

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«**СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**»

Инженерно-строительный институт
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А. И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 Природообустройство и водопользование

Расчет и проектирование инженерных систем жизнеобеспечения
коттеджного поселка городского типа

Руководитель

подпись, дата

должность, ученая степень

Курилина Т. А.
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Королев А. А.
инициалы, фамилия

Красноярск 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат.....	3
Введение.....	5
1 Система централизованного водоснабжения коттеджного посёлка городского типа.....	7
2 Определение расчетных расходов воды и стоков в системе водоснабжения и канализации отдельных зданий.....	19
2.1. Определение расчетных расходов кафе.....	19
2.2. Определение расчетных расходов магазина.....	28
2.3. Конструкция водозаборных скважины.....	33
2.4. Оценка эксплуатационных запасов воды.....	39
2.5. Установка для водоподготовки.....	40
2.6. Обеззараживание воды.....	52
3 Системы централизованного водоотведения коттеджного поселка.....	52
3.1. Гидравлические и геодезические расчеты.....	64
3.2. Выбор материала труб для внутреннего водоотведения.....	71
3.3. Трубы SML и их применение.....	71
3.4. Расчет внутренней ливневой канализации.....	76
3.5. Установка очистки дождевых систем водоотведения автозаправочной станции.....	81
4 Автономные системы инженерного оборудования гостиничного комплекса.....	83
4.1. Водоснабжение зданий гостиничного комплекса.....	83
4.2. Водоотведение зданий.....	89
Заключение.....	93
Список сокращений.....	94
Список использованных источников.....	95

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа «Расчет и проектирование инженерных систем жизнеобеспечения коттеджного поселка городского типа» Королева Артура Альбертовича, студента, гр.СБ19-06Б состоит из пояснительной записки объемом 95 страницы, графической части, представленной на 9 листах и списка использованной литературы из 11 пунктов. В пояснительной записке содержится 12 иллюстраций и 14 таблиц.

Графическая часть выполнена с использованием автоматизированного программного обеспечения Auto CAD, пояснительная записка выполнена в соответствии с СТУ 7.5–07–2021 года. Графическая часть состоит из следующих чертежей: генеральный план посёлка с инженерными сетями К1 и В1, системы водоснабжения и водоотведения первого и второго этажа жилого дома 336 м², системы водоснабжения и водоотведения подвала и первого этажа жилого дома 214 м², технический разрез скважины, эксплуатационная колона НПВХ, фильтр трубчатый с щелевой перфорацией, станция водоподготовки, фильтр патронного типа, насос высокого давления, план подвала и первого этажа кафе, системы водоснабжения и канализации магазина, SML трубы, генеральный план посёлка с инженерными сетями К1 и К2, хризотилцементные трубы, продольный профиль трассы водоотводящей сети К1 от К1 до К39, системы водоснабжения и водоотведения подвала и первого этажа АЗС, очистное сооружение «СВИРЬ», схема водоснабжения с размещением центробежного насоса в шахтном колодце и гидропневмобаке в жилом доме, схема размещения установки для умягчения, обезжелезивания и обеззараживания воды, накопительная емкость, шахтный колодец из сборных железобетонных колец, ионообменная смола, фильтр МТФ, гидронеумобак LS 60, аксонометрические схемы В1, Т3, Т4, К1.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, НАСЕЛЕННЫЙ ПУНКТ, МЕТОДЫ ОБЕССОЛИВАНИЯ И ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ, ВОДОЗАБОР, ШАХТНЫЙ КОЛОДЕЦ

Задача данной работы – разработка решений по проектированию инженерных коммуникаций систем водоснабжения и водоотведения коттеджного поселка и гостиничного комплекса на берегу реки. С учетом отечественного и зарубежного опытов проектирования и эксплуатации данных действующих объектов санитарно-технического назначения зданий в проекте была разработана концепция систем водоснабжения и водоотведения.

Реализация проектных решений, предусмотренных в данной работе в экологическом аспекте, не представляет угрозы для здоровья и не приведёт к необратимым изменениям в природной среде. Водоснабжение застройки населённого пункта, в котором расположены жилые и общественные здания: (административное здание, торговый комплекс, детский сад, выделенная зона для активного отдыха и т.д.) и гостиничный комплекс осуществляется отдельно из подземного источника. Исходя из анализа проб воды, для коттеджного поселка была выбрана схема водоподготовки с применением обратного осмоса, забор воды осуществляется из скважины. Для гостиничного комплекса подача воды осуществляется

отдельно из шахтного колодца, качество воды не соответствует СанПиНу, поэтому было принято решение об установке в каждом здании водоочистной установки, состоящей из фильтра и ионообменной смолы, позволяющей одновременно умягчать и обеззараживать воду.

Канализация коттеджного поселка принята централизованной, с транспортированием хоз–бытовых сточных вод на очистные сооружения. В гостевом комплексе рекомендуется вывозная водоотводящая система.

Проведение перечисленных мероприятий по системам жизнеобеспечения коттеджного поселка и гостевого комплекса позволит достичь наиболее благоприятных условий пребывания людей и условий работы в течении всего срока эксплуатации поселка.

ВВЕДЕНИЕ

Популярность коттеджных поселков высокого класса в современных пригородах растет, несмотря на высокую стоимость и экономический кризис.

По данным экспертов, в России новые коттеджные поселки признаются самым устойчивым сегментом на всем рынке недвижимости. Каждый такой поселок имеет свою индивидуальную концепцию, в которой грамотно сочетается архитектура, инженерное благоустройство, экологичность и высокий комфорт.

В последние годы на рынке недвижимости все большим спросом пользуются объекты малоэтажного строительства. Все больше и больше появляется коттеджных поселков вблизи крупных городов.

Определяющие признаки коттеджного поселка – единое архитектурно планировочное решение, единое инженерное обеспечение (автономные или общие системы отопления, газоснабжения, электроснабжения, водоснабжения, телефонизации, канализации, система контроля въезда и входа, охраны и видеонаблюдения и т. д.), преимущественно единое благоустройство земельного участка.

