

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

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

_____ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Д.В. Ульрих

_____ 2018 г.

Проект водоснабжения индивидуального жилого дома

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР

Консультанты:

Технология строит. пр-ва

В.Н. Кучин

_____ 2018 г.

Руководитель проекта

Е.В. Николаенко

_____ 2018 г.

Автор проекта

студент группы АСИ-426

А.В. Ковалев

_____ 2018 г.

Нормоконтролер

Е.В. Николаенко

_____ 2018 г.

Челябинск
2018

АННОТАЦИЯ

Ковалев А.В. Выпускная квалификационная работа «Проект водоснабжения индивидуального жилого дома» – Челябинск: ЮУрГУ, ГИСС, 2018, – 84 с., 26 ил., библиогр. список –26 наим., 6 листов чертежей ф. А1.

В выпускной квалификационной работе разработана система водоснабжения индивидуального жилого дома.

В пояснительной записке приведены характеристики запроектированной системы водоснабжения, представлены основные расчеты по потребителям, произведен анализ воды, поступающей из скважины, в соответствии с которым подобраны и рассчитаны локальные очистные сооружения, было проведено исследование ионообменных смол от разных производителей, а также запроектирована и рассчитана система автополива участка. Рассмотрены технология и организация производства работ по устройству системы автополива участка.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Зав. каф.	Ульрих				Проект водоснабжения индивидуального жилого дома	Стадия	Лист	Листов
Руководит.	Николаенко					ВКР	6	84
Выполнил	Ковалев					ЮУрГУ Кафедра ГИСС		
Проверил	Николаенко							
Н. Контр.	Николаенко							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА	11
1.1 Климатические и гидрогеологические условия площадки строительства..	11
1.2 Характеристика существующих систем водоснабжения и водоотведения на площадке строительства	12
1.3 Характеристика объекта строительства	14
1.4 Задачи проектирования.....	15
2 СУЩЕСТВУЮЩИЕ СПОСОБЫ УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ, МАТЕРИАЛЫ ТРУБ ДЛЯ ВНУТРЕННЕГО И ПОЛИВОЧНОГО ВОДОПРОВОДА, СИСТЕМЫ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЕЗЗАРАЗИВАНИЯ, СИСТЕМЫ АВТОПОЛИВА	16
2.1 Устранение повышенной жесткости воды: сущность процессов и методы умягчения	16
2.1.1 Общие сведения.....	16
2.1.2 Методы умягчения воды.....	17
2.1.2.1 Реагентное умягчение воды	17
2.1.2.2 Умягчение воды методом ионного обмена	21
2.1.3 Подбор оборудования для умягчения воды	29
2.2 Подбор труб внутреннего и поливочного водопровода.....	32
2.3 Ультрафиолетовое обеззараживание воды	35
2.4 Автоматический полив	38
2.4.1 Общие сведения.....	38
2.4.2 Устройство системы автополива	39
2.4.3 Устройство трубопровода системы автополива	40
2.4.4 Подбор оросителей системы автополива.....	41
2.4.4 Обзор оборудования, применяемого для автополива.....	43
2.4.4.1 Дождеватели с выдвижной частью	43

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.4.4.1.1	Верные дождеватели.....	43
2.4.4.1.2	Сопла	45
2.4.4.2	Система полива корневой зоны	49
2.4.4.2.1	Система корневого полива RZWS.....	49
2.4.4.2.2	Капельные трубки с точечными капельницами.....	51
3 ПРОЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ		
ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА		
3.1	Определение расчетных расходов	53
3.2	Гидравлический расчет сети водоснабжения.....	55
3.3	Подбор и расчет установок водоподготовки	59
3.3.1	Расчет и подбор фильтров	59
3.3.2	Подбор загрузки умягчителя воды экспериментальным методом.....	61
3.4	Подбор установки ультрафиолетового обеззараживания воды	68
3.5	Гидравлический расчет системы автополива.....	68
3.5.1	Расчет расхода на полив	68
3.5.2	Подбор оборудования для автополива.....	70
3.5.2.1	Подбор резервуара – накопителя для воды	70
3.5.2.2	Подбор насоса.....	71
3.5.2.3	Подбор оросителей	72
3.5.3	Рекомендации по эксплуатации системы	72
4 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА		
4.1	Характеристика проектируемого сооружения	73
4.2	Состав строительно-монтажных работ	73
4.3	Технология выполнения и подсчет объемов работ.....	74
4.3.1	Разметка мест прокладки трубопроводов.....	74
4.3.2	Разработка траншей вручную	74
4.3.3	Разработка ям для корневого орошения.	75
4.3.4	Укладка полиэтиленовых труб.	75
4.3.5	Установка фасонных частей.....	75

4.3.6 Испытание установленного трубопровода	75
4.3.7 Установка водоразборной арматуры.....	76
4.3.8 Электромонтажные работы	76
4.3.9 Обратная засыпка грунтом траншей, пазух ям	77
4.4 Определение трудоемкостей работ.....	77
4.5 Календарный план	79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	81
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	82

ВВЕДЕНИЕ

В России с каждым годом все большую популярность приобретает загородное строительство. Проживание в индивидуальном доме имеет массу преимуществ по сравнению с квартирой: большая территория, не беспокоят соседи и шум дорог за окном, воздух практически не подвержен воздействию выбросов с заводов и фабрик.

Человек желает сделать свое жилище максимально комфортным и безопасным, для этого необходима прежде всего чистая вода. Централизованное водоснабжение, особенно в новых поселениях, зачастую отсутствует, поэтому в качестве источника выбирается расположенная на участке скважина, вода из которой не всегда пригодна для питья. Для того, чтобы привести показатели качества воды к нормативным, необходимо рассчитать и установить локальные очистные сооружения.

Помимо дома на участке зачастую имеются газоны, клумбы, деревья, кустарники, требующие постоянное орошение, особенно в летний период. Не все готовы тратить на полив территории время и силы, поэтому современные технологии позволяют автоматизировать данный процесс.

Для данного проекта взят участок в селе Кременкуль Сосновского района Челябинской области.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА

1.1 Климатические и гидрогеологические условия площадки строительства

Район строительства – I В.

По общим характеристикам климат Челябинской области относится к умеренно-континентальному.

Сосновский район относится к лесостепной зоне с теплым летом и достаточно холодной и снежной зимой.

Почти весь год в области преобладают ветры южного и юго-западного направления, за исключением летних месяцев, в течение которых ветер меняет направление на западный и северо-западный, средняя скорость ветра составляет 3-4 м/с.

Постоянный снежный покров образуется 15-18 ноября и сохраняется 145-150 дней. Высота снежного покрова составляет 30-40 см, с колебаниями в пределах 10-15 см.

Глубина промерзания грунта достигает 130 см.

Средняя температура января равняется минус 15,5-17,5° С, в суровые зимы может достигать минус 29° С. Средняя температура июля равняется 18-19° С.

Годовое количество осадков составляет 410-450мм.

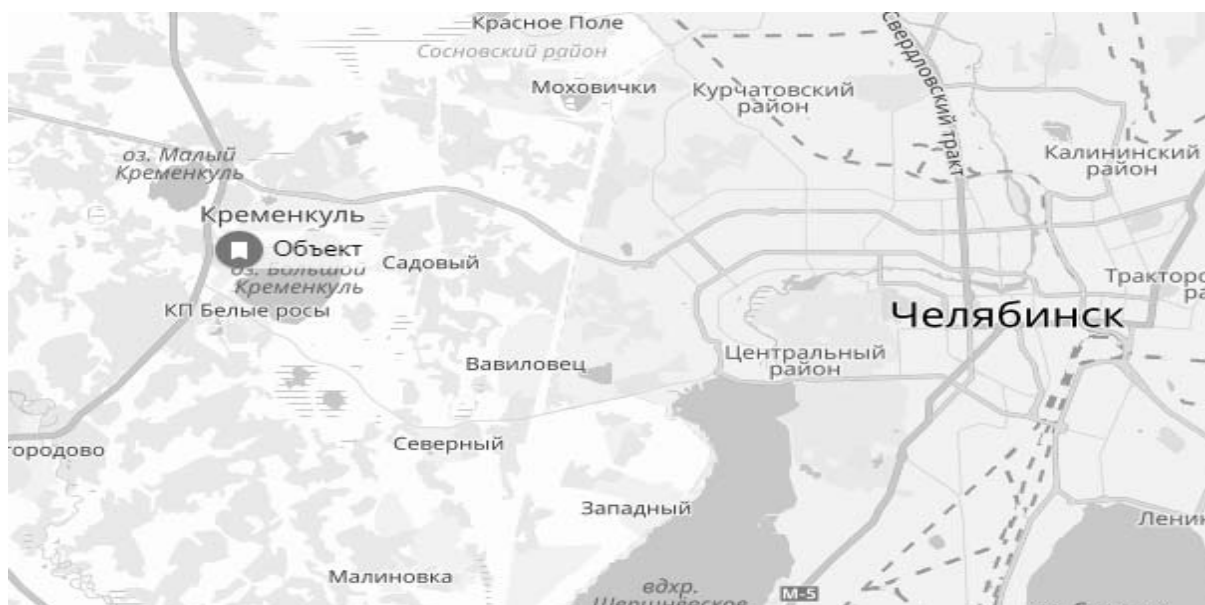


Рисунок 1 – Расположение объекта строительства на карте

Состав и глубина залегания грунтов относительно поверхности:

- до 0,3 м – почвенный слой
- от 0,3 до 2 м – слой суглинков;
- от 2 до 3,5 м – глинистый слой;
- от 3,5 до 4 м – слой супеси;
- от 4 м и ниже – скальный грунт.

Глубина заложения грунтовых вод – 3,5 м.

1.2 Характеристика существующих систем водоснабжения и водоотведения на площадке строительства

Централизованное водоснабжение отсутствует. Источником воды является пробуренная на территории участка скважина глубиной 21 м. Разрез скважины приведен на рисунке 2.

В скважине установлен погружной насос Grundfos SQ 2 с максимальной производительностью 1 л/с и мембранный бак Wester WAV24, расположенный в кессоне.

В лаборатории НИУ ЮУрГУ был проведен анализ исходной воды. Результаты анализов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества исходной воды

Показатели	Единицы измерения	Результаты	Нормативы (ПДК, не более) согласно [1]
Цветность	градусы	14	20
Мутность	мг/л	0,1	1,5
Запах	баллы	0	2
Привкус	баллы	0	2
Водородный показатель	единицы pH	7,43	в пределах 6-9
Общая минерализация	мг/л	715	1000
Жесткость общая	мг-экв/л	14,1	7,0
Перманганатная окисляемость	мг/л	1,8	5,0
Железо (Fe, суммарно)	мг/л	0	0,3

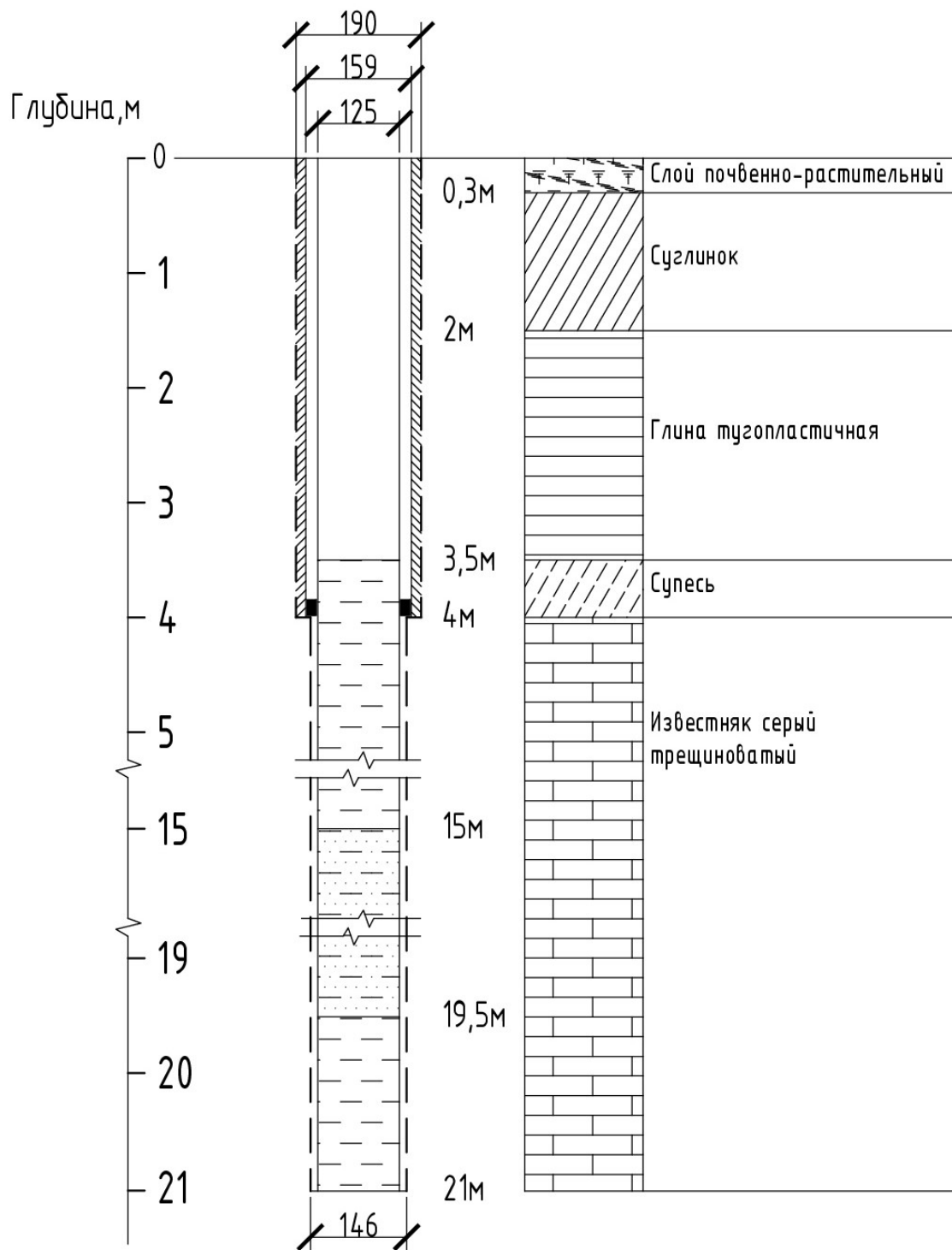


Рисунок 2 – Разрез скважины с обозначением залегающих грунтов

В результате исследования выяснилось, что общая жесткость воды превышает нормативные показатели, следовательно, необходимо подобрать, рассчитать и запроектировать установки по ее умягчению, а также установку ультрафиолетового обеззараживания, фильтры грубой и тонкой очистки.

Централизованное водоотведение отсутствует, в качестве очистного сооружения установлен двухкамерный септик. Септик располагается на

расстоянии 15 м от дома и 35 м от скважины. Направление движения грунтовых вод южное. Расстояние от септика до скважины соответствует норме при данных условиях 15 м.

1.3 Характеристика объекта строительства

Двухэтажный жилой дом расположен на участке площадью 10 соток. Помимо него на участке располагается гараж на 2 машины и беседка с мангальной зоной. Суммарная площадь дома 414 м². Количество жителей – 10 человек. На 1 и 2 этаже залита бетонная стяжка, по краям которой, а также в стенах предусмотрены технологические зазоры для систем водоснабжения и теплоснабжения.

Фотография фасада дома представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Фасад жилого дома

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

1.4 Задачи проектирования

В данном проекте водоснабжения индивидуального жилого дома требуется:

- рассчитать и запроектировать систему холодного и горячего водоснабжения;
- рассчитать и запроектировать локальные очистные сооружения очистки природных вод в соответствии с проведенным анализом исходной воды;
- рассчитать и запроектировать систему автоматического полива участка.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

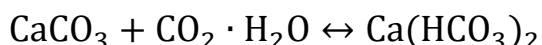
2 СУЩЕСТВУЮЩИЕ СПОСОБЫ УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ, МАТЕРИАЛЫ ТРУБ ДЛЯ ВНУТРЕННЕГО И ПОЛИВОЧНОГО ВОДОПРОВОДА, СИСТЕМЫ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЕЗЗАРАЗИВАНИЯ, СИСТЕМЫ АВТОПОЛИВА

2.1 Устранение повышенной жесткости воды: сущность процессов и методы умягчения

2.1.1 Общие сведения

Умягчение воды – процесс уменьшения концентрации положительно заряженных ионов щелочноземельных металлов, повышающих жесткость воды, преимущественно кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}).

Основная причина появления ионов щелочноземельных металлов в природной воде – ее контакт с горными породами (меловые породы, известняки, доломиты и т.д.) Находящийся в природной воде углекислый газ растворяет карбонаты щелочноземельных металлов (например, кальция), присутствующих в этих породах, по реакции [2]:



Существует несколько типов жесткости воды: общая, карбонатная и некарбонатная. Общая жесткость воды (Ж_o) – это суммарная концентрация ионов щелочноземельных металлов. Карбонатная жесткость ($\text{Ж}_к$) показывает содержание в воде гидрокарбонатов кальция и магния. Вследствие уменьшения растворимости углекислого газа при нагревании, гидрокарбонаты переходят в карбонаты, выпадая в осадок, такую жесткость называют временной. Концентрацию в воде остальных источников жесткости (CaCl , MgSO_4 и др.) называют некарбонатной ($\text{Ж}_{нк}$) или постоянной жесткостью, так как никакое кипячение не способствует ее снижению.

