

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

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

_____ (И.О.Ф.)

_____ 20__ г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Д.В. Ульрих

_____ 20__ г.

Проект системы водоснабжения п. Северный

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–08.03.01.2020.305-04.083 ПЗ ВКР

Консультанты:

Техн. строит. пр-ва

А.И. Стуков

_____ 2020 г.

Руководитель проекта

ст. преп.

К.И. Чучелов

_____ 2020 г.

Автор проекта

студент группы АС-421

А.В. Тюрина

_____ 2020 г.

Нормоконтролер

ст. преп.

К.И. Чучелов

_____ 2020 г.

Челябинск
2020

АННОТАЦИЯ

Тюрина А.В. Выпускная квалификационная работа «Проект системы водоснабжения п. Северный» – Челябинск: ЮУрГУ, Архитектурно-строительный институт, 2020. – 100 с.– 7 листов ф.А1 – библиограф. 20 назв.

В выпускной квалификационной работе разработана система водоснабжения поселка Северный, Кременкульского сельского поселения.

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

					ЮУрГУ-08.03.01.2020.305-04.083 ПЗ ВКР			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
Зав. каф.	Ульрих Д.В				Пояснительная записка к ВКР	Стадия	Лист	Листов
Руковод.	Чучелов К.И					ВКР	6	99
Разраб.	Тюрина А.В					ЮУрГУ (НИУ)		
Проверил	Чучелов К.И							
Н. контр	Чучелов К.И.							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	10
1.1 Проектирование наружных сетей водоснабжения	10
1.2 Водоснабжение малоэтажные поселков	12
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА	14
2.1 Географические характеристика	15
2.1.1 Климат	15
2.1.2 Рельеф.....	16
2.1.4 Гидрогеологические условия	17
2.1.5 Инженерно-геологическое районирование	18
2.2 Инженерная подготовка территории	19
2.2.1 Существующая сеть	19
2.2.2 Проектируемая сеть	21
2.3 Характеристика проектируемых зданий и сооружений.....	23
2.3.1 Территория.....	23
2.3.2 Население.....	24
3. РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ.....	25
3.1 Расчетные расходы воды.....	25
3.1.1 Определение расходов на хозяйственно-питьевые нужды.....	26
3.1.2 Определение расходов на школьные и дошкольные учреждения	28
3.1.3 Определение расхода в АБК	30
3.1.4 Определение расходов в многофункциональных комплексах	30
3.1.5 Определение расходов воды на противопожарные нужды	31

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		7

3.1.6	Расход воды на поливку улиц и зеленых насаждений	32
3.1.7	Общий расчетный расход воды в городе в сутки наибольшего водопотребления	32
3.2	Режим работы насосной станции II подъема	34
3.3	Определение емкости водонапорной башни.....	35
3.4	Определение ёмкости резервуаров чистой воды.....	37
3.5	Подготовка сети к гидравлическому расчету. Трассировка.....	38
3.5.1	Расчетные режимы работы сети	39
3.5.2	Составление расчетных схем	40
3.5.3	Расчетные расходы в сети	40
3.5.4	Расчетные расходы на расчетных участках сети.....	43
3.6	Гидравлический расчет сети на случай максимального водозабора.....	46
4.	ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ СЕТЕЙ	51
4.1	Материал трубопровода	51
4.2	Водопроводные колодцы.....	59
4.3	Водопроводная арматура.....	61
4.4	Фланцевое соединение	67
5.	ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ.....	69
5.1	Технология прокладки трубопровода в траншее.....	69
5.2	Определение объемов работ	72
5.3	Технологические схемы производства работ.....	78
5.4	Определение трудоемкость работ	83
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	86
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	87

ВВЕДЕНИЕ

В разделах определены расходы питьевой воды, разработаны схемы водоснабжения. Произведен расчет основных сооружений и магистральных сетей, а также определены главные мероприятия по развитию систем водоснабжения населенного пункта.

Система водоснабжения представляет собой комплекс сооружений для обеспечения определенной группы потребителей водой в требуемых количествах и требуемого качества. Кроме того, система водоснабжения должна обладать определенной степенью надежности, т.е. обеспечивать снабжение потребителей водой без недопустимого снижения установленных показателей своей работы в отношении количества или качества подаваемой воды.

После того как будет определен необходимый объем водопотребления объекта и будут собраны сведения о возможных для использования природных источниках, может быть выбран источник и намечена схема водоснабжения.

Система водоснабжения должна обеспечивать получение воды из природных источников, ее очистку, если это вызывается требованиями потребителей, и подачу к местам потребления.

При проектировании использовались данные следующих проектов:

1. «Схема территориального планирования Сосновского муниципального района (Корректировка)», разработанная ПК «ГПИ Челябинскгражданпроект» в 2011 г.;
2. «Кременкульское сельское поселение. Генеральный план», выполненный ООО «Предприятие Проект Плюс» в 2010 г.

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		9

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Проблема обеспечения качественной водой в сельских поселениях является достаточно распространенной. Гарантированное обеспечение каждого человека чистой питьевой водой – является одним из главных направлений социального развития страны, поскольку определяет благополучие жителей.

По официальным данным на 2016 год в России в сельской местности 4,1 млн. чел. не обеспечены водой надлежащего качества.

Ситуация с обеспечением питьевой водой различна для районов и групп населения, в Челябинской области 102 тыс. чел (3% от населения области) испытывают нехватку воды, отвечающей СанПиН.

В городах с централизованной системой водоснабжения, природная вода из подземного и (или) поверхностного источника проходит стадии очистки на станциях водоподготовки, где качество постоянно контролируется технологами. Все же большая часть населения потребляет воду из колодцев и скважин, качество которой не контролируется.

1.1 Проектирование наружных сетей водоснабжения

Система водоснабжения – это комплекс инженерных сооружений для приема, очистки, хранения и подачи воды потребителю, включает:

- источник водоснабжения;
- насосные станции;
- очистные сооружения;
- водонапорные баки и резервуары;
- сеть трубопроводов.

Схема водоснабжения – последовательное расположение этих сооружений от источника до потребителя, взаимное расположение их относительно друг друга.

В зависимости от местных условий некоторые из этих сооружений могут отсутствовать. В случае, когда объект получает подготовленную воду от магистральной сети – отсутствуют водозаборные и очистные станции; при обеспечении небольшого населенного пункта водой из подземных источников, с качеством воды, соответствующей нормам – очистная станция.

По назначению различают системы водоснабжения:

- хозяйственно-питьевые;
- производственные;
- противопожарные.

Требования к системам, подающим воду на хозяйственно-питьевые нужды:

- обеспечение водой необходимого качества, количества и напора;
- надежность системы.

Перечисленные систем (по назначению) могут быть как самостоятельными, так и объединенными. Объединяют системы в том случае, если требования, предъявляемые к качеству воды одинаковые или это выгодно экономически.

По надежности или по степени обеспеченности подачи воды централизованные системы водоснабжения делятся на три категории (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация централизованной системы по степени надежности в зависимости от численности населения

Численность населения, тыс. чел	Категория надежности	Допустимое снижение расхода, %	Длительности снижения расхода, сут	Допустимый перерыв в подаче воды
>50	I	До 30	До 3	До 10 мин
5-50	II		До 10	До 6 ч
<5	III		До 15	До 24 ч

По характеру используемых природных источников системы водоснабжения можно разделить на системы, получающие воду из:

- поверхностных источников (водоемов и водотоков);
- подземных источников (артезианские, грунтовые воды);
- смешанные (различные типы источников).

Системы водоснабжения (водопроводы), используемые одновременно для хозяйственно-питьевого водоснабжения и для тушения пожаров, или специальный противопожарный водопровод могут быть низкого или высокого давления.

В населенных пунктах с числом жителей более 5 тысяч человек противопожарный водопровод должен быть низкого давления.

Противопожарное водоснабжение поселков с числом жителей до 5 тысяч человек допускается также из естественных или искусственных водоемов, или резервуаров с забором воды из них пожарными автонасосами или мотопомпами. В этом случае требуемое число водоемов или резервуаров определяют исходя из того, что радиус их действия не должен превышать при тушении пожара: автонасосами - 200 м, мотопомпами - 100-150 м. Объем каждого резервуара должен быть рассчитан на расход воды, необходимый для тушения пожара в течение 3 часов. Пополняют противопожарные резервуары из хозяйственно-питьевого водопровода. Выбор системы противопожарного водоснабжения обосновывают технико-экономическими расчетами.

Для поселков с числом жителей до 50 человек при застройке одно-двухэтажными зданиями, а также для отдельно стоящих производственных зданий I и II степени огнестойкости объемом до 1000 м³ противопожарное водоснабжение можно не предусматривать.

1.2 Водоснабжение малоэтажные поселков

Отличительными особенностями сельского водоснабжения является:

1. Неравномерность размещения по территории водопотребителей, что вынуждает подавать воду на большие расстояния;
2. Сравнительно небольшие объемы суточного водопотребления;
3. Довольно высокая неравномерность водопотребления как в течении суток, так и в течении года.

						ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата			12

Сельскохозяйственное водоснабжение в основном является объединенной системой водоснабжения, когда она удовлетворяет хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды.

Согласно существующей практике проектирования и строительства систем водоснабжения, для проектируемого поселка принята система объединенного хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода низкого давления.

Учитывая характеристику водопотребителей, в поселке принята вторая категория надежности подачи воды системой водоснабжения.

Согласно планировке города, водонапорная башня располагается на одной из высоких точек территории города.

Сельское водоснабжение может осуществляться из поверхностных источников или артезианских скважин.

Скважина используется в случае, если вода из поверхностного источника неудовлетворительного качества и экономически выгоднее пробурить скважину, чем строить очистные сооружения.

Водоснабжение поселка производится со станции II подъема с резервуаром чистой воды. РЧВ предназначены для бесперебойной подачи воды в часы максимального водопотребления, а также для режима пожаротушения.

Подземные воды Челябинской области характеризуются содержанием радиоактивных изотопов, в частности радоновых.

Радон — это радиоактивный газ природного происхождения. Он не имеет запаха, цвета или вкуса. Радон образуется в процессе природного радиоактивного распада урана, который обнаруживается во всех видах горных пород и почве. Радон присутствует в подземных водах Кременкульского сельского поселения (см. п. 2.1.4). Такую воду использовать, без соответствующей очистки, опасно для здоровья.

										Лист
										13
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР					

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Поселок Северный расположен в центральной части Кременкульского сельского поселения Сосновского муниципального района Челябинской области. Расстояние от жилой застройки областного центра – г. Челябинска 5 км, от административного центра сельского поселения с. Кременкуль – 4,5 км. Рядом с поселком проходит магистральный газопровод «Бухара-Урал».

Поселок Северный входит в состав Кременкульского сельского поселения, в составе которого, помимо него, еще 10 сельских населенных пунктов: с. Кременкуль, дер. Альмеева, с. Большие Харлуши, дер. Костыли, дер. Малиновка, дер. Малышево, дер. Мамаева, дер. Осиновка, поселки Садовый и Западный.

Локация поселка «Северный» на карте Сосновского муниципального района представлена на рисунке 1.

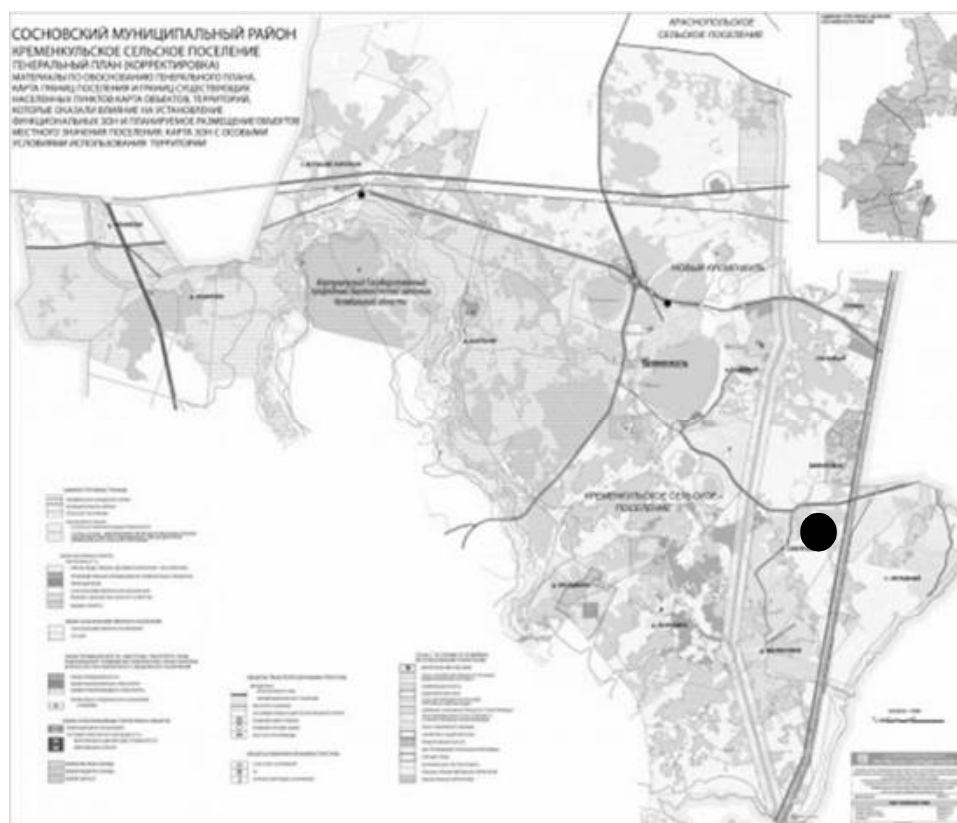


Рисунок 1 – Кременкульское сельское поселение в Сосновском муниципальном районе

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата

2.1 Географические характеристика

2.1.1 Климат

Климат резко континентальный со значительными колебаниями сезонных месячных и суточных температур, с холодной продолжительной зимой и коротким жарким летом. Зимой континентальный воздух сильно охлаждается под снегом. Средняя температура января -15,4 °С. Лето длится более 4-х месяцев с начала мая до середины сентября. Средняя температура июля +23,8 °С.

Лето характерно солнечной теплой, нередко жаркой сухой погодой, которая чередуется с короткими дождливыми периодами. Возможны бездождевые периоды, нередко длительные, когда наступает засуха и отмечаются суховеи.

Весна начинается в конце марта и заканчивается в середине мая, при этом на фоне общего потепления наблюдаются возвраты холодов, обусловленные влиянием арктических циклонов, последние заморозки могут наблюдаться в конце мая. Продолжительность безморозного периода – 125 дней.

Осенний период начинается в середине сентября, характеризуется понижениями температуры, первыми заморозками. Осадки в осенний период имеют обложной характер и малую интенсивность.

Первое появление снежного покрова приходится на начало октября. Устойчивый снежный покров образуется в первой декаде ноября, разрушается – во второй декаде апреля. Высота снежного покрова достигает 0,46 м.

Территория относится к зоне достаточного увлажнения. Среднее многолетнее количество осадков составляет 436 мм, из них 30 % приходится на зимний период.

Максимум осадков наблюдается в июле, минимум – в феврале. Ветровой режим характеризуется преобладанием северо-западных ветров в летний период и юго-западных ветров в зимний период. Летом ветры неустойчивы по направлению. Среднегодовая скорость ветра 4,6 м/с.

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		15

Максимальная глубина промерзания почвы, согласно [8], для района Челябинска составляет 190 см.

2.1.2 Рельеф

Техногенные образования представлены смесью глины и почвы, а также щебнем, являющимся наполнителем и покрытием автомобильных дорог.

Почвенный слой представлен суглинками черного цвета с корнями травянистой растительности. Почва имеет повсеместное распространение. Мощность ее колеблется в пределах от 0,2 до 0,7 м. Аллювиальные отложения представлены глинами. Глины буровато-серого, светло-серого (иногда и коричневого) цвета, местами с тонкими прослоями мелкозернистого песка имеют повсеместное распространение. Мощность глин изменяется от 0,5 до 2,5 м. В акватории озера глины иловатые. Отложения палеогена представлены глинами прослоенным линзами песком.

Глины от бурых до светло-серых имеют повсеместное распространение и залегают под четвертичными отложениями.

В прослоях и линзах пески по зерновому составу относятся к пылеватым, мелким и гравелистым. Мощность линз песков изменяется от 0,7 до 2,9 м. Образования мезозоя и кайнозоя представлены дресвянистыми буровато-серыми суглинками и дресвой. Встречены они на глубинах от 0,3 до 5,1 м. Вскрытая мощность суглинков изменяется от 0,9 до 3,3 м, мощность дресвы составила 1,1 м.

Образования палеозоя представлены сильно выветрелыми и сильнотрещиноватыми гранитами буровато-серого цвета. Вскрыты граниты на глубине 4 м. Озёрно-болотные отложения отмечаются в береговых частях озёр, понижениях в рельефе, где они представлены илами, глинами, торфом, сапропелем, мощностью 0,5-4,0 м.

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		16

1.1.3 Гидрография

Озера на территории поселения расположены на Восточно-Уральской равнине, занимающей переходное положение от Уральских гор к Западно-Сибирской низменности.

Водосборы озер сложены морскими палеогеновыми и неогеновыми отложениями, которые состоят из континентальных песчано-глинистых осадков. Повсеместно распространены выщелоченные черноземы. Леса на водосборе расположены небольшими участками, встречаются заболоченные массивы.

Озера поселения принадлежат к группе котловинные. Котловинные озера отличаются округлой формой, незначительной глубиной, пологими, часто заболоченными берегами. Дно озерной котловины блюдцеобразной формы с постепенным понижением к середине. Озер бессточные. Наиболее значительные озера – Большой Кременкуль, Малый Кременкуль, Мысово и Барышево.

1.1.4 Гидрогеологические условия

Подземные воды приурочены практически ко всем стратиграфо-литологическим комплексам пород осадочного, метаморфического и вулканогенного генезиса, начиная от палеозоя, кончая четвертичными отложениями. Глубина залегания изменяется от 0,3 до 3,3 м. Воды безнапорные. Питание их происходит за счет атмосферных осадков.

По химическому составу воды, в основном, гидрокарбонатные со смешанным составом катионов.

Подземные воды Кременкульского сельского поселения, где находятся поселок Северный, характеризуются высоким содержанием радионуклидов.

Радионуклиды – группы атомов, ядра которых нестабильны и испытывают радиоактивный распад.

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		17

Результаты лабораторных исследований проб, взятых на территории Сосновского сельского поселения, в том числе проектируемого в данной проекте поселка, показали следующие превышения:

- по суммарной альфа активности – в 85 раз;
- по содержанию радона-222 – в 12-13 раз;
- по содержанию полония-210, тория-230, радия-228, урана-238 (в отдельно взятых пробах).

С 2002 года постановлением главного санитарного врача Челябинской области использование подземных вод в этом районе запрещено.

В таблице 2 приведены результаты лабораторного исследования подземных вод близкорасположенных населенных мест, а также самого проектируемого поселка.

Таблица 2 – Результаты лабораторного исследования

Населенный пункт	Среднее значение (максимальное значение), Бк/л			
	Суммарная альфа-активность	Суммарная бета-активность	Радон-222	Радий-228
п. Кременкуль (Новый Кременкуль)	7,2 (9,5)	0,87 (6,4)	668 (5003)	0,1 (0,21)
д. Малиновка	0,99 (1,76)	0,3 (0,99)	374 (626)	0,08 (0,13)
п. Западный	0,58 (1,55)	0,24 (0,53)	169 (368)	0,043 (0,06)
п. Северный	0,12	0,14	630	-
ПДК	0,1	1	60	

1.1.5 Инженерно-геологическое районирование

В инженерно-геологическом отношении территория изучена слабо.