В состав комплекса могут входить несколько типов коттеджей, отличающихся числом этажей, площадью, планировкой помещений и другими характеристиками.

Территория коттеджного поселка может быть отделена от иной застройки окружающих территорий, включать объекты социально-культурной инфраструктуры (Парк, школа, гостиничный комплекс и т.д.).

Основным параметром для выбора участков под строительство коттеджных поселков является экологически чистое, красивое место, расположенное недалеко от города.

Большим преимуществом является наличие рядом развитой инфраструктуры и водоема, наличие растительности, а также возможность обеспечения участка инженерной инфраструктурой (водопровод, канализация, электричество), хорошие подъездные пути.

Одной из важнейших проблем на сегодняшний момент считается подготовка инфраструктуры земельного участка.

Основой для устройства и расчётов водоотводящих сетей коттеджного является проект планировки коттеджного поселка – генеральный план (генплан).

Генплан – это проектный документ, на основании которого осуществляется планировка, застройка, реконструкция и иные виды градостроительного освоения территории. Основной частью генерального плана является масштабное изображение, полученное методом графического наложения чертежа проектируемого объекта на инженерно-топографический план территории.

Проектирование инженерных сетей коттеджного поселка (наружных и внутренних) – это один из самых важных разделов при разработке полного проекта поселка. Ведь проектирование сетей коттеджного поселка – это жизнеобеспечение и комфорт проживающих в нем людей, а также грамотное функционирование всех объектов и зданий инфраструктуры.

Затраты на инфраструктуру могут достигать до 15 % и больше от стоимости всего проекта. Эта величина зависит от конкретных технических условий на территории или иные составляющие, расстояния до основных линий электропередач, газопроводов, водопроводов и пр., а также от существующих транспортных сетей.

Дипломная работа посвящена расчётам и проектным решениям по системам водоснабжения и водоотведения коттеджного поселка.

Посёлок состоит из 57 индивидуальных строений. В поселке проживает 171 человек.

На территории коттеджного поселка находятся продуктовый магазин, автозаправочная станция, школа и кафе. В проекте предусмотрено для данного вида строений централизованная система водоснабжения и водоотведения, а также в работе запроектирован гостиничный комплекс с автономными системами инженерного оборудования водоснабжения и станцией водоподготовки жилых зданий. Для гостиничного комплекса подобрана индивидуальная станция водоподготовки умягчения, обезжелезивания и обеззараживания воды, производительностью до 1,5 м³/ч. Данная установка заводского типа отечественного производства. Разработана схема установки в зданиях гостиничного типа.

Участок расположен в центральной части Красноярского края, общая площадь в границах землеотвода 10,48 га. Генеральный план поселка изображен в масштабе 1:1000

Абсолютные отметки поверхности земли на территории поселка – от 218,5 до 223,5 м.

К землям общего пользования относится территория, занятая дорогой, улицами, проездами, а также площадками и участками объектов общего пользования.

Степень благоустройства жилой застройки посёлка – централизованная система водоснабжения и водоотведения.

В каждом жилом доме в санитарно-технической комнате расположены следующие санитарные приборы:

- 1) умывальники,
- 2) душевые кабины,
- 3) унитазы;
- 4) ванны;
- 5) стиральная машина.

В каждом жилом доме на кухне расположены следующие санитарные приборы:

- 1) мойки;
- 2) посудомоечная машина.

Система водоотведения коттеджного поселка – это комплекс сооружений, предназначенных для приёма сточных вод всех категорий в местах их образования (от объектов канализования) и отведения их на очистные сооружения.

Удаление сточных вод за пределы населенных пунктов осуществляется, как правило, самотеком по трубам, каналам и лоткам.

Принята отдельная полная система водоотведения, имеющая две закрытые водоотводящие сети, одна – для отведения бытовых К1 и производственных К3 стоков, вторая – для отвода поверхностного стока К2, который поступает в дождеприемники, и отводится в водоотводящую систему.

Утилизации поверхностного стока на станции АЗС происходит с использованием установки очистки дождевых и талых сточных вод автозаправочных станций «СВИРЬ».

По характеру рельефа территории населенного пункта представляет собой волнистую равнину, нижняя часть которой приходится на уровень реки, так как качество воды в реке не удовлетворительно, принято решение запроектировать подземную систему водозаборов: для жилой части посёлка – из скважины, для гостиничного комплекса – шахтный колодец.

В работе дается полное обоснование предложенных технологических решений на основе выполненных гидравлических расчетов систем водоснабжения и водоотведения.

Графическая часть выполнена с использованием автоматизированного программного обеспечения «AutoCAD» и представлена следующими чертежами: генплан коттеджного посёлка городского типа с инженерными сетями, геологический разрез и схемы водозаборов (скважина и шахтный колодец), схема водоснабжения с размещением погружного оборудования в подземном водозаборе и автономной станцией водоподготовки, план и разрез зданий, находящихся в посёлке, установка очистки дождевых сточных вод, схема дренажа перекрытий со вводом из полипропилена для ливневой канализации.

Проектные решения разработаны в соответствии с заданиями на проектирование и технологическими условиями по объекту. Принятые в работе технические условия соответствуют требованиям экологических норм, санитарно-гигиенических, экономических норм, действующих на территории Российской Федерации.

1. Система централизованного водоснабжения коттеджного посёлка городского типа

Поселок городского типа расположен в центральной части Сибири, на его территории расположены следующие объекты:

- жилые дома двух видов: площадью 168 м² и 107 м².
- автозаправочная станция;
- школа;
- магазин;
- кафе на 50 мест.

Система централизованного водоснабжения посёлка городского типа – это комплекс инженерных сооружений, расположенных в определенном технологическом порядке по ходу подачи (движения) воды и предназначенных для обеспечения потребителей необходимым количеством воды требуемого качества.

