды материалов труб для водоснабжения

В зависимости от материала изготовления водопроводные трубы делятся на:

1. Металлические;
2. Металлопластиковые;
3. Пластиковые.

1. Металлические трубы, они в свою очередь могут подразделяться на:

- Стальные (черная, оцинкованная сталь);
- Медные.

Стальные трубы

Изделия из стали считаются устаревшим вариантом для монтажа систем водоснабжения. Однако, они все еще пользуются спросом. Стальные трубопроводы неустойчивы к коррозионному воздействию и поэтому нуждаются в защитном покрытии. Как правило, защитный слой выполнен из цинка – такие изделия называются оцинкованными.



Рисунок 13 – Стальные трубы

Стальные оцинкованные трубы более надежны, но это оказывает влияние на их стоимость. Они устойчивы к температуре и за счет защитного цинкового слоя - устойчивы к коррозионным воздействиям. Но при этом защитный слой может быть поврежден по какой-либо причине (механические, физические), а затем в местах, где он откололся, появится ржавчина.

Трубопроводы с защитным цинковым покрытием не страшатся коррозии, поэтому срок их службы дольше обычного. Эти трубы используют в тех случаях, когда необходимо установить прочную конструкцию, которая не будет подвержена перепадам давления и температурным ударам. Оцинкованные стальные трубы отлично подходят для временных конструкций в сложных условиях эксплуатации



Рисунок 14 – Стальные оцинкованные трубы

К преимуществам стальных трубопроводов относятся такие показатели, как: прочность, они имеют высокую устойчивость к перепадам температур, выдерживают высокое давление, оцинкованный трубопровод горячего и холодного водоснабжения обладает устойчивостью к коррозии. Но сталь также имеет и недостатки, а именно: более трудоемкий монтаж коммуникаций, скопление солевых отложений на внутренних стенках трубопровода, высокий коэффициент теплопроводности.

Медные трубы

Медные водопроводные трубы – самый дорогой вариант из всех. Они отличаются высокими техническими характеристиками: долговечны, устойчивы к

коррозии и экстремальным температурам (рабочая температура в диапазоне от – 200 ° С до + 250 ° С). Также за счёт своего внешнего вида они могут быть украшением интерьера в доме. Но на сегодняшний день современный рынок предлагает детали, которые также соответствуют требуемым техническим характеристикам, но при этом стоят дешевле, поэтому эти трубопроводы монтируют зачастую только из-за их эстетического внешнего вида. Срок службы изделий из медных сплавов может достигать 50-100 лет.

В процессе монтажа медного трубопровода стоит учесть, что медь несовместима с соединительными деталями выполненными из других материалов. Поэтому фитинги для медных трубопроводов должны быть выполнены из одного материала.

Компоненты для таких изделий довольно редки, и порой их трудно найти в продаже (особенно это касается для нестандартных размеров конструкций). Монтаж медного трубопровода - дорогой и сложный процесс.

Преимущества медных труб: устойчивость к высоким температурам, экологичность материала, так как медь не выделяет вредных для здоровья человека веществ, длительный эксплуатационный срок. Недостатки: высокая стоимость, недостаточная прочность, сложность монтажа.



Рисунок 15 – Медная труба

2. Металлопластиковые трубы используются в основном для дачного водопровода. Изделия, выполненные в виде комбинации металла и пластика, очень

популярны и имеют отличные качественные характеристики. Монтаж трубопровода из металлопластиковых труб является одним из самых простых. Каждый, кто внимательно изучит правила и советы по монтажу, а также приобретет все необходимые материалы и инструменты, сможет собрать такую конструкцию.

Конструкция таких трубопроводов состоит из внутреннего полимерного слоя, среднего металлического, наружного полимерного. Эти слои, которые при работе трубопровода с перепадами температуры могут расслаиваться и образовать зазор между соединительным элементом и трубой.

Соединение этих труб, зачастую происходит с помощью специальных фитингов. Все фитинги по типу соединения делятся на:

- резьбовой;
- пресс-фитинги.

Преимущества металлопластиковых трубопроводов: малый вес, простой монтаж, высокий коэффициент пластичности, устойчивость к высоким температурам, низкая стоимость, длительный срок эксплуатации. Недостатки можно выделить следующие: неустойчивы к низким температурам, высокая стоимость и слабая прочностная характеристика соединительных элементов.



Рисунок 16 – Металлопластиковая труба

3. Пластиковые трубы являются более распространёнными, используются для внутренней и наружной водопроводной разводки. Преимущества пластиковых труб: низкая стоимость, высокая устойчивость к коррозионным воздействиям,

гладкие внутренние стенки (на них практически не откладывается солевой налет), легкость монтажа, длительный срок эксплуатации.

Разновидность пластиковых труб:

- Полипропиленовые (ПП);
- Полиэтиленовые (ПЭ);
- Поливинилхлоридные (ПВХ).

Полипропиленовые трубы

Наиболее распространенный тип пластиковых труб в настоящее время – полипропиленовые трубы. Их популярность обусловлена многими значимыми характеристиками, но, прежде всего, это проста монтажа. Применяются такие трубопроводы в:

- системе горячего и холодного водоснабжения;
- системе отопления;
- при укладке теплого пола;
- в канализационных коммуникациях.

Полипропиленовые трубопроводы могут быть обычные, армированные металлом или стекловолокном.

Монтаж полипропиленовых труб осуществляется при помощи стыковой или раструбной сварки с использованием низкотемпературного паяльника.

Эксплуатационный срок полипропиленовых труб при нормальном использовании достигает 50 лет.



Рисунок 17 – Полипропиленовая труба

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Полиэтиленовые трубы

Полиэтиленовые трубы не переносят высоких температур (за исключением сшитого полиэтилена), поэтому их чаще всего используют для систем холодного водоснабжения или канализационных линий.

Существуют три типа труб из полиэтилена:

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

Трубы, изготовленные под высоким давлением, выходят менее прочными. Они могут быть использованы только для безнапорных систем. Для напорных систем водоснабжения они могут быть также использованы, но прочность возрастает за счет толщины стенок. При обычной толщине стенок они могут быть применены в таких системах, как канализация, системы дренажа, ливневые воды и т.д. Здесь их качества оптимальны.

В трубопроводах с напорным режимом работы, где высокое давление, применяются полиэтиленовые трубы низкого давления. Их прочность выше, но в то же время они более хрупки и хуже поддаются изгибанию. Они могут выдерживать значимые перепады давления без каких-либо повреждений.

Сшитый полиэтилен – это вариант с высокой прочностью и гибкостью. Такие изделия могут выдерживать высокое давление (до 20 Атм) и температуру до + 95°C, то есть такие трубы могут быть применены для горячего водоснабжения и для систем отопления.

Положительные характеристики труб из полиэтилена включают в себя:

- легкость монтажных работ;
- антикоррозийные свойства материала;
- небольшой вес;
- длительный срок эксплуатации (до 50 лет).

Диаметр полиэтиленовых труб варьируется от 10 до 1000 мм. Они способны выдерживать давление от 2,5 до 16 Атм. Рабочая температура материала от –40 до + 40°C.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27



Рисунок 18 – Полиэтиленовые трубы

Поливинилхлоридные трубы

Один из распространенных типов труб, который используется в следующих областях: канализация, водоснабжение, системы дренажа. Диаметр таких труб может составлять от 16 до 500 мм, а рабочая температура достигает + 90°C. Для систем горячего водоснабжения используются изделия с сечением от 16 до 50 мм.

Давление, переносимое во время работы труб из ПВХ, может изменяться от 6 до 46 атмосфер. Кроме того, поливинилхлорид является огнестойким, в связи с этим его также применяют для защиты электрических кабелей и проводов.

Легкость монтажных работ позволяет в кратчайшие сроки монтировать изделия из поливинилхлорида, без применения какого-либо профессионального оборудования. Соединение ПВХ частей между ними проходит через специальные фитинги. Срок службы в некоторых случаях может достигать 50 лет.



Рисунок 19 – Поливинилхлоридные трубы

3. ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

3.1 Данные по качеству подземных вод на территории строительства

Подземные воды, используемая в настоящее время в питьевых целях в населенных пунктах западных территорий г. Челябинска, Сосновского муниципального района и, в частности, Кременкульского сельского поселения, характеризуется повышенном содержании радионуклидов. По данным лабораторных исследований, выполненных аккредитованными лабораториями радиационного контроля Челябинского отделения филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области», средние значения показателей в пробах питьевой воды превышают санитарный регламент: по суммарной альфа-активности в 85 раз, по содержанию радона-222 в 12-13 раз. Кроме того, в отдельных частных скважинах зафиксированы превышения по содержанию полония-210 тория-230, радия-228, урана-238. В связи с высокой природной радиоактивностью питьевой воды в 2002 г. постановлением Главного государственного санитарного врача Челябинской области было запрещено использование подземных источников для питьевого водоснабжения.

Результаты радиологических исследований подземной воды и предельно допустимые концентрации приведены в таблицах 2 и 3 соответственно.

Таблица 2 – Результаты радиологических исследований питьевой воды из подземных скважин, расположенных на территории Сосновского муниципального района и западных территорий г. Челябинска (2008-2012 гг.)

Населенный пункт	Количество проб	Суммарная альфа-активность, Бк/л		Суммарная бета-активность, Бк/л		Радон-222, Бк/л		Радий-228, Бк/л	
		Среднее значение	Максимальное значение	Среднее значение	Максимальное значение	Среднее значение	Максимальное значение	Среднее значение	Максимальное значение
п. Кременкуль (Новый Кременкуль)	22	7,2	9,5	0,87	6,4	668	5003	0,1	0,21

Продолжение таблицы 2

д. Малиновка	21	0,99	1,76	0,3	0,99	374	626	0,08	0,13
п. Западный	18	0,58	1,55	0,24	0,53	169	368	0,043	0,06
п. Западный-2	7	0,35	0,68	0,27	0,39	112	196	-	-
п. Западные Холмы	7	0,54	0,54	0,24	0,24	252	252	0,05	0,05
п. Сосновка	1	2,36	2,36	0,63	0,63	202	202	0,07	0,07
СНТ Заречный	2	0,575	0,58	0,72	0,76	147	206	-	-
Станция 18	1	0,52	0,52	0,25	0,25	8	8	-	-
п. Ольгино	1	0,52	0,52	0,13	0,13	8	8	-	-
с. Тимофеевка	1	0,14	0,14	0,34	0,34	10	10	-	-
СНТ Урал	1	0,41	0,41	0,27	0,27	501	501	-	-
д. Ужевка	2	1,21	1,41	0,29	0,32	514	560	0,055	0,06
уч. Газовик	1	1,02	1,02	0,36	0,36	264	264	0,09	0,09
д. Альмеева	2	0,197	0,203	0,1	0,13	6	6	-	-
Харлуши	2	0,172	0,217	0,1	0,1	-	-	-	-
Северный	1	0,12	0,12	0,14	0,14	630	630	-	-

Таблица 3 – Предельно допустимые концентрации

Показатель	Единицы измерения	ПДК
Суммарная альфа-активность	Бк/л	0,1
Суммарная бета-активность	Бк/л	1
Радон-222	Бк/л	60
рН	Единицы рН	6-9
Общая минерализация	мг/л	1000 (1500)
Жесткость общая	мг/экв/л	7 (10)
Мутность	мг/л	1,5 (2)
Цветность	градусы	20 (35)
Железо общее	мг/л	0,3 (1)

Также компанией «Универсальные водные технологии» в течение своей деятельности была набрана информация по физико-химическому и радиологическому составу подземных природных вод в Челябинской области. Результаты исследований в районе Кременкуля приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты исследований природных подземных вод компанией «Универсальные водные технологии».