В России жесткость воды принято выражать в мг-экв/л. Согласно ГОСТ Р 52407-2005 1 мг-экв/л = 1°Ж. Согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 [1], жесткость питьевой воды не должна превышать 7 мг-экв/л. По жесткости составлена условная классификация:

- менее 1 мг-экв/л – очень мягкая вода;
- от 1 до 4 мг-экв/л – мягкая вода;
- от 4 до 7 мг-экв/л – вода средней жесткости;

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- от 7 до 10 мг-экв/л – жесткая вода;
- более 10 мг-экв/л – очень жесткая вода.

Существуют несколько основных методов умягчения воды:

- реагентный;
- термический;
- ионообменный;
- электродиализ;
- обратный осмос;
- комбинированный.

2.1.2 Методы умягчения воды

Выбор метода умягчения воды зависит прежде всего от требуемой степени умягчения, качества исходной воды и технико-экономических показателей.

Наиболее распространенными являются реагентный и ионообменный методы.

Реагентный метод умягчения заключается в связывании ионов кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}) химическими веществами в малорастворимые соединения: CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ и др.

Ионообменный метод основан на способности некоторых веществ обмениваться ионами. Ионы кальция и магния замещаются ионами водорода, натрия и других элементов, наличие которых определяет вид загрузки.

2.1.2.1 Реагентное умягчение воды

Описание процесса реагентного умягчения:

К исходной воде добавляют химические вещества, связывающие ионы жесткости в нерастворимые, либо малорастворимые соединения. Таким образом, можно добиться неглубокого умягчения (до 0,7 мг-экв/л) с одновременным осветлением воды от взвешенных веществ. Потери воды при этом методе составляют около 10%, большую часть которых берет на себя удаляемый осадок. Требования к качеству воды очень низкие: мутность до 500 мг/л, жесткость от 5 до 30 мг-экв/л, температура до 90 °С.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

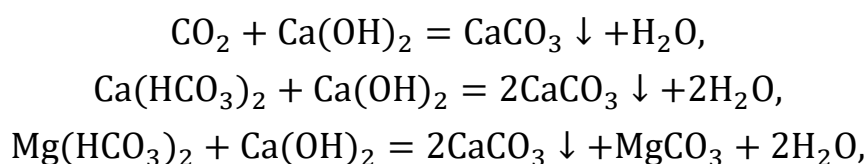
В зависимости от применяемого реагента различают следующие способы реагентного умягчения:

- известковый (Ca(OH)_2)
- известково-содовый ($\text{Ca(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3$)
- содово-натриевый ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaOH}$)

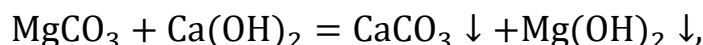
и другие способы реагентного умягчения [3].

Известковый метод умягчения воды применяют для частичного устранения карбонатной жесткости, описывается реакциями:

Гашеная известь вступает в реакцию с растворенным в воде углекислым газом, гидрокарбонатами кальция и магния, образуя нерастворимые соединения карбоната кальция.

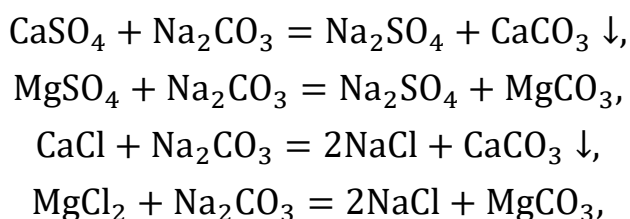


Оптимальное значение pH для выделения CaCO_3 составляет 8,5 - 9,0. Сложнее обеспечить выделение гидрокарбоната магния $\text{Mg(HCO}_3)_2$. Образующаяся соль MgCO_3 обладает сравнительно высокой растворимостью. Чтобы обеспечить ее выделение, повышают pH до 10,3 увеличивая дозу извести. При избытке извести карбонат магния взаимодействует с ней, образуя гидроксид магния, выпадающую в осадок по уравнению:



Таким образом устраняется магниевая жесткость.

Известково-содовый метод умягчения воды применяется для снижения некарбонатной жесткости наряду с карбонатной. Помимо введения гашеной извести, в воду добавляют содовый раствор, реагирующий с сульфатами и хлоридами кальция и магния.



Затем, карбонат магния при наличии извести превращается в гидроксид магния.

Таким образом, данной технологией можно существенно снизить как кальциевую так и магниевую жесткость обрабатываемой воды до нормативного уровня. Главный плюс – это дешевая стоимость расходных материалов.

Содово-натриевый способ умягчения воды применяют если карбонатная жесткость превышает некарбонатную.

При данном условии достаточно использовать только NaOH:

$$Ж_{Ca} + Щ_{изб} = 2Ж_{к} + CO_2,$$

где $Ж_{Ca}$ – кальциевая некарбонатная жесткость, мг-экв/л; $Щ_{изб}$ -заданная щелочность умягченной воды, мг-экв/л; $Ж_{к}$ – количество соды, образующейся при взаимодействии едкого натра с карбонатной жесткостью, мг-экв/л; CO_2 - содержание свободной углекислоты в умягченной воде, мг-экв/л.

В случае, когда $Ж_{Ca} + Щ_{изб} > 2Ж_{к} + CO_2$, в воду помимо гидроксида натрия необходимо добавлять соду для устранения кальциевой некарбонатной жесткости, при этом, доза соды, мг/л, будет увеличиваться по мере повышения некарбонатной жесткости [3].

Таким образом, при содово-натриевом методе умягчения воды образуется значительное количество свободной углекислоты, приводящей к коррозии и разрушению металла и повышение сухого остатка. Дороговизна едкого натрия дополняет перечень недостатков данного метода.

Основными элементами установок для реагентного умягчения воды являются: устройства для приготовления и дозирования реагентов, смесители, камеры хлопьеобразования (при необходимости), вихревые реакторы, осветлители со слоем взвешенного осадка и фильтры [3].

Подбор технологической схемы реагентного умягчения определяется исходя из показателей качества и расхода обрабатываемой воды.

На сегодняшний день установки по реагентному умягчению воды в основном применяются на станциях большой производительности. Но существуют и относительно компактные решения для коттеджной застройки. Одним из таких является установка типа «Струя», производимая группой компаний «Экохолдинг». Установка «Струя» представляет собой законченный автоматизированный блок полной заводской готовности, работающий в напорном режиме при давлении от 0,1 до 0,4 МПа, в зависимости от расположения резервуара чистой воды [4].

Данная установка предназначена для снижения цветности, мутности, содержания фтора, марганца, железа и солей жесткости. Производительность установки составляет от 50 до 2580 м³/сут, предельно допустимый уровень жесткости исходной воды – 15 град. Схема установки представлена на рисунке 4.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

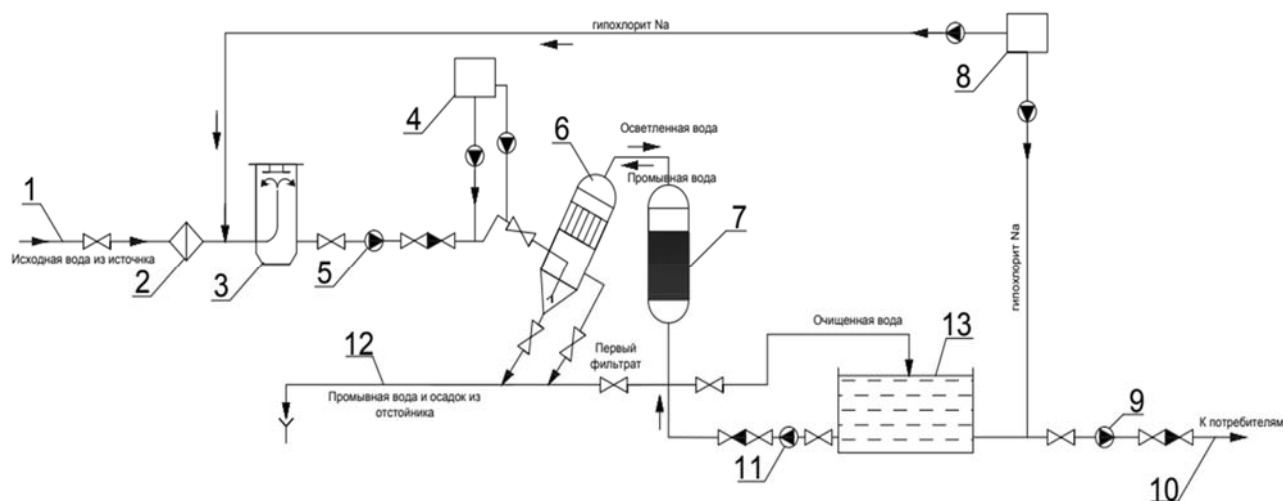


Рисунок 4 – Принципиальная технологическая схема работы установки «Струя»
 1 – исходная вода; 2 – фильтр грубой очистки; 3 – аэрационный бак; 4 – блок приготовления реагентов; 5 – блок насосов технологических; 6 – отстойник тонкослойный; 7 – фильтр скорый; 8 – узел хлорирования; 9 – блок насосов II подъема; 10 – подача воды потребителям; 11 – блок насосов подачи промывной воды; 12 – сброс промывной воды фильтров и осадка из отстойников; 13 – резервуар чистой воды

Основные узлы:

- напорный тонкослойный отстойник, совмещённый с рециркуляционной камерой хлопьеобразования;
- напорный фильтр, оборудованный колпачковым дренажом, загруженный кварцевым песком или другим зернистым материалом, в зависимости от качества исходной воды и требований к её очистке. Отстойник (угол наклона – 60°) и фильтр (вертикальный) располагаются на одной металлической раме;
- насосы для промывки фильтров;
- блок реагентного хозяйства по приготовлению растворов коагулянта, флокулянта, щелочи, первичному хлорированию (при необходимости), обеззараживанию очищенной воды, состоит из затворно-рабочих баков растворов реагентов, оборудованных электрическими мешалками или рециркуляционными насосами, и насосов - дозаторов;
- система КИПиА, позволяющая контролировать технологический режим работы установки «Струя» как непосредственно на месте, так и дистанционно из диспетчерского пункта [4].

Плюсами данной установки является сравнительная дешевизна реагентов для обработки, бактериальная обработка воды и низкие требования к качеству исходной воды.

Минусами является большая площадь установок, слишком большие минимальные расходы для одного дома, сложность системы как в эксплуатации, так и в обслуживании.

2.1.2.2 Умягчение воды методом ионного обмена

Метод ионного обмена основан на фильтровании воды через колонку, заполненной катионитовой загрузкой. В основе метода лежит способность фильтрующего материала-ионита забирать из воды определенные ионы в обмен на эквивалентное количество собственных противоионов.

Натрий-катионитовый метод следует применять для умягчения подземных вод и вод поверхностных источников с мутностью не более 5 – 8 мг/л и цветностью не более 30°. При натрий-катионировании щелочность воды не изменяется. При одноступенчатом натрий-катионировании общая жесткость воды может быть снижена до 0,05 – 0,1 г-экв/м³, при двухступенчатом — до 0,01 г – экв/м³ [5].

Ионообменная смола состоит из зерен, в состав которых входят функциональные группы (матрицы), удерживающие катионы с более низкой динамической активностью, чем ионы, предполагаемые к удалению из раствора электролита (воды). При попадании в раствор частицы ионита впитывают воду и разбухают, приходя в рабочее состояние. Процесс ионного обмена протекает вследствие разности концентраций воды внутри и снаружи зерна смолы, которое в данном случае выступает в качестве мембраны. Как известно, разница в концентрациях заряженных частиц по разные стороны мембраны приводит к возникновению мембранной разности потенциалов, называемой также потенциалом Доннана. Энергия вхождения различных катионов в катионит и замещения в нем противоионов зависит от их валентности, а при одинаковом заряде — от интенсивности гидратации. Из всего объема химических элементов и соединений, проникающих в зерно, задерживаются в нем только те, которые смогли вступить в прочную связь с функциональной группой. Этим и объясняется многообразие вариантов фильтрационной загрузки и ее

специализация, т.е. эффективность использования по отношению к тем или иным примесям [6].

На рис. 1 показан ряд активности некоторых металлов и соединений, участвующих в процессе ионного обмена. Поскольку натрий обладает наименьшими показателями, именно он обычно входит в состав функциональной группы катионита, используемого для умягчения воды. Ионы диффундируют через мембрану до тех пор, пока не установится электрохимическое равновесие. После чего начинается фаза так называемого «проскока» в фильтрат катионов жесткости. Данная стадия продолжается до момента уравнивания жесткости фильтрата с жесткостью исходной воды.

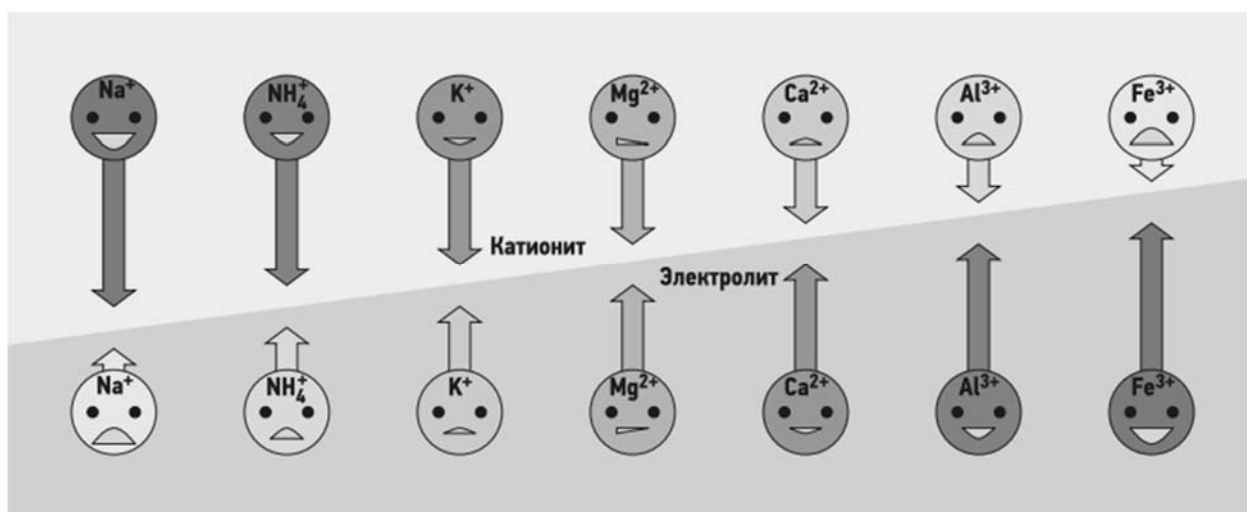


Рисунок 5 – Ряд активности некоторых металлов и соединений, участвующих в ионном обмене

На наружной поверхности омываемой частицы ионообменной смолы в процессе фильтрации образуется тонкая водяная пленка. Скорость ионообмена зависит от скорости диффузии катионов жесткости через пленку [6]. Скорость диффузии зависит, в свою очередь, от нескольких факторов:

1. Структура зерна.

Важную роль в ионообменном процессе играет отношение площади обменной поверхности к размеру зерна. В компактных частицах ионный обмен протекает на поверхности (экстрамицеллярный обмен), что повышает скорость фильтрации, но ограничивает площадь обменной поверхности. В частицах с развитой структурой и диаметром пор, превышающим размер гидратированных катионов, ионный обмен происходит как на внешней, так и на внутренней поверхностях (интермицеллярный обмен). Это замедляет фильтрацию, зато

позволяет обойтись меньшим количеством катионита за счет более полноценного использования. В зависимости от размера пор выделяют следующие виды катионитов: изопористые (смола с однородной структурой), макропористые (представляют собой губчатую структуру с диаметром пор, превышающим молекулярный размер) и гетеропористые (это гелевидная структура с небольшими порами). На основании структуры засыпки определяют рабочую и полную обменную емкости катионита, выражающую количество задержанных катионов г-экв/л на 1 м³ катионита в рабочем состоянии до момента проскока в фильтрат катионов жесткости и до уравнивания жесткости фильтрата с жесткостью исходной воды соответственно (рисунок 6). Важное значение имеет также насыпная плотность, т.е. отношение величины частицы катионита в сухом (товарном) и разбухшем (рабочем) состоянии, а также абсолютные размеры этих частиц. Мелкозернистый катионит обладает менее развитой поверхностью по сравнению с крупнозернистым, зато с увеличением размеров зерна уменьшается гидравлическое сопротивление и, соответственно, возрастает скорость фильтрации. Оптимальным размером принято считать размеры зерен 0,3–1,5 мм [6].

2. Химический состав зерна.

Ассимиляция различных катионов из электролита функциональной группой ионообменной смолы зависит от фракционного состава загрузки. Катиониты подразделяются на минеральные и органические, которые, в свою очередь, могут иметь естественное или искусственное происхождение. Матрица может содержать амины, оксиды, гидроксиды, карбонаты, силикаты; сульфатные, фосфорные, фенольные, карбоксильные группы; природные минералы и другие соединения. Ионообменная смола состоит из однотипных (монофункциональные) или различных (полифункциональные) матриц. Подвижные заряды групп могут иметь как положительный, так и отрицательный заряд. В первом случае смола обладает катионообменными свойствами, во втором — анионообменными [6].

3. Температура исходного раствора.

С одной стороны, повышение температуры обрабатываемой воды способствует снижению ее вязкости, что улучшает кинетику ионообмена. С другой стороны, нагрев в сочетании с высокой щелочностью или кислотностью может приводить к пептизации (превращении в коллоидный раствор) катионита, в результате чего он теряет способность к ионному обмену. Универсальной рекомендацией в

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

данном случае может служить соблюдение предписаний, касающихся диапазонов температуры и pH фильтруемой среды, поскольку для каждого материала они могут значительно различаться [6].

4. Содержание механических примесей.