Инженерно-геологические условия рассматриваемой территории определяются геоморфологическими особенностями, литологическим составом пород, слагающих территорию, гидрогеологическими условиями и физико-геологическими процессами.

Территория поселка расположена на предгорной равнине восточного склона Урала, представляющей собой пенеценизированную холмисто-увалистую равнину. В геологическом строении принимают участие осадочные

метаморфические и интрузивные породы палеозоя, перекрытые с поверхности четвертичными элювиально-делювиальными осадками мощностью, редко превышающей 10 метров. Элювиальные дресвяные суглинки способны в значительной степени снижать свои прочностные свойства под влиянием агентов физического выветривания и являются сильноразмокаемыми и размываемыми, в силу чего в бортах незакрепленных откосов подвержены оплыванию и обрушению.

Грунтовые воды залегают на глубине более 4,0 м от поверхности земли, однако в понижениях рельефа на отдельных участках отмечается высокое стояние уровня грунтовых вод (менее 2,0 м).

По показателю рН грунтовые воды обладают слабой степенью агрессивности к бетону марки W4 по проницаемости и средней степенью агрессивности по отношению к металлическим конструкциям.

Основанием фундаментов сооружений будут служить элювиально-делювиальные суглинки, супеси, щебень, дресва и различные коренные породы – граниты, гранодиориты, известняки и др.

Указанные выше грунты основания обладают высокой несущей способностью, вполне достаточной для любого вида гражданского строительства. Физико-геологические явления в районе выражены в виде заболачивания. Болота небольшие, мощность торфа, как правило, не более 1,0-2,0 м. Освоение заболоченных территорий влечет за собой комплекс мероприятий по инженерной подготовке (осушение, понижение уровня грунтовых вод и прочее).

2.2 Инженерная подготовка территории

2.2.1 Существующая сеть

В настоящее время источником водоснабжения поселка Северный являются подземные воды.

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		19

Водоснабжение организовано от артезианской скважины, расположенной на ул. Садовая. Скважина введена в эксплуатацию в 1954 г. Глубина скважины – 54м. Скважина оборудована погружным насосом ЭЦВ-6. Вода от скважины поступает в водонапорную башню и далее в водопроводную сеть. Очистка и обеззараживание воды не производится.

Протяженность поселковой водопроводной сети составляет – 3000 м. Диаметр водопровода – 159-63 мм. Материал труб – сталь, полиэтилен. На сети установлены водоразборные колонки. Водопроводные сети тупиковые.

Водопроводная сеть представляет собой совокупность трубопроводов, по которым вода транспортируется потребителям. Основное назначение водопроводной сети – подавать потребителям воду в требуемом количестве, необходимого качества и с необходимым напором. Обычно водопроводная система наряду с подачей воды для хозяйственных нужд обеспечивает ещё и нужды пожаротушения. Проектируют водопроводную сеть с учётом совместной работы насосных станций, водонапорной башни и других элементов системы водоснабжения.

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

Трассировку водопроводной сети начинают с выбора места под водонапорную башню. От водонапорной башни, как правило, вдоль длинной стороны населённого пункта прокладывается магистральный трубопровод, который предназначен в основном для транспортирования воды по территории населённого пункта. От магистрального трубопровода по кварталам прокладываются тупиковые ответвления, по которым вода поступает к водопотребителям через водоразборные колонки.

										Лист
										20
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР					

При трассировании тупиковой водопроводной сети на плане населённого пункта необходимо стремиться к охвату всех водопотребителей и обеспечению бесперебойности и надёжности подачи воды при возможно наименьшей её стоимости.

Зоны санитарной охраны водозаборной скважины не организованы, ограждение I пояса ЗСО отсутствует.

Жители застройки, не обеспеченной централизованным водоснабжением, используют индивидуальные скважины и колодцы, расположенные на приусадебных участках.

2.2.2 Проектируемая сеть

Проектом предусматривается подача воды населению пос. Северный по следующей схеме: вода от магистральных водопроводов Кременкульского группового водопровода поступает на площадку поселковых водопроводных сооружений – в резервуары чистой воды, откуда насосной станцией II подъема подается в водопроводную сеть.

Проектируется централизованная система с кольцевой схемой подачи воды потребителю.

Кольцевую сеть применяют в населённых пунктах близких по очертанию к квадрату или прямоугольнику. В этих сетях трубопроводы образуют один или несколько замкнутых контуров – колец. Благодаря кольцеванию каждый участок получает питание от двух или нескольких линий, что значительно повышает надёжность работы сети и создаёт ряд других преимуществ. Кольцевые сети обеспечивают бесперебойную подачу воды даже при авариях на отдельных участках: при выключении аварийного участка подача воды к другим линиям сети не прекращается. Они меньше подвержены авариям, т.к. в них не возникает сильных гидравлических ударов. При быстром закрытии какого-либо трубопровода поступающая к нему вода устремляется в другие линии сети и

действие гидравлического удара уменьшается. Вода в сети не замерзает, т.к. даже при небольшом водоразборе она циркулирует по всем линиям, неся с собой тепло. Кольцевые сети обычно несколько длиннее тупиковых, но устроены из труб меньшего диаметра. Стоимость кольцевых сетей немного выше тупиковых. Благодаря высокой надёжности они находят широкое применение в водоснабжении. Они полностью отвечают требованиям противопожарного водоснабжения.

Хозяйственно-питьевой водопровод совмещен с противопожарным, таким образом одним поселковым трубопроводом обеспечивается потребность в воде всех групп потребителей: хозяйственно-питьевые нужды жилых и общественных зданий, полив территории и зеленых насаждений, а также тушение пожаров.

В соответствии с [16] для источников водоснабжения, водопроводных сооружений и водоводов должны организовываться зоны санитарной охраны для обеспечения их санитарно-эпидемиологической безопасности.

Границы I пояса зоны санитарной охраны водопроводных сооружений совпадают с ограждением площадки сооружений и устанавливаются на расстоянии не менее 30 метров от резервуаров чистой воды и не менее 15 м от стен насосной станции.

Ширина санитарно-защитной полосы водоводов, проходящих по не застроенной территории – не менее 10 м в сухих грунтах, не менее 50 м – в мокрых грунтах; по застроенной территории – по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы ширину санитарно-защитной полосы допускается уменьшать. В пределах этой полосы должны отсутствовать источники загрязнения почв и подземных вод.

2.3 Характеристика проектируемых зданий и сооружений

2.3.1 Территория

Площадь пос. Северный в существующих границах составляет 66,4 га, в том числе застроенная территория – 41,1 га, не застроенная – 25,3 га. Состав земель, в границах населенного пункта: территории жилых зон – 27,2 га (41 %), общественно-деловых (в т. ч. здравоохранения) – 0,4 га (1 %), производственной – 3,5 га (5 %), рекреационной (поселковый лес и водный фонд) – 3,5 га (5 %), территории инженерных и транспортных инфраструктур (улично-дорожная сеть) – 10,0 га (15 %) и земли сельскохозяйственного использования (в т. ч. естественного природного ландшафта) – 21,8 га (33 %).

К моменту разработки генерального плана жилого застройки частично сформировалась за пределами установленных административных границ на площади 0,8 га. Внутри границ населенного пункта зарегистрированы отводы земельных участков под индивидуальное жилищное строительство общей площадью 8,4 га. За границами поселка установлены отводы земельных участков, находящихся в собственности (пользовании) физических и юридических лиц (третьи лица), которые также пригодны для организации жилищного строительства, общей площадью 5,4 га.

На сегодняшний день в непосредственной близости к поселку расположены 2 участка площадью 65,9 и 87,8 га, находящихся в управлении и распоряжении Челябинской области, которые решением Правительственной комиссии по развитию жилищного строительства при Правительстве Российской Федерации предоставлены для целей жилищного строительства. Настоящим Генеральным планом предусмотрено включение всех вышеуказанных земельных участков в проектные границы пос. Северный.

Анализ современного использования территории поселка и его окрестностей свидетельствует о наличии значительных площадей природного ландшафта,

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		23

благоприятных для жилищно-гражданского строительства – это зоны естественного ландшафта и земли сельскохозяйственного назначения.

2.3.2 Население

По данным Администрации Кременкульского сельского поселения, численность населения пос. Северный на 01.01.2013 г. составляет 502 человека. На расчетный срок, исходя из возможного территориального роста поселка и ожидаемого притока жителей из г. Челябинска, прогнозируется увеличение численности до 8,7 тыс. чел., в том числе на I очередь – 4,9 тыс. чел., с учетом реализации положений Федерального Закона № 121 от 28.04.2011 г. «О бесплатном предоставлении земельных участков в собственность граждан для индивидуального жилищного строительства или ведения личного подсобного хозяйства с возведением жилого дома на приусадебном земельном участке на территории Челябинской области». Ожидаемый приток жителей из г. Челябинска на расчетный срок обусловлен сформировавшимся, за последние годы, устойчивым спросом на усадебные и коттеджные индивидуальные жилые дома, вызванным желанием жить по принципу – «работа в мегаполисе, а жизнь в пригородной зоне».

Дополнительными привлекательными факторами, влияющими на повышенный спрос, являются экологический комфорт территории, транспортная доступность к городу и рабочим местам.

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		24

3. РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Одной из основных задач водоснабжения является обеспечение населения водой, отвечающей определенным санитарно-гигиеническим требованиям. Рост водопотребления привел во всем мире к ее количественному и качественному дефициту. Поэтому при решении задач водоснабжения требуется комплексный подход, предусматривающий учет интересов различных групп потребителей воды, рациональное ее использование с учетом экологических аспектов. Одной из главных задач для России является обеспечение населения чистой и безопасной водой. Решить эту задачу необходимо, прежде всего, для сохранения здоровья, а также повышения уровня жизни населения.

Расчетное количество воды, потребляемое населённым пунктом, складывается из следующих расходов:

- на хозяйственно-питьевые нужды населения, в том числе неучтенные расходы;
- на нужды торговых центров, библиотек, магазинов, школьных, дошкольных учреждениях и других общественных мест;
- на полив зелёных насаждений в населенном пункте.

Промышленные и сельскохозяйственные предприятия в данном населенном пункте отсутствуют.

3.1 Расчетные расходы воды

Проектируются усадебные участки и здания социального назначения с централизованной системой водоснабжения и обеспечением горячей водой с помощью местных водонагревателей.

Нормы хозяйственно-питьевого водоснабжения приняты в зависимости от степени благоустройства жилой застройки в соответствии с таблицей 1 [1].

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		25

В соответствии с заданной степенью благоустройства жилых зданий удельное среднесуточное (за год) водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения для застройка зданиями с местными водонагревателями – 230 л/чел в сутки.

Коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели принят равным 1,2 [1].

Согласно [1, табл. 1, прим. 2], удельное водопотребление включает расходы воды на хозяйственно-питьевые и бытовые нужды в общественных зданиях.

Количество воды на нужды промышленности, обеспечивающей население продуктами, и неучтенные расходы приняты дополнительно в размере 10 % суммарного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды.

Централизованная поливка из водопровода предполагается для зеленых насаждений общего пользования, цветников, газонов, улиц, проездов. Расходы воды на поливку приняты в пересчете на 1 жителя в размере 50 л/сут на 1 чел. [1, табл. 3, прим. 1].

3.1.1 Определение расходов на хозяйственно-питьевые нужды

При проектировании системы водоснабжения нормы расхода воды различными потребителями определяются согласно таблице 1 [1]. Удельное водопотребление на 1 жителя, с учетом развития системы, составляет 230 л/сутки.

Расчетное население поселка – 4000 человек на 120 тыс.м² жилой застройки.

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

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

где N – расчетное население, чел;

q – удельное водопотребление, л · чел/сут.

$$Q_{\text{ср.сут}} = \frac{230 \cdot 4\,000}{1000} = 920 \text{ м}^3/\text{сутки}$$

Максимальный расход воды в сутки наибольшего водопотребления:

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

где $k_{\text{сут.макс}}$ – коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий уклад жизни населения, степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели, принимать равным от 1,1 до 1,3; принимаем 1,2.

$$Q_{\text{сут.макс}} = 1,2 \cdot 920 = 1\,104 \text{ м}^3/\text{сутки}$$

Неучтенные расходы принимаются минимальными до 10% от суммарного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды населенного пункта, принимаем 5%:

$$Q_{\text{неучт}} = 1\,104 \cdot 0,05 = 55,2 \text{ м}^3/\text{сутки}$$

Расчетный суточный расход, с учетом «неучтенных» расходов:

$$Q_{\text{расч.сут}} = 1\,104 + 55,2 = 1159,2 \approx 1160 \text{ м}^3/\text{сутки}$$

Расчетный часовой расход воды:

$$q_{\text{час.макс}} = \frac{k_{\text{час.макс}} \cdot Q_{\text{расч.сут}}}{24}, \quad (3)$$

где $k_{\text{час.макс}}$ – коэффициент часовой неравномерности водопотребления:

$$k_{\text{час.макс}} = \alpha_{\text{max}} \cdot \beta_{\text{max}}, \quad (4)$$

где α_{max} – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий и другие местные условия, принимается от 1,2 до 1,4, принимаем 1,3;

β_{max} – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимаемый по [1, табл. 2] в зависимости от численности жителей, для 4000 человек $\beta_{\text{max}} = 1,5$.

$$k_{\text{час.макс}} = 1,3 \cdot 1,5 = 1,8$$

$$q_{\text{час.макс}} = \frac{1,8 \cdot 1160}{24} = 87 \text{ м}^3/\text{час}$$

3.1.2 Определение расходов на школьные и дошкольные учреждения

1. Общеобразовательная школа

Согласно [3, прил.7], в поселках-новостройках необходимо принимать не менее 180 мест в общеобразовательных школах на 1 тыс. чел, таким образом на 4000 жителей проектируемого поселка полагается не менее 720 мест. Запроектирована 1 школа на 720 учащихся.

Исходя из [4, прил.1] норматив штатных единиц персонала, на данное количество обучающихся, составляет 89 человек.

Расчетное количество человек в школе составляет:

$$N_{\text{шк}} = 720 + 89 = 809 \text{ чел}$$

Норма расхода воды в сутки наибольшего водопотребления (в том числе ГВС) в общеобразовательных школах с душевыми при гимнастических залах и столовыми, работающими на полуфабрикатах, согласно [3, прил. А, таблица А.3] составляет 20 л/сут на 1 учащегося и преподавателя.

Расчетный суточный расход с общеобразовательной школы:

$$Q_{\text{шк}} = \frac{809 \cdot 20}{1000} = 16,19 \text{ м}^3/\text{сут}$$

2. Детские дошкольные учреждения

Согласно [3, прил.7] в поселках-новостройках, при отсутствии данных по демографии, необходимо принимать не менее 180 мест в детских садах на 1 тыс. чел, таким образом на 4000 жителей проектируемого поселка полагается не менее 720 мест. Запроектированы детские сады на 200, 220 и 280 детей.

Исходя из [6] определяем численность персонала, занятого обслуживанием дошкольных учреждений.

Итого расчетное количество персонала по детским садам:

$$N_{\text{д.с 200}} = 68 \text{ чел}$$

$$N_{\text{д.с 220}} = 73 \text{ чел}$$

$$N_{\text{д.с 280}} = 90 \text{ чел}$$

Численности групп в дошкольном учреждении общего назначения: в возрасте до одного года - 10 детей; в возрасте от одного года до трех лет - 15 детей; в возрасте свыше трех лет - 20 детей, т.о среднее количество детей в группе 15 чел. Получаем количество групп в д/с на 200, 220 и 280 мест – 14, 15 и 19 групп соответственно.

Норма расхода воды в сутки наибольшего водопотребления (в том числе ГВС) в детских ясли-садах с дневным пребыванием детей, со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами, согласно [3, приложение А] составляет 120 л/сут на 1 ребенка.

$$Q_{\text{д.с 200}}^{\text{дети}} = \frac{200 \cdot 120}{1000} = 24 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{\text{д.с 220}}^{\text{дети}} = \frac{220 \cdot 120}{1000} = 26,4 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{\text{д.с 280}}^{\text{дети}} = \frac{280 \cdot 120}{1000} = 33,6 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Норму водоснабжения для персонала детского сада принимаем такую же, как для административных зданий – 15 л/сутки на 1 человека:

$$Q_{\text{д.с 200}}^{\text{перс.}} = \frac{68 \cdot 15}{1000} = 1,02 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{\text{д.с 220}}^{\text{перс.}} = \frac{73 \cdot 15}{1000} = 1,095 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{\text{д.с 280}}^{\text{перс.}} = \frac{90 \cdot 15}{1000} = 1,35 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Итого расход с каждого детского сада:

$$Q_{\text{д.с 200}} = 24 + 1,02 = 25,02 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{\text{д.с 220}} = 26,4 + 1,095 = 27,5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{\text{д.с 280}} = 33,6 + 1,24 = 34,84 \text{ м}^3/\text{сут}$$

3.1.3 Определение расхода в АБК

Административно-бытовой комплекс, в состав которого входят офисные помещения, пункт охраны и администрация поселка, на 50 сотрудников:

$$Q_{\text{АБК}} = \frac{50 \cdot 15}{1000} = 0,75 \text{ м}^3/\text{сут}$$

3.1.4 Определение расходов в многофункциональных комплексах

МФК 1 – основным водопотребителем является кафе на 40 посетителей.

Определяем количество блюд:

$$U = 2,2nmT\varphi, \quad (5)$$

где n – количество посадочных мест;

m – количество посадок, принимаем для кафе 2;

T – время работы предприятия общественного питания, 12 часов;

φ – коэффициент неравномерно посадок на протяжении рабочего дня, для кафе – 0,45,

$$U = 2,2 \cdot 40 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 0,45 = 950,4 \approx 950 \text{ блюд}$$

$$Q_{\text{МФК 1}} = \frac{950 \cdot 12}{1000} = 11,4 \text{ м}^3/\text{сут}$$

МФК 2 включает следующих водопотребителей: прод. и пром. магазин на 20 работников, кафе на 60 посетителей и спортзал с душевыми кабинами на 25 посетителей.

Количество блюд в кафе:

$$U = 2,2 \cdot 60 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 0,45 = 1426 \text{ блюд}$$

Расход воды в кафе:

$$Q_{\text{кафе 60}} = \frac{1426 \cdot 12}{1000} = 17,1 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход воды в продовольственном магазине:

$$Q_{\text{прод.}} = \frac{20 \cdot 30}{1000} = 0,6 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход воды в магазине прод. товаров:

$$Q_{\text{пром.}} = \frac{20 \cdot 20}{1000} = 0,4 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход воды в спортзале:

$$Q_{\text{спорт}} = \frac{25 \cdot 100}{1000} = 2,5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Общий расход в МФК 2:

$$Q_{\text{МФК 2}} = 17,1 + 0,6 + 0,4 + 2,5 = 20,6 \text{ м}^3/\text{сут}$$

МФК 3 имеет те же помещения, что и МФК 2:

$$Q_{\text{МФК 3}} = Q_{\text{МФК 2}} = 20,6 \text{ м}^3/\text{сут}$$

3.1.5 Определение расходов воды на противопожарные нужды

Расчетное количество пожаров в соответствии с требованиями «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» № 123-ФЗ (табл. 7) принимается равным одному, согласно таблице 1 [7]. Расход воды на внутреннее пожаротушение принимается 2,5 л/с (1 струя).