Источник водоснабжения	рН	М, мг/л	Ц, град	Минерализация, мг/л	Жесткость общая, мг-экв/л	Fe общее, мг/л	Радон 222, Бк/л	Суммарная альфа-активность
Кременкуль Скважина №1	6,91	0,49	26	1273	15,9	0,12	173	0,99
Кременкуль Скважина №2	7,47	0,13	16	1123	14,8	0,02	173	0,99
Кременкуль Скважина №4	7,15	0,8	-	284	5,41	0	510	-
Кременкуль Скважина №5	-	-	-	-	7,0	-	222	-
Кременкуль Скважина №7	7,47	0,13	16	1123	14,8	0,02	-	-
Кременкуль Скважина №8	-	0,9	5	-	4,5	-	454	0,62
Кременкуль Скважина №9	-	-	-	-	-	-	173	0,99
Кременкуль Скважина №10	6,9	0,49	26	1273	15,9	0,12	450	3,42
Новый Кременкуль Скважина №12	7,14-7,2	3,05-0,07	23-59	435-468	3,6-4,2	2,12-0,01	84	-

3.2 Методы очистки вод от радионуклидов

Учитывая возможность нахождения группы веществ, обуславливающих альфа-активность воды (урана, тория, радия, свинца и полония), как в растворенном состоянии, так и в коллоидном взвешенном, а также невозможность гарантировать постоянство % разделения фаз веществ, поступающих из источника, в качестве возможных способов очистки воды были выделены три метода:

1) Ультрафильтрация. Метод очистки на установке с ультрафильтрационными мембранами. Размер пор – 0,1...0,1 нм. Рабочее давление – 2...10 атм.

Извлечение из воды взвешенных веществ и части коллоидных. Солевой состав (растворенные вещества) не корректируется.

2) Нанофильтрация. Метод очистки на установке с нанофильтрационными мембранами. Размер пор – 0,001...0,01 мкм. Рабочее давление – 8...13 атм.

Извлечение из воды взвешенных и коллоидных веществ, а также 60 - 97 % растворенных солей. При отсутствии превышения прочих показателей и соблюдении требований к качеству исходной воды для установки нанофильтрация гарантированно позволяет получать воду питьевого качества в соответствии с СанПиНом 2.1.4.1074-01.

3) Обратный осмос. Метод очистки на установке с обратно осмотическими мембранами. Размер пор – менее 0,001 мкм. Рабочее давление – до 100 атм.

Извлечение из воды взвешенных и коллоидных веществ, а также до 99,8 % растворенных солей. Метод обратного осмоса позволяет получать наиболее низкоминерализованную воду по сравнению с другими баромембранными процессами, однако для получения питьевой воды по СанПиН 2.1.4.1074-01 требуется корректировка уровня pH.

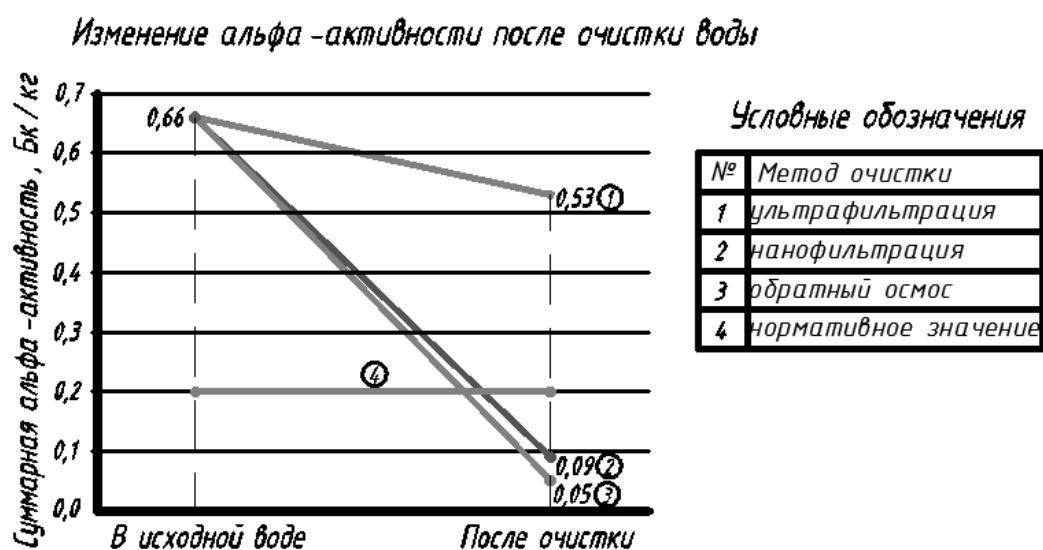


Рисунок 20 – Результаты исследования изменения альфа-активности после очистки воды



Рисунок 21 – Результаты исследования изменения общей жесткости после очистки воды

Для решения поставленной задачи наиболее перспективными методами являются нанофильтрация и обратный осмос, в результате применения, которых также корректируется необходимый показатель «жесткость общая». При заданной концентрации ионов жесткости в исходной воде на уровне $10,7 \pm 1,6$ мг-экв/л оба метода позволят снизить значение данного параметра в очищенной воде до уровня ниже 7,0 мг-экв/л и обеспечить соответствие СанПиН 2.1.4.1074-01 по данному параметру.

На базе ЮУрГУ были проведены исследования А. Черепанова, в которых были задействованы фильтрационные мембранные установки лабораторного корпуса ЮУрГУ. Образец воды для испытаний – вода скважины МУП ПОВВ насосной станции поселка Смолино, характеризующаяся значительным превышением предельно допустимой концентрации (ПДК) СанПин 2.1.4. 1074-01 по показателю альфа-активность – 0,66 Бк/кг при норме 0,2 Бк/кг и значением бета-активности в 0,27 Бк/кг при норме 1,0 Бк/кг.

Результаты испытаний, зафиксированные протоколами №7/15 ВП, №8/15 ВП, №9/15 ВП радиационного исследования проб от 26 февраля 2015 года ФГУП «РосРАО».

Исследования показали, что эффективным методом очистки воды от радионуклидов можно считать метод обратного осмоса.

3.3 Расчет системы водоснабжения

3.3.1 Определение расходов на хозяйственно-питьевые нужды

С учетом растущего развития системы водоснабжения поселка, удельное среднесуточное (за год) водопотребление на одного жителя принимается по таблице 1 [2] в объеме 190 л/сут (Застройка зданий, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией, с ванными и местными водонагревателями). Население поселка с учетом, что в нем запроектировано 50 коттеджей и количество проживающих в каждом – 4 человека, то общее количество составит 200 человек.

Расчетный (средний за год) суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды составит:

$$Q_{\text{сут. ср}} = \frac{N \cdot q}{1000}, \quad (1)$$

где N – расчетное число жителей, чел.,

q – удельное водопотребление, определяемое по таблице 1 [2], л/сут.

$$Q_{\text{сут. ср}} = \frac{200 \cdot 190}{1000} = 38 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Максимальный расход воды в сутки наибольшего водопотребления будет равен:

$$Q_{\text{сут. макс}} = K_{\text{сут. макс}} \cdot Q_{\text{сут. ср}}, \quad (2)$$

Где $K_{\text{сут. макс}} = 1,1-1,3$ – коэффициент суточной неравномерности водопотребления. (Принимаем $K_{\text{сут. макс}} = 1,2$)

$$Q_{\text{сут. макс}} = 1,2 \cdot 38 = 45,6 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Неучтенные расходы принимаются в размере 5% суммарного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды населенного пункта:

$$Q_{\text{неуч.}} = Q_{\text{сут. макс}} \cdot 0,05, \quad (3)$$

$$Q_{\text{неуч.}} = 45,6 \cdot 0,05 = 2,28 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Тогда расчетный суточный расход на хозяйственно-питьевые нужды составит:

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$Q_{\text{расч.сут}} = Q_{\text{сут.макс}} + Q_{\text{неуч.}} \quad (4)$$

$$Q_{\text{расч.сут}} = 45,6 + 2,28 = 47,8 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетный часовой расход воды определяется по формуле:

$$q_{\text{час.макс}} = \frac{K_{\text{час. макс}} \cdot Q_{\text{расч.сут}}}{24}, \quad (5)$$

Где $K_{\text{час.макс}}$ – коэффициент часовой неравномерности водопотребления (п.2.2 [2])

$$K_{\text{час. макс}} = \alpha_{\text{макс}} \cdot \beta_{\text{макс}}, \quad (6)$$

Где $\alpha_{\text{макс}} = 1,2-1,4$ - коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия. (Принимаем $\alpha_{\text{макс}} = 1,2$)

$\beta_{\text{макс}}$ - коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимаемый по таблице 2 [2] (Принимаем $\beta_{\text{макс}} = 3,5$)

$$K_{\text{час. макс}} = 1,2 \cdot 1,9 = 2,3$$

$$q_{\text{час.макс}} = \frac{2,3 \cdot 47,88}{24} = 4,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Удельное среднесуточное потребление воды на поливку зеленых насаждений $q_{\text{п}}$, принимается с учетом примечания 2 табл. 3 [2] и составляет 50 л/сут на 1 человека.

$$Q_{\text{п}} = \frac{N \cdot q_{\text{п}}}{1000}, \quad (7)$$

$$Q_{\text{п}} = \frac{200 \cdot 50}{1000} = 10 \text{ м}^3/\text{сут}$$

3.3.2 Определение расходов на дошкольное учреждение

Согласно [9] на 1000 чел. в населенном пункте принимается не менее 145 мест в дошкольном образовательном учреждении. Исходя из того, что в коттеджном поселке проживает 200 чел. принимаем количество мест – 25 мест.