Взвешенные частицы, содержащиеся в фильтруемой воде, могут загрязнять и блокировать диффузные пути зерен ионита, снижая его фильтрующую способность. Это накладывает определенные ограничения на качество исходной воды: содержание взвеси не может превышать 8 мг/л, а цветность — 30°. Поэтому в системе водоподготовки ступень умягчения ставят после механической фильтрации [6].

5. Скорость протока.

Толщина обволакивающей частицу ионита водяной пленки тем тоньше, чем выше скорость протока. А она, в свою очередь, связана с давлением воды на входе, а также размером зерен смолы [6].

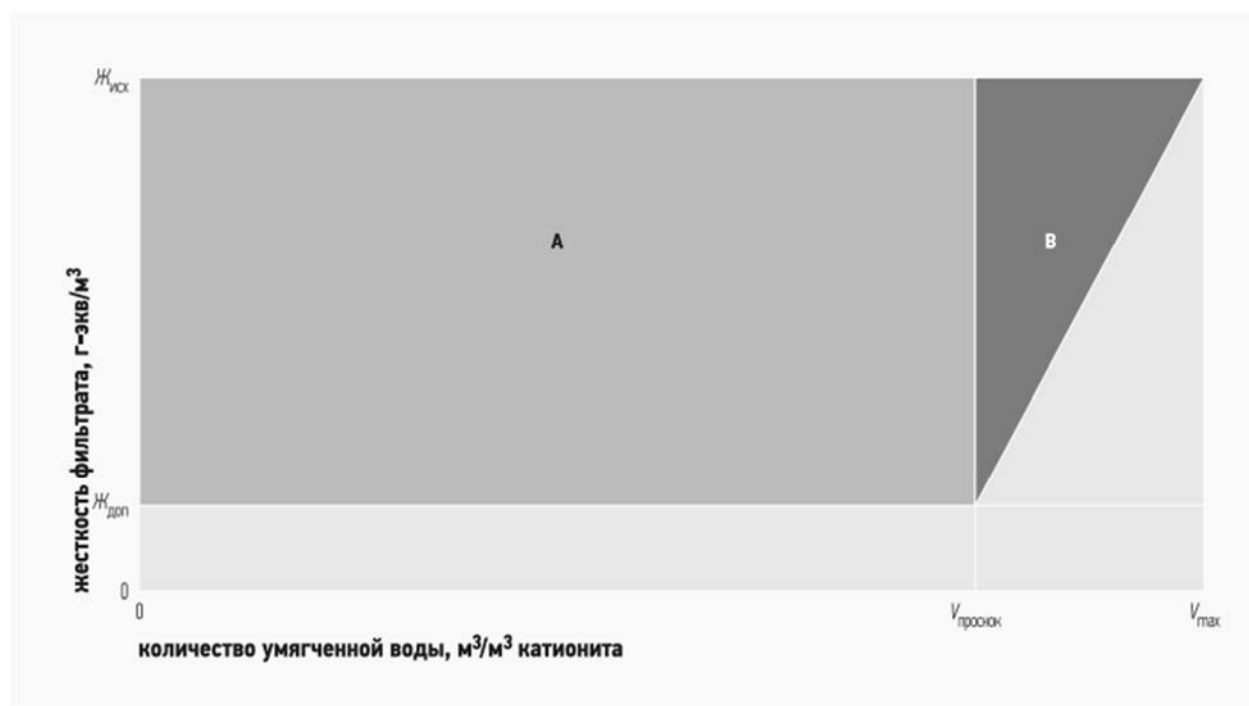


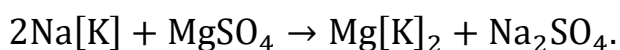
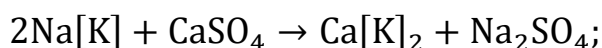
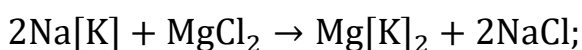
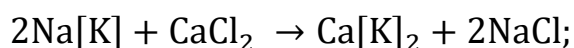
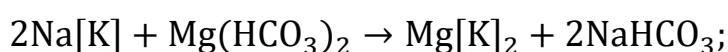
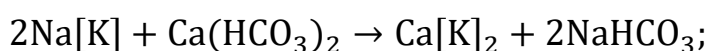
Рисунок 6 – Рабочая (A) и полная (A+B) обменная емкость катионита

Натрий-катионитовый метод следует применять для умягчения подземных вод и вод поверхностных источников с мутностью не более 5-8 мг/л и цветностью не более 30°. При натрий-катионировании щелочность воды не изменяется. При одноступенчатом натрий-катионировании общая жесткость может быть снижена до 0,05-0,1 г-экв/м³, при двухступенчатом – до 0,01 г-экв/м³ [5].

Процесс фильтрации:

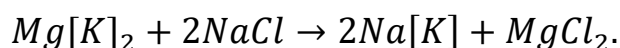
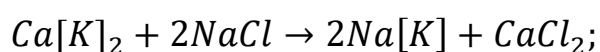
Фильтруемая жидкость обычно подается в колбу с ионообменной смолой сверху вниз, при этом ионный обмен между электролитом и катионитом заканчивается на определенной глубине. По мере истощения обменных свойств катионита рабочий слой постепенно смещается вниз, пока не достигнет дна емкости. Все это время жесткость фильтрата сохраняется постоянной [6]. Скорость фильтрования воды через катионит для напорных фильтров первой ступени при нормальном режиме не должна превышать при общей жесткости воды: до 5 г-экв/м³ – 25 м/ч; 5–10 г-экв/м³ – 15 м/ч; 10–15 г-экв/м³ – 10 м/ч [5].

Химизм процессов ионного обмена при натрий-катионировании:



После совмещения нижней границы рабочей зоны с нижней границей засыпки в фильтрат начинают проскакивать неотфильтрованные ионы из исходного раствора, в связи с чем остаточная жесткость повышается и в конце концов достигает значения предельной жесткости фильтрата, что свидетельствует об истощении катионита и необходимости регенерации. Восстановление фильтрующей способности катионита проходит в несколько этапов: взрыхление смолы обратным потоком обработанной воды (10–15 минут, 3–4 л/с·м²), слив излишков воды для предотвращения разбавления реагента, фильтрация регенерирующего раствора прямым потоком через катионит (один-два часа, 3–5 м/ч), отмывка катионита от реагента нефильтованной водой (полчаса-час, 8–10 м/ч). Регенерация натрий-катионитовых фильтров-умягчителей проводится обычно 5–8 % раствором хлористого натрия, получившего широкое распространение вследствие низкой стоимости и хорошей растворимости полученных в результате регенерации солей [6].

Химизм процессов регенерации загрузки при натрий-катионировании:



Отмывка катионита после взрыхления происходит до тех пор, пока содержание хлоридов в фильтре не сравняется с отмывочной водой. Удельный

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

вес воды на отмывку составляет около 4–5 м³ на кубометр смолы. При высоких значениях жесткости натрий-катионирование можно проводить в два этапа — первый позволяет умягчить воду до 0,05–0,1 мг-экв/л, второй — до 0,01 мг-экв/л. Отмывку катионита второй ступени производят фильтратом первой ступени. В современной практике при невысокой жесткости или отсутствии необходимости в глубоком умягчении применяют также частичное умягчение, когда фильтрации подвергается лишь часть общего объема, после чего необработанный проток и фильтрат объединяются вновь [6].

Вычисление необходимого объема загрузки.

Согласно [5], объем катионита W_k , м³, в фильтрах первой ступени следует определять по формуле:

$$W_k = \frac{24 \cdot q_y \cdot Ж_{о.исх}}{n_p \cdot E_{раб}^{Na}}$$

где q_y – расход умягченной воды, м³/ч;

$Ж_{о.исх}$ – общая жесткость исходной воды, г-экв/м³;

$E_{раб}^{Na}$ – рабочая обменная емкость катионита при натрий-катионировании, г-экв/м³;

n_p – число регенераций каждого фильтра в сутки, принимаемое в пределах от одной до трех [5].

Рабочую обменную емкость катионита при натрий-катионировании $E_{раб}^{Na}$, г-экв/м³, следует определять по формуле:

$$E_{раб}^{Na} = \alpha_{Na} \cdot \beta_{Na} \cdot E_{полн} - 0.5 \cdot q_{уд} \cdot Ж_{о.исх}$$

где α_{Na} – коэффициент эффективности регенерации натрий-катионита, учитывающий неполноту регенерации катионита, принимаемый по таблице 1 прил. 7 [5];

β_{Na} – коэффициент, учитывающий снижение обменной емкости катионита по Ca^{2+} и Mg^{2+} вследствие частичного задержания катионитов Na^+ , принимаемый по таблице 2 приложения 7 [5], в которой C_{Na} – концентрация натрия в исходной воде, г-экв/м³ ($C_{Na} = (Na^+)/23$);

$E_{полн}$ – полная обменная емкость катионита, г-экв/м³, определяемая по заводским паспортным данным. При отсутствии таких данных при расчетах попускается принимать: для сульфогля крупностью 0,5–1,1 мм – 500

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

г-экв/м³; для катионита КУ-2 крупностью 0,8–1,2 мм – 1500–1700 г-экв/м³;
 $q_{уд}$ – удельный расход воды на отмывку катионита, м³ на 1 м³ катионита, принимаемый равным для сульфогугля – 4 и для КУ-2-6; [5].

Расход поваренной соли P_c , кг, на одну регенерацию натрий-катионитного фильтра первой ступени следует определять по формуле:

$$P_c = f_k \cdot H_k \cdot E_{раб}^{Na} \cdot a_c / 1000,$$

где f_k – площадь одного фильтра, м²;

H_k – высота слоя катионита в фильтре, м. принимаемая от 2 до 2,5 м (большую высоту загрузки следует принимать при жесткости воды более 10 г-экв/м³);

$E_{раб}^{Na}$ – рабочая обменная емкость катионита, г-экв/м³;

a_c – удельный расход соли на 1 г-экв рабочей обменной емкости катионита, принимаемый 120–150 г/г-экв для фильтров первой ступени при двухступенчатой схеме и 150–200 г/г-экв при одноступенчатой схеме [5].

Одноступенчатая схема натрий катионирования (рисунок 7) применяется для неглубокого умягчения воды. Остаточная жесткость фильтрата составляет 0,05 - 0,1 мг-экв/л.

Двухступенчатая схема натрий-катионирования (рисунок 8) служит для более глубокого умягчения воды. Остаточная жесткость фильтрата составляет не более 0,01 мг-экв/л. Регенерация фильтров первой ступени происходит при достижении жесткости 0,1 мг-экв/л, обменная емкость ионообменной смолы используется эффективнее. Фильтры второй ступени служат улавливателями проскока жесткости первой ступени.

При двухступенчатой схеме параметры работы фильтров первой ступени такие же, как и в одноступенчатом Na-катионировании. В фильтрах второй ступени высота загрузки катионита принимается 1–1,5 м, скорость фильтрования до 40 м/ч, потери напора в фильтре 13 –14 м. Фильтры второй ступени регенерируются достаточно редко – 1 раз за 150 – 200 часов. Удельный расход соли на регенерацию $a=300 - 400$ г(NaCl)/г-экв, концентрация регенерационного раствора 8 – 12 % [7].

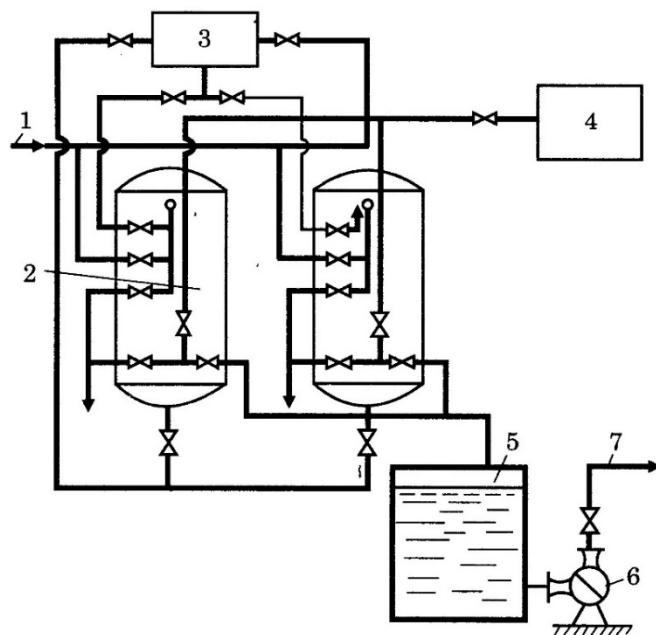


Рисунок 7 – Схема одноступенчатого Na-катионирования:
 1 – подача исходной воды; 2 – натрий-катионитовый фильтр; 3 – бак с раствором поваренной соли; 4 – бак с частично умягченной водой для взрыхления катионита [8]

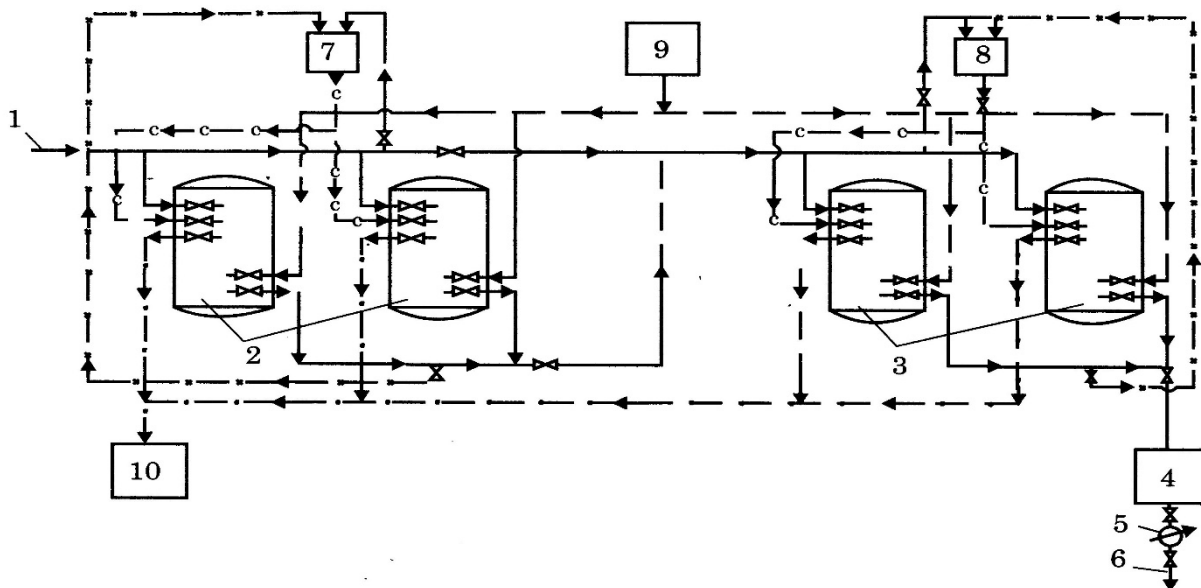


Рисунок 8 – Схема двухступенчатого Na-катионирования:
 1 – подача исходной воды; 2 – Na-катионитовые фильтры I ступени; 3 – Na-катионитовые фильтры II ступени; 4 – резервуар умягченной воды; 5 – насос; 6 – отвод умягченной воды; 7 – бак с раствором соли для регенерации фильтров I ступени; 8 – бак с раствором соли для регенерации фильтров II ступени; 9 – бак с водой для взрыхления; 10 – резервуар для приема промывной воды

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Вывод: таким образом, применение натрий-катионитового умягчения воды целесообразно устраивать на станциях небольшой производительности если не требуется снижение минерализации исходной воды и жесткость исходной воды не превышает 15 мг–экв/л (для некоторых загрузок 20 мг–экв/л).

Современные установки натрий-катионирования представляют систему с автоматическим управлением, не требующих участия человека в процессе умягчения, за исключением периодического обслуживания. Основные компоненты таких систем: колонка с загрузкой, управляющий клапан и бак для приготовления солевого регенерационного раствора. Наглядная схема представлена на рисунке 9.

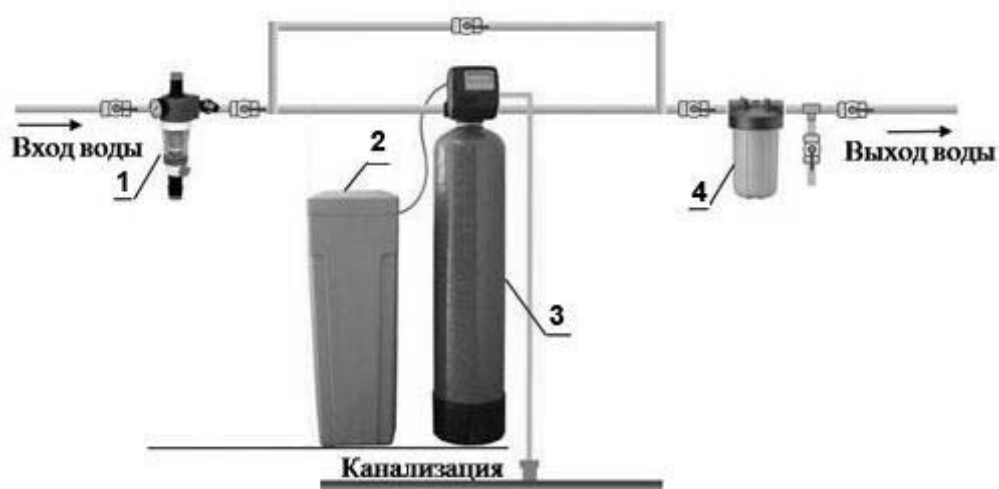


Рисунок 9 – Схема автоматизированной установки умягчения воды
1 – фильтр грубой очистки 100 мкм; 2 – бак для приготовления регенерационного раствора; 3 – колонка с управляющим клапаном; 4 – фильтр тонкой очистки 5 мкм.