Наружное пожаротушение предусматривается осуществлять от пожарных гидрантов, располагаемых на кольцевых сетях водопровода в соответствии с требованиями [9].

Расход определяется в зависимости от числа жителей и характера застройки по [9]: расчетное число пожаров – 1; расход воды на 1 пожар жилого здания – 15 л/с; продолжительность тушения пожара – 3 часа.

Общий расход воды на пожаротушение в городе:

$$Q_{\text{пож}} = 15 + 2,5 = 17,5 \text{ л/с}$$

3.1.6 Расход воды на поливку улиц и зеленых насаждений

При отсутствии данных о площадях по видам благоустройства (зеленые насаждения, проезды и т.п.) удельное среднесуточное за поливочный сезон потребление воды на поливку в расчете на одного жителя следует принимать 50-90 л/сут в зависимости от климатических условий, мощности источника водоснабжения, степени благоустройства населенных пунктов и других местных условий.

Поливка принимается дворниками в течение 6 часов (по 3 часа утром и вечером). При распределении поливочных расходов по часам суток следует стремиться к тому, чтобы часы поливки не совпадали с часами максимального хозяйственно-питьевого расхода.

Принимаем 60 литров на человека в сутки и на ручную поливку 20% от общего расхода:

$$Q_{\text{руч.полив}} = \frac{4000 \cdot 60}{1000} \cdot 20\% = 48 \text{ м}^3/\text{сут}$$

3.1.7 Общий расчетный расход воды в городе в сутки наибольшего водопотребления

Общий расход воды в городе – это сумма всех необходимых расходов, кроме расхода на пожаротушение, т.к. этот объем должен храниться в водонапорном баке или в специальных резервуарах.

Таблица 3 – Суммарное водопотребление города

Потребители	Суточный расход, м ³
Хозяйственно-питьевые нужды	1160
Школьные и дошкольные учреждения	25,02+27,5+34,84+16,19 = 103,55
Многофункциональные комплексы	0,75+11,4+20,6+20,6 = 53,35
Полив зеленых насаждений	48
Итого:	1 364,9

Таблица 4 – Распределение по часам суток

Часы суток	Хозяйственно-питьевые расходы города		ДОУ м ³	СОШ м ³	АБК м ³	МФК		Поливка м ³	Суммарные расходы городов	
	%	м ³				1 м ³	2+3 м ³		м ³	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 ... 1	0,9	10,44							10,44	0,76
1 ... 2	0,9	10,44							10,44	0,76
2 ... 3	0,9	10,44							10,44	0,76
3 ... 4	1	11,60							11,60	0,85
4 ... 5	2,35	27,26							27,26	2,00
5 ... 6	3,85	44,66						8,00	52,66	3,86
6 ... 7	5,2	60,32						8,00	68,32	5,01
7 ... 8	6,2	71,92						8,00	79,92	5,86
8 ... 9	5,5	63,80	8,736	2,02		0,95			75,51	5,53
9 ... 10	4,85	56,26	8,736	2,02	0,094	0,95			68,06	4,99
10 ... 11	5	58,00	8,736	2,02	0,094	0,95	3,43		73,24	5,37
11 ... 12	6,5	75,40	8,736	2,02	0,094	0,95	3,43		90,64	6,64
12 ... 13	7,5	87,00	8,736	2,02	0,094	0,95	3,43		102,24	7,49
13 ... 14	6,7	77,72	8,736	2,02	0,094	0,95	3,43		92,96	6,81
14 ... 15	5,35	62,06	8,736	2,02	0,094	0,95	3,43		77,30	5,66
15 ... 16	4,65	53,94	8,736	2,02	0,094	0,95	3,43		69,18	5,07
16 ... 17	4,5	52,20	8,736		0,094	0,95	3,43		65,41	4,79
17 ... 18	5,5	63,80	8,736			0,95	3,43		76,92	5,64
18 ... 19	6,3	73,08				0,95	3,43		77,46	5,68
19 ... 20	5,35	62,06				0,95	3,43		66,44	4,87
20 ... 21	5	58,00					3,43	8,00	69,43	5,09
21 ... 22	3	34,80					3,43	8,00	46,23	3,39
22 ... 23	2	23,20						8,00	31,20	2,29
23 ... 24	1	11,60							11,60	0,85
	100	1160	87,36	16,19	0,75	11,4	41,2	48	1364,9	100

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

Расход воды по часам суток на хозяйственно-питьевые нужды населения поселка принят по коэффициенте часовой неравномерности 1,8.

Час наибольшего водопотребления приходится на промежуток времени между 12 и 13 часами дня (7,49% от суточного расхода города).

3.2 Режим работы насосной станции II подъема

Режим работы насосной станции II подъёма обычно принимается ступенчатым за счёт изменения количества работающих насосов. График работы насосной станции должен по возможности приближаться к графику водопотребления: в этом случае объём бака водонапорной башни будет наименьшим. Однако по условиям эксплуатации насосных станций число ступеней должно быть не больше трех. Обычно число ступеней насосных агрегатов принимается равным 2. При этом регулирующая ёмкость бака водонапорной башни должна быть от 2,5 до 6% от суточного расхода города. В данном случае принято 2 ступени работы насосной станции 2-го подъёма: в ночное время, с 22 до 5 часов, производительность насосов будет составлять 1,25 %, а с 6 до 21 часов – 5,625 % от общего расхода воды (рисунок 2).

Общая подача воды насосами в сеть:

$$1,25 \% \cdot 8 + 5,625 \% \cdot 16 = 100\%$$

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		34

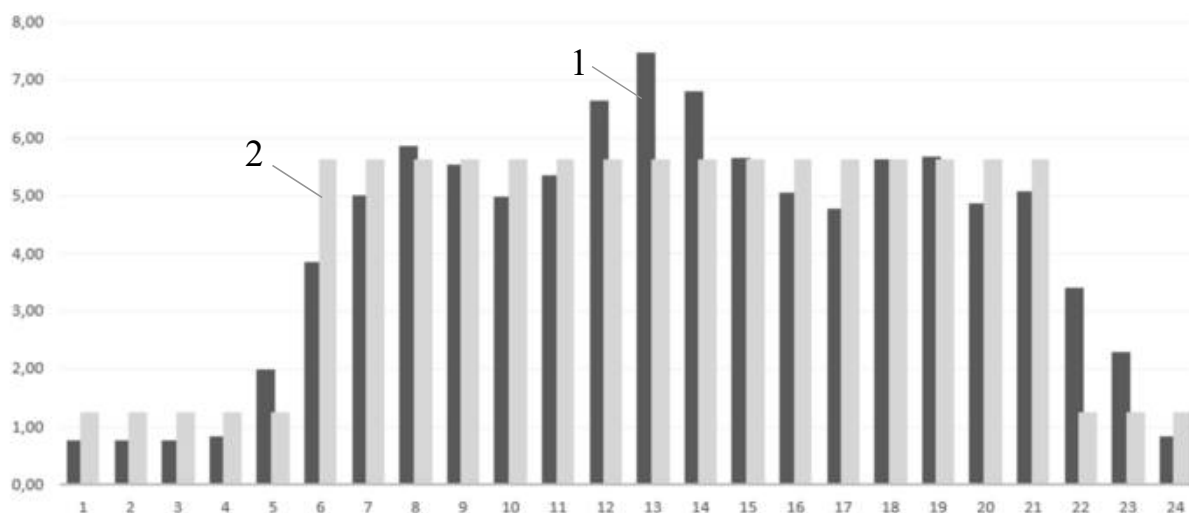


Рисунок 2 – График работы насосной станции II подъема
 1. Расход воды городом, %; 2. Режим работы насосной станции, %.

3.3 Определение емкости водонапорной башни

Объем бака водонапорной башни находят по формуле:

$$V_6 = V_p + V_{п}, \quad (6)$$

где V_p – регулирующая емкость, m^3 ;

$V_{п}$ – противопожарный запас воды, m^3 .

Регулирующая емкость бака водонапорной башни (в процентах от суточного расхода) определяют путем совмещения графиков водопотребления и работы насосной станции. Из таблицы видно, что максимальный остаток воды в баке (или регулирующая емкость) составляет 4,65 % от суточного расхода воды, тогда регулирующая емкость бака:

$$V_p = \frac{4,65 \times 1364,9}{100} = 63,47 \text{ м}^3$$

Таблица 5 – Определение регулирующей емкости водонапорной башни

Часы суток	Расход воды городом	Подача воды насосами	Поступление и расход воды из бака	Остаток воды в баке
1	2	3	4	5
0 ... 1	0,76	1,25	0,49	0,89
1 ... 2	0,76	1,25	0,49	1,37
2 ... 3	0,76	1,25	0,49	1,86
3 ... 4	0,85	1,25	0,40	2,26
4 ... 5	2,00	1,25	-0,75	1,51
5 ... 6	3,86	5,625	1,77	3,28
6 ... 7	5,01	5,625	0,62	3,89
7 ... 8	5,86	5,625	-0,23	3,66
8 ... 9	5,53	5,625	0,09	3,76
9 ... 10	4,99	5,625	0,64	4,40
10 ... 11	5,37	5,625	0,26	4,65
11 ... 12	6,64	5,625	-1,02	3,64
12 ... 13	7,49	5,625	-1,87	1,77
13 ... 14	6,81	5,625	-1,19	0,59
14 ... 15	5,66	5,625	-0,04	0,55
15 ... 16	5,07	5,625	0,56	1,11
16 ... 17	4,79	5,625	0,83	1,94
17 ... 18	5,64	5,625	-0,01	1,93
18 ... 19	5,68	5,625	-0,05	1,88
19 ... 20	4,87	5,625	0,76	2,64
20 ... 21	5,09	5,625	0,54	3,17
21 ... 22	3,39	1,25	-2,14	1,04
22 ... 23	2,29	1,25	-1,04	0,00
23 ... 24	0,85	1,25	0,40	0,40
Всего	100,00	100,00	0,00	

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

$$V_{п} = \frac{(15 + 2,5) \times 60 \times 10}{1000} = 10,5 \text{ м}^3$$

Общий объем бака водонапорной башни:

$$V_{б} = 63,47 + 10,5 = 73,97 \text{ м}^3$$

Схема водонапорной башни состоит из бака – резервуара запаса воды и поддерживающей конструкции – ствола.

3.4 Определение ёмкости резервуаров чистой воды

Общий объем резервуаров у насосной станции II подъема определяется по формуле:

$$W_{рчв} = W_{рег} + W_{н.з} + W_{ст} \quad (7)$$

Регулирующая емкость резервуаров $W_{рег}$ определяется (в процентах от суточного расхода воды) путем совмещения графиков работы насосной станции I подъема и насосной станции II подъема. В данном примере $W_{рег}$ – это площадь графика между линиями поступления воды со стороны очистных сооружений в количестве около 4,17 % от суточного расхода и откачки ее из резервуара насосной станцией II подъема (5,625 % от суточного расхода) в течение 16 часов (от 6 до 21 часов). Переводя эту площадь из процентов в m^3 получаем следующий график (рисунок 3):

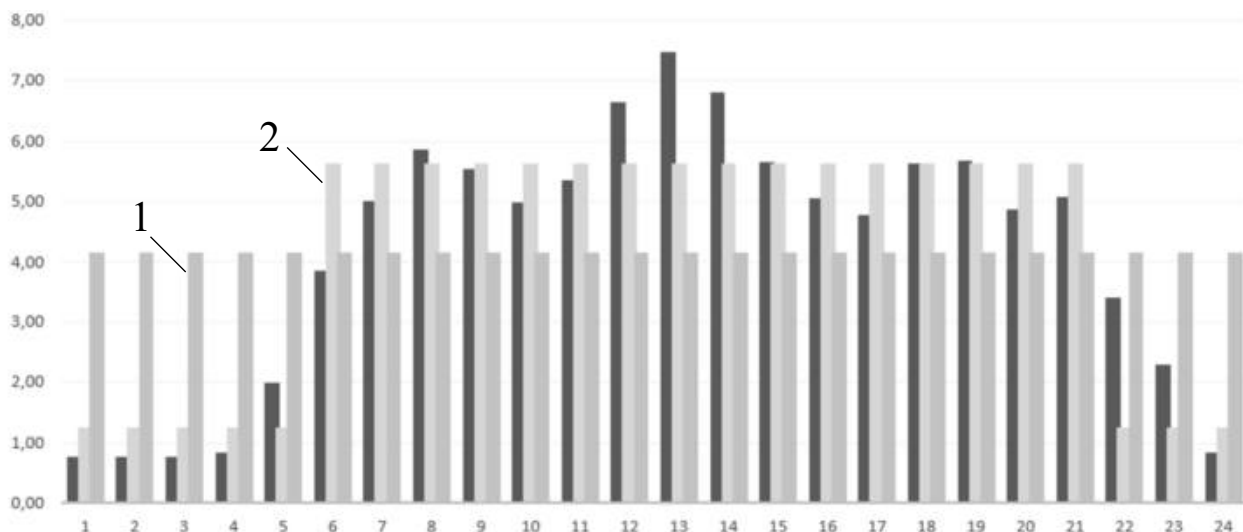


Рисунок 3 – Совмещенный график работы насосной станции I и II подъема

1. Подача воды НС I подъема, %; 2. Подача воды НС II подъема, %.

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата
-----	------	--------	---------	------

$$W_{\text{рег}} = \frac{(5,625 - 4,17) \times 16 \times 1364,9}{100} = 317,75 \text{ м}^3$$

Неприкосновенный противопожарный запас воды:

$$Q_{\text{пож}} = 3,6 \times 15 = 54 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Q_{\text{сут. макс}} = \frac{1364,9}{24} = 56,87 \text{ м}^3$$

В данном примере это суммарный расход воды городом с 11 до 14 часов:

$$\Sigma_{\text{q ч. макс}} = 285,83 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{н.з}} = 3 \times (54 - 56,87) + 285,83 = 294,44 \text{ м}^3$$

Объем воды на собственные нужды очистной станции $W_{\text{ст}}$ рассчитывается на две промывки одного фильтра или на три промывки при одновременной промывке двух фильтров. Величину $W_{\text{ст}}$ определяют после расчета водоочистной станции с учетом типа и площади фильтров, а также интенсивности их промывки. Ориентировочно ее можно принимать равной $W_{\text{ст}} = (0,01 \dots 0,015)$ от $Q_{\text{сут. макс}}$. Станцию водоочистки в данном проекте не предусматривается.

Общий объем резервуаров составит:

$$W_{\text{рез}} = 317,75 + 294,44 = 612,19 \text{ м}^3$$

Расчет водонапорной башни, насосной станции и резервуара чистой воды находятся за границей проектирования, расчет не производится.

3.5 Подготовка сети к гидравлическому расчету. Трассировка

Из условия надежности водопроводная сеть крупных населенных пунктов проектируется кольцевой. Кольцевая водопроводная сеть состоит из магистральных и распределительных линий. Магистральные сети служат для транспортировки воды к наиболее удаленным потребителям, а распределительные – для подачи воды к отдельным потребителям.

Трассировка водопроводной сети производится из условия бесперебойного снабжения потребителей водой в требуемых количествах:

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		38

а.) Магистральная сеть должна охватывать всю территорию населенного пункта и должна иметь как можно меньшую протяженность;

б.) Магистральные линии должны прокладываться кратчайшим путем к наиболее крупным водопотребителям;

в.) Магистральные линии должны быть взаимозаменяемы по гидравлической нагрузке при авариях;

г.) Направление магистральных линий должно совпадать с направлением основных потоков воды;

д.) Прокладка магистральных линий предусматривается, по возможности, по наиболее возвышенным местам, вдоль проездов, параллельно линиям застройки;

е.) Количество магистральных линий должно быть не менее двух;

ж.) Расстояние между параллельными магистральными линиями должно быть в пределах 400–600 м (максимум до 800 м);

з.) Длина участков магистральных линий принимается 500–600 м (до 1200 м).

На водопроводной сети с большой неравномерностью водопотребления предусматривается водонапорная башня (ВБ). Месторасположение ВБ на сети зависит от рельефа территории города и выбирается там, где высота его будет наименьшей. Это, обычно, достигается устройством ВБ на возвышенных местах. Точнее местоположение ВБ определяется сравнением геометрического уклона земной поверхности с потерями напора в сети, которые при предварительных расчетах можно принять – 3...4 м на 1 км трубопровода. Для надежности водонапорная башня и крупные, отдельно стоящие потребители воды, подключаются к сети водоводами не менее чем в две нитки.

3.5.1 Расчетные режимы работы сети

Водопроводная сеть рассчитывается из условия наиболее напряженных режимов ее работы. При расположении башни в конце сети города, расчет сети производится на три основных режима ее работы:

									Лист
									39
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР				

- 1) Режим максимального водозабора;
- 2) Режим максимального транзита воды в водонапорную башню;
- 3) Режим пожаротушения в час максимального водозабора.

3.5.2 Составление расчетных схем

Расчетные схемы составляются одновременно для 3 случаев работы водопроводной сети. На схемы нанесены точки питания сети (рисунок 4):

- 1) Места примыкания водоводов:
 - т.1 – присоединение к сети от РЧВ;
 - т.6 – присоединение водонапорной башни;
- 2) Места расположения и точки присоединения крупных потребителей воды:
 - т.4 – МФК №1;
 - т.3 – детский сад на 200 мест, АБК и МФК №3;
 - т.5 – детский сад на 220 мест;
 - т.8 – детский сад на 280 мест, МФК №2 и общеобразовательная школа.

Сеть разбита на расчетные участки, границами которых являются узлы сети и точки присоединения крупных потребителей воды.

На участках без ответвлений расчетные точки устанавливаются на расстоянии не более 1...1,5 км, такие точки отсутствуют. Нумерация узлов начинается с точки питания сети от РЧВ. На данных схемах принято 8 расчетных точек и 10 расчетных участков. Пронумерованы и кольца водопроводной сети, образуемые магистралями и перемычками, их 3.

Общая протяженность водопроводной сети составляет 5,735 км.

3.5.3 Расчетные расходы в сети

В водопроводной сети имеется два типа расходов:

- 1) Сосредоточенные расходы в отдельных точках;

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		40

2) Равномерно-распределенные по длине магистральных линий.

Сосредоточенными являются расходы детских садов, школы и МФК. Эти расходы на расчетных схемах показаны стрелками и очерчены в виде прямоугольника. Остальная часть общего расхода воды города, предполагается равномерно-распределенной по длине линии сети.