Система водоснабжения посёлка включает:

- сооружения для забора воды из источника (водозаборы, водоприемники);
- насосную станцию первого подъема для подачи воды в водопроводную сеть;
- сооружения обработки воды (водоочистные сооружения);
- резервуары для хранения запасов воды;
- насосную станцию второго подъема для подачи воды в водопроводную сеть;
- сооружения для регулирования и поддержания требуемых расходов и напоров в водопроводной сети (водонапорная башня, насосно-пневматическая установка, нагорный резервуар);
- водоводы, наружную и внутреннюю водопроводные сети для транспортировки и распределения воды потребителям.

По назначению проектируемая система водоснабжения относится к хозяйственно-питьевой. Кроме того, она также служит для подачи воды на противопожарные цели.

Основными потребителями воды в посёлке являются жители, коммунальные мероприятия, общественные и производственные здания, включая эксплуатацию самой системы водоснабжения:

$$Q = Q_{сут.max} + Q_{пол} + Q_{н.р} , \quad (1)$$

где $Q_{сут.max}$ – расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления, м³/сут;

$Q_{пол}$ – расход воды на полив, м³/сут;

$Q_{н.р.}$ – непредвиденные расходы воды в системе водоснабжения, м³/сут.

Расчетный суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяется по формуле:

$$Q_{сут} = \frac{q \cdot N}{1000}, \quad (2)$$

где q – удельное водопотребление, принимаемое согласно СП 31.13330.2021, л/сут;

N – расчетное число жителей в посёлке, чел.

$$Q_{сут} = \frac{171 \cdot 190}{1000} = 32,49 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления:

$$Q_{сут.max} = Q_{сут} \cdot K_{сут.max}, \quad (3)$$

где $Q_{сут}$ – суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды, м³/сут;

$K_{сут.max}$ – коэффициент суточной неравномерности, принимается согласно СП 31.13330.2021, $K_{сут.max} = 1,2$.

$$Q_{сут.мах} = 32,49 \cdot 1,2 = 39 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход воды на полив в посёлке принят по удельной норме на 1 жителя:

$$Q_{пол} = \frac{Nq_{уд}}{1000}, \quad (4)$$

где $q_{уд}$ – удельная норма водопотребления на поливку в расчете на одного жителя населенного пункта, принимается по СП 31.13330.2021, л/сут на 1 чел.

$$Q_{пол} = \frac{171 \cdot 25}{1000} = 4,275 \text{ м}^3/\text{сут на 1 чел}$$

Непредвиденные расходы воды при эксплуатации системы водоснабжения приняты 5% от расчетного максимального суточного расхода воды:

$$Q_{н.р} = 0,05 \cdot Q_{сут.мах} \quad (5)$$

$$Q_{н.р} = 0,05 \cdot Q_{сут.мах} = 1,95 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Общий расход воды в посёлке:

$$Q = 39 + 4,275 + 1,95 = 45,2 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Водопотребление жителями является случайным процессом изменения расходов воды во времени, поэтому при расчете систем водоснабжения необходимо учитывать изменения расходования воды в отдельные часы суток. Суммарное водопотребление поселком по часам суток представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Водопотребление посёлком по часам суток

Часы водопотребления	Водопотребление									
	Жилой сектор		Поливочный расход				Непредвиденные расходы		Суммарный расход	
			механизированный		ручной					
	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³
0-1	0,6	0,23			-	-	4,16	0,08	0,68	0,31
1-2	0,6	0,23			-	-	4,16	0,08	0,68	0,31
2-3	1,2	0,47	-	-	-	-	4,16	0,08	1,22	0,55
3-4	2	0,78	-	-	-	-	4,16	0,08	1,90	0,86
4-5	3,5	1,37	-	-	-	-	4,16	0,08	3,21	1,45
5-6	3,5	1,37	-	-	-	-	4,16	0,08	3,21	1,45
6-7	4,5	1,76	-	-	-	-	4,16	0,08	4,07	1,84
7-8	10,2	3,98	-	-	-	-	4,16	0,08	8,98	4,06
8-9	8,8	3,53	-	-	-	-	4,17	0,08	7,99	3,61
9-10	6,5	2,54	-	-	-	-	4,17	0,08	5,79	2,62
10-11	4,1	1,6	-	-	-	-	4,17	0,08	3,72	1,68
11-12	4,1	1,6	-	-	-	-	4,17	0,08	3,72	1,68
12-13	3,5	1,37	-	-	-	-	4,17	0,08	3,21	1,45
13-14	3,5	1,37	-	-	-	-	4,17	0,08	3,21	1,45
14-15	4,7	1,83	-	-	-	-	4,17	0,08	4,23	1,91
15-16	6,2	2,43	-	-	-	-	4,17	0,08	5,55	2,51
16-17	10,4	4,01	-	-	-	-	4,17	0,08	9,06	4,09
17-18	9,4	3,67	-	-	-	-	4,17	0,08	8,31	3,75

Окончание таблицы 1 – Водопотребление посёлком по часам суток

Часы водопотребления	Водопотребление									
	Жилой сектор		Поливочный расход				Непредвиденные расходы		Суммарный расход	
			механизированный		ручной					
	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³
18-19	7,3	2,81	–	–	25	1,07	4,17	0,08	8,76	3,96
19-20	1,6	0,6	–	–	25	1,07	4,17	0,08	3,87	1,75
20-21	1,6	0,6	–	–	25	1,07	4,17	0,08	3,87	1,75
21-22	1	0,39	–	–	25	1,07	4,17	0,08	3,4	1,54
22-23	0,6	0,23	–	–	–	–	4,17	0,08	0,68	0,31
23-24	0,6	0,23	–	–	–	–	4,17	0,08	0,68	0,31
Сумма	100	39	100	4,275	100	4,275	100	1,95	100,00	45,2

По назначению и месту расположения в общей схеме системы водоснабжения насосные станции различают: первого подъема, второго подъема.