Согласно [4] детские ясли-сады с дневным пребыванием детей: со столовыми, работающими на полуфабрикатах на 1 ребенка в сутки наибольшего водопотребления норма расхода 30 л в сутки.

$$Q_{\text{доу}} = \frac{30 \cdot 25}{1000} = 0,75 \text{ м}^3/\text{сут}$$

3.3.3 Определение расходов на торгово-развлекательный центр

Предполагаем, что в ТРЦ располагается продовольственный и промтоварный магазины, кинотеатр. Вместимость кинотеатра – 100 человек.

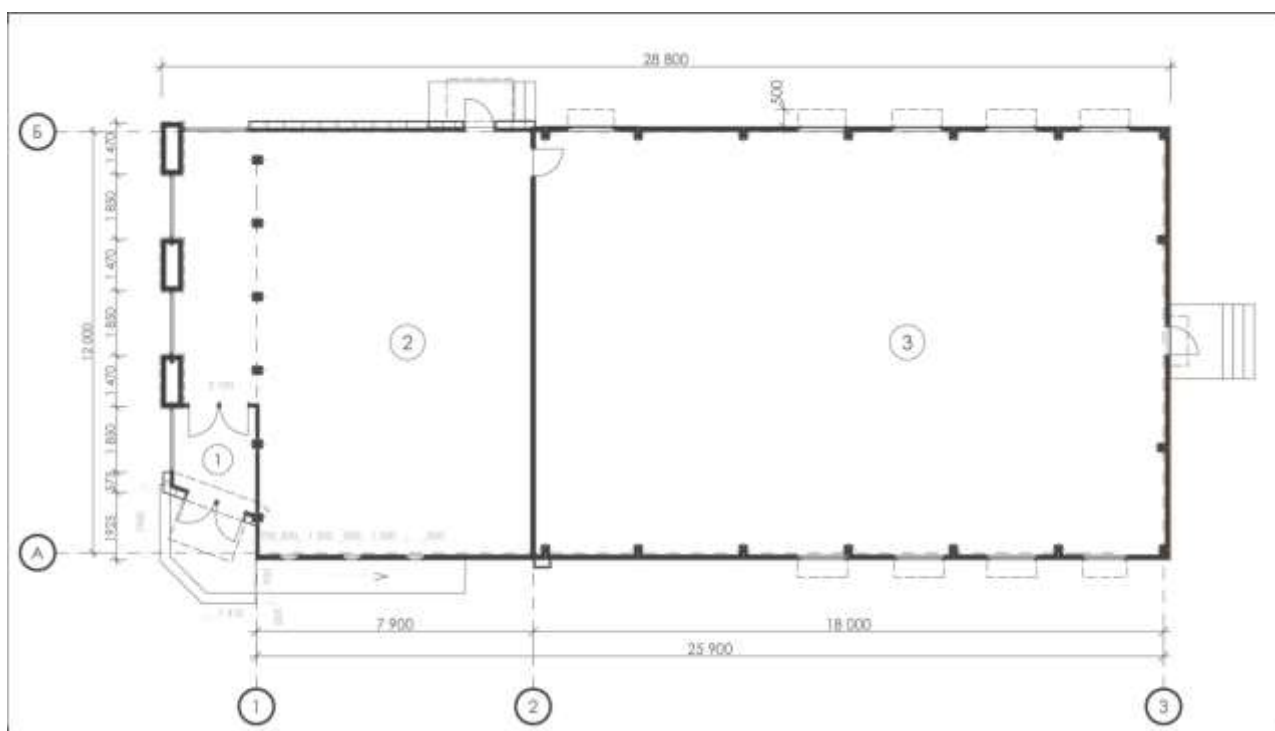


Рисунок 22 – План торгово-развлекательного центра

В продовольственном магазине согласно [4] норма водопотребления на 1 рабочего в смену – 250 л/сут, принимаем 15 рабочих.

$$Q_{\text{прод}} = \frac{250 \cdot 15}{1000} = 3,75 \text{ м}^3/\text{сут}$$

В промтоварном магазине согласно [4] норма водопотребления на 1 рабочего в смену – 12 л/сут, принимаем 10 рабочих.

$$Q_{\text{пром}} = \frac{12 \cdot 10}{1000} = 0,12 \text{ м}^3/\text{сут}$$

В кинотеатре норма водопотребления 1 место – 4 л/сут. Вместимость кинотеатра 100 человек.

$$Q_{\text{пром}} = \frac{4 \cdot 100}{1000} = 0,4 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Общее водопотребление торгового развлекательного центра:

$$Q_{\text{трц}} = 3,75 + 0,12 + 0,4 = 4,27 \text{ м}^3/\text{сут}$$

3.3.4 Определение расходов воды на противопожарные нужды

Противопожарное водоснабжение – система технических мероприятий, обеспечивающих подачу воды, необходимой для тушения пожара, из водопровода или непосредственно из водоемов.

Расчетный расход воды на тушение наружного пожара и расчетное количество одновременных пожаров принимается в зависимости от численности населения, объемов и этажности зданий по таблицам 5 и 6 [2] и составляет 10 л/с и 1 пожар соответственно.

Расход на внутреннее пожаротушение принимают из расчета одновременного действия двух пожарных струй по 2,5 л/с:

$$Q_{\text{пож.вн.}} = 2,5 \cdot 2 = 5 \text{ л/с}$$

Расход на наружное пожаротушение торгово-развлекательного центра (1 этаж, объем здания до 1000м³) – 10 л/с. Расход на внутреннее пожаротушение – 5 л/с.

Расход воды на наружное пожаротушение дошкольного образовательного учреждения – 10 л/с. Расход на внутреннее пожаротушение – 5 л/с.

Общий расход воды на пожаротушение:

$$Q_{\text{пож.}} = 10 + 5 + 10 + 5 + 10 + 5 = 45 \text{ л/с}$$

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

3.3.5 Распределение расходов по часам суток

Расход воды по часам суток на хозяйственно-питьевые нужды населения поселка принят при коэффициенте часовой неравномерности $K_{ч.макс} = 2,5$.

Полив зеленых насаждений и поение домашнего скота приняты равномерными в течение 6 часов (с 5 до 8 и 18 до 21).

Определение суммарного водопотребления города (в м³/сут), включающие водопотребление населения, дошкольного учреждения и торгово-развлекательного центра приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Суммарное водопотребление города

Потребители	Суточный расход воды, м ³
Хозяйственно-питьевые нужды	47,8
Дошкольное образовательное учреждение	0,75
Торгово-развлекательный центр	4,27
Полив зеленых насаждений и поение домашнего скота	10
Итого	62,67

На основании принятых распределений расходов воды отдельными водопотребителями составляется таблица распределения расходов воды в городе по часам суток наибольшего водопотребления и определяется час наибольшего расхода воды.

Таблица 6 – Распределение расходов воды в поселке по часам суток наибольшего водопотребления

Часы суток	Хозяйственно-питьевые нужды населения		Дошкольное образовательное учреждение	Торгово-развлекательный центр	Полив насаждений и поение скота	Суммарный	
	%	м ³				м ³	%
0-1	0,6	0,29				0,29	0,5
1-2	0,6	0,29				0,29	0,5
2-3	1,2	0,57				0,57	0,9
3-4	2	0,96				0,96	1,5
4-5	3,5	1,67				1,67	2,7
5-6	3,5	1,67			1,66	3,33	5,3

Продолжение таблицы 6

6-7	4,5	2,15			1,66	3,81	6,1
7-8	10,2	4,88	0,063	0,28	1,66	6,88	11,0
8-9	8,8	4,21	0,063	0,28		4,55	7,3
9-10	6,5	3,11	0,063	0,28		3,45	5,5
10-11	4,1	1,96	0,063	0,28		2,31	3,7
11-12	4,1	1,96	0,063	0,28		2,31	3,7
12-13	3,5	1,67	0,063	0,28		2,02	3,2
13-14	3,5	1,67	0,063	0,28		2,02	3,2
14-15	4,7	2,25	0,063	0,28		2,59	4,1
15-16	6,2	2,96	0,063	0,28		3,31	5,3
16-17	10,4	4,97	0,063	0,28		5,32	8,5
17-18	9,4	4,49	0,063	0,28		4,84	7,7
18-19	7,3	3,49	0,063	0,28	1,66	5,50	8,8
19-20	1,6	0,76		0,28	1,66	2,71	4,3
20-21	1,6	0,76		0,28	1,66	2,71	4,3
21-22	1	0,48		0,28		0,76	1,2
22-23	0,6	0,29				0,29	0,5
23-24	0,6	0,29				0,29	0,5
Итого	100	47,8	0,75	4,27	10	62,78	100

Часы наибольшего потребления воды: 7-8 (11%)

3.3.6 Режим работы насосной станции 2-го подъема

Режим работы насосной станции 2-го подъёма обычно принимается ступенчатым за счёт изменения количества работающих насосов. График работы насосной станции должен по возможности приближаться к графику водопотребления: в этом случае объём бака водонапорной башни будет наименьшим. Однако по условиям эксплуатации насосных станций число ступеней должно быть не больше трех. Обычно число ступеней насосных агрегатов принимается равным 2. При этом регулирующая ёмкость бака водонапорной башни должна быть от 2,5 до 6% от суточного расхода города. В данном случае принято 2 ступени работы насосной станции 2-го подъёма: в периоды с 0 до 6 часов и с 22 до 24 часов производительность насосов будет составлять 2,5 %, а в период с 6 до 22 часов – 5,0 % от общего расхода воды. . Общая подача воды насосами в сеть: $2,5\% \cdot 8 + 5,0\% \cdot 16 = 100\%$.