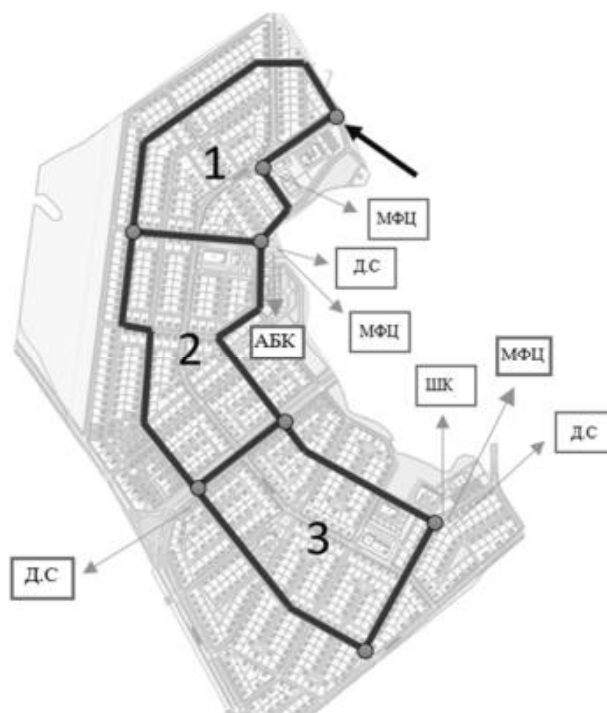


Рисунок 4 – Расчетная схема сети для гидравлического расчета с обозначением крупных потребителей

Для гидравлического расчета сети величины часовых расходов в расчетные периоды должны быть переведены в л/с.

Расчет на 3 режима:

1. Режим максимального водоразбора.

Режим максимального водозабора наблюдается в период с 12 до 13 часов.

Расчетные расходы в час максимального водозабора составляют:

Общий расход воды $102,24 \text{ м}^3/\text{ч}$, или $28,4 \text{ л/с}$, в том числе:

- а.) Равномерно-распределенный расход $87 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $24,17 \text{ л/с}$
- б.) Сосредоточенные расходы $15,24 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $4,23 \text{ л/с}$, из которых:
 - МФК 1 – $0,95 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $0,26 \text{ л/с}$;

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата
-----	------	--------	---------	------

- МФК 2 – 1,715 м³/ч или 0,48 л/с;
- МФК 3 – 1,715 м³/ч или 0,48 л/с;
- АБК – 0,094 м³/ч или 0,026 л/с;
- Детский сад на 200 мест – 2,5 м³/ч или 0,69 л/с;
- Детский сад на 220 мест – 2,75 м³/ч или 0,76 л/с;
- Детский сад на 280 мест – 3,48 м³/ч или 0,97 л/с;
- Общеобразовательная школа – 2,02 м³/ч или 0,56 л/с.

В час максимального водозабора насосная станция 2-го подъема подает в сеть 5,625 % от суточного расхода воды, т.е. 76,77 м³/ч, или 21,3 л/с; от водонапорной башни поступает 1,87 % суточного расхода, т.е. 25,53 м³/ч или 7,1 л/с. Общий расход воды, подаваемый в сеть в час максимального водоразбора, составляет 21,3 + 7,1 = 28,4 л/с.

Величины этих расходов наносятся на расчетную схему в точках питания в месте присоединения к сети водопроводов от насосной станции 2-го подъема (т.1) и башни (т.6) [см. приложение А].

2. Режим максимального транзита в водонапорную башню.

Режим максимального транзита, наблюдаемый в час наибольшего превышения подачи воды насосами над потребителем, приходится с 5 до 6 часов утра.

Расчетные расходы в час максимального транзита составляют:

Общий расход воды, потребляемый городом 52,66 м³/ч или 14,62 л/с, в том числе:

- а.) Равномерно-распределенный расход 44,66 м³/ч или 12,4 л/с;
- б.) Сосредоточенные расходы:
 - Полив зеленых сооружений и дорог – 8 м³/ч или 2,22 л/с.

В час максимального транзита насосная станция подает в сеть 5,625% от суточного расхода воды, что составляет 76,77 м³/ч, или 21,3 л/с. Водопотребление города в этот час равно 3,86 % от сточного расхода, т.е. 52,68 м³/ч или 14,63 л/с. Избыток воды в количестве 21,3 – 14,63 = 6,67 л/с поступает в бак водонапорной

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		42

башни транзитом через всю сеть. На расчетную схему этот расход наносится как сосредоточенный в точке подключения башни (т.6) [см. приложение В].

3. Режим пожаротушения в час максимального водоразбора.

Режим пожаротушения принимается в час максимального водоразбора. Расчетный расход на тушение наружных пожаров в городе, а также на внутреннее пожаротушение составляет 17,5 л/с. Учитывая, что от водонапорной башни вода может поступать в сеть только в течение 10 минут, до включения пожарных насосов, далее тушение пожаров будет осуществляться полностью от насосной станции 2-го подъема, подача воды в город при пожаре составляет $28,4 + 17,5 = 45,9$ л/с.

Пожары намечены в самых невыгодных в отношении напора точках сети (наиболее удаленных и возвышенных); Нанесены на расчетную схему [см. приложение Д].

3.5.4 Расчетные расходы на расчетных участках сети

Для определения расчетных расходов на каждом расчетном участке водопроводной сети равномерно-распределенные расходы заменяются на узловые. Удельный расход воды на 1 м длины сети определяется по формуле:

$$q_{уд} = \frac{Q_{равн.распр}}{\sum l}, \quad (8)$$

где $Q_{равн.распр}$ – равномерно-распределенный расход воды для каждого расчетного случая, л/с;

$\sum l$ – длина линий, отдающих воду, м.

Участки сети, проходящие по незастроенной территории, при определении удельных расходов не учитываются, в проекте такие участки отсутствуют.

1. При максимальном водозаборе:

$$q_{уд} = \frac{24,17}{5735} = 0,004 \text{ л/с} \cdot \text{м}$$

2. При максимальном транзите:

										Лист
										43
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата						

$$q_{уд} = \frac{12,4}{5735} = 0,002 \text{ л/с} \cdot \text{м}$$

3. При пожаре в час максимального водоразбора:

$$q_{уд} = \frac{24,17}{5735} = 0,004 \text{ л/с} \cdot \text{м}$$

По удельному расходу определяются путевые расходы, т.е. величина отдачи равномерно-распределенного расхода каждым расчетным участком.

Путевые расходы определяются по формуле:

$$q_{пут} = q_{уд} \cdot l_{уч} \quad (9)$$

Результаты определения узловых расходов приведены в таблицы:

$$q_{узл} = 0,5 \sum q_{пут} \quad (10)$$

Таблица 6 – Определение путевых расходов на расчетных участках

№ участка	Длина участка, м	Путевые расходы, л/с		
		при макс. водоразборе	при макс. транзите	при пожаре
1...2	1015	4,28	2,19	4,28
2...3	390	1,64	0,84	1,64
3...4	325	1,37	0,70	1,37
4...1	290	1,22	0,63	1,22
2...5	960	4,05	2,08	4,05
5...6	350	1,48	0,76	1,48
6...3	670	2,82	1,45	2,82
5...7	720	3,03	1,56	3,03
7...8	455	1,92	0,98	1,92
8...6	560	2,36	1,21	2,36
Итого:	5735	24,17	12,4	24,17

Здесь же указаны и общие расходы в узлах с учетом сосредоточенных расходов, в том числе расходов на пожар и транзит воды в водонапорную башню.

Точность определения узловых расходов проверяется соблюдением равенства:

$$\sum q_{пут} = \sum q_{узл} \quad (11)$$

Узловые расходы наносятся в соответствующих точках на расчетные схемы.

Затем намечаются возможные направления потоков воды по сети и определяются расходы воды на участках с соблюдением правила баланса расходов в узлах.

На расчетные схемы наносятся узловые, путевые расходы, длины участков, диаметры трубопроводов, направление движение воды в трубопроводе, места расположения водонапорной башни и насосной станции II подъема.

Схемы составлены для 3х режимов работы:

- 1) Максимальный водоразбор [см. приложение Б];
- 2) Максимальный транзит [см. приложение Г];
- 3) Пожар [см. приложение Е].

Таблица 7 – Узловые расходы при максимальном водоразборе

№ узловых точек	№ прилегающих участков	Расход, л/с			Потребитель сосредоточенных расходов
		узловой	сосред.	общий	
1	1...2, 1...4	2,75		2,75	
2	1...2, 2...3, 3...5	4,98		4,98	
3	2...3, 3...4, 3...6	2,92	1,20	4,11	МФК № 3; д/с на 200 мест; АБК
4	1...4, 3...4	1,30	0,26	1,56	МФК №1
5	2...5, 5...6, 5...7	4,28	0,76	5,04	д/с на 220 мест
6	5...6, 6...3, 8...6	3,33		3,33	
7	5...7, 7...8	2,48		2,48	
8	8...6, 7...8	2,14	2,01	4,15	Школа; МФК №2; д/с на 280 м
Итого:		24,17	4,23	28,4	

Таблица 8 – Узловые расходы при максимальном транзите

№ узловых точек	№ прилегающих участков	Расход, л/с			Потребитель сосредоточенных расходов
		узловой	сосред.	общий	
1	1...2, 1...4	1,41		1,41	
2	1...2, 2...3, 3...5	2,56		2,56	
3	2...3, 3...4, 3...6	1,50	0,74	2,24	полив
4	1...4, 3...4	0,66		0,66	
5	2...5, 5...6, 5...7	2,19		2,19	
6	5...6, 6...3, 8...6	1,71	0,74	2,45	полив
7	5...7, 7...8	1,27		1,27	
8	8...6, 7...8	1,10	0,74	1,84	полив
Итого:		12,4	2,2	14,6	

Таблица 9 – Удельные расходы при пожаре

№ узловых точек	№ прилегающих участков	Расход, л/с			Потребитель сосредоточенных расходов
		узловой	сосред.	общий	
1	1...2, 1...4	2,75		2,75	
2	1...2, 2...3, 3...5	4,98		4,98	
3	2...3, 3...4, 3...6	2,92	1,20	4,11	МФК № 3; д/с на 200 мест; АБК
4	1...4, 3...4	1,30	0,26	1,56	МФК №1
5	2...5, 5...6, 5...7	4,28	0,76	5,04	д/с на 220 мест
6	5...6, 6...3, 8...6	3,33		3,33	
7	5...7, 7...8	2,48	15,00	17,48	пожар
8	8...6, 7...8	2,14	4,51	6,65	школа; МФК №2; д/с на 280 м; пожар
Итого:		24,17	21,73	45,9	

При распределении потоков необходимо учитывать следующие условия:

а) При выключении одной линии кольцевой сети подачу воды по остальным допускается снижать на 30%

б) Направления движения воды по участкам одного кольца должны иметь разные знаки (по часовой "+", против часовой "-"). При этом желательно, чтобы кол-во участков с разными знаками, было одинаково.

в) По участкам одного кольца, имеющим большие длины, следует направлять меньший расход, а имеющим меньшие длин – больший. Расходы воды, определенные для всех расчетных режимов, и направления потоков наносятся на соответствующие расчетные схемы.

3.6 Гидравлический расчет сети на случай максимального водозабора

Гидравлический расчет сети на случай максимального водоразбора произведён по методу Лобачева-Кросса.

Расчетные расходы для данного режима работы сети приведены в приложении 7, начальное распределение потока приведена в приложении Б.

Потери напора определены по формуле:

$$h = Sq^2 \quad (12)$$

$$S = A \cdot K \cdot l, \quad (13)$$

где A – удельное сопротивление, для пластиковых труб принято по таблице 9 [13];

K – поправочный коэффициент, вводится при скоростях движения воды, отличающихся от $V=1$ м/с, численные значения его приняты по таблице 10 [13].

Увязка сети по методу Лобачева-Кросса достигается путем последовательного введения поправочного расхода в каждом кольце сети, вычисленного по формуле:

$$\Delta q = \mp \frac{\Delta h}{2 \sum S q}, \quad (14)$$

где Δq – поправочный расход, л/с;

Δh – невязка по напору в кольце, м;

S – сопротивление на каждом участке;

q – расчетные расходу на участках, входящих в рассматриваемое кольцо, л/с.

С помощью поправочных расходов производят перераспределение расходов по всем участкам колец сети. На перегруженных участках поправочный расход вычитается, на недогруженных – прибавляется.

Поправочный расход на смежных участках двух колец определяется как алгебраическая сумма поправочных расходов смежных колец. Сеть считается увязанной при достижении невязки по напору в каждом кольце не более 0,5 метра, а по общему контуру – не более 1,5 метра [14].

Положительные результаты были получены после второго исправления: невязки по напору в кольцах составили: 0,16; 0,29 и 0,17; по контуру 0,63.

Таблица 10 – Увязка кольцевой сети по методу В.Г. Лобачева, случай максимального водоразбора

№ кольца	№ участков	длина участков, м	q, л/с	d, мм	V, м/с	A	K	S	Sq	h	Δq, л/с
I	1...2	1015	6,00	110,00	0,63	0,0003239	1,11	0,365	2,190	-13,142	+ 0,406
	1...4	290	12,55	110	1,32	0,0003239	0,9396	0,088	1,108	-13,901	+ 0,406
	4...3	325	10,99	110	1,16	0,0003239	0,9684	0,102	1,121	12,322	- 0,406
	2...3	390	12,88	110	1,36	0,0003239	0,9328	0,118	1,518	19,546	- 0,406 - 0,067
			$\Delta q = 0,406$						$\sum Sq = 5,936$		$\sum h = 4,825$
II	2...3	390	12,88	110	1,46	0,0003239	0,9176	0,12	1,493	19,228	- 0,067 - 0,406
	2...5	960	13,90	110	1,36	0,0003239	0,9328	0,29	4,031	-56,008	+ 0,067
	5...6	350	4,20	75	0,75	0,00239	1,067	0,89	3,749	-15,745	- 0,067 + 0,316
	3...6	670	6,00	75	1,36	0,00239	0,9328	1,49	8,962	53,773	- 0,067
			$\Delta q = 0,067$						$\sum Sq = 9,272$		$\sum h = 1,249$
III	5...6	350	4,20	75	1,36	0,00239	0,9328	0,78	3,277	13,764	+ 0,316 - 0,067
	5...7	720	4,66	75	1,06	0,00239	0,9886	1,70	7,925	-36,915	- 0,316
	6...8	560	1,97	75	0,45	0,00239	1,198	1,60	3,160	6,226	+ 0,316
	8...7	455	2,18	75	0,49	0,00239	1,1756	1,28	2,790	6,088	+ 0,316
			$\Delta q = - 0,316$						$\sum Sq = 17,151$		$\sum h = -10,836$

Изм.
Лист
№ док.
Подпись
Дата

ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР

Продолжение таблицы 10

Первое исправление										
№ кольца	№ участков	длина участков, м	q, л/с	V, м/с	A	K	S	Sq	h	Δq , л/с
I	1...2	1015	6,41	0,67	0,0003239	1,09	0,360	2,304	-14,761	+ 0,048
	1...4	290	12,96	1,36	0,0003239	0,9328	0,088	1,135	-14,709	+ 0,048
	4...3	325	10,59	1,11	0,0003239	0,9789	0,103	1,091	11,551	- 0,048
	2...3	390	12,47	1,31	0,0003239	0,9413	0,119	1,483	18,499	- 0,048 + 0,028
	$\Delta q = 0,048$			$\sum Sq = 6,014$				$\sum h = 0,581$		
II	2...3	390	12,41	1,31	0,0003239	0,9413	0,119	1,475	-18,300	+ 0,028 - 0,048
	2...5	960	13,96	1,47	0,0003239	0,9162	0,285	3,978	55,545	- 0,028
	5...6	350	4,45	1,01	0,00239	0,9981	0,835	3,714	16,523	- 0,028 + 0,007
	3...6	670	5,93	1,34	0,00239	0,9362	1,499	8,894	-52,764	+ 0,028
	$\Delta q = 0,028$			$\sum Sq = 18,061$				$\sum h = 1,003$		
III	5...6	350	4,45	1,01	0,00239	0,9981	0,835	3,714	16,523	+ 0,007 - 0,028
	5...7	720	4,34	0,98	0,00239	1,0048	1,729	7,508	-32,604	- 0,007
	6...8	560	2,29	0,52	0,00239	1,16	1,553	3,550	8,117	+ 0,007
	8...7	455	2,50	0,57	0,00239	1,1362	1,236	3,087	7,711	+ 0,007
	$\Delta q = 0,007$			$\sum Sq = 17,859$				$\sum h = - 0,253$		

Изм. Лист
№ док.
Подпись
Дата

ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР

Окончание страницы 10

Второе исправление

№ кольца	№ участков	длина участков, м	q, л/с	V, м/с	A	K	S	Sq	h
I	1...2	1015	6,45	0,68	0,0003239	1,090	0,36	2,31	-14,93
	1...4	290	13,00	1,37	0,0003239	0,931	0,09	1,14	-14,79
	4...3	325	10,54	1,11	0,0003239	0,979	0,10	1,09	11,45
	2...3	390	12,45	1,31	0,0003239	0,941	0,12	1,48	18,44
	$\Sigma h = 0,16$								
II	2...3	390	12,39	1,3	0,0003239	0,943	0,12	1,48	-18,27
	2...5	960	13,94	1,47	0,0003239	0,916	0,28	3,97	55,32
	5...6	350	4,43	1	0,00239	1,000	0,84	3,70	16,40
	3...6	670	5,96	1,35	0,00239	0,935	1,50	8,92	-53,16
	$\Sigma h = 0,29$								
III	5...6	350	4,43	1	0,00239	1,000	0,84	3,70	-16,40
	5...7	720	4,34	0,98	0,00239	1,005	1,73	7,50	32,50
	6...8	560	2,29	0,52	0,00239	1,160	1,55	3,56	-8,17
	8...7	455	2,51	0,57	0,00239	1,136	1,24	3,10	-7,75
	$\Sigma h = 0,17$								

Изм. Лист

№ док.

Подпись

Дата

ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР

50

Лист

4. ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ СЕТЕЙ

Одной из основных частей проектирования сети является ее детализация, представляющая собой выбор и размещение на сети арматуры, фасонных частей, водопроводных колодцев и других деталей.

Детализация выполняется после гидравлического расчета, когда определены фактические расходы, диаметры, материал труб.

4.1 Материал трубопровода

Водопроводы и водопроводные сети чаще всего прокладываются из:

1. Стальных (ГОСТ 10704-91, ГОСТ 8696-74);
2. Чугунных (ГОСТ 9583-75);
3. Железобетонных (ГОСТ 12586-83, ГОСТ 26819-86);
4. Пластмассовых [8] труб.

При выборе типа труб необходимо учитывать: надежность, стоимость, гидравлические свойства, условия прокладки и др. Кратко рассмотрим каждый из материалов, чтобы определить оптимальный для данной сети.

1) Стальные трубы.

Сталь является самым старым материалом, используемым в водоснабжении, тем не менее спрос есть из-за ряда достоинств.

Преимущества:

- высокая прочность;
- способность выдерживать высокое давление;
- хорошо сопротивляются воздействию динамических нагрузок;
- стабильность в размерах (не подвергаются изменениям под действием высоких температур).

Одним из решающих преимуществ стальных труб является быстрое устранение течей при аварии [15].

Из-за своего главного недостатка – неустойчивости к коррозии, стальные трубы нуждаются в защитном покрытии (чаще всего в этой роли выступает цинк – оцинкованные трубы).



Рисунок 5 – Трубы стальные оцинкованные

2) Оцинкованные трубы.

Оцинкованные трубы (рисунок 5) – это обычные стальные полые внутри изделия, поверхность которых покрыта слоем цинка.

Способы оцинковки:

1. Гальваника. Благодаря данному способу цинк ровным слоем покрывает стальную поверхность на толщину от 10 до 25 мкм.

2. Термодиффузия. Происходит это под воздействием высокой температуры. Стальная поверхность находится в закрытой емкости и подвергается воздействию паров цинка. Благодаря такому способу частички цинка плотно и равномерно ложатся на поверхность стали, надежно сцепливаясь.