Простота эксплуатации и компактность оборудования делают такие установки наиболее привлекательными в индивидуальном строительстве.

2.1.3 Подбор оборудования для умягчения воды

На рынке существует много производителей умягчителей воды, таких как российские Гейзер, Барьер, американская WiseWater. Для подбора оборудования водоподготовки выбираю последнюю. WiseWater имеет широкую линейку оборудования по водоподготовке. Работу системы обеспечивает

автоматизированный клапан американского производства Clack, преимуществами которого являются:

- 9-ти стадийная регенерация;
- возможность изменения продолжительности и последовательности всех стадий работы;
- варианты проведения регенерации по таймеру, по объему, от внешнего сигнала, немедленная, отложенная, противоточная регенерация;
- обладает функцией защиты от протечек;
- имеет надежный поршневой механизм [9].

WiseWater SA

WiseWater SA – система умягчения воды с автономным управлением. Представляет собой колонну с ионообменной загрузкой, управляющий клапан и солевой раствор для регенерации.

Технически требования данной системы:

- давление воды 2,5 – 6,0 атм;
- влажность воздуха до 70%;
- напряжение сети ~220 В, 50 Гц;
- температура воды +2 – +7 °С;
- температура воздуха в помещении +1 – +50 °С.

Система множество различных модификаций, начиная от самых дешевых с китайскими клапанами до более дорогих, на которых установлен клапан американского производства Clack, преимуществами которого являются:

- 9-ти стадийная регенерация;
- возможность изменения продолжительности и последовательности всех стадий работы;
- варианты проведения регенерации по таймеру, по объему, от внешнего сигнала, немедленная, отложенная, противоточная регенерация;
- обладает функцией защиты от протечек;
- имеет надежный поршневой механизм [9].

Модификации системы представлены на рисунке 10.

Наименование	Произв. макс, м ³ /час	Объем загрузки, л	Габариты, мм
WiseWater SA-0844 S (К)	0,7–0,9	20	1 335 x 625 x 290
WiseWater SA-1035 S (К)	0,7–1,1	25	1 105 x 625 x 310
WiseWater SA-1044 S (К)	0,8–1,2	30	1 335 x 625 x 310
WiseWater SA-1047 S (К)	1,1–1,4	36	1 410 x 625 x 310
WiseWater SA-1054 S (К)	1,2–1,6	40	1 590 x 675 x 360
WiseWater SA-1252 S (К)	1,4–2,5	57	1 550 x 735 x 430
WiseWater SA-1354 S (К)	2,5–3,5	70	1 610 x 770 x 430

Рисунок 10 – Модификации умягчителя WiseWater SA

WiseWater Nord

WiseWater Nord – умягчитель воды кабинетного типа, новинка у данного производителя. Представляет собой единый готовый продукт, не подлежащий модификациям, в нем аккуратно скомпонованы колонка, блок управления и солевой бак. Подойдет для тех, кто испытывает потребность в свободном пространстве, либо домов с небольшим водопотреблением.

Технические требования данной системы:

- давление воды 2,5 – 6,0 атм;
- влажность воздуха не более 70%;
- напряжение сети ~220 В, 50 Гц;
- температура воды 2 – 39 °С;
- максимальная температура воздуха в помещении +51 °С.

Модификации данной системы приведены на рисунке 11.

Наименование	Производительность max, м³/час	Объем загрузки, л
WiseWater Nord* 12,5	0,5–0,75	12,5
WiseWater Nord* 20	0,8–1,2	20
WiseWater Nord* 25	1,0–1,5	25

Рисунок 11 – Модификации умягчителя воды WiseWater Nord

2.2 Подбор труб внутреннего и поливочного водопровода

Ориентиром для выбора материала труб является получение надежной, долговечной и безопасной системы при невысокой стоимости как самих труб и фитингов, так и их возможного ремонта. Чтобы добиться желаемого результата, необходимо учитывать такие факторы, как требуемое давление и температуру воды в системе, условия эксплуатации, температуру окружающей среды, инертность материала труб.

Трубы, арматура, оборудование и материалы, применяемые при устройстве внутренних систем холодного и горячего водопровода, а также поливочного водопровода, должны соответствовать требованиям настоящих норм, национальных стандартов, санитарно-эпидемиологических норм и других документов, утвержденных в установленном порядке. Для транспортирования и хранения воды питьевого качества следует применять трубы, материалы и антикоррозионные покрытия, имеющие соответствующие разрешения на применение в порядке, установленном в Российской Федерации в области технического регулирования и санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Использование восстановленных стальных и других труб, а также бывших в употреблении видов металлоконструкций (профилей, листов, полос, шпунтов) не допускается [10]. Исходя из этих условий рассмотрим основные материалы труб, применимые для систем внутреннего водоснабжения.

Стальные трубы, произведенные в соответствии с ГОСТ 3262-75, имеют широкий спектр применения, отличаются высокой механической прочностью, относительно невысокой стоимостью, способностью выдерживать высокие температуры и давления. Стоит отметить высокий срок службы от 40 до

50 лет. Такие трубы подходят как для холодного, так и для горячего водоснабжения зданий. Из недостатков отмечается низкая устойчивость к коррозии, решаемая нанесением антикоррозионного покрытия, но со временем этот слой стирается и коррозия возобновляется. В результате образования оксидов и деятельности железобактерий данные трубы имеют склонность к зарастанию, что в свою очередь снижает пропускную способность и ухудшает качество воды. Монтаж системы является трудозатратным процессом, так как соединяются такие трубы либо сварным, либо резьбовым соединением, требуются сварщики высокого разряда, что несет дополнительные финансовые затраты. Сталь как материал отличается высокой электропроводностью, что вызывает дополнительные риски для жизни и здоровья людей.

Трубы из нержавеющей стали, произведенные в соответствии с ГОСТ 9941-81 отлично подходят для систем водоснабжения, имеют схожие характеристики со стальными трубами, но значительно превосходят их по ряду показателей, такими как отличный внешний вид, отсутствие коррозии и долговечность. Основным минусом является высокая стоимость, поэтому такие трубы применяются крайне редко.

Медные трубы, произведенные в соответствии с ГОСТ 617-2006, обладают низкой подверженностью коррозии, долговечностью до 70 лет, устойчивостью к высоким температурам и давлениям (по этой причине такие трубы часто выбирают для паровых котлов в системах отопления), низкой склонностью к зарастанию, устойчивостью к температурным деформациям. Медные трубы, в отличие от стальных, не влияют на привкус воды. Одним из главных плюсов является внешний вид, такие трубы отлично вписываются в помещения, выполненные в ретро-стиле, либо где нет возможности скрыть трубу. Из минусов стоит отметить высокую цену, низкий ассортимент, необходимость поставок из-за границы, сложность установки и невысокую механическую прочность.

Металлопластиковые трубы, произведенные в соответствии с ГОСТ 32415-2013, являются хорошим вариантом для водоснабжения частного дома, они имеют многослойную конструкцию полиэтилен – алюминий – полиэтилен. Алюминий обеспечивает прочность, снижает упругость, применение пластика уменьшает вес, повышает гибкость, антикоррозионные свойства, снижает способность к зарастанию. Из плюсов также отмечается высокая стойкость к температурам (до 95 °С, кратковременно до 110 °С), приемлемая цена, долговечность до 30 лет, простота монтажа (не требуется нарезание резьбы и

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

применение сварки, соединение производится при помощи фитингов с обсадными кольцами, затягиваются гаечным ключом) и нулевая электропроводность. При этом, цена фитингов из-за сложности конструкции далеко не бюджетная, соединения требуют периодической подтяжки вследствие неравномерного температурного расширения алюминия и полиэтилена, следовательно, к ним требуется беспрепятственный доступ, что не всегда удается обеспечить. Прочность труб и соединений проигрывает другим материалам.

Полиэтиленовые трубы, произведенные в соответствии с ГОСТ 18599-2001 делятся на 2 группы: низкого давления и сшитого полиэтилена. Различие этих видов в температурной стойкости, первая группа выдерживает температуры до 40 °С, следовательно применяются только в холодном водоснабжении. Главным преимуществом таких труб является эластичность, они отлично выдерживают низкие температуры, не лопаются при замерзании и подходят для транспортировки воды от скважины в дом, либо из дома в отдельно стоящую баню. Трубы из сшитого полиэтилена стоят дороже, но допускают применение в системе горячего водоснабжения. Преимуществом таких труб является долговечность, устойчивость к коррозии, высокая инертность к другим элементам, содержащимся в воде, их соединения обладают высокой прочностью. Недостатки – это высокая цена и сложность установки, требующая специального оборудования.

Полипропиленовые трубы – отличный вариант для внутреннего водоснабжения частного дома. Данные трубы должны соответствовать ГОСТ 32414-2013. Для повышения прочности такие их армируют стекловолокном, это препятствует растяжению полипропилена. Для холодного водоснабжения армирование необязательно. Армированные ПП трубы появились относительно недавно, но обрели широкое применение в холодном, горячем водоснабжении и в отоплении. Преимущества таких труб очевидны: они долговечны (50 лет и более), выдерживают температуру воды до 95 °С, давление до 20 атмосфер, устойчивы к коррозии, не подвержены обрастанию, имеют низкую стоимость. При замерзании такие трубы не лопаются, но армирование будет повреждено, поэтому трубу придется заменить. Установка таких труб очень проста, соединения очень прочны и производятся при помощи специального нагревательного утюга. Электропроводность нулевая. Из минусов выделяется низкая сопротивляемость высоким температурам, неразборность соединений, что компенсируется низкой стоимостью фитингов. Полипропилен – горячий

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

материал, поэтому в соответствии с [10] требуется защита от возгорания. Взвесив все плюсы и минусы можно с уверенностью сказать, что такие трубы являются оптимальными для системы внутреннего водоснабжения частного дома.

Среди производителей полипропиленовых труб можно выделить такие фирмы как Kalde, RVC, Aquatech. Самыми привлекательными оказались трубы российской марки RVC, так как при схожих характеристиках стоимость за погонный метр на порядок ниже, чем у конкурентов.

Вывод: исходя из вышеизложенных характеристик, для внутреннего водоснабжения жилого дома выбираем полипропиленовые трубы RVC, для системы автополива полиэтиленовые трубы (ПНД).

2.3 Ультрафиолетовое обеззараживание воды

Ультрафиолетовое излучение, которое, как известно, обладает бактерицидными свойствами, является составной частью солнечного света. В спектре электромагнитного излучения оно занимает место между видимым светом (диапазон 380–780 нм) и рентгеновскими лучами. Принимая во внимание длину волн излучения и последствия их воздействия, традиционно принято различать четыре части излучения в ультрафиолетовом диапазоне:

- вакуумное УФ-излучение в поддиапазоне 100–200 нм;
- UV-C — это УФ-излучение в поддиапазоне 200–280 нм;
- UV-B — это УФ-излучение в поддиапазоне 280–315 нм;
- UV-A — это УФ-излучение в поддиапазоне 315–400 нм.

Обеззараживающий эффект ультрафиолетового излучения основан на фотохимических реакциях, запускающих механизм физико-химических и биологических мутаций живой материи микроорганизмов (бактерий, вирусов, микробов и простейших). При УФ-облучении у них нарушается аппарат воспроизводства макромолекул ДНК и РНК, разрушаются аминокислоты, пептиды и белки, происходит нарушение проницаемости мембран и т.д. Такие летальные эффекты, обеспечивающие обеззараживающее действие ультрафиолета, могут быть не только бактериостатическими (клетки живут, но прекращают размножаться), но и бактерицидными, без возможности исправления этих изменений (реактивации микроорганизмов), вызывающих необратимую гибель клеток микроорганизмов. Изменения, касающиеся фатальных разрушений микроорганизмов, зависят от длины волны и дозы

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

облучения. Неслучайно оптимальным решением с наибольшим бактерицидным эффектом обеззараживания и дезинфекции в водоподготовке или в сфере водоотведения без применения химических реагентов являются УФ-установки с разрядными лампами среднего давления, излучающими в поддиапазонах UV-B и UV-C ультрафиолета. Обычно используемые отечественными производителями лампы низкого давления, в том числе амальгамные, излучают в поддиапазоне UV-C и то только с одной длиной волны 254 нм, при этом энергия их ультрафиолетового излучения на порядок ниже ламп среднего давления. Излучение ламп низкого давления хотя и нарушает структуру ДНК и РНК, но не может, в отличие от ультрафиолетового излучения ламп среднего давления, предотвратить реактивацию микроорганизмов, которая естественным образом восстанавливает структуру макромолекул с участием специфических энзимов, являющихся природным средством «исправления» нарушений ДНК, сложившимся в ходе миллиардов лет эволюции.

Исполнение УФ-системы Технологически УФ-система состоит из камеры УФ-облучения и выносного электротехнического шкафа, содержащего блок питания УФ-ламп и блок электронного управления. Камера УФ-облучения произведена из нержавеющей стали 316L, а ее внутренняя поверхность полированная. Внутри УФ-камеры оптимально расположены УФ-лампы среднего давления, помещенные в кварцевые чехлы. Камера оснащена датчиками, следящими за интенсивностью УФ-излучения и температурой воды. Поверхность кварцевых чехлов и датчиков очищается от отложений и грязи механическим путем: вручную или с помощью автоматического привода.

Установка ультрафиолетового обеззараживания воды подходит для индивидуального жилого дома, источником водоснабжения которого является подземная вода, в которой сравнительно мало органики. Трубы имеют низкую протяженность и изготовлены из инертного материала – полипропилена или полиэтилена.

Системы обеззараживания компании WiseWater имеют компактную конструкцию УФ-камер, с небольшой площадью занимаемой поверхности. Благодаря своей конструкции и небольшому количеству УФ-ламп, потери напора в камере является крайне низкой. Камера может располагаться в горизонтальном или вертикальном положении. Электронные источники питания УФ-ламп, а также блок управления с программируемым логическим контроллером расположены в выносном шкафу. Для коммуникации пользователя с

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

оборудованием предназначен жидкокристаллический дисплей. Лампы снабжают энергией усовершенствованные электронные источники со встроенными электронными балластами. В автоматическом режиме работы выявленное понижение интенсивности УФ-излучения систематически компенсируется повышением мощности электронного балласта. Это означает, что при изменении условий, например, при выработке ресурса УФ-лампы или при уменьшении оптического пропускания воды, всегда гарантирована надежная дезинфекция воды.

Компания WiseWater предлагает установки УФ обеззараживания WiseWater UV, рассчитанные на эксплуатацию в индивидуальном жилом доме. Подбор установки зависит от максимального часового расхода, срок службы лампы 1 год, после чего ее необходимо заменить. Таблица подбора приведена на рисунке 12.

Наименование	Присоединение, мм	Произв.тах,м ³ /час	Габариты, мм
WiseWater E-60	16	0,23	300 x 70 x 105
WiseWater ER-120	16	0,45	345 x 70 x 105
WiseWater ER-360	25	1,36	552 x 80 x 105
WiseWater ER-720	25	2,7	930 x 80 x 105
WiseWater EC-12	25	2,7	910 x 135 x 213
WiseWater EC-15*	25	3,4	910 x 135 x 213
WiseWater EC-24*	40	5,4	910 x 175 x 268
WiseWater EC-35*	50	8,0	1 205 x 175 x 278
WiseWater EC-45*	50	10,0	1 205 x 175 x 278

Рисунок 12 – подбор системы ультрафиолетового обеззараживания
WiseWater UV

2.4 Автоматический полив

2.4.1 Общие сведения

Автоматическая система полива для дачи или частного дома представляет собой комплект необходимого оборудования, посредством которого осуществляется автоматизированное орошение всего участка или какой-то определенной его территории. Грамотно спланированная система объединяет в себе дождевальную и капельную полив, поэтому является универсальной, подходящей для всех растений на участке. Работой системы полива управляет контролирующее устройство, подающее команды на открытие и закрытие клапанов в зависимости от произведенных настроек. Часто такие системы комплектуются датчиками температуры и влажности, что позволяет подавать воду в трубопроводы исходя из реальных метеоусловий. Контроллер можно настроить на различную продолжительность управления системой без вмешательства человека. Система автоматического полива газона, огорода и сада в заданное время автоматически включится, подаст к растениям заданное количество воды, а затем отключится. А в дождливую погоду датчик влажности не позволит контроллеру включить подачу воды. Это очень важно, так как излишек влаги так же способен навредить растениям, как и ее недостаток.

Преимущества автоматизированного полива:

- за счет дозирования количества воды и оптимального расхода электроэнергии удается существенно экономить расход энергоносителей и воды;
- растения всегда получают необходимое количество воды для обеспечения нормальной жизнедеятельности;
- возможность покидать дом на длительное время;
- надежность системы благодаря расположению основных элементов под землей;
- допускается переход на ручное управление поливом;
- возможность дистанционно вносить изменения в работу системы;
- наличие нескольких программ полива, например, адаптивность по времени суток.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 13 – Орошение газона дождевателями в системе автополива

Существует множество производителей оборудования для автополива, такие как Hunter, Toro, Rainbird, Nelson и др. Для данного проекта выбрано оборудование американской компании Hunter Industries, основанной в 1981 году, базирующейся на выпуске высококачественного оборудования для автоматизированного полива как малых территорий, так и больших аграрных полей.