Насосные станции первого подъема забирают воду из сеточных отделений (колодцев) водозаборных сооружений и подают ее на очистные сооружения, а если очистка воды не требуется, то в регулирующие емкости или непосредственно в сеть потребителя.

Насосные станции первого подъема являются составной частью комплекса водозаборных сооружений.

Насосные станции второго подъема подают воду из резервуаров чистой воды в водопроводную сеть населенного пункта. Располагаются они, как правило, на территории очистной станции в отдельно стоящих зданиях или совмещаются в одном здании со станцией водоподготовки.

Режим работы насосной станции второго подъема, как правило, достаточно близок режиму водопотребления.

Режим работы насосной станции представлен в таблице 2.

Для компенсации несоответствия режима водопотребления поселком в системе водоснабжения предусматривают РЧВ.

Полная вместимость РЧВ:

$$W_{\text{рчв}} = W_{\text{регул.}} + W_{\text{пожар.}} + W_{\text{сн}}, \quad (6)$$

где $W_{\text{регул}}$ – регулирующий объем РЧВ, м³;

$W_{\text{пожар}}$ – неприкосновенный противопожарный запас воды, м³;

$W_{\text{сн}}$ – запас воды на собственные нужды, м³.

Регулирующий объем РЧВ:

$$W_{\text{регул.}} = \alpha_{\text{max}} \cdot \frac{Q_{\text{сут. max}}}{100}, \quad (7)$$

где α_{max} – максимальный остаток воды в баке, % ;

$Q_{\text{сут. max}}$ – максимальный суточный расход воды, м³/сут.

$$W_{\text{регул.}} = 22,5 \cdot \frac{45,2}{100} = 10,17 \text{ м}^3$$

Режим работы насосной станции представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Определение режима работы насосной станции первого подъема

Часы водопотребления	Режим работы НС- II (Водопотребление), %	Режим работы НС- I, %	Подача воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
0-1	0,68	4,16	3,48	–	11,83
1-2	0,68	4,16	3,48	–	15,31
2-3	1,22	4,16	2,94	–	18,25
3-4	1,90	4,16	2,26	–	20,51
4-5	3,21	4,16	0,95	–	21,46
5-6	3,21	4,16	0,95	–	22,41
6-7	4,07	4,16	0,09	–	22,5
7-8	8,98	4,16	–	4,82	17,68
8-9	7,99	4,17	–	3,82	13,86
9-10	5,79	4,17	–	1,62	12,24
10-11	3,72	4,17	0,45	–	12,69
11-12	3,72	4,17	0,45	–	13,14
12-13	3,21	4,17	0,96	–	14,1
13-14	3,21	4,17	0,96	–	15,06
14-15	4,23	4,17	–	0,06	15
15-16	5,55	4,17	–	1,38	13,62
17-18	8,31	4,17	–	4,14	4,59
18-19	8,76	4,17	–	4,59	0
19-20	3,87	4,17	0,3	–	0,3

Окончание таблицы 2 – Определение режима работы насосной станции первого подъема

Часы водопотребления	Режим работы НС- II (Водопотребление), %	Режим работы НС- I, %	Подача воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
20-21	3,87	4,17	0,3	–	0,6
21-22	3,4	4,17	0,77	–	1,37
22-23	0,68	4,17	3,49	–	4,86
23-24	0,68	4,17	3,49	–	8,35
	100	100	25,32	25,32	

Противопожарный запас воды в РЧВ определяется по формуле

$$W_{\text{пожар}} = \frac{t \cdot Q_{\text{п}}}{24}, \quad (8)$$

где $Q_{\text{п}}$ – расход воды на пожаротушение, м³/ч;

t – время тушения пожара, принимается согласно п. 5.17 СП 8.13130.2020,3 ч.

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot n \cdot q, \quad (9)$$

где n – количество пожаров, принимается согласно п. 5.16 СП 8.13130.2020, 1 пожар;

q – расход воды на пожаротушение, принимается по таблице 1 СП 8.13130.2020,18 м³/ч.

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 1 \cdot 18 = 64,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$W_{\text{пожар.}} = \frac{3 \cdot 64,8}{24} = 8,1 \text{ м}^3$$

Запас воды на собственные нужды принимается в соответствии СП 31.13330.2021 (п. 9.6) от расчётного максимального суточного расхода воды:

$$W_{\text{сн}} = 5\% \cdot Q_{\text{сут.макс}}, \quad (10)$$

где $Q_{\text{сут.макс}}$ – максимальный суточный расход воды, м³/сут.

$$W_{\text{сн}} = 0,05 \cdot 39 = 1,95 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{рчв}} = 10,17 + 8,1 + 1,95 = 20,22 \text{ м}^3.$$

Для водоснабжения посёлка принята тупиковая схема наружных водопроводных сетей.

Согласно СП 31.13330.2021, п. 11.5 в населенных пунктах с числом жителей до 5 тыс. чел. при диаметре труб не свыше 100 мм для подачи воды на хозяйственно–питьевые нужды допускается применять тупиковые линии водопроводов.

При трассировке водоводов необходимо стремиться к их минимальной длине с учетом естественных и искусственных препятствий, обеспечения возможности проезда и применения техники при строительстве и эксплуатации водоводов, к минимальному отчуждению земли и с учетом границ землепользования. Подключение водоводов (двух и более) к магистральной сети должно производиться к различным ремонтным участкам.

Расчет расходов воды на участках водопроводной сети производится согласно СП 30.13330.2020. п 5,3.

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети:

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha, \quad (11)$$

где q_0 – секундный расход воды водоразборной арматурой, согласно СП 30.13330.2020, 0,2 л/с;

α – коэффициент, определяемый в соответствии с таблицами Б.1 и Б.2 СП 30.13330.2020 в зависимости от общего числа приборов N и вероятности их действия P на расчетном участке.