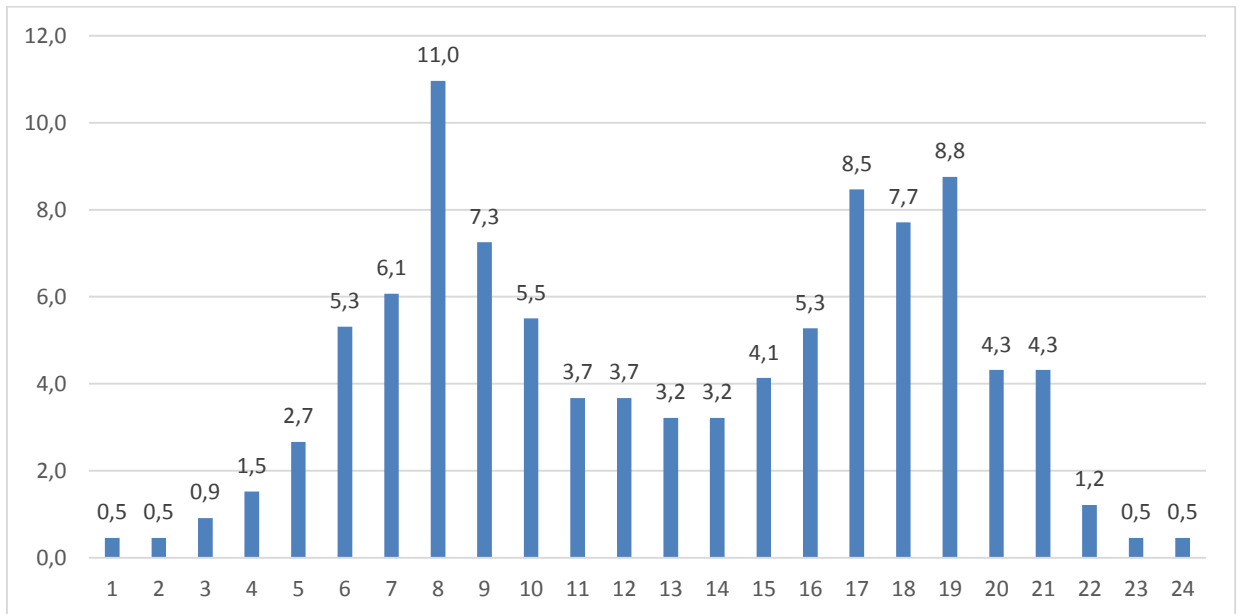


Рисунок 22 – График работы насосной станции второго подъема

3.3.7 Определение емкости водонапорной башни

Объем бака водонапорной башни:

$$W_{\bar{0}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{н.з.}} \quad (8)$$

Где $W_{\text{рег}}$ – регулирующая емкость, м^3 ;

$W_{\text{н.з.}}$ – противопожарный запас воды, м^3 .

Регулирующая емкость бака водонапорной башни (в % от суточного расхода) определяют путем совмещения графиков водопотребления и работы насосной станции (табл. 7). Из табл. 7 видно, что максимальный остаток воды в баке (или регулирующая емкость) составляет 15,8 % от суточного расхода воды, или

$$W_{\text{рег}} = \frac{15,8 \cdot 62,78}{100} = 9,9 \text{ м}^3$$

В баке водонапорной башни предусматривается также хранение противопожарного запаса воды на тушение одного наружного и одного внутреннего пожара в течение 10 мин, т.е.

$$W_{\text{н.з.}} = \frac{(Q_{\text{пож.нар.}} + Q_{\text{пож.внут}}) \cdot 10 \cdot 60}{1000}, \quad (9)$$

Где 60 - перевод мин в сек;

10 - время тушения пожара;

1000 - перевод литров в м³.

$$W_{н.з} = \frac{(10+5) \cdot 10 \cdot 60}{1000} = 9 \text{ м}^3$$

Общий объем водонапорной башни:

$$W_6 = 9,9 + 9 = 18,9 \text{ м}^3$$

Принимаем стальную водонапорную башню БР-20-1; V=20 м³, H=18,8 м,
D=3,02 м.

Таблица 7 – Определение регулирующей емкости бака водонапорной башни
(в % от суточного расхода)

Часы суток	Расход воды поселком	Подача воды насосами	Поступление воды в бак	Расход воды из бака	Остаток воды в баке
0-1	0,5	2,5	2		11,2
1-2	0,5	2,5	2		13,2
2-3	0,9	2,5	1,6		14,8
3-4	1,5	2,5	1		15,8
4-5	2,7	2,5		0,2	15,6
5-6	5,3	2,5		2,8	12,8
6-7	6,1	5		1,1	11,7
7-8	11,0	5		6	5,7
8-9	7,3	5		2,3	3,4
9-10	5,5	5		0,5	2,9
10-11	3,7	5	1,3		4,2
11-12	3,7	5	1,3		5,5
12-13	3,2	5	1,8		7,3
13-14	3,2	5	1,8		9,1
14-15	4,1	5	0,9		10
15-16	5,3	5		0,3	9,7
16-17	8,5	5		3,5	6,2
17-18	7,7	5		2,7	3,5
18-19	8,8	5		3,5	0
19-20	4,3	5	0,7		0,7
20-21	4,3	5	0,7		1,4
21-22	1,2	5	3,8		5,2
22-23	0,5	2,5	2		7,2
23-24	0,5	2,5	2		9,2
Итого	100	100	22,9	22,9	

3.3.8 Расчет водозаборного сооружения

О степени обводненности участка можно судить по следующим данным. Из 8 скважин в 2 была найдена вода на глубине 4 метра. Обводненная часть участка составляет в целом 20% от общей площади.

На обводненной части участка средняя мощность сухих песков составляет 2,8м и обводненных 2,0 м.

Грунтовые воды на участке представлены одним водоносным горизонтом, приуроченным к нижней части песчаной толщи каурзумской свиты. Глубина залегания уровня подземных вод находится в полном соответствии с рельефом.

Подземные воды месторождения имеют ненапорный характер. Питание их происходит за счет атмосферных осадков. Коэффициент фильтрации 2,47 м/сутки. Воды вскрытого горизонта слабо минерализованы.

Категория водозабора по степени обеспеченности подачи воды – II категория – допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30% расчетного расхода; длительность снижения подачи не должна превышать 10 суток. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускаются на время выключения поврежденных и включения резервных элементов или проведение ремонта, но не более чем на 6 часов.

Чтобы уменьшить длину коммуникаций, соединяющих водозаборные скважины, во многих случаях улучшая условия их эксплуатации, скважины должны быть расположены на расстоянии менее 2R.

Дебит одиночных совершенных скважин, заложенных в напорных пластах, определяется по формуле

$$q=2,73 \cdot K_{\phi} \cdot \frac{m \cdot S}{\lg \frac{R}{r}}, \quad (10)$$

Где K_{ϕ} – коэффициент фильтрации ($K_{\phi}=2,47$);

m – мощность водоносного пласта, м ($m=6$ м);

S – максимально допустимое понижение уровня грунтовых вод, м ($S=10,2$ м);

R – радиус влияния, м;

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

r – радиус скважины (внутренний радиус эксплуатационной колонны).

Радиус влияния скважины R , это расстояние от центра скважины до точки восстановления статического уровня, рассчитывается по формуле

$$R=1,5\sqrt{a\cdot t}, \quad (11)$$

где a – коэффициент пьезопроводности (скорость распространения давления в пласте), $\text{м}^2/\text{сут}$. Для напорных пластов определяется:

$$a=K_{\phi} \cdot \frac{m}{\mu}, \quad (12)$$

t – нормативное время эксплуатации скважины, лет; в зависимости от назначения скважины и условий ее работы принимают в среднем 8...15 лет, максимально 25 лет;

μ – коэффициент водоотдачи ($\mu=0,15$).

$$a=2,47 \cdot \frac{6}{0,15}=98,8 \text{ м}^2/\text{сут}$$

$$R=1,5 \cdot \sqrt{98,8 \cdot 25}=74,5 \text{ м}$$

$$Q=2,73 \cdot 2,47 \cdot \frac{6 \cdot 10,2}{\lg \frac{74,5}{0,15}}=150 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Рассчитаем дебит взаимодействующей скважины:

$$q_{\text{вз}}=\alpha \cdot Q, \quad (13)$$

Где α – коэффициент взаимодействия, зависящий от расстояния между скважинами ($\alpha=0,97$)

$$q_{\text{вз}}=0,97 \cdot 150=145 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Принимаем одну рабочую и одну резервную скважину.

Бурение скважины выполняется ударно-канатным способом с использованием установки УГБ-ЗУК.

Верхняя обсадная колонна – кондуктор, предназначен для защиты устьевой части скважины от возможных обрушений и размыва, в том числе для придания скважине правильного вертикального направления. Также кондуктор служит для изоляции скважины от притока верхних, часто загрязненных вод.

Скважины оборудуются оголовками, что обеспечивает герметизацию и исключает проникновение загрязнений.

Над скважиной проектируется павильон для размещения оголовка скважины, насосов и оборудования для водоподготовки.

В скважине оборудуется погружной насос ЭЦВ 6-10-80 со следующими техническими характеристиками.

Таблица 8 – Технические характеристики погружного насоса ЭЦВ 6-10-80.

Показатель	Единица измерения	Характеристика
Подача	м ³ /ч	10
Напор	м	80
Мощность двигателя	кВт	4

Для обеспечения санитарно-эпидемиологической надежности и охраны всех водопроводных сооружений от нарушений, которые могут вредно отразиться на качестве и количестве подаваемой населению воды, для всех проектируемых и реконструируемых водопроводов хозяйственно-питьевого назначения должны предусматриваться зоны санитарной охраны (ЗСО).

Основной задачей зоны санитарной охраны является выделение территории, в пределах которой создается особый режим, исключающий или ограничивающий возможность загрязнения и заражения водного источника и водопроводных сооружений.

Зона источника водоснабжения в месте расположения водозаборных сооружений состоит из трех поясов:

- первого – зона строгого режима;
- второго и третьего – зоны режимов ограничения хозяйственной деятельности.

Границы первого пояса устанавливаются от крайних водозаборных сооружений группового водозабора и равны 30 м.

Границы второго пояса ЗСО устанавливаются расчетом в зависимости от климатических районов и защищенности подземных вод с учетом времени продвижения микробного загрязнения воды до водозабора от 100 до 400 суток.

Границы третьего пояса ЗСО определяются временем продвижения химического загрязнения воды до водозабора, которое должно быть больше принятой продолжительности эксплуатации водозабора, но не менее 25 лет.

Территория первого пояса должна быть спланирована, огорожена и озеленена. Рекомендуется глухое ограждение высотой 2,5 м и сторожевая (тревожная) сигнализация.

На территории первого пояса запрещаются все виды строительства, проживание людей, прокладка трубопроводов различного назначения (за исключением трубопроводов, обслуживающих водопроводные сооружения), выпас скота, применение для растений ядохимикатов и удобрений.

На территории второго пояса запрещается загрязнение территории нечистотами, размещение складов горюче-смазочных материалов, размещение кладбищ, скотомогильников, навозохранилищ, применение удобрений и ядохимикатов.