Способ горячей оцинковки. Стальная поверхность после шлифовки опускается в расплавленный до 450° цинк. Полученный после такого способа слой цинка довольно плотный и толстый, от 40 до 200 мкм, но поверхность не всегда ровна, может иметь наплывы и другие недочеты (рисунок 6).

Преимущества (в сравнении с стальными трубами без покрытия):

- не подвержены воздействию окружающих факторов и процессов, в том числе и коррозии;
- стойки к возникновению и развитию болезненных микроорганизмов (благодаря цинку);

- увеличивается срок службы.

Основной недостаток – высокая стоимость и трудоемкость в монтаже.



Рисунок 6 – Оцинковка стальных труб

3) Чугунные трубы.

Чугунные трубы (рисунок 7) обладают значительной прочностью, долговечностью (фактический срок службы до 80 лет). Недостатком таких труб является неравномерность стыков, большая масса (откуда следуют сложности транспортировки и монтажа), высокая стоимость, не восприятие продольных усилий, разрушение при ударных воздействиях.

Металлические трубы (стальные и чугунные) рекомендуется применять только при соответствующем технико-экономическом обосновании [15].



Рисунок 7 – Труба чугунная

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата

4) Железобетонные трубы.

Железобетонные трубы (рисунок 8) имеют гладкую поверхность и, как следствие, относительно небольшое гидравлическое сопротивление. При этом, эти гидравлические характеристики сохраняются продолжительное время. Диаметры труб от 500 до 1600 мм. Применяются при строительстве значительных объектов.

Основные достоинства, благодаря которым бетон до сих пор остается достаточно популярным материалом:

- прочность;
- длительность эксплуатации;
- эксплуатация в широком диапазоне температур;
- минимальная цена.

Недостатки:

- наибольшая масса;
- большие затраты на транспортировку и монтаж;
- низкая герметичность труб.



Рисунок 8 – Трубы железобетонные

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата

5) Полимерные трубы.

В хозяйственно-питьевом водоснабжении применяются пластмассовые трубы из полиэтилена, полипропилена и винипласта. Полиэтиленовые трубы выпускают двух видов – высокого (ПВД) и низкого (ПНД) давления.

Преимущества пластиковых труб:

- невысокая стоимость;
- стойкость к коррозии;
- гладкие внутренние стенки;
- длительный срок эксплуатации;
- легкость в монтаже и транспортировке.

6) Полиэтиленовые трубы.

ПВД обладает меньшей прочностью чем трубы, изготовленные под низким давлением, поэтому используются для безнапорных систем, т.е. канализации бытовой и ливневой, дренажной системы и др.

В напорных системах используют ПНД (рисунок 9), прочность которых выше, также система из таких труб может выдерживать значительные перепады давления (от 2,5 до 16 атм.).

Диапазон диаметров и рабочей температуры труб из ПЭ достаточно широкий: от 10 до 1000 мм и до +40 °С соответственно.



Рисунок 9 – Трубы ПНД

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата

7) Полипропиленовые трубы.

Полипропиленовые трубы (рисунок 10) широко используется в различных сферах: от подачи питьевой воды до монтажа теплых полов.

Существуют следующие маркировки труб:

а.) PN 10 – труба с тонкими стенками (2,3 мм – 10 мм), используется для холодного водоснабжения.

- Температура до 45 °С;
- Давление до 1 мпа;
- Диаметры от 20 до 110 мм.

б.) PN 16 – труба с более толстыми стенками (до 10,5 мм), может использоваться как для ХВС, так и для ГВС.

- Температура до 60 °С;
- Давление до 1,6 МПа.

в.) PN 20 – труба со стенками до 11 мм, используется для ГВС.

- Температура до 80 °С;
- Давление до 2 Мпа.

г.) PN 25 – используется для ГВС и в отопительных приборах.

- 1) Температура до 95 °С;
- 2) Давление до 2,5 Мпа.

Гарантированный срок эксплуатации в нормальных условиях – до 50 лет.



Рисунок 10 – Трубы ППР

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Полипропиленовые трубы соединяются с помощью стыковой сварки или раструбной сварки (рисунок 24).



Рисунок 11 – Аппараты для соединения труб ППР

8) Трубы из ПВХ.

Одним из самых распространенных материалов, применяемом в водоснабжении и канализации является поливинилхлорид (рисунок 12).

Рабочие характеристики:

- 1) Температура до +65 °С (для хлорированных до 95 °С);
- 2) Диаметры от 16 до 500 мм;
- 3) Давление от 6 до 46 атм.

Главным достоинством является их пожаробезопасность. В сравнении с другими видами пластика температура возгорания гораздо выше, а при достижении критичных показателей они плавятся.

- Температура плавления 100-260 °С;
- Температура воспламенения 500 °С.



Рисунок 12 – Трубы ПВХ

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата

При нормальных условиях использования срок эксплуатации может быть до 80 лет.

Соединение труб происходит с помощью фитингов.

9) Металлопластиковые трубы.

Преимущества такой структуры в сравнении с однородными полимерными в алюминиевом слое, благодаря нему повышается стойкость к механическим нагрузкам и перепадам давления.

Для наружного и внутреннего слоя оптимальным полимером является сшитый ПЭ (возможно использование ПНД).

Связующий слой представляет собой клей, необходимый для адгезии двух разнородных материалов. Состав этого вещества не должен быть токсичным для воды. На рисунке 26 представлен разрез металлопластиковой трубы.

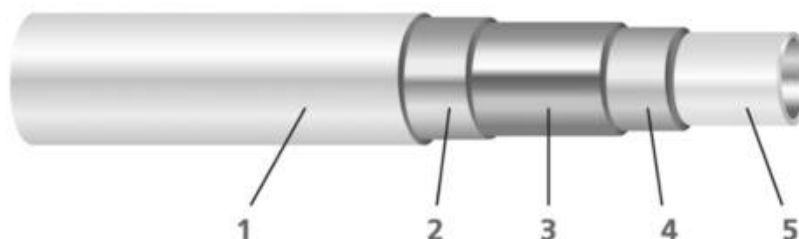


Рисунок 13 – Металлопластиковая труба

1. Внешний полимерный слой (сшитый ПЭ); 2. Адгезивный слой (связывает внешний полимерный и алюминиевый слой); 3. Алюминиевый слой; 4. Адгезивный слой; 5. Внутренний полимерный слой.

Соединяются такие трубы между собой с помощью фитингов, которые могут быть резьбовые и пресс-фитинги (рисунок 14).



Рисунок 14 – Пресс-фитинг

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Таблица 11 – Нормативный срок службы трубопроводов [15]

Материал труб	Срок службы, лет
Сталь	20
Железобетон	30
Чугун	60
Пластмасса	50

В проекте используются трубы из полиэтилена низкого давления ПЭ100 PSD17 PN10, \varnothing 75 и 110 мм, толщина стенки 6,8 и 10,0 мм соответственно.

4.2 Водопроводные колодцы

Водопроводный колодец (рисунок 15) устраивается при установке следующих элементов:

- 1) запорной арматуры (задвижки, обратные клапаны);
- 2) измерительных устройств (манометры, трубки Вентури);
- 3) пожарных гидрантов;
- 4) устройств вентиляции (вантузы);
- 5) компенсаторов.

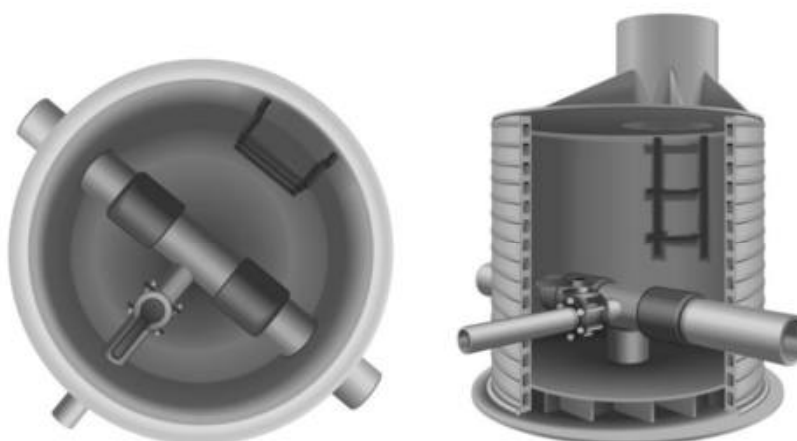


Рисунок 15 – Полиэтиленовый колодец для напорных сетей

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата
-----	------	--------	---------	------

В остальных случаях, таких как: тройники, переходу, повороты – установка водопроводных колодцев не требуется.

Размеры колодца в плане определяются по рисунку 16:

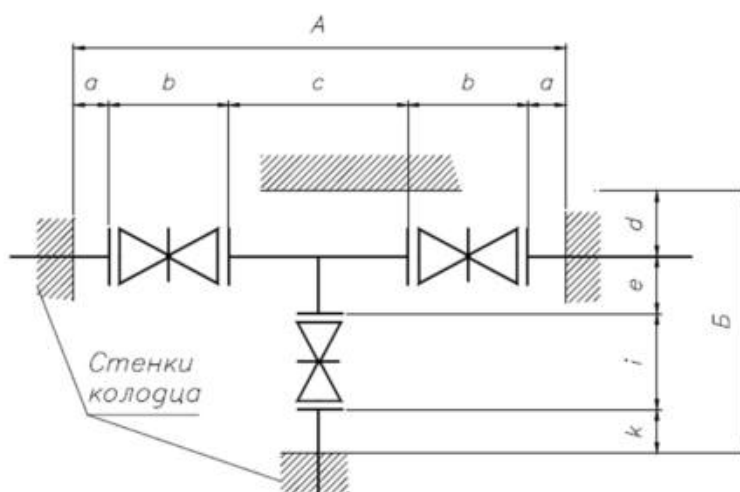


Рисунок 16 – Схема водопроводной камеры

a – расстояние от стенки колодца до запорной арматуры, зависит от диаметра; b – длина задвижки; c – размер тройника, определяется по справочной литературе; A и B – габаритные размеры колодца (кратны 0,5 м, минимальный 0,7 м)

Круглые колодцы принимаются при « A » до 2 м, при большем размере – прямоугольный колодец. Габариты колодца ограничиваются 6 м, при необходимости размещения большого количества арматуры устраивают несколько колодцев.

Преимущества пластиковых колодцев (рисунок 17) в сравнении с не менее распространенными железобетонными:

1) Небольшой вес. При одинаковых размерах полимерный колодец в 10 раз легче, чем бетонный. Этот показатель сильно влияет на экономический фактор – стоимость транспортировки и монтажа;

2) Герметичность. Резьба, уплотнительные кольца и манжеты, а также применяемые мастики и герметики придают надежность системе, защиту от протечек;

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата
-----	------	--------	---------	------

3) Биостойкость. Благодаря гладкой поверхности и отсутствию пор развитие бактерий и плесени минимальна, также пищевой пластик инертен, т.е не меняет состав воды со временем;

4) Материал не подвержен коррозии.



Рисунок 17 – Составляющие водопроводного колодца

В данном проекте используется колодец сетей водоснабжения типа ВНК-1000, производства Water Group.

4.3 Водопроводная арматура

1) Запорная арматура.

Задвижки на водопроводной сети необходимы для отключения системы или ее части, посредством перекрытия пути движения жидкости.

Поворотные дисковые затворы (рисунок 18) применяются на трубопроводах для воды с температурой до 80 °С. Чаще они устанавливаются в тех случаях, когда имеются ограничения по габаритам.

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата



Рисунок 18 – Задвижка дисковая поворотная

Поворотные дисковые затворы бывают с ручным приводом и с электроприводом.

Приводной вал затвора жестко связан с диском и сегментом и через шпонку с рычагом. Затвор открывается и закрывается электроприводом или ручным дублером. В положении "закрыто" уплотнительное кольцо плотно прижимается к седлу на корпусе. Нормальное положение – "открыто" или "закрыто". Запрещается регулировка расхода воды дисковыми поворотными затворами.

Используется затвор поворотный дискового типа «Бабочка» с металлической рукояткой VP 3448-02 Ру16 (ТЕСОFI, Франция).

2) Задвижка с электроприводом (рисунок 19).

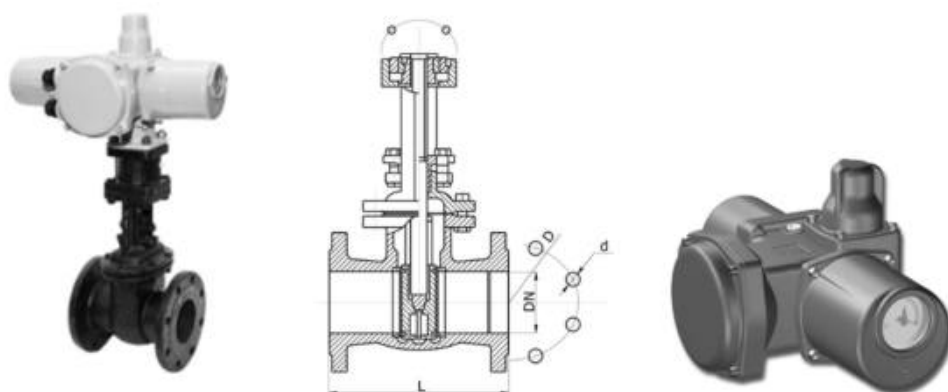


Рисунок 19 – Задвижка с электроприводом

Используем задвижку типа 30ч906бр с электроприводом Ду 100 и Ду 80, производство Россия, соединение фланцевое, материал чугун.

									Лист
									62
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

3) Шкаф управления (рисунок 20).

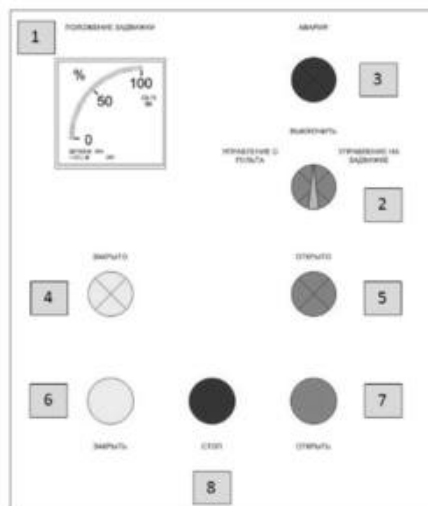


Рисунок 20 – Схема шкафа управления электроприводом задвижки

Предусмотрено три режима работы: управление с щита, с электропривода, ручную — щит управления задвижкой отключен. Переход между ними осуществляется с помощью переключателя «2». Индикатор «3» предназначен для оповещения об аварийных ситуациях и перебоях с энергоснабжением и отключения исполнительных команд — до вмешательства оператора. Индикаторы «4» и «5» отображают состояние задвижки — положение «полностью закрыто» или «полностью открыто», соответственно. Функционируют при всех режимах управления. Кнопки «6» и «7» предназначены для подачи исполнительных команд «закрыть» и «открыть». Кнопку «стоп» используют с одновременным контролем «индикатора положения» — для остановки задвижки в нужной позиции.

Используется шкаф управления электроприводом задвижки ШУЭП ШУЗ 1,6, производство Россия.

4) Цифровые датчики давления.

Датчики давления – устройства, реагирующие на понижение или повышения давления от установленных значений.

Измерительный преобразователь давления (рисунок 21) – это технический прибор с нормативными метрологическими характеристиками, служащий для

преобразования давления в унифицированный выходной сигнал (электрический, пневматический) и/или цифровой код (HART-протокол, интерфейсы RS-232/485, USB и др.).

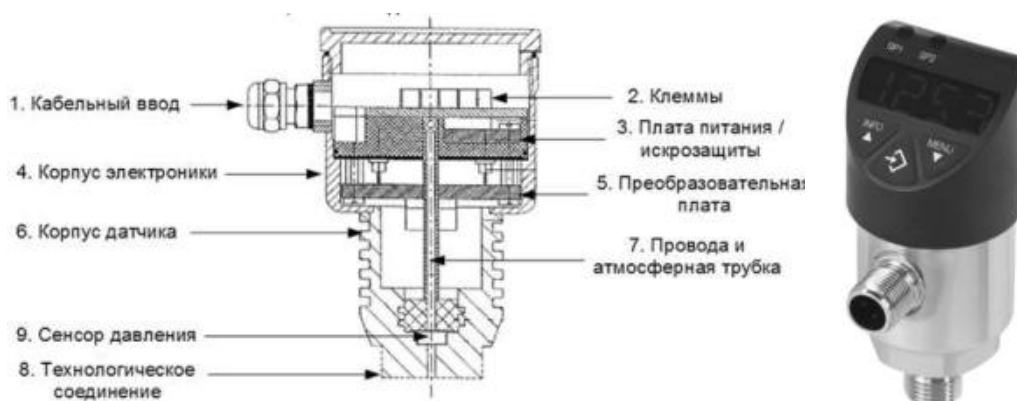


Рисунок 21 – Схема и внешний вид преобразователя давления

HART-протокол (англ. Highway Addressable Remote Transducer Protocol) — цифровой промышленный протокол передачи данных, попытка внедрить информационные технологии на уровень полевых устройств. Модулированный цифровой сигнал, позволяющий получить информацию о состоянии датчика или осуществить его настройку, накладывается на токовую несущую аналоговой токовой петли уровня 4—20мА. Таким образом, питание датчика, снятие его первичных показаний и вторичной информации осуществляется всего по двум проводам.

HART-протокол — это практически стандарт для современных промышленных датчиков. Приём сигнала о параметре и настройка датчика осуществляется с помощью HART-модема или HART-коммуникатора. К одной паре проводов может быть подключено несколько датчиков. По этим же проводам может передаваться сигнал 4—20мА.

Существует два режима работы датчиков, поддерживающих обмен данными по HART протоколу:

1. Режим передачи цифровой информации одновременно с аналоговым сигналом — обычно в этом режиме датчик работает в аналоговых АСУ ТП, а обмен по HART-протоколу осуществляется посредством HART-коммуникатора

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата
-----	------	--------	---------	------

или компьютера. При этом можно удаленно (расстояние до 3000 метров) осуществлять полную настройку и конфигурирование датчика. Оператору нет необходимости обходить все датчики на предприятии, он может их настроить непосредственно со своего рабочего места.

2. В многоточечном режиме — датчик давления передает и получает информацию только в цифровом виде. Аналоговый выход автоматически фиксируется на минимальном значении (только питание устройства — 4 мА) и не содержит информации об измеряемой величине. Информация о переменных процесса считывается по HART-протоколу. К одной паре проводов может быть подключено до 15 датчиков. Их количество определяется длиной и качеством линии, а также мощностью блока питания датчиков. Все датчики в многоточечном режиме имеют свой уникальный адрес от 1 до 15, и обращение к каждому идет по соответствующему адресу. Коммуникатор или система управления определяет все датчики, подключенные к линии, и может работать с любым из них.

5) Пожарный гидрант.

Пожарный гидрант – это устройство, необходимое для забора воды из сети централизованного водоснабжения в целях пожаротушения.

Принцип действия: в случае возникновения пожара на гидрант монтируется колонка, с двумя патрубками, к которым присоединяются пожарные рукава (рисунок 22).



Рисунок 22 – Принцип действия пожарного гидранта

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Гидранты могут быть наземными и подземными в зависимости от особенностей климата. Пожарные подземные гидранты могут устанавливаться как в колодцах, там и вне их.