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha = 0,217 \text{ л/с}$$

Вероятность действия санитарно-технических приборов на участках сети:

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{3600 \cdot q_0 \cdot N}, \quad (12)$$

где $q_{hr,u}$ – норма расхода воды в час наибольшего водопотребления, согласно СП 30.13330.2020, (прил. А, табл А.2) 5,1 л;

U – количество потребителей на расчетном участке;

q_0 – расход воды прибором, согласно СП 30.13330.2020, 0,2 л/с;

N – число санитарно-технических приборов на расчетном участке.

$$P = \frac{5,1 \cdot 273}{3600 \cdot 0,2 \cdot 546} = 0,0036$$

Расчет расходов воды на участках водопроводной сети представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Гидравлический расчет водопроводной сети посёлка

№ участка	Число водоразборных приборов N, шт.	Количество потребителей U, чел	Норма расхода воды в час наибольшего водопотребления $q_{нр,ч}$, л/ч	Расход воды прибором, q_0 , л/с	Вероятность действия приборов, P	NP	α	Расчетный расход воды на расчетном участке q , л/с	Диаметр труб d , мм	Скорость течения воды v , м/с	Длина расчетного участка L, м	Потери напора h , м	
												Уклон 1000 i	Расчетные потери на участке h_i , м
B1-42-B1-41	6	3	5,1	0,2	0,0036	0,021	0,217	0,217	25	0,75	26,83	73,5	1,97
B1-41-B1-40	12	6	5,1	0,2	0,0036	0,043	0,261	0,261	32	0,81	30,3	60,2	1,82
B1-40-B1-39	18	9	5,1	0,2	0,0036	0,064	0,295	0,295	32	0,92	28,08	70,1	1,96
B1-39-B1-38	24	12	5,1	0,2	0,0036	0,086	0,883	0,883	32	1,25	30,72	132	4,05
B1-38-B1-37	30	15	5,1	0,2	0,0036	0,108	0,349	0,349	40	0,95	24,24	66,1	1,6
B1-37-B1-36	36	18	5,1	0,2	0,0036	0,129	0,376	0,376	40	0,97	28,82	70	2,01
B1-36-B1-35	42	21	5,1	0,2	0,0036	0,151	0,4	0,4	40	1,01	26,8	73,4	1,96
B1-35-B1-34	48	24	5,1	0,2	0,0036	0,172	0,42	0,42	40	1,03	29,31	76,8	2,2
B1-34-B1-33	54	27	5,1	0,2	0,0036	0,194	0,444	0,444	40	1,04	26,83	78,2	2,1
B1-33-B1-32	60	30	5,1	0,2	0,0036	0,216	0,460	0,460	40	1,04	36,09	78,6	2,8
B1-22-B1-23	6	3	5,1	0,2	0,0036	0,021	0,217	0,217	40	0,75	26,45	73,5	1,97
B1-23-B1-24	12	6	5,1	0,2	0,0036	0,043	0,261	0,261	50	0,81	69,84	60,2	1,82
B1-24-B1-25	18	9	5,1	0,2	0,0036	0,064	0,295	0,295	50	0,92	15,64	70,1	1,96
B1-25-B1-26	24	12	5,1	0,2	0,0036	0,086	0,883	0,883	50	1,25	54,41	132	4,05

Окончание таблицы 3 – Гидравлический расчет водопроводной сети посёлка

№ участка	Число водоразборных при- боров N, шт.	Количество потребителей U, чел	Норма расхода воды в час наибольшего водопотребления $q_{нр,ч}$ л/ч	Расход воды прибором, q_0 л/с	Вероятность действия при- боров, P	NP	α	Расчетный расход воды на расчетном участке q , л/с	Диаметр труб d , мм	Скорость течения воды v , м/с	Длина расчетного участка L , м	Потери напора h , м	
												Уклон $1000 i$	Расчетные потери на участке h_i , м
B1-26-B1-27	30	15	5,1	0,2	0,0036	0,108	0,349	0,349	50	0,95	26,46	66,1	1,6
B1-27-B1-30	36	18	5,1	0,2	0,0036	0,129	0,376	0,376	50	0,97	23,44	70	2,01
B1-17-B1-16	6	3	5,1	0,2	0,0036	0,021	0,217	0,217	50	0,75	25,21	73,5	1,97
B1-16-B1-15	12	6	5,1	0,2	0,0036	0,043	0,261	0,261	50	0,81	30,62	60,2	1,82
B1-15-B1-14	18	9	5,1	0,2	0,0036	0,064	0,295	0,295	50	0,92	35,9	70,1	1,96
B1-14-B1-13	24	12	5,1	0,2	0,0036	0,086	0,883	0,883	50	1,25	53,5	132	4,05
B1-13-B1-12	30	15	5,1	0,2	0,0036	0,108	0,349	0,349	50	0,95	24,3	66,1	1,6

2. Определение расчетных расходов воды и стоков в системе водоснабжения и канализации отдельных зданий

2.1. Определение расчетных расходов кафе

Кафе на 50 посадочных мест. Количество санитарных приборов для технологических нужд для холодной и горячей воды, шт. – 10. Санитарный узел для персонала: общее количество приборов, для холодной и горячей воды шт. – 4, для горячей воды шт. – 2. Санитарный узел для посетителей: общее количество приборов для холодной и горячей воды, шт. – 5.

Характеристика потребителей, обслуживаемых системами холодного, горячего водоснабжения и канализации, рассчитываемого здания приведены в таблице 4

Таблица 4 – Расчетные расходы воды потребителями

Водопотребители	Единица измерения	Расчетные расходы воды, л				Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
		среднесуточные		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей)	холодной или горячей
		общий	горячей	общий	горячей		
		$q_{m,u}^{tot}$	$q_{m,u}^h$	$q_{hr,u}^{tot}$	$q_{hr,u}^h$	$q_0^{tot} (q_{0,hr}^{tot})$	q_0^c, q_0^h ($q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h$)
Предприятия общественного питания для приготовления пищи	1 условное блюдо, в т. ч. 2 л на мытье	12	3,4	12	3,4	0,3(300)	0,2(200)

На предприятиях общественного питания число реализуемых блюд в час $U_{ч}$ и в сутки $U_{сут}$ следует определять по формулам.