На территории третьего пояса запрещается размещение складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов, минеральных удобрений, шламонакопителей и других объектов, которые могут вызвать химические загрязнения.

Зона санитарной охраны водопроводных сооружений должна состоять из границ первого пояса и санитарно защитной полосы вокруг него.

Границы первого пояса ЗСО территории водопроводных сооружений совпадает с ограждением площадки и должна быть на расстоянии:

- от резервуаров чистой воды, фильтров, контактных осветлителей ≥ 30 м;
- от стен сооружений и стволов водонапорных башен ≥ 15 м.

Санитарно-защитная полоса вокруг ограждения водопроводных сооружений, расположенных за пределами второго пояса зоны источника водоснабжения, должна иметь ширину ≥ 100 м.

Первый пояс образуется выделением вокруг каждой скважины территории на 30 м во всех направлениях.

Второй пояс включает территорию, находящуюся в радиусе R от крайних скважин:

$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot T}{n \cdot m \cdot \pi}}, \quad (14)$$

Где Q – производительность водозабора, м³/сут;

T – время добегания загрязнения до поверхности скважины, сут;

m – мощность водоносного пласта, м;

n – пористость пласта.

$$R = \sqrt{\frac{3600 \cdot 200}{0,07 \cdot 6 \cdot 3,14}} = 740 \text{ м}$$

Третий пояс включает территорию, находящуюся в радиусе R, определяемом по той же формуле, что и для второго пояса, но при T = 25 лет = 9125 сут.

$$R = \sqrt{\frac{3600 \cdot 9125}{0,07 \cdot 6 \cdot 3,14}} = 4900 \text{ м}$$

3.3.9 Гидравлический расчет водопроводной сети

Водопроводная сеть рассчитывается из условия наиболее напряженных режимов ее работы. Расчет сети ведется для двух основных режимов ее работы:

1 – режим максимального водоразбора;

2 – режим пожаротушения в час максимального водоразбора.

Гидравлический расчет распределительной сети проводится для определения диаметров труб на всех ее участках и потерь давления в них при подаче расчетного расхода. Если система водоснабжения также предназначена для противопожарного

водоснабжения, то выполняется калибровочный расчет сети для подачи воды для пожаротушения одновременно с хозяйственно-питьевым потреблением воды.

Для гидравлического расчета сети величины часовых расходов в расчетные периоды должны быть переведены в л/с. Максимальный водоразбор в городе, в соответствии с таблицей 6, наблюдается в период с 7 до 8 часов. Расчетные расходы в час максимального водоразбора, из таблицы 6, составляют:

- общий расход воды – 6,8 м³/ч или 1,9 л/с, в том числе:
- равномерно-распределенный расход – 4,8 м³/ч или 1,3 л/с;
- сосредоточенные расходы – 0,34 м³/ч или 0,09 л/с, в том числе:
- ДОУ – 0,063 м³/ч или 0,02 л/с, ТРЦ – 0,28 м³/ч или 0,07 л/с

В час максимального водоразбора (табл. 7) насосная станция 2-го подъема подает в сеть 5% от суточного расхода воды, т.е. 3,14 м³/ч, или 0,87 л/с; из водонапорной башни расходуется 6% суточного расхода, т. е. 3,76 м³/ч или 1,04 л/с. Общий расход воды, подаваемый в сеть в час максимального водоразбора, составляет 0,87+1,04=1,91 л/с.

Величины этих расходов наносятся на расчетную схему в точках питания – в месте присоединения к сети водопроводов от насосной станции 2-го подъема и водонапорной башни.

Путевые расходы воды на расчетных участках приведены в таблице 9.

Узловые расходы воды в час максимального водоразбора приведены в таблице 10.

Расчетный расход на участках сети

Для определения расчетных расходов на каждом участке водопроводной сети заменяем равномерно-распределенные расходы на узловые. На 1 м длины участка удельный расход определяется:

$$q_{\text{уд}} = \frac{q_{\text{равн.распр}}}{\sum l_{\text{уч}}}, \quad (15)$$

Где $q_{\text{равн.распр}}$ – равномерно-распределенный расход воды, л/с;

$\sum l_{\text{уч}}$ – длина магистральной сети, отдающая воду, м.

					ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$$q_{уд} = \frac{1,3}{1700} = 0,0008 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{м}}$$

По удельному расходу определяются путевые расходы – величины отдающие равномерно-распределенный расход каждому участку. Путевые расходы определяются по формуле:

$$q_{пут} = q_{уд} \cdot l_{уч}, \quad (16)$$

Где $l_{уч}$ – длина конкретного участка, м.

Таблица 9 – Путевые расходы на участках сети

№ участка	Длина участка, м	Путевой расход при макс водоразборе, л/с	Путевой расход при макс водоразборе и пожаротушении, л/с
1-2	28,8	0,00	0,00
2-3	10	0,00	0,00
3-4	36,8	0,03	0,03
2-5	209	0,17	0,17
5-6	104,5	0,08	0,08
6-7	208,5	0,17	0,17
6-8	10	0,00	0,00
8-9	185,7	0,15	0,15
8-10	105	0,08	0,08
10-11	186,4	0,15	0,15
10-12	110	0,09	0,09
12-13	60,6	0,05	0,05
12-14	77,7	0,00	0,00
14-15	68,2	0,05	0,05
6-16	94,4	0,08	0,08
16-17	10	0,01	0,01
17-18	189,6	0,15	0,15
17-19	37,2	0,03	0,03
16-20	187,7	0,15	0,15
Итого	1886,9		

Далее определяем узловые расходы по формуле:

$$q_{узн} = 0,5 \sum q_{пут}, \quad (17)$$

Таблица 10 – Узловой расход при максимальном водоразборе

№ узловых точек	№ прилегающих участков	Расходы, л/с			Потребитель сосредоточенного расхода
1	1-2, 2-5, 2-3	0,08		0,08	
2	2-3,3-4	0,01		0,01	
3	2-5, 5-6	0,13		0,13	
4	7-6, 5-6, 6-16	0,16		0,16	
5	6-8, 8-9, 8-10	0,12		0,12	
6	8-10, 10-11, 10-12	0,16	0,07	0,23	ТРЦ
7	10-12, 12-13, 12-14	0,07	0,02	0,09	ДОУ
8	12-14, 14-15	0,03		0,03	
9	6-16, 16-17, 16-20	0,12		0,12	
10	16-17, 17-19, 17-18	0,09		0,09	

3.4 Выбор материала и диаметров труб

Диаметры участков водопроводной сети определяем с учетом экономического фактора. Согласно рекомендациям [4] при текущих стоимостях строительства и тарифах на электроэнергию принимаем без расчета значение экономического фактора для условий Урала, равное 0,5. В соответствии с расходами воды на участках по таблице предельных экономических расходов определяем диаметры труб с учетом $\Theta = 0,5$.

В данном проекте выбраны полиэтиленовые трубы ГОСТ 18599-2001.

Таблица 11 – Определение диаметров труб при $\Theta=0,5$.

№ участка	Длина участка, м	q, л/с	d, мм	V, м/с	Потери по длине, м
1-2	28,8	1,9	63	0,7	0,24
2-3	10	0,07	40	0,1	0,01
3-4	36,8	0,07	40	0,1	0,011
2-5	209	1,77	63	0,68	1,56
5-6	104,5	1,69	63	0,54	0,71
6-7	208,5	0,21	40	0,27	0,318
6-8	10	1,29	50	0,66	0,129
8-9	185,7	0,18	40	0,21	0,201
8-10	105	0,6	40	0,45	0,1

Продолжение таблицы 11

10-11	186,4	0,15	40	0,2	0,2
10-12	110	0,2	40	0,25	0,15
12-13	60,6	0,09	40	0,1	0,02
12-14	77,7	0,17	40	0,18	0,084
14-15	68,2	0,1	40	0,15	0,027
6-16	94,4	0,62	40	0,55	0,94
16-17	10	0,32	40	0,25	0,03
17-18	189,6	0,2	40	0,25	0,26
17-19	37,2	0,1	40	0,12	0,015
16-20	187,7	0,18	40	0,15	0,21
Итого	1886,9				

Диаметры водовода определяются исходя из пропуска максимального расхода воды и пожаре.

$$Q_B = 1,9 + 10 = 11,9 \text{ л/с}$$

При таком расходе параметры водовода будут следующие:

- Диаметр водовода – 90мм;
- Скорость воды в водоводе – 1,6 м/с.

3.5 Станция водоподготовки

Запроектированная станция водоподготовки располагается в павильоне с размерами 8,865×5,045 м, вместе с водозаборной скважиной.

Насосной станцией I подъема из скважины поступает на механический дисковый фильтр AZUD HF HELIX 201 со следующими техническими характеристиками:

Таблица 12 – Технические характеристики фильтра AZUD HF HELIX 201.

Показатель	Единица измерения	Характеристика
Максимальная производительность	м ³ /ч	30
Максимальное рабочее давление	бар	10
Минимальное давление при промывке	бар	3,5
Максимальная температура	°С	60

Продолжение таблицы 12

Площадь фильтрующей поверхности	см ²	1492
---------------------------------	-----------------	------

Дисковый фильтр предназначен для удаления взвешенных частиц и загрязнений из воды, размеры ячеек внутри фильтра от 20 до 400 мкм. Дисковый фильтр оснащен автоматической обратной промывкой. Датчик при превышении предельного давления переключает трехходовой клапан и поток воды меняется на противоположный, после промывки диски очищаются и продолжается нормальная фильтрация.

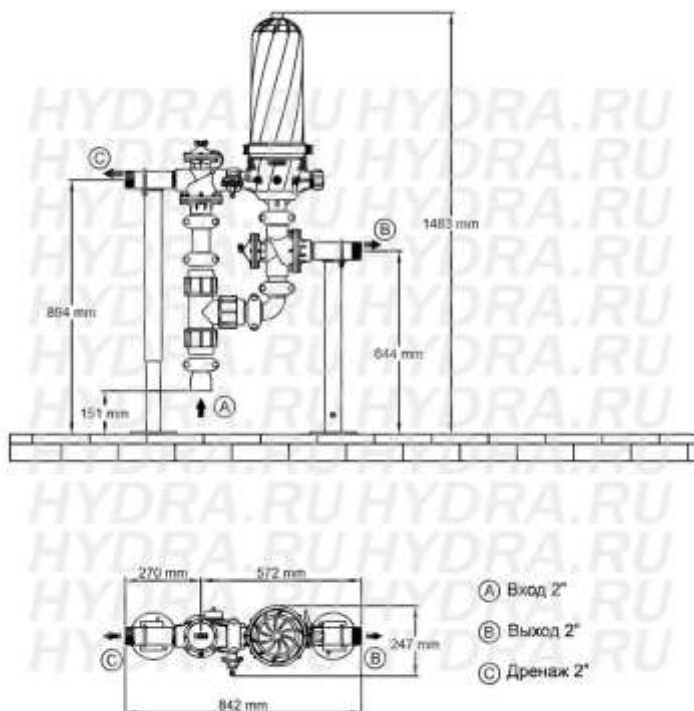


Рисунок 23 – Схема дискового фильтра AZUD HF HELIX 201

После механической очистки на дисковом фильтре вода поступает на обратноосмотическую установку DRO-8040-5, на которой из воды удаляются радионуклиды и снижается общая жесткость.