Основные материалы гидрантов - это сталь и чугун. Схема подземного пожарного гидранта представлена на рисунке 23.

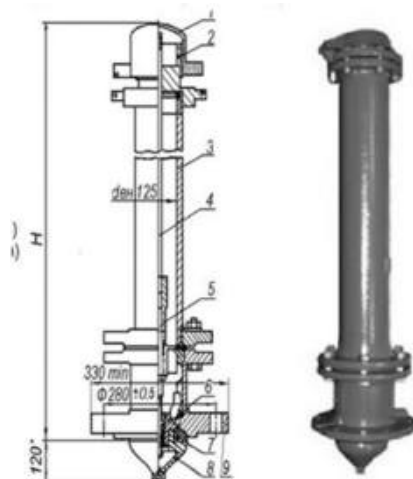


Рисунок 23 – Схема подземного пожарного гидранта в колодце

3. Крышка (ПЭ); 2. Ниппель (бронза); 3. Корпус (сталь); 4. Штанга (сталь); 5. Шпindel (нержавеющая сталь); 6. Корпус клапана (бронза); 7. Кольцо; 8. Гайка клапана (чугун); 9. Патрубок (чугун)

Все пожарные гидранты устанавливаются на подставку (рисунок 24).



Рисунок 24 – Подставка пожарная двойная фланцевая

б) Воздушный вантуз.

Для удаления воздуха из системы водоснабжения применяют воздушный вантуз (рисунок 25). Цель – предотвращение образования воздушных пробок,

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата
-----	------	--------	---------	------

провоцирующих гидроудары. Обязательным условием является установка в строго вертикальном положении в верхней точке системы.



Рисунок 25 – Воздушный вентуз

Принцип действия: если воздух в трубах отсутствует, то под влиянием сетевого давления поплавков держится вверху и перекрывает отверстие в крышке. При появлении скоплений воздуха поплавков плавно опускается вниз, и газовая смесь беспрепятственно выходит через открывшееся отверстие.

4.4 Фланцевое соединение

Для соединения пластиковых труб, в том числе полиэтиленовых, друг с другом и с водопроводной арматурой, применяют фланцы.

Фланец представляет собой плоское кольцо (рисунок 26), с расположенными, на равноудаленном расстоянии, отверстиями (для фиксации соединения с помощью болтов).



Рисунок 26 – Стальной фланец

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Благодаря простоте монтажа и высокой надежности соединения, фланцы нашли большое применение в прокладке напорных и безнапорных магистралей, ливневой канализации, промышленных водопроводов и других системах.

Технология монтажа фланцевого соединения (рисунок 27):

1. Обеспечить ровный срез в месте планируемой стыковки;
2. На торец приваривается специальная втулка (адаптер) для данного типа трубы;
3. Установка фланца;
4. На другом участке трубы провести те же действия (установка ответного фланца);
5. После стыковки фланцы скрепляются болтовым соединением.

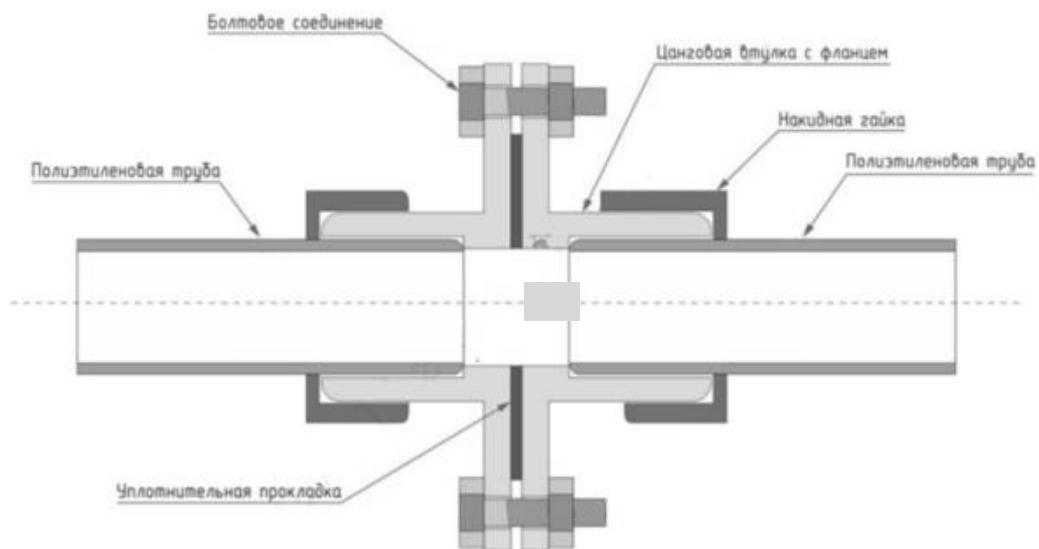


Рисунок 27 – Схема фланцевого соединения пластиковых труб

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата

5. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

5.1 Технология прокладки трубопровода в траншее

Эластичность материала и малый вес ПЭ труб дает им определенные преимущества перед трубами из «жестких» материалов, таких как чугун и стеклопластик. В частности, при строительстве трубопроводов, зачастую на бровке траншеи свариваются отдельные плети максимальной длины (от колодца до колодца) которые затем опускаются в траншею, где остается выполнить их подсоединение к арматуре или сварить несколько монтажных стыков.

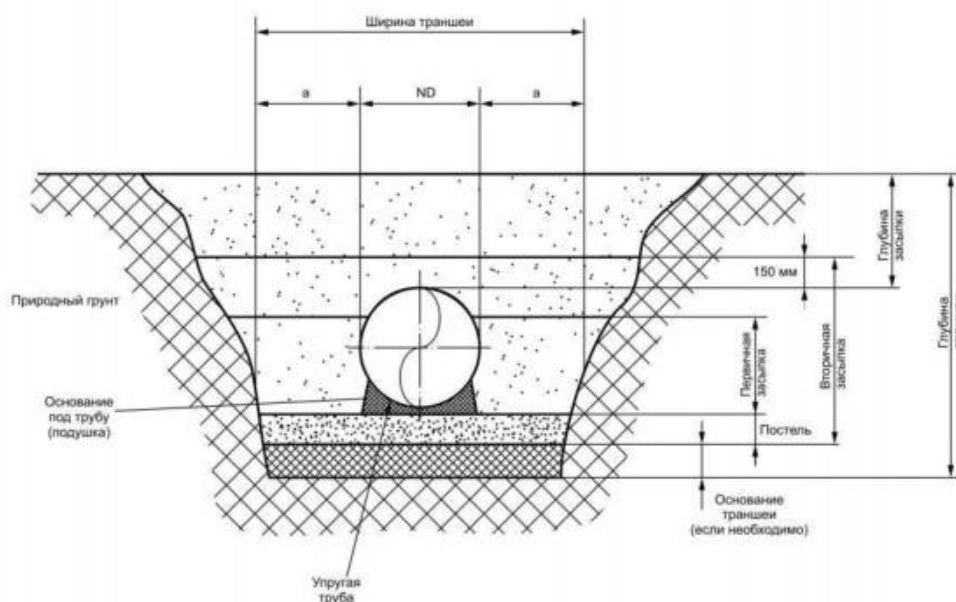


Рисунок 28 – Схема трубопровода в траншее с откосами

Поскольку, в этом случае, можно значительно уменьшить ширину траншеи это приводит к сокращению количества земляных работ, ограничению массы материала, поставляемого для подсыпки и необходимости в его транспортировании. Хотя траншея может быть максимально узкой, она должна обеспечить возможность качественного уплотнения грунта. Работы по устройству траншей для трубопроводов из ПЭ проводятся с соблюдением обычных мер безопасности.

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Профиль траншеи для прокладки полиэтиленовых трубопроводов определяется проектом. Ширина определяется исходя из условий обеспечения удобства проведения монтажных работ. На уровне горизонтального диаметра трубопровода 710 мм + 0,4 м.

Дно траншеи должно быть выровнено, без промерзших участков, освобождено от камней и валунов. Места выемки валунов должны быть засыпаны грунтом, уплотненным до той же плотности, что и грунт основания. В грунтах, склонных к смещению или при большой вероятности вымывания грунтовыми водами материала подсыпки и обсыпки необходимо принять соответствующие меры для сохранения грунта, окружающего трубу, в уплотненном состоянии. В частности, дно траншеи может укрепляться геотекстильным материалом.

Нормальная толщина слоя подсыпки - 0,1 м. На скалистом грунте подсыпка устраивается в обязательном порядке. Если дно траншеи является скалистым или в дне 44 траншеи находятся камни, величиной свыше 60 мм, необходимо увеличение подсыпки до полного выравнивания дна траншеи. Для подсыпки используется песок или гравий (максимальный размер зерен 20 мм). В отдельных случаях возможно применение материала с большим размером гранул. В любом случае, материал, применяемый для подсыпки, не должен иметь острых краев. Если местный грунт соответствует этим требованиям, выполнение подсыпки не обязательно. Подсыпка должна быть ровной и не должна уплотняться. Уплотнению до плотности основного грунта подлежит материал, заполняющий углубления, образовавшиеся после выемки валунов и других крупных объектов.

Извлеченный при отрыве траншеи грунт может быть использован для выполнения обсыпки трубы, при условии, что в нем не содержится камней (максимально допустимый их размер - 20 мм, отдельные камни до 60 мм так же могут быть оставлены в грунте). Если грунт для обсыпки предполагается уплотнять, то он должен быть пригодным для такой операции. Если извлеченный грунт не пригоден для обсыпки трубы, то для этой цели должен использоваться песок или гравий с размером фракции до 22 мм или щебень с размером фракции

										Лист
										70
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР					

4-22 мм. Обсыпка должна осуществляться по всей ширине траншеи до получения над поверхностью трубы (после трамбовки) слоя толщиной не менее 0,3 м. Первый слой не должен превышать половины диаметра трубы, но не более 0,2 м. Второй слой отсыпается до верха трубы, но также не более 0,2 м. Во время обсыпки грунт необходимо наносить с минимальной высоты. Нельзя сбрасывать массы грунта непосредственно на трубу. Обсыпка трубопровода обычно производится после окончания прокладки и приемки трубопровода. При использовании напорных труб ТЕХСТРОЙ допускается полная засыпка трубопровода в траншее до проведения испытания на герметичность.

Грунтовая обсыпка, уплотненная в пазухах трубопровода, обеспечивает некоторое снижение растягивающих усилий на боковые стенки труб от внутреннего давления транспортируемой среды. Степень уплотнения зависит от предназначения территории над трубопроводом и должна определяться проектом. Чтобы избежать просадки грунта над трубопроводом, находящимся под дорогами рекомендуется уплотнение заполнения не менее 95% модифицированной величины Проктора. Для глубоких траншей (свыше 4 м) степень уплотнения - 90%. Для остальных случаев - 85% или согласно указаниям, данным в проекте. Трамбовку необходимо производить слоями толщиной от 0,1 до 0,3 м, утрамбовывая каждый слой. Толщина утрамбовываемых слоев зависит от оборудования и условий уплотнения. При выполнении этой задачи необходимо быть внимательным. Уплотнение первого слоя (до уровня оси трубы) не должно привести к ее поднятию. Трамбовку необходимо выполнять одновременно с двух сторон трубопровода, во избежание его перемещения. При подсыпке грунта и засыпке трубопровода следует следить, что бы грунт не содержал крупных включений. Трамбовку грунта непосредственно над трубой производят, предварительно обеспечив расстояние не менее 0,3 м до ее поверхности.

К окончательной засыпке траншеи можно приступать после выполнения засыпки трубопровода и трамбовки грунта. Во время выполнения засыпки над трубопроводом рекомендуется поместить сигнальную ленту. Над газопроводами

					ИОУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		71

предупредительная лента помещается в обязательном порядке. Для того, чтобы в дальнейшем легче было идентифицировать трубопроводы, применение такой ленты рекомендуется также на других трубопроводах. Для засыпки можно применять грунт, вынутый из траншеи, или другой, согласно указаниям проекта. Диаметр частиц материала, применяемого для засыпки траншеи, не должен превышать 300 мм. Нельзя сбрасывать в траншею камни, щебень с острыми краями и больших размеров. Грунт не должен быть замороженным и окомкованным.

5.2 Определение объемов работ

а.) Параметры траншеи

Для определения объемов земляных работ, то есть объема траншеи, необходимы следующие параметры – глубина, ширина и длина проектируемой траншеи.

Глубина заложения напорного трубопровода определяется на 0,5 метра ниже глубины промерзания:

$$H = 1,9 + 0,5 = 2,4 \text{ м}$$

Перед разработкой траншеи необходимо срезать верхний плодородный растительный слой, принимаем 0,4 метра.

$$h_{\text{тр}} = 2,4 - 0,4 = 2,0 \text{ м}$$

Монтаж трубопровода принимается отдельными трубами.

Ширину траншеи (минимальную) по низу для трубопроводов до 500 мм, фланцевым соединением и укладкой отдельными трубами по таблице 6.1 [5] принимается:

$$b = 0,11 + 0,8 = 0,91 \text{ м} \approx 1,0 \text{ м}$$

Ширина траншеи по верху:

$$B = b + 2 \cdot h_{\text{тр}} \cdot m,$$

где m – коэффициент откосов стенок, для суглинка 1:0,5.

					Лист
					72
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

$$B = 1 + 2 \cdot 2 \cdot 0,5 = 3 \text{ м}$$

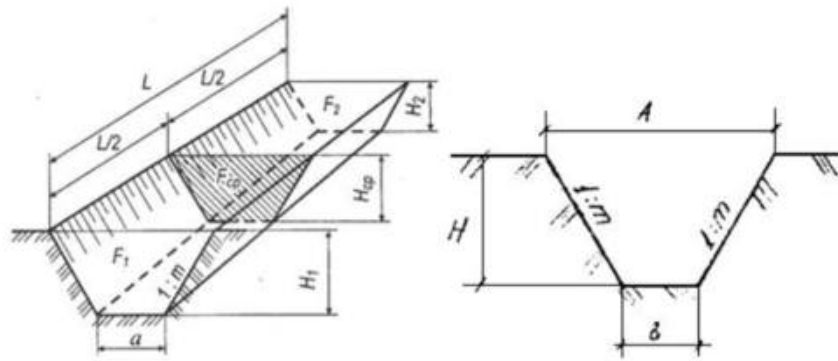


Рисунок 29 – Схема определения объема траншеи

Получили геометрические размеры траншеи:

- Глубина – 2 м;
- Ширина по верху – 3 м;
- Ширина по низу – 1 м;
- Длина – 5 735 м.

Для монтажа трубопровода устраивают приемки.

Размеры приемков по таблице 6.2 [5]:

- Длина 0,6 м;
- Ширина $d + 0,5 = 0,11 + 0,5 = 0,61$ м;
- Глубина 0,2 м.

Площадь отвала (насыпи):

$$S_{\text{нас}} = (S_{\text{выем}} - S_{\text{трубы}}) \cdot k_{\text{пр}},$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэффициент первоначального разрыхления, для суглинка принимается в диапазоне 1,2 – 1,27.

Коэффициент первоначального разрыхления грунта — это коэффициент показывающий увеличение объема грунта при его разработке и складированию в отвалах или насыпях, по сравнению с объемом грунта в состоянии естественной плотности.

Площадь котлована:

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата
-----	------	--------	---------	------

$$S_{\text{выем}} = \frac{B + b}{2} \cdot h_{\text{тр}}$$

$$S_{\text{выем}} = \frac{3 + 1}{2} \cdot 2 = 4 \text{ м}^2$$

Площадь трубы:

$$S_{\text{выем}} = \frac{\pi \cdot 0,11^2}{4} = 0,0095$$

Площадь насыпи:

$$S_{\text{нас}} = (4 - 0,0095) \cdot 1,25 = 4,99 \text{ м}^2$$

Высота насыпи:

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

$$h_{\text{нас}} = \sqrt{4,99} = 2,23 \text{ м}$$

Ширина насыпи:

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

$$b_{\text{нас}} = 2 \cdot 2,23 = 4,46 \text{ м}$$

б.) Срезка растительного слоя

Ширина срезаемого слоя складывается из:

1. Рабочей зоны механизма, используемого для укладки трубопровода (кран, трубоукладчик) – не срезаем, засыпаем щебнем.
2. Расстояния по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины, для данной глубине выемки (2 метра) и грунта суглинка – минимальное расстояние, в соответствии с таблицей 1 [18], 2 метра;
3. Ширины траншеи по верху;
4. Зона складирования грунта, для предотвращения осыпания грунта, от основания отвала до края траншеи должно соблюдаться расстояние минимум в 0,5 м.

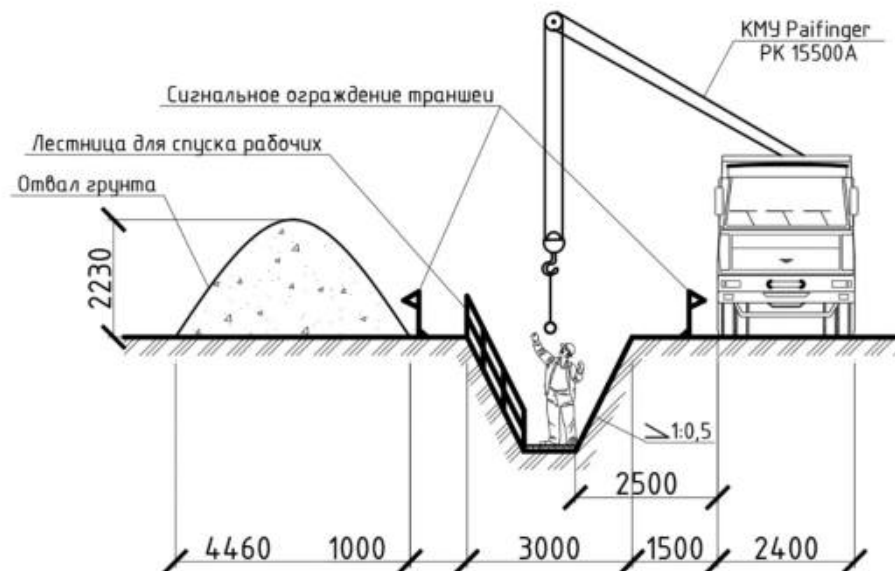


Рисунок 30 – Поперечный разрез траншеи трубопровода

Ширина растительного слоя:

$$B = 1,5 + 3 + 1 = 5,5 \text{ м}$$

Площадь растительного слоя:

$$S_{\text{раст}} = 5,5 \cdot 5735 = 31542,5 \text{ м}^2$$

Растительный слой срезается бульдозером.

в.) Разработка грунта в траншее

Из общего объема траншеи необходимо выделить объем работ по срезке недобора (принимаям 0,2 м), который оставляют у дна траншеи, чтобы не нарушить целостность и прочности грунта у основания, на которое опирается трубопровод.