Количество блюд, реализуемых за один рабочий день

$$U_{сут} = 2,2 \cdot n \cdot t \cdot T \cdot \psi \quad (13)$$

Количество реализуемых блюд в час, шт/ч:

$$U = 2,2 \cdot n \cdot t, \quad (14)$$

где, n – количество посадочных мест, шт;

m – количество посадок, принимаемых для столовых открытого типа равным 2 шт;

T – время работы предприятия общественного питания, ч;

Ψ – коэффициент неравномерности посадок на протяжении рабочего дня принимаемый для столовых, 0,45;

Время работы предприятий общественного питания с учетом приготовления пищи и мытья оборудования, определяется технологической частью проекта.

$$U_{\text{сум}} = 2,2 \cdot 50 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 0,45 = 1188 \text{ шт/ч}$$

$$U = 2,2 \cdot 50 \cdot 2 = 220 \text{ шт/ч.}$$

Вероятность действия санитарно-технических приборов при одинаковых водопотребителях в здании:

$$P^{\text{tot}} = \frac{12 \cdot 220}{3600 \cdot 0,3 \cdot 26} = 0,09;$$

$$a^{\text{tot}} = 1,62; NP^{\text{tot}} = 2,44;$$

$$P^h = \frac{3,4 \cdot 220}{3600 \cdot 0,2 \cdot 20} = 0,05 ;$$

$$a^h = 0,343; NP^h = 0,1;$$

$$P^c = \frac{8,6 \cdot 220}{3600 \cdot 0,2 \cdot 26} = 0,1 ;$$

$$a^c = 2,62; NP^c = 1,692.$$

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети, л/с:

$$q^{\text{tot}} = 5 \cdot 0,3 \cdot 1,62 = 2,43, \text{ л/с};$$

$$q^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,343 = 0,343, \text{ л/с};$$

$$q^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 1,692 = 1,692, \text{ л/с.}$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов в течение часа:

$$P_{hr}^{\text{tot}} = \frac{3600 \cdot 0,09 \cdot 0,3}{500} = 0,1944; \alpha_{hr}^{\text{tot}} = 2,575; NP_{hr}^{\text{tot}} = 5,05;$$

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 0,05 \cdot 0,2}{220} = 0,163; \alpha_{hr}^h = 1,943; NP_{hr}^h = 5,05;$$

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot 0,1 \cdot 0,2}{280} = 0,257; \alpha_{hr}^c = 3,111; NP_{hr}^c = 6,682.$$

Максимальный часовой расход воды на расчетном участке сети, м³/ч:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot 500 \cdot 9,06 = 6,43, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 220 \cdot 1,94 = 2,13, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot 280 \cdot 3,11 = 4,35, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Суточный расход воды, на хозяйственно-питьевые нужды, м³/сут:

$$Q^{tot} = \frac{12 \cdot 1188}{1000} = 14,25, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}};$$

$$Q^c = \frac{8,6 \cdot 1188}{1000} = 10,21, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

$$Q^h = \frac{3,4 \cdot 1188}{1000} = 4,03, \text{ м}^3/\text{ч};$$

Средний часовой расход воды, м³/ч:

$$q_T^{tot} = \frac{14,25}{12} = 1,18, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_T^h = \frac{4,03}{12} = 0,33, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_T^c = \frac{10,21}{12} = 0,85, \text{ м}^3/\text{ч};$$

Расход тепла для нагрева горячей воды, кВт: в течение среднего часа

$$Q_T^h = 1,16 \cdot 0,33 \cdot (65 - 5) + 122,4 = 145,4, \text{ кВт}.$$

в течение часа максимального потребления горячей воды

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot 1,94 \cdot (65 - 5) + 122,4 = 257,4 \text{ кВт}.$$

Расчетные секундные расходы определяются по формулам СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

При $q_{hr,u}^h = 3,8$ л/ч, $q_0^h = 0,2 \frac{\text{л}}{\text{с}}$, $U = 220$, $N^h = 20$ шт.

$$P^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{3600 \cdot N \cdot q_0^h}, \quad (15)$$

где $q_{hr,u}^h$ – норма расхода воды в час наибольшего водопотребления, л/ч;
 U – количество водопотребителей в здании, шт.;
 q_0^h – расход горячей воды прибором, л/с;
 N – количество водоразборных приборов.

$$P_h = \frac{3,8 \cdot 220}{3600 \cdot 0,2 \cdot 10} = \frac{836}{7200} = 0,1$$

$$P^h \cdot N^h = 0,1 \cdot 10 = 1$$

где P_h – расчетный секундный расход;
 N^h – количество водоразборных приборов.

$$q^h = 5 \cdot q_0^h \cdot \alpha, \quad (16)$$

где q_0^h – расход горячей воды прибором, л/с;
 α – коэффициент, показывающий интенсивность потребления воды.

$$q^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,969 = 0,969, \text{ л/с.}$$

Суточные расходы горячей воды при $q_{uo} = 12,7$ л/с :

$$q_u^h = 12,7 \cdot \frac{220}{1000} = 2,794 \text{ м}^3/\text{сут};$$

Часовые расходы:

$$P_h = 3600 \cdot P \cdot \frac{q_0^h}{q_{hr,0}^h}, \quad (17)$$

где P – часовая вероятность действия приборов;
 q_0^h – секундный расход горячей воды прибором, л/с;
 $q_{hr,0}^h$ – расход горячей воды прибором, л/ч.

$$P_h = 3600 \cdot 0,1 \cdot \frac{0,2}{200} = 0,36,$$

$$N \cdot P_{hr} = 10 \cdot 0,36 = 3,6$$

где P_{hr} – расчетный секундный расход;

N – количество водоразборных приборов.