Рисунок 24 – Установка обратного осмоса DRO-8040-5

Из обратноосмотической установки пермеат поступает в фильтр рН-корректор марки «Поток рН/Са-3072» с фильтрующей загрузкой Calcite, предназначенный для повышения уровня рН, который снизился на установке обратного осмоса. Концентрат в объеме 1,87 м³/ч утилизируется.

Таблица 13 – Характеристики фильтра рН-корректор «Поток рН/Са-3072»

Показатель	Единица измерения	Характеристика
Максимальная производительность	м ³ /ч	6,9
Объем корпуса	л	717
Объем зернистой загрузки	л	398
Высота фильтра	мм	1895
Диаметр фильтра	мм	781
Площадь фильтрующей поверхности	м ²	0,46

Из фильтра рН-корректор вода попадает в резервуар чистой воды объемом 5м³ (Длина корпуса 2,7 м, диаметр корпуса 1,6 м). Далее насосной станцией второго подъема подается в коттеджный поселок.

В качестве насосной станции 2-го подъема выбран насос Hydro Multi-E 2 CRE 10-3 с техническими характеристиками, представленными в таблице 14.

Таблица 14 – Технические характеристики насоса Hydro Multi-E 2 CRE 10-3

Показатель	Единица измерения	Характеристика
Максимальный расход	м ³ /ч	26
Максимальный гидростатический напор	м	30
Максимальное рабочее давление	бар	10
Количество насосов	шт.	2
Мощность основного насоса	кВт	1,1
Номинальный ток	А	8,2

Насосная станция 2-го подъема работает в 2 режима:

1. Штатный режим – подача на хозяйственно-питьевые нужды (в работе 1 насос).
2. Режим пожара – вместе с хозяйственно-питьевым расходом подается вода на пожаротушение (в работе 2 насоса).

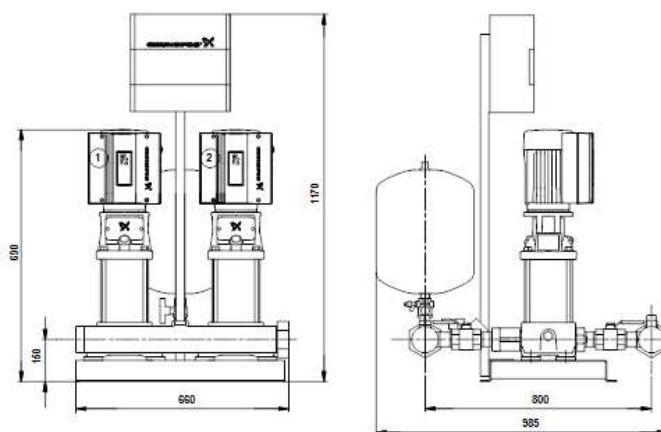


Рисунок 25 – Схема насоса Hydro Multi-E 2 CRE 10-3

4. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

4.1 Состав работ и технологическая последовательность их выполнения при укладке труб для водоснабжения

1. Разработка и перемещение растительного грунта.
2. Разработка основного грунта.
3. Подчистка дна траншеи
4. Устройство прямков
5. Устройство песчаного основания.
6. Укладка водопровода.
7. Присыпка водопровода.
8. Промывка водопровода.
9. Предварительное гидравлическое испытание.
10. Засыпка траншеи.
11. Уплотнение грунта.
12. Гидравлическое испытание водопровода.
13. Рекультивация растительного слоя.

4.2 Техническая характеристика труб

В данном проекте выбраны полиэтиленовые трубы (ПЭ). Полиэтиленовые водопроводные трубы выдерживают до 7% деформации, не теряя своих характеристик. Полиэтиленовые трубы просты в установке и эксплуатации благодаря малому весу полиэтилена. Надежная стыковка достигается путем сварки или крепления фитингов. Полиэтиленовый трубопровод абсолютно герметичен и не позволит проникать внутрь посторонним примесям и диффузным водам, утечки и разрывы также невозможны. Полиэтилен является гладким и эластичным материалом, он не допускает образование засоров, накипи и известковых отложений внутри трубопровода, в связи с этим в течение эксплуатации трубы не

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		54

уменьшаются в диаметре и сохраняют первоначальную пропускную способность. Даже когда жидкость внутри замерзает, полиэтиленовые водопроводные трубы не разрушаются, а растягиваются до необходимого им размера и возвращаются к своей первоначальной форме после оттаивания жидкости. Водопроводные полиэтиленовые трубы также не допускают образования бактерий и микроорганизмов внутри трубопровода, не переносят частицы ржавчины и металлы в воду, полностью бактериологически и токсикологически безопасны, и из-за этого в разы выше качество воды в них. Водопроводные полиэтиленовые трубы легко транспортировать и устанавливать, не требуют обслуживания и ремонта и способны обеспечить работу без аварий и сбоев в течение не менее 50 лет при правильной эксплуатации.

4.3 Определение объемов работ

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

Расчет параметров траншеи.

Разработка грунта относится к земляным работам. Для определения объемов земляных работ на траншею, важно, чтобы были известны основные размеры – ширина, длина, глубина. Размеры траншеи определяются исходя из общего размера траншеи в плане, глубины трубопровода, крутизны откосов, а также принятых методов выполнения основных производственных процессов.

Напорный трубопровод прокладывается параллельно уклону земли в данной местности с одинаковой глубиной заложения. Глубина заложения напорных трубопроводов, считая до низа, должна быть на 0,5 м больше глубины промерзания для данной области.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Нормативная глубина промерзания для суглинков и глин для города Челябинска – 1,7 м.

$$h_{тр} = 1,7 + 0,5 = 2,2 \text{ м}$$

Перед разработкой траншеи необходимо срезать слой растительного грунта. Грунт складывается на специальной площадке, в последствии используется для рекультивации участков трассы. Глубина траншеи при разработке экскаватором с учетом недобора будет равна

$$h_{тр}^H = h_{тр} - h_{раст}, \quad (18)$$

Где $h_{раст}$ – слой растительного слоя, м (на данном участке 0,5 м)

$$h_{тр}^H = 2,2 - 0,3 = 1,9 \text{ м}$$

Укладка трубопроводов в траншею – способом отдельных труб.

Определим ширину траншеи понизу с откосами 1:0,5:

$$b = D_{нар} + d, \quad (19)$$

Где $D_{нар}$ – наружный диаметр трубопровода, м;

d - дополнительное расстояние для организации зоны устройства стыка труб, м.

$$b = 0,05 + 0,475 \cdot 2 = 1 \text{ м}$$

Ширина траншеи поверху определяется по формуле:

$$B = b + 2 \cdot h_{тр}^H \cdot m, \quad (20)$$

Где m – коэффициент откоса стенок.

$$B = 1 + 2 \cdot 1,9 \cdot 0,5 = 2,9 \text{ м}$$

Размеры траншеи:

- Длина 1886,9 м;
- Ширина понизу 1 м;
- Ширина поверху 2,9 м.

Так как разработка грунта ведется навывет, т.е. в отвал, следовательно, необходимо рассчитать площадь отвала, которая определяется по формуле:

$$S_{нас} = (S_{выем} - S_{трубы}) \cdot k_{пр} = \left(\frac{B+b}{2} \cdot h_{тр}^H - \frac{\pi D_{нар}^2}{4} \right) \cdot k_{пр}, \quad (21)$$

Где $k_{пр}$ – коэффициент первоначального разрыхления грунта, который показывает во сколько раз увеличился объем грунта при разработке, $k_{пр}=1,24$

$$S_{нас} = \left(\frac{2,9+1}{2} \cdot 1,9 - \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} \right) \cdot 1,24 = 4,58 \text{ м}^2$$

Тогда высота и ширина насыпи будут равны:

$$h_{нас} = \sqrt{S_{нас}} = \sqrt{4,58} = 2,14 \text{ м}$$

$$b_{нас} = 2 \cdot h_{нас} = 2 \cdot 2,14 = 4,28 \text{ м}$$

Допустимое расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины $l_{доп}$, принимаем 2 м, согласно [7, таблица 1].

При монтаже стыков в сборном водопроводе должны устраиваться приемки. Размеры приемков определяются согласно [8, таблица 3].

Размеры приемков:

- Длина 0,6 м;
- Ширина $D+0,5=0,1+0,5=0,6$ м;
- Глубина 0,2 м.

Определение объемов земляных работ

1. Ширина срезки растительного слоя $B_{раст}$ определяется исходя из рисунка 25 и будет составлять:

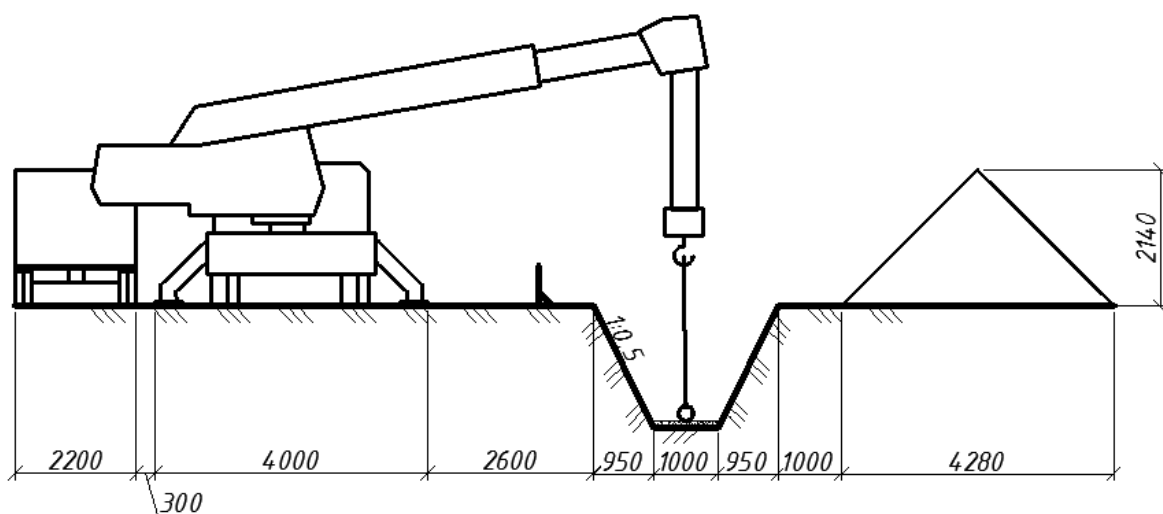


Рисунок 26 – Поперечный разрез траншеи водопровода

$$B_{\text{раст}}=2,2+0,3+4+2,6+2,9+1+4,28=17,28 \text{ м}$$

Площадь растительного слоя составит:

$$S_{\text{раст}}=B_{\text{раст}} \cdot L_{\text{тр}}, \quad (22)$$

$$S_{\text{раст}}=17,28 \cdot 1886,9=32605 \text{ м}^2$$

Растительный слой срезаем бульдозером ДЗ-42.