Объем грунта, разрабатываемой экскаватором:

$$V_{\text{экс}} = \frac{b + 2 \cdot h_{\text{нед}} \cdot m + B}{2} \cdot (h_{\text{тр}} - h_{\text{нед}}) \cdot L$$

$$V_{\text{экс}} = \frac{1 + 2 \cdot 0,2 \cdot 0,5 + 3}{2} \cdot (2 - 0,2) \cdot 5735 = 21678,3 \text{ м}^3$$

г.) Объем грунта, погружаемый в транспортное средство

Объем грунта, заменяемого трубой (увозится с участка):

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата
-----	------	--------	---------	------

$$V_{\text{тр}} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L$$

$$V_{\text{тр}} = 2 \cdot 0,0095 \cdot 5\,735 = 108,965 \text{ м}^3$$

Объем грунта, который остается на площадке в отвале:

$$V_{\text{отв}} = 21\,678,3 - 108,965 = 21\,569,3 \text{ м}^3$$

д.) Объем грунта, разрабатываемого вручную:

$$V_{\text{недоб}} = \frac{b + (b + 2 \cdot h_{\text{нед}} \cdot m)}{2} \cdot h_{\text{нед}} \cdot L$$

$$V_{\text{недоб}} = \frac{1 + (1 + 2 \cdot 0,2 \cdot 0,5)}{2} \cdot 0,2 \cdot 5\,735 = 1\,261,7 \text{ м}^3$$

е.) Устройство приемков:

Объем 1 приемка:

$$V_{\text{пр.1}} = 0,6 \cdot 0,6 \cdot 2 = 0,07 \text{ м}^3$$

Длина 1 трубы принимается 12 и 6 м.

Количество труб на участке:

$$N = \frac{5\,735}{12} = 478 \approx 480 \text{ шт}$$

Объем всех приемков:

$$V_{\text{пр}} = 0,07 \cdot 480 = 33,6 \text{ м}^3$$

ж.) Объем всего грунта, разрабатываемого вручную:

$$V_{\text{вр}} = 1\,261,7 + 33,6 = 1295,3 \text{ м}^3$$

з.) Устройство песчаного основания, толщиной 0,1 м:

$$V_{\text{песч}} = 0,1 \cdot 1 \cdot 5735 = 573,5 \text{ м}^3$$

и.) Засыпка траншеи

Засыпка траншеи производится в несколько этапов:

- 1) Перед гидравлическим испытанием без засыпки стыков;
- 2) Засыпка стыков и трубопровода вручную;
- 3) Механизированная засыпка бульдозером.

Засыпка с открытыми стыками:

$$V_1 = \frac{10,975 \cdot 3 + 1 + 11,4}{2} \cdot 0,75 - 0,0095 \cdot \frac{11,36 + 11,4}{2} = 16,9 \text{ м}^3$$

Объем засыпки всех труб:

$$V_{1 \text{ общ}} = 16,9 \cdot 480 = 8 \ 112 \text{ м}^3$$

Ручная засыпка:

$$V_{\text{общ}} = \frac{1 + 3}{2} \cdot 0,725 \cdot 5735 + 33,6 - 0,0095 \cdot 5735 = 8294,85 \text{ м}^3$$

Объем работ после гидравлических испытаний:

$$V_2 = 8 \ 294,85 - 8 \ 112 = 182,85 \text{ м}^3$$

Засыпка бульдозером:

$$V_3 = \frac{0,5 + 3}{2} \cdot 1 \cdot 5735 = 10 \ 036,25 \text{ м}^3$$

к.) Разравниваемый растительный грунт:

$$V_{\text{раст}} = 31 \ 542,5 \cdot 0,4 = 12 \ 617 \text{ м}^3$$

Таблица 12 – Ведомость объемов работ

Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ
Срезка растительного слоя бульдозером	1000 м ² очищенной поверхности	31,54
Разработка грунта в траншее в отвал	1 000 м ³	21,57
Разработка грунта в траншее с погрузкой в транспортное средство	1 000 м ³	0,109
Разработка грунта вручную с выкидкой	100 м ³	12,62
Устройство песчаного основания толщиной 0,1 м	1 м ³	573,5
Укладка ПЭ труб в траншею	1 км трубопровода	5,735
Установка фасонных частей		
Установка тройников	1 шт.	5
Установка отводов, колен, патрубков и переходов Ø 110	1 шт.	19
Установка отводов, колен, патрубков и переходов Ø 75	1 шт.	18
Установка задвижек		
Установка задвижек, Ø 110 мм	1 шт.	43

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	------	--------	---------	------

Продолжение таблицы 12

Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ
Установка задвижек, \varnothing 75 мм	1 шт.	45
Установка арматуры		
Установка гидрантов	1 шт.	42
Установка вантузов	1 шт.	2
Засыпка труб в траншее перед испытанием	100 м ³	81,12
Гидравлическое испытание трубопровода	1 км трубопровода	5,735
Засыпка труб после испытания с трамбовкой	100 м ³	1,83
Засыпка траншеи бульдозером	1 000 м ³	10,036
Разравнивание растительной поверхности	1 000 м ³	12,617

5.3 Технологические схемы производства работ

1. Бульдозер.

Срезка растительного слоя, устройство песчаного основания и обратная засыпка траншеи после испытания производится бульдозером. В проекте применяем бульдозер Б 10 М (рисунок 31).



Рисунок 31 – Бульдозер Б 10 М

											Лист
											78
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР						

Бульдозер Б10М — на гусеничном ходу, промышленного назначения, более усовершенствованная, модернизированная версия трактора Т-170.

Габаритные размеры бульдозера представлены на рисунке 32.

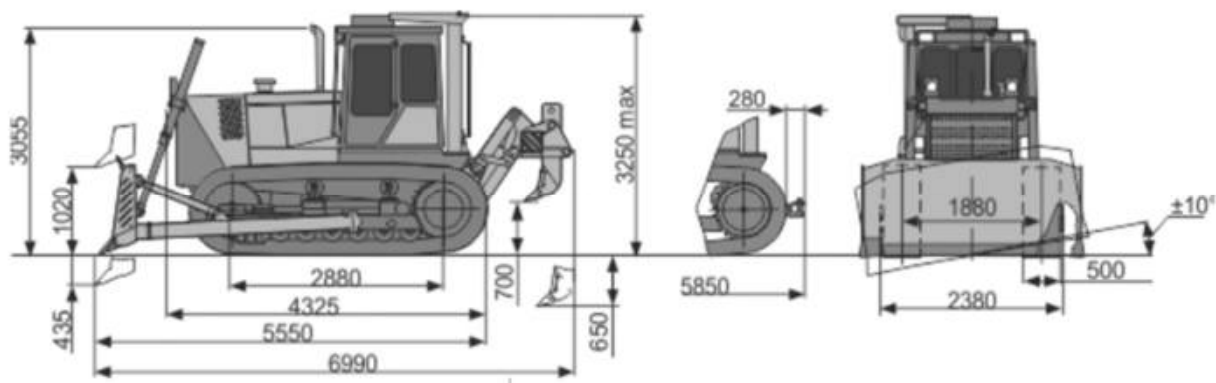


Рисунок 32 – Габаритные размеры бульдозера

Основными элементами бульдозерного оборудования бульдозера являются отвал, толкающие брусья с раскосами или толкающая рама с раскосами, гидроцилиндры подъема и опускания отвала, а также, на отдельных видах, механизмы поворота отвала в поперечной и горизонтальной плоскостях и изменения угла резания.

Таблица 13 – Технические характеристики бульдозерного оборудования

Объем призмы волочения	4,75 м ³
Ширина отвала	3,31 м
Высота при угле срезания 55 °	1,31 м
Максимальный подъем	1,02 м
Максимальное заглубление	0,44 м
Регулирование угла резания	10 °

2. Экскаватор.

Для разработки траншеи применяем экскаватор Hitachi ZX180LCN-5G (рисунок 33).

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата



Рисунок 33 – Экскаватор Hitachi ZX180LCN-5G

Таблица 14 – Основные характеристики экскаватора

Емкость ковша «с шапкой» (ISO)	0,7 - 1,1 м ³
Максимальная глубина копания	6 570 мм
Максимальная рабочая высота	9 400 мм
Максимальный радиус копания	9 430 мм

Геометрия работы экскаватора изображена на рисунке 34.

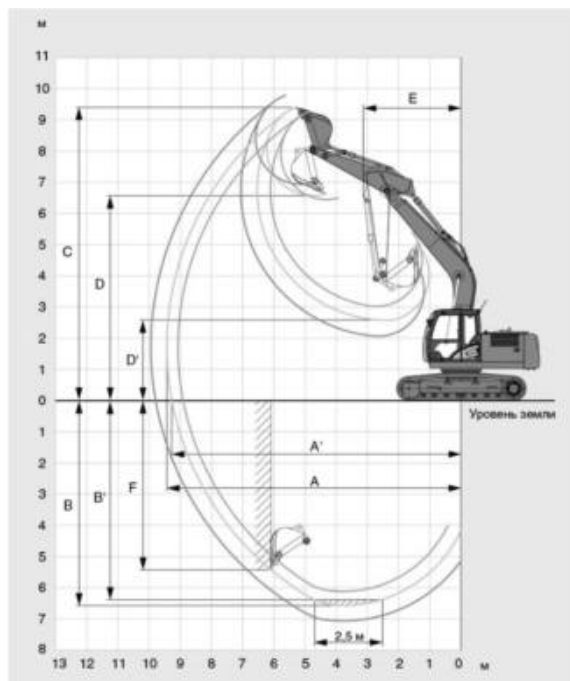


Рисунок 34 – Геометрия работы

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата
-----	------	--------	---------	------

3. Самосвал.

Для вывоза части разработанного грунта с участка строительной площадки необходим самосвал, выбираем самосвал КамАЗ-5511 (рисунок 35).

Таблица 15 – Технические характеристики самосвала

Тип двигателя	Дизельный, КамАЗ-740
Максимальная скорость движения	90 км/ч
Грузоподъемность	10 т
Длина грузового отсека	4100 мм
Ширина грузового отсека	2500 мм
Высота грузового отсека	1200 мм
Допустимая нагрузка на переднюю ось	4,4 т
Допустимая нагрузка на заднюю ось	14,6 т
Объем платформы	6,6 м ³



Рисунок 35 – Самосвал КамАЗ-5511

4. Монтажный кран.

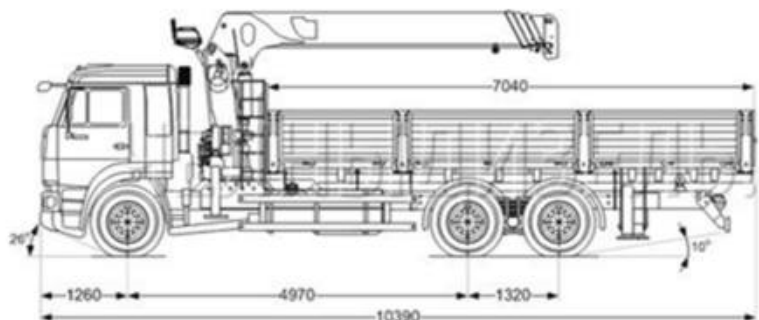


Рисунок 36 – Габаритные размеры крана

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата
-----	------	--------	---------	------

В проекте используется кран манипулятор Palfinger PK15500A (рисунок 36), его используют в погрузочно-разгрузочных работах, монтаже оборудования и транспортировке грузов.

Гидравлический манипулятор способен справиться с большим спектром задач. Главные отличительные характеристики данной спецтехники:

- небольшой вес;
- высокая грузоподъемность стрелы и ее большой вылет;
- компактные габариты;
- минимальные потери пространства кузова.

Кран-манипулятор, базой которого стал КАМАЗ 65117, обладает колесной формулой 6х4. Это позволяет ему транспортировать крупногабаритные и тяжелые грузы, масса которых не превышает 12 тонн. Спецтехника оснащена крановым подъемным оборудованием марки Palfinger. Данные краны характеризуются:

- высокой грузоподъемностью при небольшой собственной массе и габаритах;
- компактностью в процессе транспортировки;
- высокой безопасностью при перемещении тяжелых и сложных грузов. Она достигается путем максимального приближения к центральной оси центра тяжести.

Таблица 16 – Основные технические характеристики

Грузоподъемность крана	6,1 т
Максимальный вылет	14,6 м
Угол поворота	420 град



Рисунок 37 – КМУ Palfinger PK15500A

5.4 Определение трудоемкость работ

Трудоёмкость — количество рабочего времени человека, затрачиваемого на производство единицы продукции.

$$T = \frac{k \cdot H_{\text{вр}} \cdot V}{8}$$

Норма времени – это заданная величина необходимого времени на изготовление единицы изделия (единицы работы) одним работником.

Государственные элементные сметные нормы (ГЭСН) — это сборники государственных элементных сметных нормативов на строительные и специальные строительные работы. Сметный норматив отдельных элементов прямых затрат, приходящихся на единицу объёма строительных работ и конструктивных элементов, расход строительных материалов, затраты труда строительных рабочих и времени работы строительных машин.

Продолжительность работ:

$$П = \frac{T}{m \cdot n},$$

где m – количество рабочих, чел;

n – количество смен в день, смен.

Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Таблица 17 – Калькуляция затрат

№	Наименование работ	Обоснование	Единица измерения	Объем работ	Норма времени, чел. час	Трудоемкость, чел. см
1	Планировка площадей бульдозером Б10М, мощностью 132 кВт (180 л.с)	ГЭСН 01-01-036-3	1000 м ²	31,54	0,19	0,75
2	Разработка грунта в отвал экскаватором Hitachi ZX180LCN-5G с ковшом вместимостью 1 м ³	ГЭСН 01-01-010-20	1000 м ³	21,57	5,02	13,54
3	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаватором с ковшом вместимостью 1 м ³	ГЭСН 01-01-013-2	1000 м ³	0,109	8	0,11
4	Разработка грунта вручную в траншее без креплений с откосами	ГЭСН 01-02-057-02	100 м ³	12,62	154	242,94
5	Устройство песчаного основания под трубопроводы	ГЭСН 23-01-001-01	10 м ³	57,35	10,2	73,12
6	Укладка трубопроводов из ПЭ труб, диаметром 110 мм	ГЭСН 22-01-021-03	1 км	5,735	207,64	148,85
7	Установка тройников Ø 110	ЕНиР 9-2-14-2з	1 шт.	3	0,49	0,12
8	Установка тройников Ø 75	ЕНиР 9-2-14-1з	1 шт.	2	0,56	0,21
9	Установка отводов, колен, патрубков и переходов Ø 110	ЕНиР 9-2-14-2ж	1 шт.	19	0,49	1,16
10	Установка отводов, колен, патрубков и переходов Ø 75	ЕНиР 9-2-14-1ж	1 шт.	18	0,42	0,95
11	Установка задвижек Ø 110	ЕНиР 9-2-16-3б	1 шт.	43	1,6	8,60

Изм.
Лист
№ док.
Подпись
Дата

ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР

Продолжение таблицы 17

№	Наименование работ	Обоснование	Единица измерения	Объем работ	Норма времени, чел. час	Трудоемкость, чел. см
12	Установка задвижек Ø 75	ЕНиР 9-2-16-26	1 шт.	45	1,2	6,75
13	Установка гидрантов	ЕНиР 9-2-19-2	1 шт.	42	0,91	4,78
14	Установка вантузов	ЕНиР 9-2-19-4	1 шт.	2	1,1	0,28
15	Засыпка грунтом траншеи вручную перед испытанием	ГЭСН 01-02-061-2	100 м ³	81,12	97,2	985,61
16	Гидравлические испытания	ЕНиР 9-2-9	1 м	5735	0,12	86,03
17	Засыпка грунтом траншеи вручную после испытания	ГЭСН 01-02-061-2	100 м ³	1,83	97,2	22,23
18	Засыпка траншеи бульдозером Б10М, мощностью 132 кВт	ГЭСН 01-01-035-2	1000 м ³	10,036	2,35	2,95
19	Разравнивание растительной поверхности	ГЭСН 01-01-036-3	1000 м ²	12,617	0,19	0,30

Изм.
Лист
№ док.
Подпись
Дата

ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработана система водоснабжения поселка Северный, Сосновский район города Челябинска.

В настоящее время водоснабжение поселка осуществляется из подземных источников, вода в которых не соответствует санитарным нормам – большинство из них находятся вблизи радоновых залежей.

Запроектирована кольцевая магистральная сеть, которая питается от Кременкульского группового водопровода, находящегося в 1,2 км от проектируемой сети.

Система водопровода запроектирована из полиэтиленовых труб низкого давления ПЭ100 PSD17 PN10, \varnothing 75 и 110 мм, в соответствии с ГОСТ 18599-2001. В соответствии с современными материалами подобраны пластиковые водопроводные колодцы (камеры), сеть оборудована автоматикой: цифровыми датчиками расхода и давления, задвижками с электроприводом – вся информация от приборов подается на пульт управления.

Рассчитаны объем земельных и монтажных работ, трудоемкость и продолжительность строительства, подобраны машины и механизмы, на основании чего разработан календарный график работ. Трубопровод укладывается методом отдельных труб, длиной 12 метров, краном-манипулятором КМУ Palfinger PK15500A.

Проект решает несколько важных задач:

1. Оснащение жителей поселка водой надлежащего качества;
2. Увеличение качества жизни в поселке за счет централизованной системы ВС.