2.4.2 Устройство системы автополива

При организации системы полива важно учитывать множество факторов, таких как количество, тип, расположение и привязки водопроводящих магистралей и водяных головок, давление воды в системе, нормы и расчеты водоподачи и зон орошения, уклоны и рельеф участка. У владельцев приусадебных участков может появиться иллюзия, что современные системы автополива достаточно умны, чтобы заработать «из коробки», что позволит избежать этапа проектирования системы полива. К сожалению, подобные заблуждения довольно дорого обходятся, поскольку без грамотного проекта система автополива может работать не эффективно или не включиться вообще. Проект системы полива предусматривает прокладку трубопроводов по участку и

установку системы орошения. Это очень ответственные мероприятия в плане проектирования, которые обязательно должны быть выполнены на высоком инженерном уровне для того, чтобы система полива работала эффективно.

На рисунке 14 показана схема устройства системы автоматического полива, которая представляет собой разветвленную сеть трубопроводов, подающих воду к оросителям. Продолжительность и время полива устанавливает автоматический блок управления, подающий напряжение на электромагнитные клапана, открывающие и закрывающие подачу воды в отдельные зоны. Блок управления распределяет воду, анализируя полученные сведения о требуемом объеме воды от метеодатчика, а также от датчиков влажности, установленных непосредственно в зоне полива. За доставку воды до корневой системы растений отвечают оросители. Сетчатый фильтр предотвращает засорение сопел крупными частицами, например, песком или измельченной растительностью. Система продувки необходима для подготовки системы к зимнему периоду.



Рисунок 14 Схема устройства системы автоматического полива

2.4.3 Устройство трубопровода системы автополива

В трубопроводной системе автоматического полива применяются трубы различного сортамента, гидравлически рассчитаны для обеспечения требуемого давления на оросительных устройствах. На небольших площадях часто

применяют трубы из материала ПНД (полиэтилен низкого давления) диаметрами от 6 до 75 мм. Наибольший диаметр приходится на магистральный трубопровод (от источника воды до клапанов). Затем идет сеть разводящих трубопроводов меньшего диаметра.

Соединение труб может производиться несколькими вариантами: полиэтиленовыми муфтами (сваркой) и компрессионными фитингами. Самым удобным решением является применение в системе полива соединительных компрессионных фитингов, так как при изменении ландшафта участка упрощается их демонтаж, с возможностью повторного использования.

2.4.4 Подбор оросителей системы автополива

Один из основных вопросов при организации системы автополива заключается в подборе видов оросителей, от этого зависят такие параметры как радиус и угол орошения, а также интенсивность, время полива и величина капель.

Орошение почвы может осуществляться различными видами оросителей, по принципу действия делящихся на:

- надземные;
- приповерхностные и подземные.

Надземное орошение подразумевает распыление воды над растениями, с последующим осаждением, прониканием в почву и увлажнением корневой системы. Такой способ отлично подходит для невысоких растений с распределенной корневой системой и небольшими листьями, например, газонная трава и цветы. Главным преимуществом такого способа является большая площадь полива и простота устройства. Существует несколько видов надземных оросительных головок (дождевателей):

- веерные
- ротаторные (MP Rotator);
- роторные.

Веерные дождеватели используют для полива газона небольшого размера или сложной формы. А при увеличении высоты дождевателя до 15-30 см эти сопла отлично справляются с поливом клумб, цветников, стелящихся и почвопокровных растений. Сопла обладают малым радиусом полива (от 1,2 до 5 метров) и потребляют довольно большой объем воды в единицу времени. И именно поэтому их нельзя комбинировать с другими видами спринклеров.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Существуют как регулируемые по сектору полива сопла 0-360°, что, несомненно, удобно, так и с фиксированным сектором (90,180,240). Сейчас на рынке присутствуют специально разработанные модели сопел, которые подойдут для орошения прямоугольных зон полива и узких участков. Устройство этого спринклера просто и надежно, а запорный клапан позволяет устанавливать сопла данного типа даже на участке с уклоном и сложным рельефом.

На участках среднего размера (до 40 соток) рекомендуется применять ротаторный дождеватель, который отличается от прочих тем, что формирует различные потоки, которые покрывают все участки ландшафта, обеспечивая равномерность распределения влаги, значительно превышающую равномерность распределения стандартного сопла. Ротатор обладает низкой нормой полива, иными словами ему нужно больше времени для полива территории, в сравнении с обычным соплом. Это очень важно, потому как МР Rotator позволяет избежать стока воды и эрозии почвы. Для большего удобства эксплуатации ротаторы оснащаются запорным клапаном, регулятором давления и возможностью установки высокого штока дождевателя, что позволяет устанавливать их в местах, где на пути потока орошения присутствуют зеленые насаждения.

При поливе средних и больших участков с открытой территорией (газоны, спортивные поля, парковые зоны) предпочтение отдается системам орошения, оснащенным роторными спринклерами. Роторы представляют собой надежную конструкцию, часть элементов которой выполнена из нержавеющей стали. В комплекте идут насадки под разный угол и сектор полива. Двумя такими роторами можно полить небольшое футбольное поле. Поливочные сопла обладают широкими возможностями и традиционно оснащаются встроенным запорным клапаном и большим разнообразием сопел (стандартные, с большим расходом, с низким углом и коротким радиусом). Некоторые модели комплектуются усиленной пружиной и антивандальным корпусом устойчивым к внешним воздействиям. Для частного строительства подобные оросители не подходят.

Приповерхностное и подземное орошение подразумевает подвод воды непосредственно к корневой системе растений с помощью системы дырчатых труб, либо небольших скважин в земле (до 90 см). Преимуществами такой системы является прямая доставка воды в труднодоступные области (например, под ползучие растения) и большая глубина увлажнения. Подразделяется на

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

системы поверхностного, подповерхностного и комбинированного использования.

К системам поверхностного орошения относят капельные трубки с точечными капельницами, обеспечивающие подачу необходимого количества воды, подаваемой прямо к растению. Отлично подходят для небольших кустарников.

К системам подповерхностного орошения относят системы полива корневой зоны. Они подают воду напрямую в корневую зону, обеспечивая здоровый рост деревьев и кустарников.

К системам комбинированного использования относят капельную ленту, которая подходит для густых насаждений и огородов. Представляет собой тонкую трубку с небольшими отверстиями, так называемыми капельницами. Капельницы оснащены встроенными обратными клапанами, предотвращающими засорение отверстий и подают воду медленно и равномерно. Лента может прокладываться как на поверхности почвы, так и под поверхностью.

Для данного приусадебного участка малой площади (11 соток) будут применяться веерные дождеватели, а системы микроорошения поверхностного, подповерхностного и комбинированного типа. Все эти варианты может предложить производитель Hunter Industries.

2.4.4 Обзор оборудования, применяемого для автополива

2.4.4.1 Дождеватели с выдвижной частью

2.4.4.1.1 Веерные дождеватели

Дождеватели серии PS Ultra.

PS Ultra – это компактный веерный дождеватель, характеристики которого позволяют использовать его в любых условиях.

Применение:

Универсальные распылители PS Ultra разработаны для малых по площади газонов, цветочных клумб и кустарников.

Характеристики:

- применение: частный приусадебный участок;
- модели 5 см, 10 см, 15 см;

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

- расход: 0,05-1,12 м³/час;
- модели сопел: 2,4 м, 3,0 м, 3,7 м, 4,6 м, 5,2 м;
- предустановленное сопло с регулируемым сектором полива серии Pro;
- усиленная крышка для большей надежности, простое обращение, усовершенствованная штанга с большим сроком эксплуатации;
- разъемный затвор;
- наружная резьба штанги подходит для всех сопел с внутренней резьбой;
- доступна модель с промывочным соплом (без фильтра);
- крупный сетчатый фильтр;
- гарантийный срок: 2 года.

Рабочие характеристики:

- давление 1.0 – 3.0 бар;
- радиус 2,0 – 5,8 м.

Модели:

1. PSU02

Характеристики:

- общая высота: 13 см;
- высота выдвижной штанги 5 см;
- диаметр штанги: 3 см;
- диаметр впускного отверстия: 1/2".

2. PSU04

Характеристики:

- общая высота: 18 см;
- высота выдвижной штанги 10 см;
- диаметр штанги: 3 см;
- диаметр впускного отверстия: 1/2".

3. PSU06

Характеристики:

- общая высота: 24 см;
- высота выдвижной штанги 15 см;

- диаметр штанги: 3 см;
- диаметр впускного отверстия: 1/2".

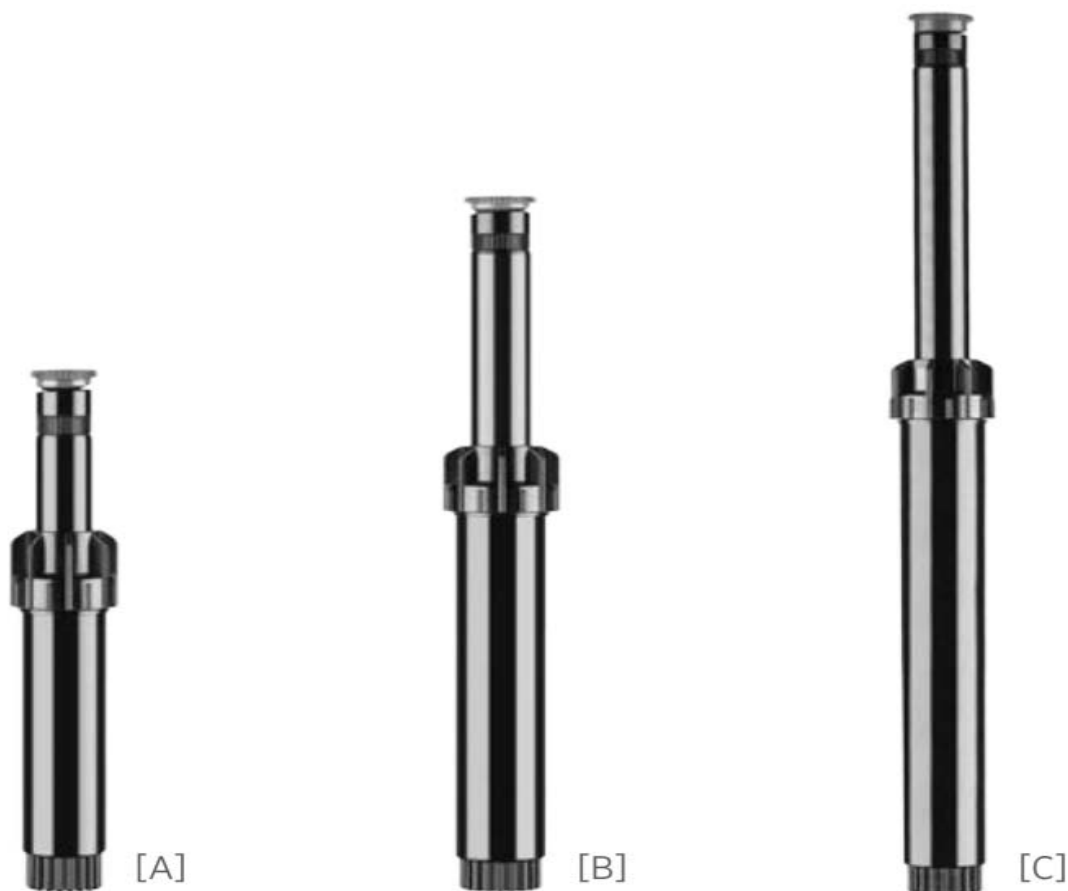


Рисунок 15 – Веерные дождеватели Hunter серии PS Ultra. Модели: [A] – PSU02, [B] – PSU04, [C] – PSU06

2.4.4.1.2 Сопла

Стандартные сопла PS Ultra

Технические характеристики:

- четкие, хорошо очерченные границы;
- согласованная норма полива на каждом сопле от 8А до 17 А;
- верхняя часть разработана таким образом, что ее легко удерживать при регулировании;
- крупные капли воды легко преодолевают ветер;
- равномерное распределение воды и наилучшее покрытие зоны
- цветовая маркировка для облегчения идентификации в работе;

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

– регулируется от 0° до 360°.



Сопло 8А
Радиус: 2,4 м



Сопло 10А
Радиус: 3,0 м



Сопло 12А
Радиус: 3,7 м



Сопло 15А
Радиус: 4,6 м



Сопло 17А
Радиус: 5,2 м

Рисунок 16 – Сопла Hunter стандартные серии PS Ultra

Эксплуатационные характеристики:

– рекомендуемое эксплуатационное давление: 2,1 бар.

Заводские варианты:

Сопла: 2,4 м, 3,0 м, 3,7 м, 4,6 м, 5,2 м, 1,5 x 9,0 м боковое полосовое (боковое полосовое только для моделей 5 см и 10 см).

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАНДАРТНЫХ СОПЕЛ PS ULTRA

8A



Коричневое

Радиус 2,4 м
Регулируется от 0° до 360°
Траектория: 0°

10A



Красное

Радиус 3,0 м
Регулируется 0°–360°
Траектория: 15°

12A



Зеленое

Радиус 3,7 м
Регулируется от 0° до 360°
Траектория: 28°

Сектор полива	Давление		Радиус		Поток		Норма мм/ч		Радиус		Поток		Норма мм/ч		Радиус		Поток		Норма мм/ч																																																																					
	бар	кПа	м	м³/ч	л/мин	■	▲	м	м³/ч	л/мин	■	▲	м	м³/ч	л/мин	■	▲	м	м³/ч	л/мин	■	▲																																																																		
45° 	1,0	100	2,0	0,04	0,62	77	89	2,6	0,04	0,68	49	56	3,2	0,04	0,73	34	40	1,5	150	2,2	0,04	0,72	72	83	2,8	0,05	0,80	49	57	3,4	0,06	0,97	40	46	2,1	210	2,4	0,05	0,83	67	77	3,0	0,06	0,94	49	56	3,7	0,07	1,23	44	51	2,5	250	2,6	0,05	0,91	63	73	3,2	0,06	1,06	48	56	3,9	0,09	1,44	46	54	3,0	300	2,9	0,06	1,01	59	68	3,5	0,07	1,18	47	54	4,1	0,10	1,68	48	56			
	90° 	1,0	100	2,0	0,07	1,24	77	89	2,6	0,08	1,35	49	56	3,2	0,09	1,46	34	40	1,5	150	2,2	0,09	1,44	72	83	2,8	0,10	1,61	49	57	3,4	0,12	1,93	40	46	2,1	210	2,4	0,10	1,65	67	77	3,0	0,11	1,89	49	56	3,7	0,15	2,46	44	51	2,5	250	2,6	0,11	1,82	63	73	3,2	0,13	2,11	48	56	3,9	0,17	2,88	46	54	3,0	300	2,9	0,12	2,02	59	68	3,5	0,14	2,37	47	54	4,1	0,20	3,36	48	56		
		120° 	1,0	100	2,0	0,10	1,66	77	89	2,6	0,11	1,80	49	56	3,2	0,12	1,94	34	40	1,5	150	2,2	0,11	1,92	72	83	2,8	0,13	2,14	49	57	3,4	0,15	2,58	40	46	2,1	210	2,4	0,13	2,20	67	77	3,0	0,15	2,52	49	56	3,7	0,20	3,28	44	51	2,5	250	2,6	0,15	2,43	63	73	3,2	0,17	2,82	48	56	3,9	0,23	3,84	46	54	3,0	300	2,9	0,16	2,69	59	68	3,5	0,19	3,16	47	54	4,1	0,27	4,48	48	56	
			180° 	1,0	100	2,0	0,15	2,49	77	89	2,6	0,16	2,71	49	56	3,2	0,17	2,91	34	40	1,5	150	2,2	0,17	2,87	72	83	2,8	0,19	3,21	49	57	3,4	0,23	3,86	40	46	2,1	210	2,4	0,20	3,30	67	77	3,0	0,23	3,78	49	56	3,7	0,30	4,92	44	51	2,5	250	2,6	0,22	3,65	63	73	3,2	0,25	4,23	48	56	3,9	0,35	5,76	46	54	3,0	300	2,9	0,24	4,03	59	68	3,5	0,28	4,73	47	54	4,1	0,40	6,71	48	56
				240° 	1,0	100	2,0	0,20	3,32	77	89	2,6	0,22	3,61	49	56	3,2	0,23	3,88	34	40	1,5	150	2,2	0,23	3,83	72	83	2,8	0,26	4,28	49	57	3,4	0,31	5,15	40	46	2,1	210	2,4	0,26	4,40	67	77	3,0	0,30	5,03	49	56	3,7	0,39	6,56	44	51	2,5	250	2,6	0,29	4,86	63	73	3,2	0,34	5,64	48	56	3,9	0,46	7,68	46	54	3,0	300	2,9	0,32	5,38	59	68	3,5	0,38	6,31	47	54	4,1	0,54	8,95	48
270° 					1,0	100	2,0	0,22	3,73	77	89	2,6	0,24	4,06	49	56	3,2	0,26	4,37	34	40	1,5	150	2,2	0,26	4,31	72	83	2,8	0,29	4,82	49	57	3,4	0,35	5,80	40	46	2,1	210	2,4	0,30	4,95	67	77	3,0	0,34	5,66	49	56	3,7	0,44	7,38	44	51	2,5	250	2,6	0,33	5,47	63	73	3,2	0,38	6,34	48	56	3,9	0,52	8,65	46	54	3,0	300	2,9	0,36	6,05	59	68	3,5	0,43	7,10	47	54	4,1	0,60	10,07	48
	360° 				1,0	100	2,0	0,30	4,97	77	89	2,6	0,32	5,41	49	56	3,2	0,35	5,83	34	40	1,5	150	2,2	0,34	5,75	72	83	2,8	0,39	6,43	49	57	3,4	0,46	7,73	40	46	2,1	210	2,4	0,40	6,61	67	77	3,0	0,45	7,55	49	56	3,7	0,59	9,84	44	51	2,5	250	2,6	0,44	7,29	63	73	3,2	0,51	8,45	48	56	3,9	0,69	11,53	46	54	3,0	300	2,9	0,48	8,07	59	68	3,5	0,57	9,47	47	54	4,1	0,81	13,43	48