2. Разработка грунта в траншее.

Из общего объема траншеи необходимо выделить объем работ по срезке недобора, который оставляют у дна траншеи, чтобы не нарушить целостность и прочности грунта у основания, на которое опирается трубопровод.

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

Объем грунта, разрабатываемый экскаватором рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{экск}}=\frac{b+2 \cdot h_{\text{нед}} m+B}{2} \cdot (h_{\text{тр}}^{\text{н}}-h_{\text{нед}}) \cdot L_{\text{тр}}, \quad (23)$$

$$V_{\text{экск}}=\frac{1+2 \cdot 0,2 \cdot 0,5+2,9}{2} \cdot (1,9-0,2) \cdot 1886,9=6575 \text{ м}^3$$

3. Объем грунта, погружаемого в транспортное средство.

Объем грунта, который заменяется трубой по окончании монтажных работ, и который можно вывезти с участка, определяется по формуле:

$$V_{\text{тр}}=2 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L_{\text{тр}}, \quad (24)$$

$$V_{\text{тр}}=2 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} \cdot 1886,9=29,6 \text{ м}^3$$

Объем грунта, который останется на площадке в отвале:

$$V_{\text{навым}}=V_{\text{экск}}-V_{\text{тр}}, \quad (25)$$

$$V_{\text{навым}}=6575-29,6=6101 \text{ м}^3$$

4. Объем грунта, разрабатываемого вручную, т.е. подчистка дна траншеи с учетом недобора:

$$V_{\text{нед}}=\frac{b+(b+2 \cdot h_{\text{нед}} m)}{2} \cdot h_{\text{нед}} \cdot L_{\text{тр}}, \quad (26)$$

$$V_{\text{нед}} = \frac{1+(1+2 \cdot 0.2 \cdot 0.5)}{2} \cdot 0.2 \cdot 1886.9 = 415 \text{ м}^3$$

5. Устройство приямков

Объем приямка:

$$V_{\text{пр1}} = 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,2 = 0,07 \text{ м}^3$$

Длина одной трубы принимается 10 м.

Количество труб на участке составит:

$$N = \frac{1886,9}{10} = 188 \approx 190 \text{ шт}$$

Объем всех приямков:

$$V_{\text{пр}} = 0,07 \cdot 190 = 13,3 \text{ м}^3$$

6. Объем всего грунта разрабатываемого вручную:

$$V_{\text{вруч}} = V_{\text{нед}} + V_{\text{пр}}, \quad (27)$$

$$V_{\text{вруч}} = 415 + 13,3 = 428,3 \text{ м}^3$$

7. Устройство песчаного основания 0,1м

Объем работ рассчитывается:

$$V_{\text{песч.осн}} = h_{\text{п}} \cdot b \cdot L_{\text{тр}}, \quad (28)$$

$$V_{\text{песч.осн}} = 0,1 \cdot 1 \cdot 1886,9 = 188,7 \text{ м}^3$$

8. После укладки труб в траншею и монтажа стыков проводятся предварительные гидравлические испытания трубопровода перед которыми производят неполную засыпку трубопровода с открытыми стыками.

Последовательность этапов засыпки траншеи:

- Перед испытанием неполная засыпка (с открытыми стыками);
- Стыки и трубопровод засыпают вручную;
- Механизированная засыпками бульдозером на оставшуюся высоту.

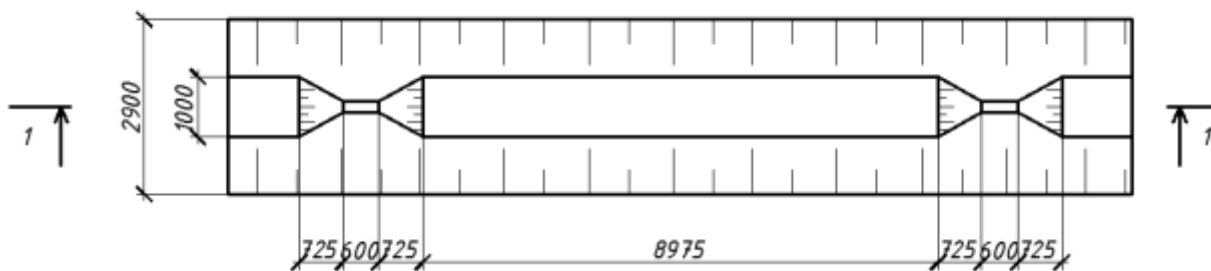


Рисунок 27 – Схема засыпки трубопровода перед испытанием

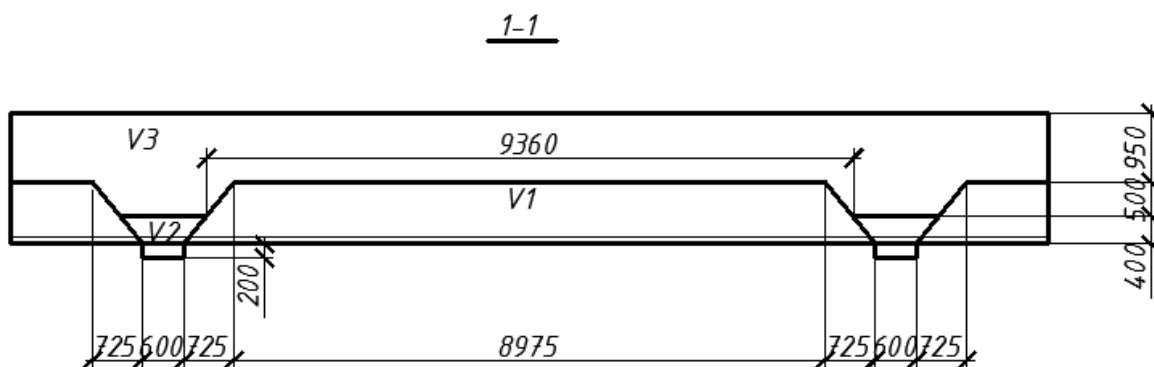


Рисунок 28 – Разрез 1-1 схемы засыпки трубопровода

Первый этап – засыпка с открытыми стыками:

$$V_1 = \frac{L_{\text{зас}}^{\text{повер}} \cdot B + b + L_{\text{тр}}^{\text{пр}}}{2} \cdot H_{\text{зас}} - \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{L_{\text{тр}}^{\text{пр}} + L_{\text{тр}}^{\text{зас}}}{2}, \quad (29)$$

Где $L_{\text{зас}}^{\text{повер}}$ – длина засыпки поверху ($L_{\text{зас}}^{\text{повер}} = 8,975$ м);

$L_{\text{тр}}^{\text{пр}}$ – длина трубы между приямками ($L_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 9,4$ м);

$H_{\text{зас}}$ – высота засыпки ($H_{\text{зас}} = 0,725$ м);

$L_{\text{тр}}^{\text{зас}}$ – длина верхней части трубы, находящейся под засыпкой ($L_{\text{тр}}^{\text{зас}} = 9,36$ м).

$$V_1 = \frac{8,975 \cdot 2,9 + 1 + 9,4}{2} \cdot 0,725 - \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} \cdot \frac{9,4 + 9,36}{2} = 13 \text{ м}^3$$

Объем засыпки для всех труб составит:

$$V_{1\text{полн}} = 13 \cdot 190 = 2470 \text{ м}^3$$

Второй этап - общий объем работ при засыпке вручную:

$$V_{\text{общ}} = V_1 + V_2 = V_{\text{зас.труб}} + V_{\text{пр}} - V_{\text{труб}}, \quad (30)$$

Где $V_{\text{зас.труб}}$ – объем грунта для засыпки труб, м^3 ;

$V_{\text{труб}}$ – объем труб, м³.

$$V_{\text{общ}} = \frac{1+2,9}{2} \cdot 0,725 \cdot 1886 + 13,3 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} \cdot 1886 = 2695 \text{ м}^3$$

Тогда объем работ при засыпке трубопровода после предварительного испытания будет:

$$V_2 = V_{\text{общ}} - V_{\text{полн}} = 2895 - 2470 = 225 \text{ м}^3$$

Третий этап – механизированная засыпка бульдозером:

$$V_3 = \frac{0,5+2,9}{2} \cdot 1 \cdot 1886 = 3206 \text{ м}^3$$

Сравниваем объемы разрабатываемого навывмет и засыпаемого грунтов:

- Разрабатываемый навывмет грунт – 6101 м³
- Засыпаемый грунт 3206+225+2695=6105 м³

С учетом погрешности вычислений, расчет произведен верно.