Определяем расчетные часовые расходы горячей воды:

$$q_{hr}^h = 5 \cdot q_{hr,0}^h \cdot \alpha_{hr}, \quad (18)$$

где $q_{hr,0}^h$ – расход горячей воды прибором, л/ч;

α_{hr} – коэффициент, показывающий интенсивность потребления воды.

$$q_{hr}^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 2,065 = 2,065 \text{ м}^3/\text{ч} = 2065 \text{ л/ч}$$

Подводим итоги в таблице 5.

Таблица 5 – Расчетные расходы воды

Наименование	N_p	$N_{ст}$	$q_{hr,u}$, л/ч	q_0 , л/с	$q_{0,hr}$, л/ч	$q_{m,u}$, л/сут	P	NP	α	q , л/с	P_{hr}	NP_{hr}	α_{hr}	q , м ³ /ч	Q , м ³ /сут	T , ч	q_T , м ³ /ч
Столовая																	
Горячей	50	10	3,4	0,2	200	3,4	0,1	1	0,969	0,343	0,163	5,05	1,94	2,13	4,03	12	0,33
Холодной	50	14	8,6	0,2	200	8,6	0,1	1,4	1,168	1,692	0,257	6,68	3,11	4,35	10,21	12	0,85

N_p – Количество потребителей

$N_{ст}$ – Количество санитарных приборов

$q_{hr,u}$ – Часовая норма расхода воды

q_0 – Расход воды прибором

$q_{m,u}$ – Суточная норма расхода воды

P – Вероятность

q – Секундный расход воды

Q – Суточный расход воды

T – Период водопотребления

q_T – Средний часовой расход

Средние часовые расходы горячей воды находятся по формуле

$$q_{hr,m}^h = \frac{q_u^h}{T}, \quad (19)$$

где T – период потребления, в нашем случае $T = 12$ ч.

$$q_{hr,m}^h = \frac{12,7}{12} = 1,058 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Суточные расходы теплоты вычисляют по формуле

$$Q_u^h = q_u^h \cdot g^h \cdot (1 + K), \quad (20)$$

где q_u^h – суточные расходы горячей воды;

g^h – расчетное количество теплоты, кДж/ч;

K – количество теплоты для нагрева 1 л воды до расчетной температуры.

Расчетное количество теплоты определяем по формуле

$$g^h = C \cdot \rho \cdot (t^h - t^c), \quad (21)$$

где C – теплоемкость воды, кДж/(кг · °С);

ρ – плотность воды, кг/м³;

t^h – температура горячей воды, °С;

t^c – температура холодной воды в отопительный период (+2 °С), °С.

При $K = 0,25$, $t^h = 55$ °С, $t^c = 10$ °С, $C = 4,19$ кДж/(кг · °С), $\rho = 1000$ кг/м³.

$$g^h = 4,19 \cdot 1000 \cdot (55 - 10) = 188550 \text{ Дж} = 188,55 \text{ М Дж/м}^3,$$

$$Q_u^h = 2,794 \cdot 188,55 \cdot 10^3 \cdot (1 + 0,25) = 0,658 \text{ Г Дж/сут},$$

Средние часовые расходы теплоты рассчитывают по формуле

$$Q_{hr,m}^h = q_{hr,m}^h \cdot g^h \cdot (1 + K), \quad (22)$$

где $q_{hr,m}^h$ – средний часовой расход горячей воды, м³/ч.

$$Q_{hr,m}^h = 12,7 \cdot 188,55 \cdot (1 + 0,25) = 29,93 \cdot 10^8 \text{ Дж/ч} = 2,993 \text{ Г Дж/ч} = 0,831 \text{ МВт},$$

Максимальные часовые расходы теплоты вычисляем по следующей формуле

$$Q_{hr}^h = q_h^{hr} \cdot g^h + \frac{K \cdot Q_{hr,m}^h}{1+K}, \quad (23)$$

$$Q_{hr}^h = 12,7 \cdot 188,55 \cdot 10^6 + \frac{0,25 \cdot 29,93 \cdot 10^8}{1 + 0,25} = 2,993 \cdot \frac{10^9 \text{Дж}}{\text{ч}} = 2,993 \text{ ГДж/ч} = 0,833 \text{ МВт.}$$

Водонагреватель рассчитываем на максимальный часовой расход воды $q_h^{hr} = 12,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ и теплоты $Q_{hr}^h = 2,993 \cdot 10^9 \text{ Дж/ч}$.

Определяем площадь трубок водонагревателя:

$$F = \frac{q_{hr}^h}{3600 \cdot v}, \quad (24)$$

где v – скорость нагреваемой воды, принимаем $v \approx 1 \text{ м/с}$.

$$F = \frac{2,065}{3600 \cdot 1} = 5,73 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Определяем фактическую скорость движения воды по формуле

$$v = \frac{q_{hr}^h}{F \cdot 3600}, \quad (25)$$

При часовом расходе:

$$v = \frac{2,065}{5,73 \cdot 10^{-4} \cdot 3600} = 1,0011 \text{ м/с};$$

При максимальном секундном расходе $q^h = 0,969 \text{ л/с}$ скорость будет:

$$v = \frac{0,969}{5,73 \cdot 10^{-4} \cdot 3600} = 1,7 \text{ м/с};$$

Поверхность нагрева водонагревателя определяют по формуле

$$F = \frac{\beta \cdot g^h}{\mu \cdot K \cdot \Delta t \cdot 3,6}, \quad (26)$$

где g^h – расчетное количество теплоты, кДж/ч;

β – коэффициент запаса, принимаем $\beta = 1,1$;

μ – коэффициент, учитывающий снижение теплопередачи в связи с зарастанием, принимаем $\mu = 0,7$;

K – коэффициент теплопередачи, нагревательной поверхности, Вт/(м²град);

Δt – расчетная разность температур теплоносителя и нагреваемой воды, вычисляется по формуле

$$\Delta t = \frac{(\Delta t_{max}) - (\Delta t_{min})}{2,31 \cdot \lg \frac{(\Delta t_{max})}{(\Delta t_{min})}}, \quad (27)$$

где Δt_{max} и Δt_{min} – наибольшая и наименьшая разность температур между теплоносителем и нагреваемой водой по концам теплообменника (в осях входного и выходного патрубков теплоносителя).