Жирный шрифт = рекомендуемое давление

Рисунок 17– Эксплуатационные характеристики распылителей серии PS-Ultra

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

ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР

Лист

47

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАНДАРТНЫХ СОПЕЛ PS ULTRA

15A



Черное

Радиус 4,6 м
Регулируется от 0° до 360°
Траектория: 28°

17A



Серое

Радиус 5,2 м
Регулируется от 0° до 360°
Траектория: 28°

Сектор полива	Давление		Радиус м	Поток		Норма мм/ч		Радиус м	Поток		Норма мм/ч	
	бар	кПа		м³/ч	л/мин	■	▲		м³/ч	л/мин	■	▲
45° 	1,0	100	4,0	0,08	1,27	38	43	4,6	0,10	1,68	38	43
	1,5	150	4,3	0,09	1,51	39	45	4,9	0,12	1,94	38	44
	2,1	210	4,6	0,11	1,79	40	46	5,2	0,13	2,23	39	45
	2,5	250	4,9	0,12	2,00	40	46	5,5	0,15	2,46	39	45
	3,0	300	5,2	0,14	2,25	40	46	5,8	0,16	2,72	39	45
90° 	1,0	100	4,0	0,15	2,53	38	43	4,6	0,20	3,36	38	43
	1,5	150	4,3	0,18	3,03	39	45	4,9	0,23	3,88	38	44
	2,1	210	4,6	0,21	3,57	40	46	5,2	0,27	4,45	39	45
	2,5	250	4,9	0,24	4,01	40	46	5,5	0,30	4,92	39	45
	3,0	300	5,2	0,27	4,50	40	46	5,8	0,33	5,44	39	45
120° 	1,0	100	4,0	0,20	3,38	38	43	4,6	0,27	4,48	38	43
	1,5	150	4,3	0,24	4,03	39	45	4,9	0,31	5,17	38	44
	2,1	210	4,6	0,29	4,76	40	46	5,2	0,36	5,94	39	45
	2,5	250	4,9	0,32	5,34	40	46	5,5	0,39	6,56	39	45
	3,0	300	5,2	0,36	6,00	40	46	5,8	0,43	7,25	39	45
180° 	1,0	100	4,0	0,30	5,07	38	43	4,6	0,40	6,71	38	43
	1,5	150	4,3	0,36	6,05	39	45	4,9	0,47	7,75	38	44
	2,1	210	4,6	0,43	7,14	40	46	5,2	0,53	8,91	39	45
	2,5	250	4,9	0,48	8,02	40	46	5,5	0,59	9,83	39	45
	3,0	300	5,2	0,54	9,00	40	46	5,8	0,65	10,87	39	45
240° 	1,0	100	4,0	0,41	6,76	38	43	4,6	0,54	8,95	38	43
	1,5	150	4,3	0,48	8,07	39	45	4,9	0,62	10,34	38	44
	2,1	210	4,6	0,57	9,52	40	46	5,2	0,71	11,88	39	45
	2,5	250	4,9	0,64	10,69	40	46	5,5	0,79	13,11	39	45
	3,0	300	5,2	0,72	12,00	40	46	5,8	0,87	14,50	39	45
270° 	1,0	100	4,0	0,46	7,60	38	43	4,6	0,60	10,07	38	43
	1,5	150	4,3	0,54	9,08	39	45	4,9	0,70	11,63	38	44
	2,1	210	4,6	0,64	10,71	40	46	5,2	0,80	13,36	39	45
	2,5	250	4,9	0,72	12,03	40	46	5,5	0,89	14,75	39	45
	3,0	300	5,2	0,81	13,50	40	46	5,8	0,98	16,31	39	45
360° 	1,0	100	4,0	0,61	10,13	38	43	4,6	0,81	13,43	38	43
	1,5	150	4,3	0,73	12,10	39	45	4,9	0,93	15,51	38	44
	2,1	210	4,6	0,86	14,28	40	46	5,2	1,07	17,82	39	45
	2,5	250	4,9	0,96	16,03	40	46	5,5	1,18	19,67	39	45
	3,0	300	5,2	1,08	18,00	40	46	5,8	1,30	21,75	39	45

Рисунок 18 – Эксплуатационные характеристики распылителей
серии PS-Ultra.

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

ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР

Лист

48

2.4.4.2 Система полива корневой зоны

2.4.4.2.1 Система корневого полива RZWS

Для успешного роста молодых растений и деревьев необходимо обеспечить соответствующее орошение и постоянное поступление кислорода на всех уровнях корневой зоны. Это стимулирует рост корней вглубь и предупреждает их «выползание» на поверхность, позволяя растениям быть сильными и хорошо укрепиться в земле. Разработанная для решения этой задачи система корневого полива, оснащена запатентованным конструкторским решением Hunter – StrataRoot™, представляющим собой ряд внутрипочвенных диффузоров, которые направляют воду, кислород и питательные вещества к корневой зоне и обеспечивают прочность конструкции поливочного цилиндра. RZWS поставляется в предварительно собранном виде для облегчения установки, а закрытая конструкция и защитная решетка предотвращают умышленную порчу оросительного оборудования.

Применение:

- эффективное орошение корневой зоны деревьев и кустарников.

Особенности:

- запатентованные диффузоры StrataRoot™ доставляют воду к корневой зоне и обеспечивают прочность устройства;
- баблеры с функцией компенсации давления обеспечивают точность полива;
- защелкивающаяся крышка обеспечивает износостойкость и защиту от умышленной порчи оборудования;
- встроенное гибкое колено Hunter для непосредственного подсоединения с помощью фитингов ПВХ 1/2".

Эксплуатационные характеристики:

- расход баблера: 0,9 л/мин или 1,9 л/мин;
- рекомендованный диапазон давления: от 1,0 до 4,8 бар.

Размеры:

1. RZWS-10:

- диаметр: 5,1 см;

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- диаметр крышки: 12 см;
- длина 25 см.

2. RZWS-18:

- диаметр: 7,6 см;
- диаметр крышки: 12 см;
- длина 45 см.

3. RZWS-36:

- диаметр: 7,6 см;
- диаметр крышки: 12 см;
- длина 90 см.



Рисунок 19 – Оборудование системы корневого полива Hunter RZWS. Модели (слева направо) RZWS10, RZWS18, RZWS36

2.4.4.2 Капельные трубки с точечными капельницами

Область применения:

- профессиональная капельная лента PLD – это решение от компании Hunter для густых насаждений и огородов. Капельницы PLD оснащены встроенными обратными клапанами и подают воду медленно и равномерно.



Рисунок 20 – Капельная трубка с установленной капельницей

Характеристики ленты для капельного полива:

- обратные клапаны предотвращают загрязнение капельниц при подземной прокладке;
- совместима с фитингами PLD-LOC или трубными вставками PLD
- устойчивость к УФ-излучению;
- гарантийный срок: 5 лет (2 дополнительных года на трещины, вызываемые воздействием окружающей среды).

Характеристики капельниц:

- с компенсацией давления;
- цветовая маркировка по скорости расходу;
- три варианта впускного отверстия: трубная вставка 6 мм, резьба; 10/32" и внутренняя резьба 1/2";
- ребристые края для удобства установки;
- самопроникающая трубная вставка;

- самопромывающаяся диафрагма.

Технические характеристики капельниц:

- расход 2,0, 4,0, 8,0, 15,0, 23,0 л/ч;
- рабочее давление 1,4 – 3,5 бар;

Варианты впускных отверстий :

- самопроникающая трубная вставка;
- резьба 10-32;
- внутренняя резьба 1/2".



Рисунок 21 – Капельницы Hunter с различными расходами

Для кустарников с глубокой корневой системой рекомендуется устанавливать RZB. RZB – это дополнительное оборудование для полива небольших деревьев и кустарников, которое помогает доставлять воду к корням. Представляет собой жесткую сетчатую трубку размерами 5x23 см с перфорированной стенкой и крышкой для усовершенствования системы поверхностного полива или капельного орошения. Данное оборудование позволяет обеспечить капельное орошение корневой зоны.

Вывод: совместимость вышеперечисленных систем орошения зависит от площади зеленых насаждений, а также от типа произрастающих растений. Для цветочных клумб и небольших газонов подойдут распылители PS Ultra, для деревьев подойдет система RWZS, для кустарников и грядок подойдет точечный полив с помощью капельниц, размещенных на поверхности, распределенных на PLD трубе.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

3 ПРОЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

3.1 Определение расчетных расходов

Для расчета принят двухэтажный дом с количеством жителей 10 человек. Дом обеспечивается системами холодного водоснабжения, горячее водоснабжение ведется из местных водонагревателей.

Всего в доме 17 точек водоразбора в системе холодного водоснабжения.

Дом оборудован санитарно-техническими приборами:

- ванная;
- душевая сетка;
- раковина;
- унитаз;
- биде.

В соответствии с [11] средний часовой расход воды определяется по формуле:

$$q_T = \frac{q_{u,i} \cdot U_i}{1000 \cdot T}, \quad (1)$$

где q – норма водопотребления на одного человека, принимаемая по [12], равная 250 л/сут на человека.

U – число жителей, чел.

$$q_T = \frac{250 \cdot 10}{1000 \cdot 24} = 0,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Среднесуточный расход равен:

$$q_{\text{сут.ср}} = q_T \cdot 24 = 0,1 \cdot 24 = 2,4 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}} \quad (2)$$

Максимальный секундный расход воды определяется по формуле

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha, \quad (3)$$

где q_0 – секундный расход воды водоразборной арматурой, определяется по прил. 3 [11] согласно заданной норме водопотребления, принимается л/с;

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

α – коэффициент, определяемый в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке и вероятности их действия P по прил. 4 [11].

Вероятность действия санитарно-технических приборов P на участках сети определяется по формуле

$$P = \frac{q_{hr u} \cdot U}{3600 \cdot q_0 \cdot N} \quad (4)$$

где $q_{hr u}$ - норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления. Определяется по прил. 3 [11], принимается равным 15,6 л/ч;

U – число водопотребителей (10 человек);

N – количество санитарно-технических приборов, (17 шт. на здание)

q_0 – секундный расход воды водоразборной арматурой, определяется по прил. 3 [11] согласно заданной норме водопотребления, принимается 0,2 л/с для холодной воды и 0,3 л/с для холодной и горячей вместе.

$$P = \frac{15,6 \cdot 10}{3600 \cdot 0,3 \cdot 17} = 0,008$$

$$N \cdot P = 17 \cdot 0,008 = 0,14:$$

$$\alpha = 0,389$$

$$q = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,389 = 0,58 \text{ л/с.}$$

Максимальный секундный расход горячей воды определяется аналогично общему по формулам (2), (1):

$$P = \frac{10 \cdot 10}{3600 \cdot 0,2 \cdot 13} = 0,011$$

$$N \cdot P = 13 \cdot 0,016 = 0,143;$$

$$\alpha = 0,394$$

$$q = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,458 = 0,46 \text{ л/с}$$

Максимальный часовой расход воды определяется по формуле

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$q_{hr} = 0,005 \cdot q_{0,hr} \cdot \alpha_{hr}, \quad (5)$$

где $q_{0,hr}$ – часовой расход воды санитарно-техническим прибором, значение которого в соответствии [11] допускается принимать 300 л/ч.

α_{hr} – коэффициент, определяемый согласно рекомендуемому приложению 4 [11] в зависимости от общего числа приборов N , обслуживаемых проектируемой системой, и вероятности их использования P_{hr} , вычисляемой согласно п. 3.7 [11].

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}} \quad (6)$$

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot 0,008 \cdot 0,3}{300} = 0,029$$

$$N \cdot P_{hr} = 17 \cdot 0,029 = 0,493;$$

$$\alpha = 0,64$$

Максимальный часовой расход равен:

$$q_{hr} = 0,005 \cdot 300 \cdot 0,493 = 0,739 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расход воды на полив территории не учитывается, так как поливочный бак заполняется сравнительно медленно, а подводящая труба врезается в систему перед сооружениями водоподготовки.

3.2 Гидравлический расчет сети водоснабжения

Расчет системы холодного водопровода зданий производится на пропуск максимального секундного расхода воды. Аксонометрическая схема внутреннего водопровода представлена в приложении 2.

В качестве диктующего санитарно-технического прибора принимается душевая сетка, расположенная на самом верхнем этаже, наиболее удаленная от места вводы и требующая наибольшего рабочего напора.

Рекомендуемая скорость движения воды:

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- для стояков и магистралей – 0,8 – 1,5 м/с;
- на подводах к санитарно-техническим приборам – 1,5 – 2,5 м/с.

В доме находятся 4 санузла и 1 кухня. При гидравлическом расчете принимаем разводящие трубы внутри санузла, до соединения с магистральным трубопроводом, диаметром 20 мм.

Вероятность действия санитарно-технических приборов P:
для участков с холодной водой после водонагревателя:

$$P = \frac{15,6 \cdot 10}{3600 \cdot 0,2 \cdot 17} = 0,013$$

для участка ввода перед водонагревателем:

$$P = \frac{15,6 \cdot 10}{3600 \cdot 0,3 \cdot 17} = 0,008$$

Результаты гидравлического расчета внутренней сети водопровода приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Гидравлический расчет участков холодного водоснабжения

№ уч.	N	N·P	α	q_0^{lot} л/с	q, л/с	dy, мм	v, м/с	1000i	l, м	$\Sigma H \cdot l$, м
1	4	0,052	0,276	0,2	0,28	20	0,89	88	10,4	0,92
2	8	0,104	0,349	0,2	0,35	20	1,11	134,7	1,2	0,16
3	12	0,156	0,405	0,2	0,41	20	1,31	185,1	3,4	0,63
4	12	0,156	0,405	0,2	0,41	20	1,31	185,1	3,3	0,61
5	17	0,136	0,384	0,3	0,58	32	0,72	33,3	7	0,23

Суммарные потери по расчетному направлению: 2,55 м.

Принимается система горячего водоснабжения тупикового типа с баком местного водонагревателя.

Приняты армированные полипропиленовые трубы, изолированные тепловой изоляцией, прокладываются с уклоном 0,002 в сторону водонагревателя. Система питается от внутренней сети холодного водоснабжения.

Горячая вода подведена только к ванным, раковинам, биде и душевым сеткам. Расчет системы горячего водоснабжения проводится, как и для холодного водоснабжения (режим водоразбора).

Для нагрева воды, принимается накопитель

Максимальный секундный расход горячего водоснабжения рассчитывается аналогично холодному водоснабжению.

$$q = 5 * q_0 * \alpha ,$$

где q_0 - секундный расход воды водоразборной арматурой, определяется по прил. 3 [11] согласно заданной норме водопотребления, принимается 0,2 л/с;

α - коэффициент, определяемый в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке и вероятности их действия P по прил. 4 [11].

Вероятность действия санитарно-технических приборов P на участках сети определяется по формуле:

$$P = \frac{q_{hr u} \cdot U}{3600 \cdot q_0 \cdot N}, \quad (7)$$

где $q_{hr u}$ - норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления. Определяется по прил. 3[2],

принимается равным 10 л/ч;

U – число водопотребителей (10 человек);

N – количество санитарно-технических приборов, (13 шт.).

$$P = \frac{10 \cdot 10}{3600 \cdot 0,2 \cdot 13} = 0,011$$

Результаты расчёта подающего горячего водопровода внутренней сети заносят в таблицу 3.

Таблица 3 – Гидравлический расчёт горячего водопровода внутренней сети

№ уч.	N	N·P	α	q_0^{lot} л/с	q, л/с	dy, мм	v, м/с	1000i	l, м	$\Sigma H \cdot$ l, м
1	4	0,044	0,263	0,2	0,26	20	0,83	77,4	10,4	0,81
2	8	0,088	0,328	0,2	0,33	20	1,05	121,2	1,2	0,15
3	12	0,132	0,378	0,2	0,38	20	1,21	159	3,4	0,54
4	12	0,132	0,378	0,2	0,38	20	1,21	159	3,3	0,52
5	17	0,187	0,439	0,2	0,44	20	1,4	210,4	2	0,69

Суммарные потери по расчетному направлению: 2,71 м

Требуемый напор $H_{тр}$ для подачи воды от ввода в здание к наиболее удаленному и высокорасположенному прибору определяется по формуле:

$$H_{тр} = H_{geom} + H_{l,tot} + H_{lm,tot} + H_{\phi} + H_f, \quad (8)$$

где H_{geom} - геометрическая высота подачи воды от нулевой отметки пола до расчетного санитарно-технического прибора, 5,8 м;

$H_{l,tot}$ - сумма $H_{тр}$ потерь напора по расчетному направлению, 2,71 м;

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

$$H_{lm,tot} = 0,3 \cdot H_{l,tot}$$

$$H_{lm,tot} = 0,3 \cdot 2,71 = 0,81 \text{ м}$$

H_{ϕ} – потери в сооружениях водоподготовки, м;

$$H_{\phi} = 3,3 \text{ м}$$

H_f - свободный напор у диктующего прибора, равный 3 м.

$$H_{тр} = 5,8 + 2,71 + 0,81 + 3,3 + 3 = 15,62 \text{ м}$$

3.3 Подбор и расчет установок водоподготовки

3.3.1 Расчет и подбор фильтров

Подбор фильтра для умягчения воды будет производиться из модельного ряда Wise Water SA. Производитель предоставляет сводную таблицу, по которой осуществляется подбор по максимальной производительности.