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		86

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84»;
2. СП 30.13330.2016 «Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85»;
3. СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89»;
4. Приказ от 31 мая 2005 года № 409 «Об утверждении нормативов штатной численности образовательных учреждений»;
5. СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87»;
6. Постановление от 21 апреля 1993 года № 88 «Об утверждении нормативов по определению численности персонала, занятого обслуживанием дошкольных учреждений (ясли, ясли-сады, детские сады)»;
7. СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности»;
8. ГОСТ 18599-2001 «Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия»;
9. СП 131.13330.2018 «СНиП 23-01-99 Строительная климатология»;
10. СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности (с Изменением N 1)»;
11. СП 129.13330.2011 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»;
12. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: издание второе, переработанное и дополненное. Учебное пособие. – М.: Издательство АСМ, 2004. – 256 с.;

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		87

13. Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. Издание 5-е, дополненное/Ф.А. Шевелев. Стройиздат, 1973. – 320 с.;

14. Васильев В.И. Водопроводная сеть города: Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования/ Под ред. Ю.И. Сухарева. – Челябинск: ЧГТУ, 1995. – 49 с.;

15. Водоснабжение: учебное пособие / Н. И. Куликов [и др.]. – Новосибирск: ООО «ЦСРНИ», 2016. – 704 с.;

16. СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения»;

17. СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования»;

18. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;

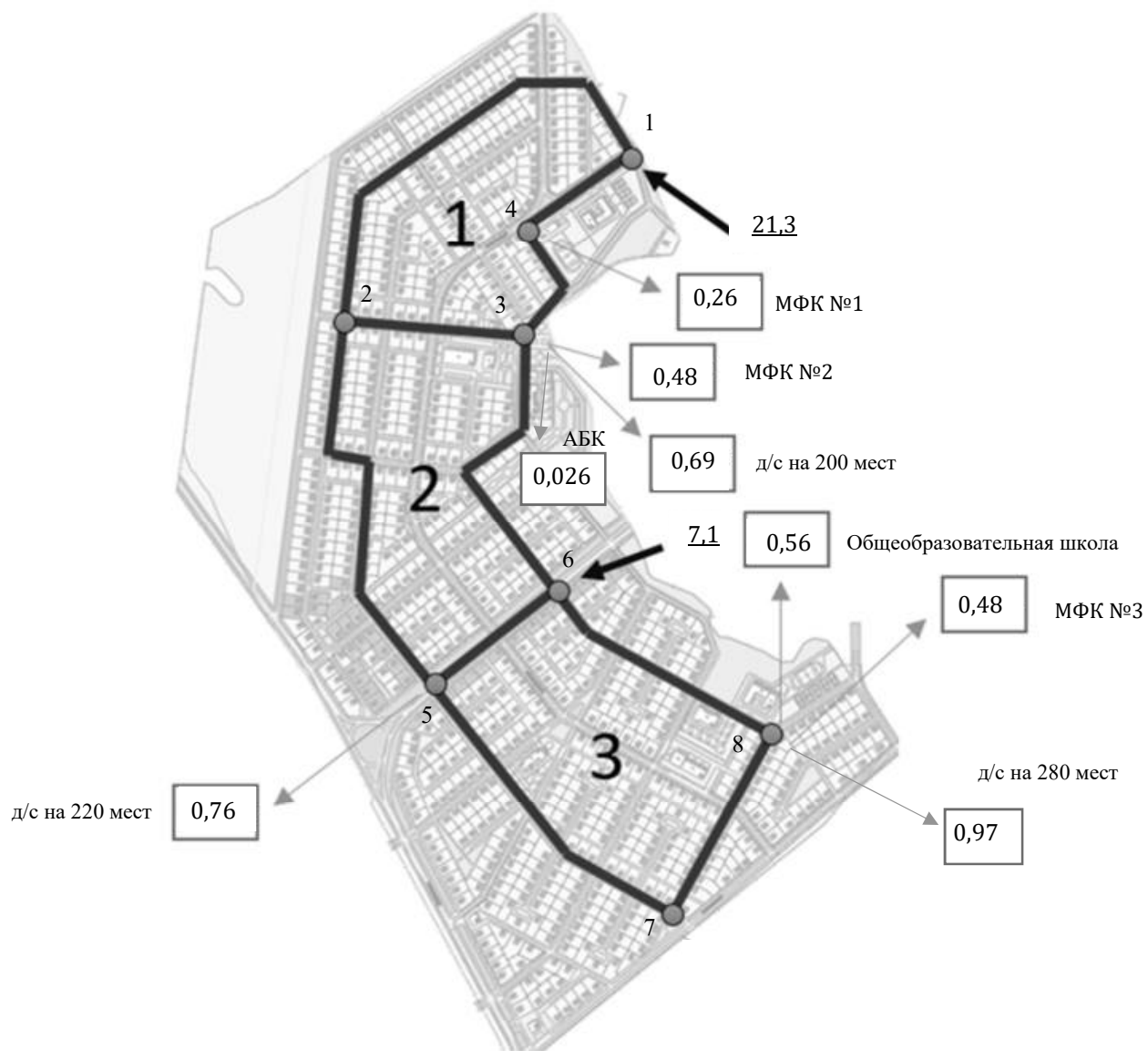
19. ГЭСН 81-02-01-2017 «Сборник 1. Земляные работы»;

20. ГЭСН 81-02-22-2001 «Сборник 22. Водопровод - наружные сети».

					ЮУрГУ-08.03.01.305-04.083 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ док.	Подпись	Дата		88

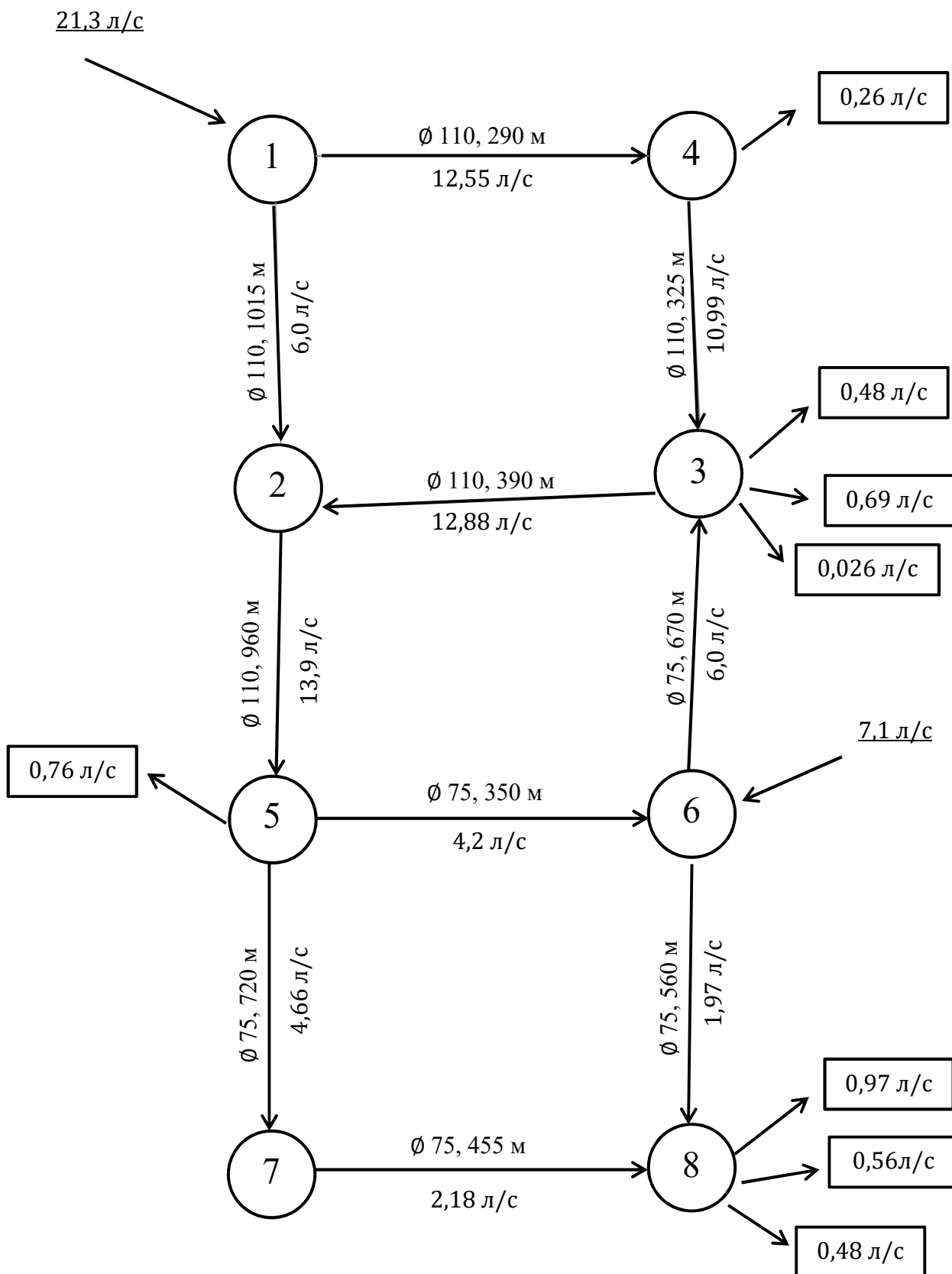
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Максимальный водоразбор. Расчетная схема с узловыми расходами



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

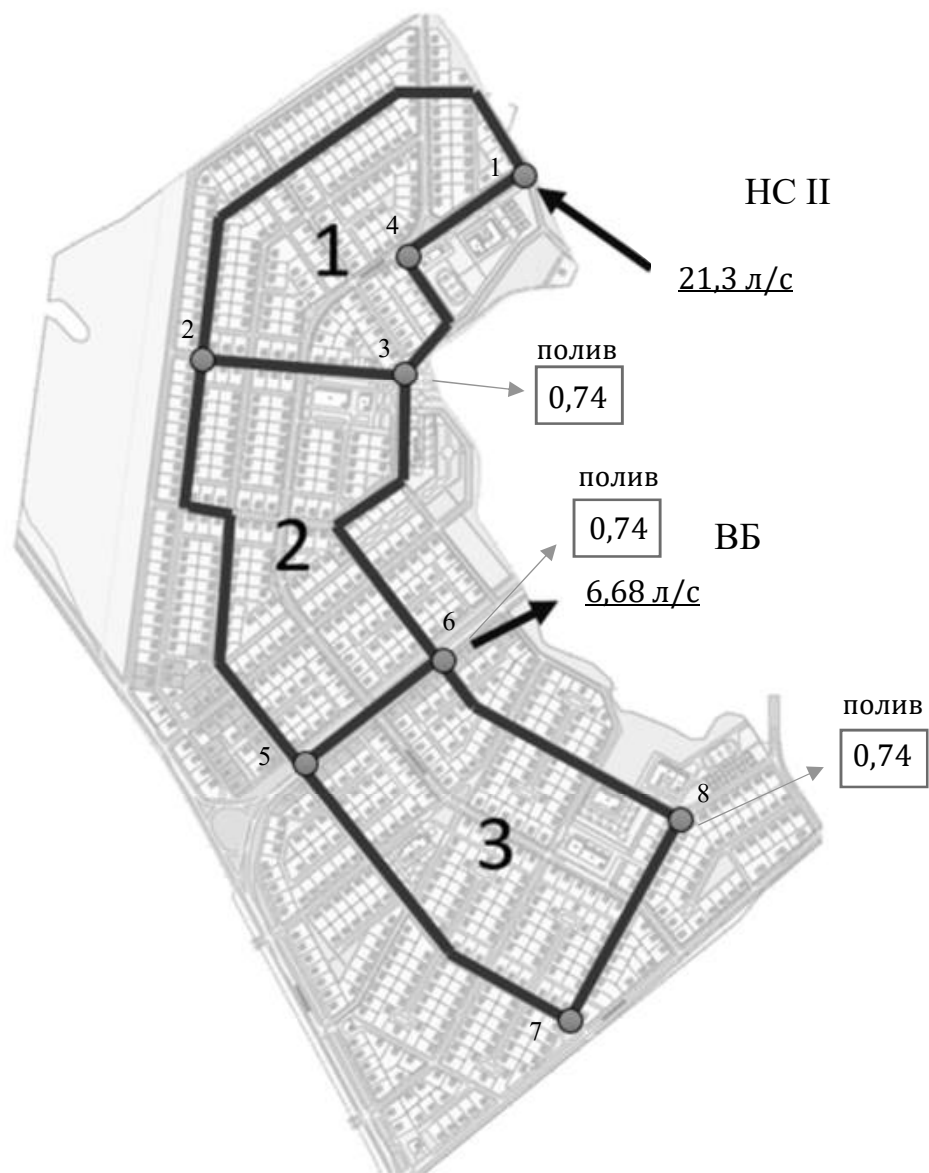
Максимальный водоразбор.
Упрощенная расчетная схема



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Режим максимальный транзит в водонапорную башню.

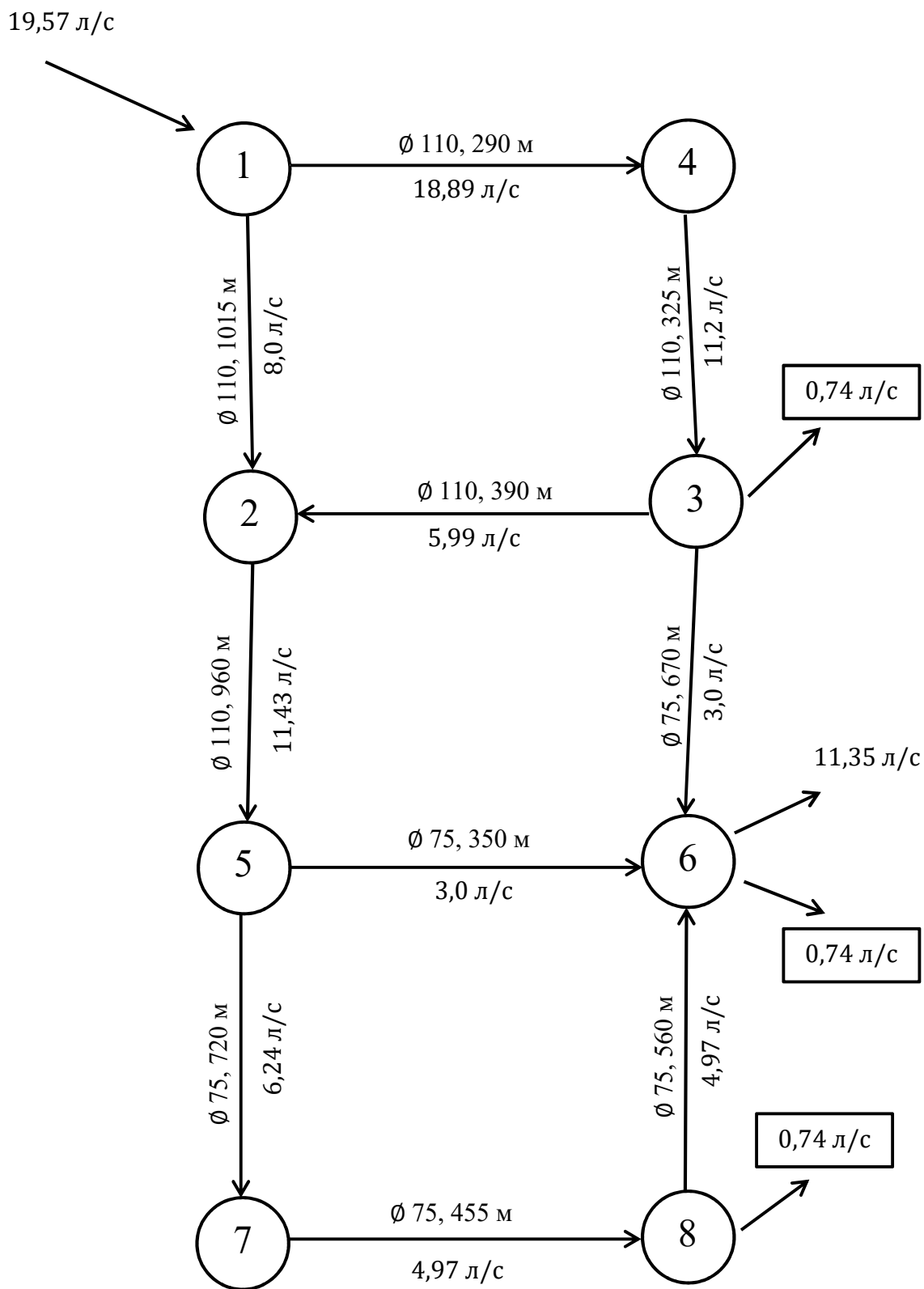
Расчетная схема с узловыми расходами



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Режим максимальный транзит в водонапорную башню.

Упрощенная расчетная схема



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Режим пожаротушения в час максимального водоразбора.

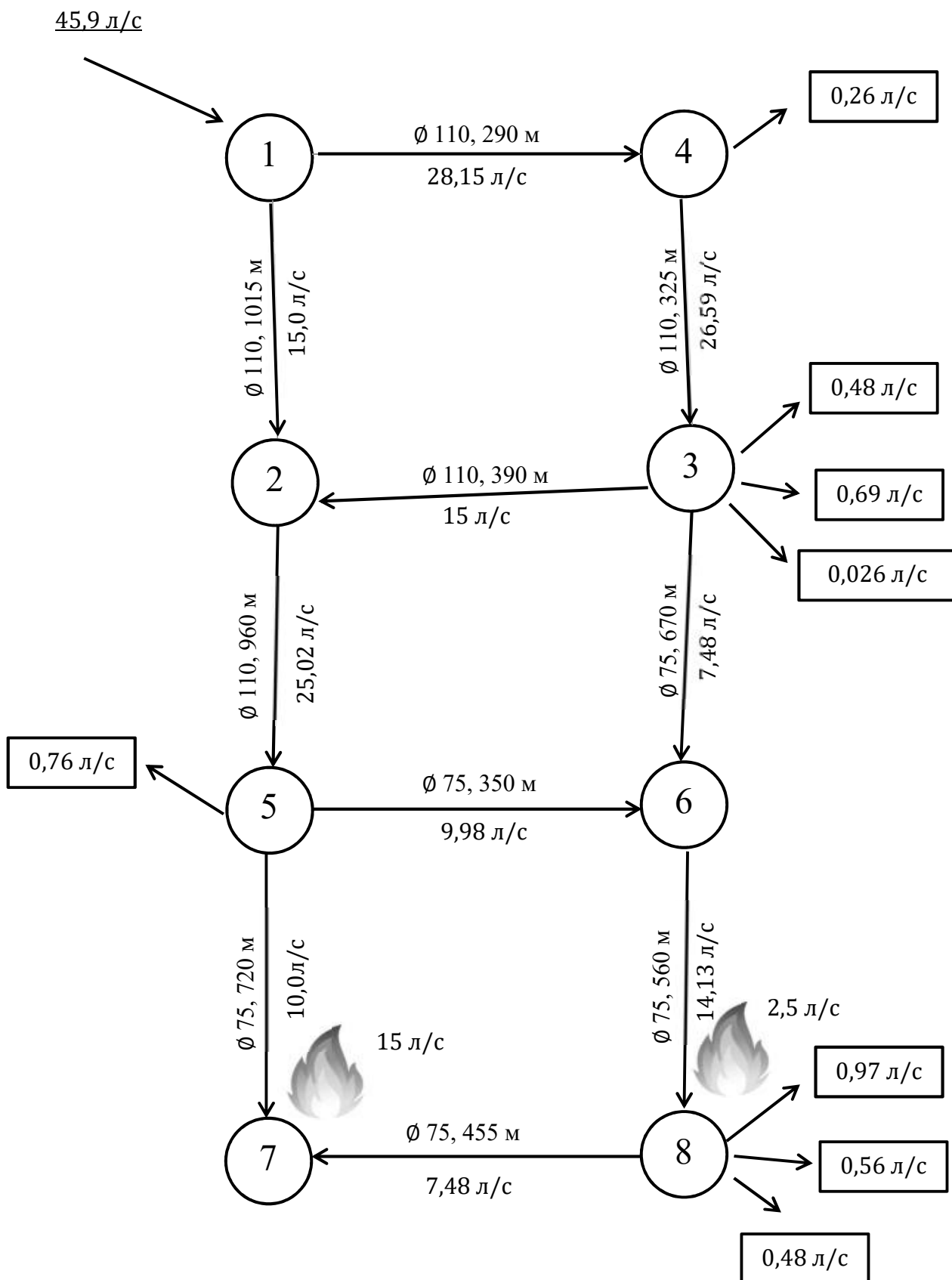
Расчетная схема с узловыми расходами



ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Режим пожаротушения в час максимального водоразбора.

Упрощенная расчетная схема



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Диаметры труб и расчетные скорости для 3х режимов водоразбор

№ участков	Длина участков	Расчетные режимы								
		Максимальный водоразбор			Максимальный транзит			Пожар		
		q, л/с	d, мм	V, м/с	q, л/с	d, мм	V, м/с	q, л/с	d, мм	V, м/с
1...2	1015	6,00	110	0,63	8,00	110	0,84	15,00	110	1,58
1...4	290	12,55	110	1,32	11,89	110	1,25	28,15	110	2,96
4...3	325	10,99	110	1,16	11,22	110	1,18	26,59	110	2,8
2...3	390	12,88	110	1,36	5,99	110	0,63	15,00	110	1,58
2...5	960	13,90	110	1,46	11,43	110	1,2	25,02	110	2,63
5...6	350	4,20	75	0,75	3,00	75	0,68	9,98	75	2,26
3...6	670	6,00	75	1,36	3,00	75	0,68	7,48	75	1,69
5...7	720	4,66	75	1,06	6,24	75	1,41	10,00	75	2,26
6...8	560	1,97	75	0,45	3,13	75	0,71	14,13	75	3,20
8...7	455	2,18	75	0,49	4,97	75	1,13	7,48	75	1,19