9. Разравниваемый растительный грунт:

$$V_{\text{раст}} = S_{\text{раст}} \cdot h_{\text{раст}}, \quad (30)$$

$$V_{\text{раст}} = 32605 \cdot 0,3 = 9781 \text{ м}^3$$

Таблица 15 – Ведомость объемов работ

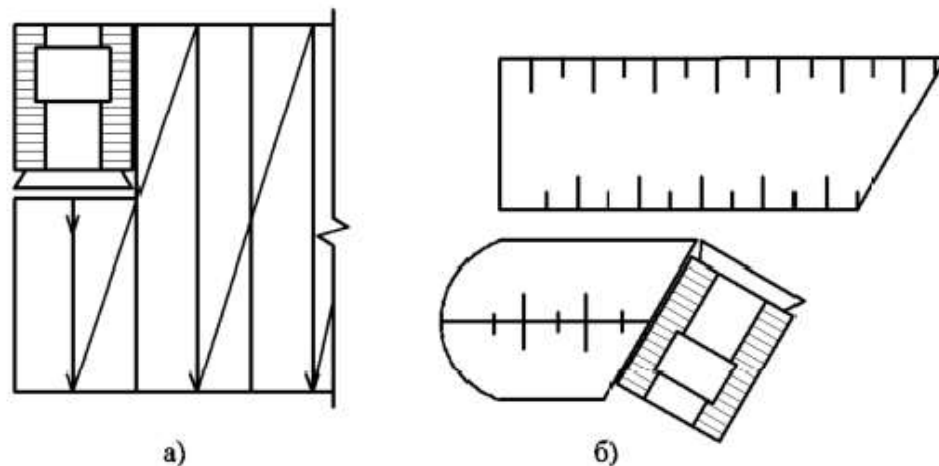
Наименование работ	Единицы измерения	Объем работы
Срезка растительного слоя бульдозером ДЗ–18	1000 м ² очищенной поверхности	32,6
Разработка грунта в траншее навывмет	1000 м ³	6,1
Разработка грунта в траншее с погрузкой в транспортное средство	1000 м ³	0,029
Разработка грунта в траншее вручную	100 м ³	4,28
Устройство песчаного основания 0,1 м	1 м ³	188,7

Продолжение таблицы 15

Укладка полиэтиленовых труб в траншею со сваркой	1 км	1,886
Засыпка грунтом траншеи с трамбованием перед испытанием	100 м ³	24,7
Испытание водопровода	1 км	1,886
Засыпка грунта с трамбованием после испытания	100 м ³	0,225
Засыпка траншеи бульдозером	1000 м ³	3,206
Разравнивание растительной поверхности	1000 м ³	9,781

4.4 Технологические схемы производства работы

1. Срезка растительного слоя, устройство песчаного основания и обратная засыпка траншеи после испытания производится бульдозером.



а) снятие растительного слоя; б) засыпка траншеи

Рисунок 29 – Схема работы бульдозера ДЗ-42

Выбираем бульдозер ДЗ-42, технические характеристики представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Технические характеристики бульдозера ДЗ-42

Показатель	Характеристика
Тип базового трактора	ДТ-75
Мощность двигателя, кВт	66
Тяговый класс	3
Скорость движения, км/ч:	
Вперед наибольшая	9,5
Назад наибольшая	8,3
Размеры отвала, мм	
Ширина (без уширителей)	2560
Высота (без козырька)	804
Наибольший подъем отвала над опорной поверхностью	600
Наибольшее заглубление ниже опорной поверхности	300
Угол резания отвала, град.	55

2. Разработка траншеи экскаватором.

Выбираем экскаватор с обратной лопатой марки ЭО-3323А-10 с техническими характеристиками, представленными в таблице 17.

Таблица 17 – Технические характеристики экскаватора с обратной лопатой ЭО-3323А-10

Показатель	Характеристика
Мощность двигателя, кВт	59,6
Вместимость ковша, м ³	0,63
Глубина копания, м	6,33
Радиус выгрузки, м	8,1
Масса (эксплуатационная), т	13,9

3. Для вывоза части разработанного грунта с участка строительной площадки необходим самосвал.

Выбираем самосвал КамАЗ-5511 с техническими характеристиками, представленными в таблице 18.

Таблица 18 – Технические характеристики КамАЗ-5511

Показатель	Характеристика
Тип двигателя	дизельный, КамАЗ-740
Скорость движения (максимум), км/ч	80-90
Грузоподъемность, т	10
Мощность двигателя, кВт	146
Колесная формула	6х4
Вес (полный)	19
Ширина (по задним шинам)	2,5

4. Укладка трубопровода осуществляется монтажным краном.

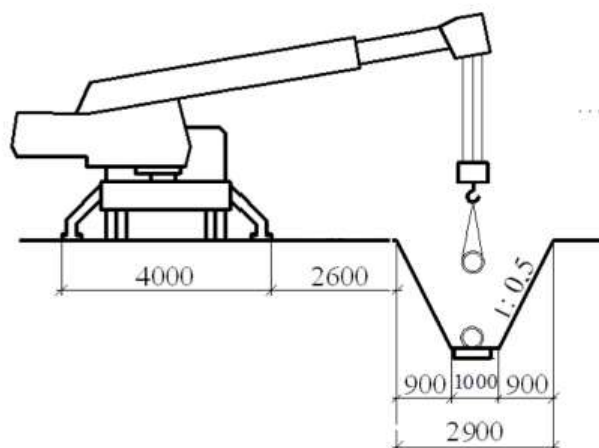


Рисунок 30 – Схема укладки трубопровода в траншеи

Требуемый вылет стрелы $L_T = 4 + 2,6 + 0,9 + 1 = 8,5$ м

Требуемая грузоподъемность $Q = 0,005 + 1 = 1,005$ т

Принимаем автомобильный кран КС-3575А с техническими характеристиками, представленными в таблице 19.

Таблица 19 – Технические характеристики крана КС-3575А

Показатель	Характеристика
Мощность двигателя, л.с.	210
Скорость транспортировочная, км/ч	77
Минимальная длина стрелы, м	9,5
Максимальная длина стрелы, м	15,5
Скорость движения нагрузки вниз, м/мин	10
Грузоподъемность, т	10
Масса крана со стрелой, т	17

5. Сведение полиэтиленовых труб осуществляется диффузной сваркой.

Диффузионная сварка осуществляется путем нагрева двух деталей и дальнейшим их соединением, в результате чего материалы расплавленных деталей взаимопроникают.

Пайка полипропиленовых труб осуществляется специальным оборудованием (сварочный аппарат), обеспечивающие точный контроль температуры

расплавленных деталей. Трубопровод может быть сварен только из одного материала.

Температура пайки устанавливается на сварочном аппарате и должна быть равна 270 ° С. Паяльник нагревается в течение 5-7 минут, и в течение работы он поддерживает заданную температуру.

Выбираем механический сварочный аппарат SHDS160A2, технические характеристики приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Технические характеристики сварочного аппарата SHDS160A2

Показатель	Характеристика
Диаметры свариваемых труб, мм	50-160
Свариваемые материалы	ПЭ, ПП, ПВХДФ
Вес, кг	46
Мощность общая, Вт	2200
Рабочая температура, °С	270

6. Для уплотнения грунта вручную принимаем электротрамбовку ИЭ-4505, технические характеристики приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Технические характеристики электротрамбовки ИЭ-4505

Показатель	Характеристика
Масса (без кабеля), кг	27
Частота ударов, мин ⁻¹	560
Полезная мощность, Вт	600
Габариты (длина, ширина, высота), мм	255x440x785
Диаметр трамбуемого башмака, мм	200

Уплотнение грунта выполняют слоями, начинают с краев трамбуемой площади с последующим приближением к ее середине. Каждым последующим ударом электротрамбовки должна захватываться часть уже утрамбованной площади.

4.5 Определение трудоемкостей и продолжительностей работ

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

$$T = \frac{K_{\text{уср}} \cdot K_{\text{попр}} \cdot N_{\text{вр}} \cdot V}{C}, \quad (32)$$

Где $K_{\text{уср}}$ – коэффициент увеличения трудоемкости в зимний период (принимается равным 1);

$K_{\text{попр}}$ – поправочный коэффициент (принимается равным 1);

$N_{\text{вр}}$ – норма времени, чел-ч;

V – объем работ;

C – продолжительность смены.

Продолжительность работ определяется:

$$П = \frac{T}{m \cdot n}, \quad (33)$$

Где m – количество рабочих, чел;

n – количество смен в день.

Таблица 22 – Калькуляция затрат труда

Наименование работ	Обоснование, ГЭСН	Единица измерения	Объем работ	Норма времени, чел-ч	Трудоемкость, чел-см
Срезка растительного слоя бульдозером ДЗ-42	01-01-036-2	1000 м ²	32,6	0,25	1,01
Разработка грунта в траншее навывет	01-01-004-1	1000 м ³	6,1	28,79	21,95

Продолжение таблицы 22

Разработка грунта в траншее с погрузкой в транспортное средство	01-01-014-1	1000 м ³	0,029	36,34	0,13
Разработка грунта в траншее вручную	01-02-056-7	100 м ³	4,28	223	119,3
Устройство песчаного основания 0,1 м	08-01-002-01	1 м ³	188,7	0,29	6,84
Укладка полиэтиленовых труб в траншею со сваркой	22-01-021-8	1 км	1,886	200,68	47
Засыпка грунтом траншеи с трамбованием перед испытанием	01-02-061-1	100 м ³	24,7	88,5	273,2
Засыпка грунта с трамбованием после испытания	01-02-061-1	100 м ³	0,22	88,5	2,43
Засыпка траншеи бульдозером ДЗ-42	01-01-033-5 01-01-033-11	1000 м ³	3,206	4,18+1,85·1,28= =6,55	2,62
Разравнивание растительного слоя бульдозером	01-01-036-2	1000 м ³	9,781	0,25	0,31

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломного проекта было предложено запроектировать тупиковую систему централизованного водоснабжения. Прием подземных вод осуществляют водозаборные скважины, для доведения воды до качества санитарных норм предусмотрена система водоподготовки, состоящая из механической очистки на дисковых фильтрах, обеззараживания на обратноосмотической установке, и повышения уровня рН на фильтре рН-корректора.

Реализация данного проекта позволяет:

- Повысить уровень комфорта проживания в коттеджном поселке, за счет присутствия централизованной системы водоснабжения;
- Довести качество воды до требований СанПиН 2.1.4.1074-01.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: издание второе, переработанное и дополненное. Учебное пособие/М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 256 с.
2. СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02–84»
3. СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. –М.: ФГУП ЦПП, 2006. – 128 с.
4. СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий. –М.: ФГУП ЦПП, 2006. – 59 с.
5. Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. Издание 5–е, дополненное/Ф.А. Шевелев. Стройиздат, 1973. – 320 с.
6. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2001. – 99 с.
7. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч 1. Общие требования. – М., 2002.
8. СНиП 3.02.01–87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» -М.: Стройиздат, 1989.
9. СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство Планировка и застройка городских и сельских поселений — М.: ФГУП ЦПП, 2007 — 56 с.
10. Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий / Под ред. И.А.Назарова. Изд. 2–е, перераб. и доп. М.: Стройиздат. 1977. – 307 с
11. Турк, В.И, Насосы и насосные станции. Учебник для вузов / В.И Турк, А.В. Минаев , В.Я. Карелин, М., Стройиздат, 1976. – 304 с.

					<i>ЮУрГУ-08.03.01.2019.305-04.050 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		70