Жесткость исходной воды составляет 14 мг-экв/л. Жесткость исходной воды после регенерации равняется 0, поэтому нужно учесть, что не вся вода подлежит умягчению, часть проходит через байпас на клапане фильтра и смешивается с фильтратом.

Принимаем жесткость умягченной воды 2 мг-экв/л, объемная доля воды, выраженная в коэффициенте использования фильтра k_{ϕ} , проходящая через фильтр рассчитывается по формуле

$$k_{\phi} = 1 - \frac{Ж_{тр}}{Ж_{исх}}, \quad (9)$$

где $Ж_{тр}$ – требуемая жесткость умягченной воды, 2 мг-экв/л;

$Ж_{исх}$ – жесткость исходной воды, 14 мг-экв/л.

$$k_{\phi} = 1 - \frac{2}{14} = 0,86$$

Следовательно, максимальный объем воды за час, прошедший через фильтр равен:

$$q_{hr,f} = q_{hr} \cdot k_{\phi}, \quad (10)$$

где q_{hr} – максимальный часовой расход воды м³/ч;

$$q_{hr,f} = 0,739 \cdot 0,86 = 0,636 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Следовательно, максимальная производительность умягчителя должна быть не ниже 0,636 м³/ч.

Выбираем умягчитель WiseWater SA-0844 S (K) со следующими характеристиками:

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- производительность максимальная: 0,7 – 0,9 м³/ч;
- объем загрузки 20 л;
- габариты 1335 x 625 x 290;
- блок управления WiseWater WS EW (США);

Характеристики блока управления WiseWater WS EW:

- модель WS1;
- производительность 6,1 м³/ч;
- габариты (В x Ш x Г), 180x207x278 мм;
- электропитание ~12V AC 500 mA;
- рабочий диапазон температур 4–43 °С;
- присоединения 1” BSPT.

Перед подачей воды на фильтр, изображенный на рисунке 22, должен быть установлен фильтр грубой очистки (грязевик) Гейзер Хит, задерживающий частицы, размер которых превышает 100 мкм, оснащенный краном для обратной промывки.

Характеристики:

- размер улавливаемых частиц 100 мкм и более;
- производительность 2 м³/ч.



Рисунок 22 – Фильтр грубой очистки Гейзер Хит

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

После умягчения воды с целью предотвращения попадания мелких частиц в питьевой водопровод используется фильтр тонкой очистки Гейзер 1П, изображенный на рисунке 23, оснащенный картриджем PP5, задерживающий частицы размером более 5 мкм.

Характеристики:

- размер улавливаемых частиц 5 мкм и более;
- температура очищаемой воды 5-40 °С;
- максимальная скорость фильтрации 0,8 м³/час.
- ресурс модуля 60000 л.



Рисунок 23 – Фильтр тонкой очистки Гейзер 1П с картриджем PP5

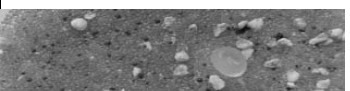
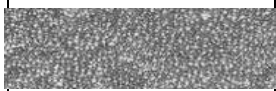
3.3.2 Подбор загрузки умягчителя воды экспериментальным методом

Сегодня на рынке представлено множество катионитов отечественного и зарубежного производства, отличающихся как по качеству так и по ценовому диапазону. Цель данного эксперимента – определить наилучший вариант загрузки из имеющихся вариантов. В наличии российские катиониты FeroSoft B

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

и КУ-2-8, а также Purolite C100E производства Великобритании. Сравнительные характеристики загрузок представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнительные характеристики ионообменных смол

Характеристики	Название загрузки		
	Purolite C100E	FeroSoft B	КУ-2-8
Назначение	Умягчение воды	Умягчение, обезжелезивание, деманганация воды	Умягчение воды
Внешний вид			
Фракционный состав	Однородная	Многокомпонентная	Однородная
Размер частиц, мм	0,3-1,2	0,3-3	0,31-1,3
Рабочий pH	6-10	6-9	6-9
Максимальная жесткость исходной воды, мг-экв/л	20	15	15
Полная обменная емкость, г-экв/м ³	1900	1200	1800
Линейная скорость фильтрации, м/ч	8-20	10-20	5-20
Линейная скорость при регенерации, м/ч	2-7	2-4	2-6,5
Концентрация раствора NaCl при регенерации	8-20%	8-12%	8-12%
Расход соли, г/л	70-160	100-150	70-120

Перед началом эксперимента определяем показатели качества исходной воды, требующие снижения и те показатели, на которые может оказать влияние снижение жесткости. Такими показателями являются жесткость общая, жесткость кальциевая, жесткость магниевая и минерализация.

Определение общей жесткости воды:

Аликвотную часть воды объемом 100 мл помещают в коническую колбу для титрования, добавляют 5 мл аммиачного буфера, индикатор эриохром

черный и титруют полученный раствор до перехода окраски индикатора из фиолетовой в синюю. Расчет общей жесткости проводят по формуле

$$Ж_{общ} = \frac{V_{тр.Б} \cdot N_{трБ}}{V_a} * 1000, \quad (11)$$

где $Ж_{общ}$ – жесткость, мг-экв/л;

$V_{трБ}$ – объем трилона Б, пошедший на титрование, мл;

$N_{трБ}$ – нормальность раствора трилона Б, г-экв/л,

V_a – объем аликвоты, мл.

Определение повторяют до 3 сходящихся результатов, но не менее 3 раз.

В результате общая жесткость исходной воды составила 14.1 мг-экв/л.

Определение кальциевой жесткости воды:

Аликвотную часть воды объемом 100 мл помещают в коническую колбу для титрования, добавляют 2 мл 2 н раствора гидроксида натрия, индикатор мурексид на кончике шпателя и титруют полученный раствор до перехода окраски индикатора в точке эквивалентности из розовой в лиловую. Расчет кальциевой жесткости проводят по формуле:

$$Ж_{Ca} = \frac{V'_{трБ} \cdot N_{трБ}}{V_a} * 1000, \quad (12)$$

где $Ж_{Ca}$ – жесткость кальциевая, в мг-экв/л, $V'_{трБ}$ – объем трилона Б, пошедшего на титрование, мл; $N_{трБ}$ – нормальность раствора трилона Б, г-экв/л, V_a – объем аликвоты, мл.

В результате кальциевая жесткость исходной воды составила 7,8 мг-экв/л.

Определение магниевой жесткости воды:

Содержание магния в исследуемой воде определяют расчетным способом, вычитая результаты определения кальция из общей жесткости.

$$Ж_{mg} = Ж_0 - Ж_{Ca} \quad (13)$$

$$Ж_{Mg} = 14,1 - 7,8 = 6,3 \text{ мг}$$

Определение минерализации:

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Минерализация воды определялась с помощью солемера АНИОН 4100. Измеритель извлекался из дистиллированной воды и помещался на несколько минут в исследуемую воду. На дисплей выдавал данные о солесодержании.

Минерализация колебалась в пределах от 700 до 750 мг/л, что соответствует погрешности измерений прибора 30 мг/л.

После определения показателей качества нужно определить объем загружаемой в лабораторную колонку загрузки, время контакта и скорость фильтрования в соответствии с характеристиками реальной колонны.

Так как соответствие показателей качества воды нормативным должно обеспечиваться при любых расчетных скоростях, то для расчета берем максимальный часовой расход воды для фильтра с учетом разделения потоков, посчитанный ранее.

Максимальный часовой расход воды для фильтра равен:

$$q_{hr,f} = 636 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Площадь сечения колонны равна:

$$S_f = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (14)$$

где d – диаметр сечения колонны без учета толщины стенок и диаметра внутренней трубки.

$$S_f = \frac{\pi \cdot 0,25^2}{4} = 0,05 \text{ м}^2$$

Скорость фильтрования через устанавливаемую в доме колонну U_k равна:

$$U_k = \frac{q_{hr,f}}{S_f}, \quad (15)$$

где $q_{hr,f}$ – максимальный часовой расход воды для фильтра, $\text{м}^3/\text{ч}$;

S_f – площадь сечения колонны с учетом толщины стенок и внутренней трубки, м^2 .

$$U_k = \frac{0,636}{0,06} = 10,6 \text{ м/ч}$$

Высота загрузки в колонне, м, равна:

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

$$h_f = \frac{W_k}{S_f}, \quad (16)$$

где W_k – объем катионита в фильтре, m^3 , согласно выбранному фильтру.

$$h_f = \frac{0,02}{0,05} = 0,4 \text{ м}$$

Время контакта загрузки с водой, ч, составляет:

$$t_f = \frac{h_f}{U_k} \quad (17)$$

$$t_f = \frac{0,4}{10,6} = 0,04 \text{ ч}$$

Для чистоты эксперимента необходимо сделать в экспериментальной колонке время контакта как у реальной колонны. Для этого рассчитываем площадь сечения колонки, принимаем объем загружаемого катионита, а также расход воды. В наличии имеются 3 колонки диаметрами 12 и 15 мм. Принимаем высоту загрузки для 15 мм колонки 8 см. Площадь сечения колонок рассчитывается аналогично реальной колонне.

Площадь сечения 1 колонки диаметром 12 мм находим по формуле (14):

$$S_1 = \frac{\pi \cdot 0,015^2}{4} = 0,000177 \text{ м}^2$$

Площадь сечения 2 и 3 колонки диаметром 15 мм находим по формуле (14):

$$S_2 = \frac{\pi \cdot 0,012^2}{4} = 0,000113 \text{ м}^2$$

Объем катионита в колонках равен:

$$W_{k1,2} = S_1 \cdot h_1, \quad (18)$$

где h_1 – высота загрузки 1 колонки, принимаемая произвольно

$$W_{k1,2} = 0,000177 \cdot 0,08 = 0,00001416 \text{ м}^3$$

Высота загрузки 2 и 3 колонки равна:

$$h_2 = \frac{W_{к1,2}}{S_2} \quad (19)$$

$$h_2 = \frac{0,00001416}{0,000113} = 0,125 \text{ м}$$

Таким образом, в 1 колонку загружается 8 см катионита FeroSoft В, во 2 колонку 12,5 см катионита Purolite С100Е, в 3 колонку 12,5 см катионита КУ-2-8.

Чтобы обеспечить требуемое время контакта, необходимо рассчитать скорость фильтрования, одинаковую для всех колонок. Скорость фильтрования через колонки равна:

$$q_{к1,2} = \frac{W_{к1,2}}{t_f} \quad (20)$$

$$q_{к1,2} = \frac{0,00001416}{0,04} = 0,000354 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$0,000354 \text{ м}^3/\text{ч} = 5,9 \text{ мл/мин}$$

После подсчета расхода воды и объема катионита в колонке можно приступить к проведению эксперимента.

В ходе эксперимента отбирается 10 проб отфильтрованной воды объемом по 100 мл, в каждой из которой определяется общая жесткость, кальциевая жесткость и минерализация. Время наполнения колбы до 100 мл составляет 17 минут. Полученные результаты сводятся в таблицу, изображенную на рисунке 24.

Результаты сводной таблицы в виде графиков представлены в приложении 4.

Вывод: по графикам можно констатировать, что минерализация фильтрованной воды через загрузки не отличается от исходной, зато жесткость фильтрованной воды спустя 170 минут фильтрования меньше всего у загрузки Purolite С100Е ($J_0=0,35$ мг-экв/л), далее идет КУ-2-8 ($J_0=0,9$ мг-экв/л) и больше всего у FeroSoft В ($J_0=1,5$ мг-экв/л.). Эксперимент удался, в качестве загрузки для умягчителя воды принимаем Purolite С100Е.

Время фильтрации, мин	Жесткость умягченной воды, мг-экв/л						Жесткость умягченной воды, мг/л							
	Общая жесткость			Кальциевая жесткость			Магниевая жесткость			Минерализация умягченной воды, мг/л				
	Purolite C100E	KY-2-8	FeroSoft B	Purolite C100E	KY-2-8	FeroSoft B	Purolite C100E	KY-2-8	FeroSoft B	Purolite C100E	KY-2-8	FeroSoft B		
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	725	704	720
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	730	712	731
51	0	0	0,025	0	0	0	0	0	0	0,025	0	712	725	705
68	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	708	714	716
85	0	0	0,075	0	0	0	0	0	0	0	0	726	706	724
102	0,05	0,025	0,1	0	0	0	0,05	0,025	0,1	0,025	0,1	724	740	720
119	0,15	0,1	0,2	0	0	0	0,15	0,1	0,175	0,1	0,175	713	719	735
136	0,2	0,15	0,35	0	0	0	0,2	0,15	0,3	0,15	0,3	715	721	710
153	0,225	0,25	0,65	0,025	0,025	0,1	0,2	0,225	0,55	0,2	0,225	723	707	725
170	0,35	0,9	1,5	0,075	0,05	0,15	0,275	0,85	1,35	0,275	0,85	709	720	724

Рисунок 24 – Сводная таблица результата эксперимента

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

ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР

Лист

67

3.4 Подбор установки ультрафиолетового обеззараживания воды

Подбор установки УФ обеззараживания будем осуществлять по максимальному часовому расходу q_{hr} , равному $0,739 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Такому расходу соответствует модель WiseWater ER-360, ниже приведены ее характеристики:

- присоединение 25 мм;
- максимальная производительность $1,36 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- габариты $552 \times 80 \times 105 \text{ мм}$;
- мощность 14 Вт.

Изображение данной установки обеззараживания приведено на рисунке 25.



Рисунок 25 – Установка УФ-обеззараживания WiseWater ER-360

3.5 Гидравлический расчет системы автополива

3.5.1 Расчет расхода на полив

На данном участке территория, требующая полива разделена на 6 независимых зон по месторасположению и типу орошения:

В зону А входит цветник площадью $29,6 \text{ м}^2$, расположенный возле гаража.

В зону Б входит зона кустарников, площадью $45,6 \text{ м}^2$.

В зону В входит территория с деревьями площадью 65 м^2 .

В зону Г входит газон возле беседки площадью $56,3 \text{ м}^2$.

В зону Д входит огород площадью $47,2 \text{ м}^2$.

В зону Е входят газон и клумба суммарной площадью $77,5 \text{ м}^2$.

Суммарная площадь территории полива равна $321,2 \text{ м}^2$.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Согласно СП 31.13330.2012, на полив одного м² необходимо 3-15 л воды. Принимаем расход на 1 м² 4 л/сут.

Согласно характеристикам производителя, в среднем расход 1 оросителя принимаем 3 л/ч. Полив осуществляется 2 раза в день – утром в 6:30 и вечером в 19:00 до того как датчики влажности почвы не просигнализируют об ее насыщении. Для рационального использования насоса утром поливаем зоны А, Б, В, вечером – Г, Д, Е. Средний расход спринклеров, согласно данным производителя, принимаем 4 л/ч.

Расход воды во время утреннего полива равен:

$$q_{A,B,V} = q_{cp} \cdot N_{A,B,V}, \quad (20)$$

где $q_{A,B,V}$ – расход воды при одновременном поливе зон А, Б и В.

q_{cp} – средний расход воды на 1 ороситель, 0,08 м³/ч.

N – количество оросителей в зонах А, Б и В, 35 шт.

$$q_{A,B,V} = 0,006 \cdot 35 = 0,21 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Аналогичный расчет проводим для зон Г, Д и Е.

$$q_{Г,Д,Е} = 0,006 \cdot 84 = 0,51 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{Г,Д,Е} = 0,51 \cdot \frac{1000}{60} = 8,4 \text{ л/мин}$$

У зон Г, Д и Е расход воды больше, поэтому выбираем их в качестве расчетных.

Следовательно, максимальный часовой расход для насоса равен 0,51 м³/ч.

Максимальный расход воды на орошение зон Г, Д и Е равен:

$$Q_{Г,Д,Е \text{ max}} = q_{уд} \cdot S_{Г,Д,Е}, \quad (21)$$

где $Q_{Г,Д,Е \text{ max}}$ – максимальный суточный расход воды на орошение зон Г, Д, Е, м³/ч;

$q_{Г,Д,Е \text{ уд}}$ – удельный расход на полив 1 м², равен 0,004 м³/сут;

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q_{Г,Д,Е \max} = 0,004 \cdot 181 = 0,724 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Максимальное время непрерывного орошения почвы в наиболее неблагоприятный период равно:

$$t_p = \frac{Q_{Г,Д,Е \max}}{q_{Г,Д,Е}} \quad (22)$$

$$t_p = \frac{0,724}{0,51} = 1,4 \text{ ч}$$

Максимальный расход воды на орошение всех зон равен:

$$Q_{\max} = q_{Г,Д,Е \text{ уд}} \cdot S_{Г,Д,Е}, \quad (23)$$

где Q_{\max} – максимальный суточный расход воды на орошение зон Г, Д, Е, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$q_{\text{уд}}$ – удельный расход на полив 1 м^2 , равен $0,004 \text{ м}^3/\text{сут}$;

$$Q_{Г,Д,Е \max} = 0,004 \cdot 321,2 = 1,285 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Для расхода $8,4 \text{ л/мин}$ производитель рекомендует применять трубы диаметром 20 мм . Диаметр подводящей трубы также равен 20 . Материал труб – полиэтилен низкого давления (ПНД).

3.5.2 Подбор оборудования для автополива

3.5.2.1 Подбор резервуара – накопителя для воды

Существует 2 варианта подключения системы автополива – напрямую к скважине или к накопителю для воды. Оптимальная температура для полива – $15-25 \text{ }^\circ\text{C}$, поэтому необходим подогрев воды. Самый рациональный вариант для этого – устройство накопительной емкости. Максимальный суточный расход

составляет 1,285 м³/сут, с учетом низкой теплопроводности полиэтилена принимаем емкость из ПНД объемом 3000 л.

Резервуар подключается к системе водоснабжения здания, уровень воды регулируется поплавковым механизмом.

3.5.2.2 Подбор насоса

Подбор насоса будет производиться из модельного ряда компании Акваробот. Главными требованиями являются стабильность давления в системе. К погружным насосам необходимо дополнительное оборудование, такое как управляющее реле с манометром и расширительный бачок для предотвращения гидроудара. Установка получится сложной и громоздкой. Наилучшим вариантом является самовсасывающий насос, представляющий единую конструкцию из насоса, манометра, управляющего реле и гидроаккумулятора.

Наиболее подходящей моделью является Акваробот Jet внешний вид которой представлен на рисунке X. Из-за небольшого расхода покупка дорогих брендов нецелесообразно, поэтому был выбран бюджетный вариант, но с защитой от сухого хода.

Характеристики:

- защита от сухого хода;
- мощность 0,6 кВт;
- напор 38 м;
- расход 3,6 м³/ч.



Рисунок 26 – Насос самовсасывающий Акваробот Jet.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

3.5.2.3 Подбор оросителей

Запроектированной системе имеется несколько видов оросителей компании Hunter: дождеватели, капельницы и системы корневого полива.

Подбор конкретных вариантов осуществляется в зависимости от интенсивности, типа и площади полива.

В качестве дождевателей выбраны Hunter PS Ultra PSU 02 с соплами PS Ultra 8A для клумб и PS Ultra 04 с соплами 12A для газонов. Для газонов выбор осуществлялся по требуемой площади с минимальным числом оросителей. Для цветочных клумб учитывался также минимальный размер капель, чтобы не повредить цветы.

В системе капельного полива выбраны капельницы Hunter PLD LOCK 2.0 для огорода и PLD LOCK 4.0 для кустарника. Цифры в конце – часовой расход воды в литрах.

Так как на участке присутствуют деревья, им требуется система корневого полива RWZS. Деревья уже взрослые, с поверхностной корневой системой, поэтому принимаем модель RWZS-36 с глубиной колодца 90 см.

3.5.3 Рекомендации по эксплуатации системы

Рекомендуется не нарушать требования производителя к условиям работы оборудования. С периодичностью не менее 2 раз в год осматривать оборудование насосной станции, сетчатые фильтры оросителей на наличие засоров.

В обязательном порядке требуется производить продувку системы компрессором, подключенным к водной розетке, от воды и ее консервацию перед зимним периодом. Также необходимо спустить всю воду с емкости, отключить от сети напряжения насос.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

4.1 Характеристика проектируемого сооружения

Рассмотрим монтаж трубопровода и арматура для автоматического полива на участке индивидуального жилого дома.

Грунт на площадке строительства представляет собой немерзлый почвенно-растительный слой и суглинок. Группа грунта – II.

Глубина промерзания грунта 1,8 м.

Собираются и монтируются трубопроводы, фитинги, накопительная емкость.

Избыток грунта используют на планировочные работы участка.

Подсчет трудозатрат производится согласно нормам ЕНиР.

4.2 Состав строительного-монтажных работ

При монтаже системы автополива должна соблюдаться следующая очередность:

1. Установка накопительной емкости для воды.
2. Разметка мест прокладки трубопроводов.
3. Разработка траншей вручную.
4. Разработка ям для корневого орошения.
5. Укладка полиэтиленовых труб.
6. Установка фасонных частей.
7. Испытание смонтированного трубопровода.
8. Установка водоразборной арматуры.
9. Электромонтажные работы.
10. Обратная засыпка грунта.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

4.3 Технология выполнения и подсчет объемов работ

4.3.1 Разметка мест прокладки трубопроводов

Перед началом земляных работ необходимо запроектировать и согласовать с заказчиком места установки дождевателей, капельниц и устройств RWZS. После согласования производится проектирование трубопровода с обеспечением минимальных затрат на материалы при сохранении требуемой пропускной способности. Разметка будет осуществляться с помощью деревянных кольшков.

Единицы измерения: 100 м трубопровода.

Объем работ: 1,59

4.3.2 Разработка траншей вручную

Разработка траншей для прокладки труб ведется с помощью штыковых и совковых лопат без применения механизированного труда вследствие малых объемов работ. Нормами предусмотрено рытье ям и траншей. Верхний слой природной почвы складывают в одну сторону и используют для обратной засыпки. После выкапывания траншеи производят зачистку боковых стенок и основания. Локальный поливочный трубопровод не требует большой ширины траншеи, поэтому ее размер принимается по ширине штыковой лопаты 25 см с ходом 5 см. Глубина заложения составляет 40 см.

Единицы измерения: м³ по обмеру в плотном состоянии.

Объем работ:

$$V_{\text{тр.}} = L \cdot b \cdot h, \quad (24)$$

где L – протяженность траншеи, м;

b – ширина траншеи, м;

h – глубина траншеи, м.

$$V_{\text{тр.}} = 159 \cdot 0,3 \cdot 0,4 = 19,08 \text{ м}^3$$

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.3.3 Разработка ям для корневого орошения.

Перед установкой оросителя корневой системы Hunter RWZS необходимо пробурить яму размерами 30x90 см, удобнее всего производить ямокопателем на бензиновом двигателе, так как это займет намного меньше времени. Всего необходимо выкопать 7 ям. Работы производятся ямокопателем на бензиновом двигателе модели МС-55.

Единицы измерения: 100 шт.

Объем работ: 0,07.

4.3.4 Укладка полиэтиленовых труб.

Укладка полиэтиленовых труб осуществляется вручную на основании выкопанной траншеи. Так как диаметр трубы не превышает 32 мм, а гибкость трубы достаточно высока, то укладка производится без фиксации на опорах. Также осуществляется выверка уложенного трубопровода.

Единицы измерения: 1 м трубы

Объем работ: 159.

4.3.5 Установка фасонных частей

Установка фасонных частей включает в себя установку отводов, тройников и крестовин из полиэтилена. Так как нормы рассчитаны на стальные фитинги, то в соответствии с рекомендациями принимаем поправочный коэффициент 0,8.

Единицы измерения: шт.

Объем работ:

Отводы, колена, патрубки и переходы: 20.

Тройники: 28.

Крестовины: 5.

4.3.6 Испытание установленного трубопровода

Испытание полиэтиленового трубопровода производится гидравлическим способом и осуществляется в два этапа. Первый - предварительное испытание на прочность и герметичность выполняется после засыпки 'пазух с подбивкой грунта на половину вертикального диаметра и присыпкой труб в соответствии с требованиями СП 45.13330.2017 "Земляные сооружения, основания,

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

фундаменты" с оставленными открытыми для осмотра стыковыми соединениями, но до закрытия каналов и установки сальниковых компенсаторов, секционирующих задвижек, гидрантов, вантузов, предохранительных клапанов. Второй - приемочное (окончательное) испытание на прочность и герметичность выполняется после полной засыпки трубопровода и завершения строительно-монтажных работ, установки всего оборудования тепловых сетей (задвижек, компенсаторов и др.), предусмотренного проектом засыпки траншеи, но до установки гидрантов, вантузов, предохранительных клапанов, вместо которых на время испытания устанавливаются фланцевые заглушки. Согласно рекомендациям, расчет трудоемкости проводим по нормам для стальных трубопроводов.

Единицы измерения: 1 м трубопровода.

Объем работ: 159.

4.3.7 Установка водоразборной арматуры

В данный пункт входит установка дождевателей, оросителей корневой системы, подключаемых к системе водоснабжения с помощью обжимного соединения из полиэтилена.

Единицы измерения: шт.

Объем работ: 36.

4.3.8 Электромонтажные работы

Учитывая, что ЭВМ блока управления, электромагнитные клапана, метеодатчики и датчики влажности работают от электричества, к блоку управления, размещенном внутри технического помещения подводят электричество. От блока сквозь стену протягивается связка кабелей ПВС сечением 1,5 мм, размещенных в гофрированной трубе для земляных работ и уложенных вдоль траншей, а также подключенных к коробке ЭМ-клапанов. Объем работ для кабелей датчиков влажности считается отдельно.

Единицы измерения: 100 м.

Объем работ: 0,86.

Единицы измерения: шт.

Объем работ: 1.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.3.9 Обратная засыпка грунтом траншей, пазух ям

Нормы предусматривают засыпку траншей, пазух котлованов и ям ранее выброшенным грунтом, расположенным от бровки в пределах одной перекидки. Засыпка производится слоями с разбивкой комьев грунта. Толщина слоя зависит от необходимой (заданной) степени уплотнения грунта, которое достигается трамбованием его. Для лучшего уплотнения грунт поливают водой. Грунт немерзлый, группа грунта II.

Единицы измерения: м³ в засыпке.

Объем работ: 18,5. Объемы работ сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Ведомость объемов работ

№ п/п	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	1,59
2	Разработка траншей вручную	1 м ³	19,08
3	Разработка ям	100 шт.	0,07
4	Укладка полиэтиленовых труб	1 м	159
№ п/п	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ
5	Установка отводов, колен, патрубков и переходов	1 шт.	20
6	Установка тройников	1 шт.	28
7	Установка крестовин	1 шт.	5
8	Испытание смонтированного трубопровода	1 м	159
9	Установка водоразборной арматуры	1 шт.	36
10	Электромонтажные работы	100 м	0,86
		1 щиток	1
11	Обратная засыпка ям и траншей	1 м ³	18,5

4.4 Определение трудоемкостей работ

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

$$T = \frac{k_{\text{уср}} \cdot k_{\text{попр}} \cdot H_{\text{вр}} \cdot V}{C}, \quad (25)$$

где $k_{\text{уср}}$ – коэффициент, отражающий увеличение трудоёмкости в зимний период (принимается $k_{\text{уср}}$, т.к. время строительства – летнее время);

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

$N_{\text{вр}}$ – норма времени – затрата труда на единицу продукции, чел-ч, по ЕНиР, в зависимости от вида работ;

C – продолжительность смены .

Калькуляция трудозатрат приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Калькуляция затрат труда

№ п/п	Наименование работ	Обоснование	Единица измерения	Объем работ	Норма времени, чел-ч	Трудоёмкость, чел-см
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	§Е9-1-1	100 м	1,59	1,3	0,26
2	Разработка траншей вручную	§Е2-1-47	1 м ³	19,08	1,3	3,22
№ п/п	Наименование работ	Обоснование	Единица измерения	Объем работ	Норма времени, чел-ч	Трудоёмкость, чел-см
3	Разработка ям ямокопателем	§Е18-6	100 шт.	0,07	15	0,13
4	Укладка полиэтиленовых труб	§Е9-2-7	1 м	159	0,01	0,2
5	Установка отводов, колен, патрубков и переходов	§Е9-2-14	1 шт.	20	0,06	0,15
6	Установка тройников	§Е9-2-14	1 шт.	28	0,08	0,28
7	Установка крестовин	§Е9-2-14	1 шт.	5	0,1	0,06
8	Испытание смонтированного трубопровода	§Е9-2-9	1 м	159	0,1	1,98
9	Установка водоразборной арматуры	§Е-26-6	1 шт.	36	0,42	1,89
10	Электромонтажные работы	§Е23-4-4	100 м	0,86	3,8	0,40
		§Е23-6-14	1 щиток	1	3,3	0,41

Продолжение таблицы 6

№ п/п	Наименование работ	Обоснование	Единица измерения	Объем работ	Норма времени, чел-ч	Трудоемкость, чел-см
12	Обратная засыпка ям и траншей	§2-1-58	1 м ³	18,5	0,97	2,24

4.5 Календарный план

Составление календарного плана необходимо для нахождения оптимального варианта строительно-монтажных работ. На его основе определяется продолжительность строительства, потребность в ресурсах, последовательность и сроки выполнения работ.

Составляем календарный план на основе ранее посчитанных объемов работ, трудоемкостей и продолжительности строительства.

Нормативная продолжительность работ определяется по формуле:

$$P_{\text{норм}} = \frac{T_p}{n_{\text{см}} \cdot N_{\text{ч.см}}}, \quad (26)$$

где $n_{\text{см}}$ – число смен работы;

$N_{\text{ч.см}}$ – количество человек в смену, задействованных в данной работе.

Все данные для календарного плана вносим в таблицу 7.

Таблица 7 – Сводные данные для построения календарного плана

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Затраты труда, чел-см	Продолжительность, см	Число смен в день	Число рабочих
		ед. изм	кол-во				
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	1,59	0,26	0,26	1	1
2	Разработка траншей вручную	1 м ³	19,08	3,22	0,81	1	4
3	Разработка ям ямокопателем	100 шт.	0,07	0,13	0,13	1	1
4	Укладка полиэтиленовых труб	1 м	159	0,2	0,1	1	2

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

Продолжение таблицы 7

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Затраты труда, чел-см	Продолжительность, см	Число смен в день	Число рабочих
		ед. изм	кол-во				
5	Установка отводов, колен, патрубков и переходов	1 шт.	20	0,15	0,08	1	2
6	Установка тройников	1 шт.	28	0,28	0,14	1	2
7	Установка крестовин	1 шт.	5	0,06	0,03	1	2
8	Испытание смонтированного трубопровода	1 м	159	1,98	1,98	1	2
9	Установка водоразборной арматуры	1 шт.	36	1,89	0,95	1	2
10	Электромонтажные работы	100 м	0,86	0,40	0,40	1	2
		1 щиток	1	0,41	0,41	1	2
11	Обратная засыпка ям и траншей	1 м ³	18,5	2,24	0,75	1	3

Календарный план представлен в приложении 6.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данного дипломного проекта было рассчитать и запроектировать систему водоснабжения индивидуального жилого дома, включающую сооружения водоподготовки, внутренние водопроводные сети и систему автополива участка.

В конечном итоге заказчик получит:

- внутренний водопровод, рассчитанный на максимальный расход потребляемой воды;
- чистую питьевую воду, соответствующую требованиям СанПин 2.1.4.1074-01;
- систему автополива всех зеленых насаждений на данном участке, ручной труд для этих целей больше не потребуется.

Устанавливаемое оборудование в основном изготовлено известными и проверенными производителями, экономия на материалах исключительно обоснованная, не влияющая на качество и срок службы систем.

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения, 2001.
2. В. В. Авдин, М. Ю. Белканова и Л. Н. Корнякова, Химия воды: Учебное пособие, Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010, р. 120 с..
3. М. Г. Журба, Ж. М. Говорова и Л. И. Соколов, Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: в 3 т. Т. 2. Очистка и кондиционирование природных вод. -изд. 3-е, перераб.и доп.: Учеб. пособие., Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010, р. 552.
4. «СТРУЯ - Напорные установки для очистки подземных и поверхностных природных вод,» Группа Компаний "Экохолдинг", [В Интернете]. Available: http://www.ecoholding.ru/doc/buclet_str.pdf.
5. «СНиП 2.04.02-84*, Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/Госстрой России -М:ГУП ЦПП.2001 - 128 с.».
6. Г. Н. Мокринская и Л. Н. Милова, «Сантехника. Отопление. Кондиционирование.,» *Журнал*, pp. 37-41, Апрель 2011.
7. Н. И. Куликов, А. Я. Найманов, Н. Г. Наноскина, И. Н. Рождов, С. Б. Никиша, Е. Н. Куликова, Л. Н. Приходько и Д. Н. Куликов, Водоснабжение. Учебное пособие для инженеров-проектировщиков и студентов специальности, Новосибирск: ООО «Центр содействия развитию научных исследований», 2016.
8. Б. Н. Фрог и А. П. Левченко, Водоподготовка : Учебное пособие для вузов., Москва: Издательство МГУ, 1996.
9. "Экодар", Группа компаний, Готовые решения для очистки воды системами Wise Water, Москва, 2018.
10. А. Я. Шарипов, Е. В. Чирикова, Т. И. Садовская, А. А. Варламов и И. В. Горюнов, СП 30.13330.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85* (с Поправкой), Москва, 2016.

11. СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий, Москва, 1997.
12. СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий, Москва, 2013.
13. Л. Л. Любимова, А. С. Заворин и А. А. Макеев, Технология подготовки воды для контуров котлов, парогенераторов, реакторов и систем их обеспечения, Томь: Издательство Томского политехнического университета, 2009.
14. П. А. Савин, П. В. Стрельников, П. А. Веялко и Н. Л. Корзун, «К вопросу выбора автономного водоотведения индивидуальных систем очистки сточных вод,» Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость, № 1, pp. 106-120, 2013.
15. ГОСТ 21.205-93 СПДС. Условные обозначения элементов санитарно-технических систем; Госстрой России, 1994.
16. ГОСТ 2.304-81 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Шрифты чертежные (с Изменениями N 1, 2); Государственный комитет СССР по стандартам, 1982.
17. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения; Стройводоканалпроект, ПромстройНИИпроект, Госстрой СССР, Москва, 1985.
18. СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты, 2017.
19. ГОСТ 21.302-2013 Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям, 2015.
20. С. Беликов, Водоподготовка: Справочник для профессионалов. М.:Аква-Терм, 2007 – 240с..
21. ГОСТ 3262-75 Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия / Министерство черной металлургии СССР. -М. 1977.
22. ГОСТ 9941-81. Трубы бесшовные холодно- и теплодеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия / Министерство черной металлургии СССР. -М., 1983..
23. ГОСТ 32415-2013 Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические

условия / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001..

24. ГОСТ 617-2006 Трубы медные и латунные круглого сечения. Технические условия / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2008..

25. ГОСТ 18599-2001. Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001.

26. ГОСТ 32414-2013 Трубы и фасонные части из полипропилена для систем внутренней канализации. Технические условия / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2013..

					ЮУрГУ-08.03.01.2018.305-04.225 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84