При параметрах теплоносителя $t_1^h = 130^\circ C$, $t_1^c = 70^\circ C$ и нагреваемой воды $t_2^c = 5^\circ C$ и $t_2^h = 60^\circ C$ (зимний режим) $K = 2900 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{град})$, $\mu = 0,7$, $\beta = 1,1$.

$$\Delta t = \frac{(130-60)-(70-5)}{2,31 \cdot \lg \frac{(130-60)}{(70-5)}} = 65^\circ C;$$

$$F = \frac{1,1 \cdot 0,635 \cdot 10^6}{0,7 \cdot 2900 \cdot 65 \cdot 3,6} = 1,5 \text{ м}^2;$$

Расчет системы в режиме циркуляции

Потери тепла на участке определяем по формуле

$$Q_i^{ht} = k \cdot \pi \cdot d_i \cdot l \cdot (t^h - t^0) \cdot (1 - \eta), \quad (28)$$

где k – коэффициент теплопередачи изолированной трубы, принимаем $k = 0,7 \text{ кВт}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$;

d_i – наружный диаметр труб;

l – длина труб на участке;

t^h – температура горячей воды, принимаем $t^h = 55^\circ C$ для закрытой системы ГВС;

t^0 – температура среды;

η – коэффициент эффективности теплоизоляции;

$$Q_i^{ht} = 0,0116 \cdot 3,14 \cdot 0,026 \cdot 0,7 \cdot (55 - 20) \cdot (1 - 1) = 0,011$$

Циркулярный расход на участке определяем по формуле

$$q_{r-i}^{cir} = \frac{Q_{r-i}^{ht}}{\Delta t \cdot 4,19}, \quad (29)$$

где Q_{r-i}^{ht} – потери тепла на участке;

Δt – перепад температур на расчетном участке.

$$q_{r-i}^{cir} = \frac{0,092}{(37-20) \cdot 4,19} = 0,000685 \text{ л/с};$$

Циркуляционный расход вычисляем по формуле

$$q_{cir} = \frac{g_l^{ht}}{\Delta t C \rho}, \quad (30)$$

где Δt – перепад температур на расчетном участке;

g_l^{ht} – потери теплоты в распределительной сети системы, Вт

2.2. Определение расчетных расходов магазина

Магазин на 2-ух работников. Количество приборов в санитарном узле для работников для холодной и горячей воды, шт. – 2, для холодной воды, шт. – 2.

Характеристика потребителей, обслуживаемых системами холодного, горячего водоснабжения и канализации, рассчитываемого здания приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Расчетные расходы воды потребителями

Водопо- треби- тели	Еди- ница из- мерения	Расчетные расходы воды, л				Расход воды прибо- ром, л/с (л/ч)	
		среднесуточные		в час наибольшего во- допотребления		общий (холод- ной и го- рячей)	холодной или горячей
		общий	горячей	общий	горячей		
Магазины промто- варные	1 рабо- тающий в смену	12	4	4	1,7	0,14(80)	0,1(60)

Вероятность действия санитарно-технических приборов при одинаковых водопотребителях в здании:

$$P^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N^{tot} \cdot 3600} = \frac{4 \cdot 2}{0,14 \cdot 4 \cdot 3600} = 0,004;$$

$$\alpha^{tot} = 0,205; NP^{tot} = 0,016;$$

$$P^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{q_0^h \cdot N^h \cdot 3600} = \frac{1,7 \cdot 2}{0,1 \cdot 2 \cdot 3600} = 0,005;$$

$$\alpha^h = 0,200; NP^h = 0,009;$$

$$P^c = \frac{q_{hr,u}^c \cdot U}{q_0^c \cdot N^c \cdot 3600} = \frac{2,3 \cdot 2}{0,1 \cdot 4 \cdot 3600} = 0,003;$$

$$\alpha^c = 0,200; NP^c = 0,012.$$

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети, л/с:

$$q^{tot} = 5 \cdot 0,14 \cdot 0,205 = 0,1435 \text{ л/с};$$

$$q^h = 5 \cdot 0,1 \cdot 0,200 = 0,1 \text{ л/с};$$

$$q^c = 5 \cdot 0,1 \cdot 0,200 = 0,1 \text{ л/с}.$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов в течение часа:

$$P_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot 0,004 \cdot 0,14}{80} = 0,03; NP_{hr}^{tot} = 0,12; \alpha_{hr}^{tot} = 0,367;$$

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 0,005 \cdot 0,1}{60} = 0,03; NP_{hr}^h = 0,06; \alpha_{hr}^h = 0,289;$$

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot 0,003 \cdot 0,1}{60} = 0,02; NP_{hr}^c = 0,08; \alpha_{hr}^c = 0,318;$$

Максимальный часовой расход воды на расчетном участке сети, м³/ч:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot 80 \cdot 0,367 = 0,147 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 60 \cdot 0,289 = 0,087 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot 60 \cdot 0,318 = 0,095 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Суточный расход воды, на хозяйственно-питьевые нужды, м³/сут:

$$Q^{tot} = \frac{12 \cdot 2}{1000} = 0,024 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q^h = \frac{4 \cdot 2}{1000} = 0,008 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q^c = \frac{8 \cdot 2}{1000} = 0,016 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Средний часовой расход воды, м³/ч:

$$q_T^{tot} = \frac{0,024}{12} = 0,002 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_T^h = \frac{0,008}{12} = 0,0007 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_T^c = \frac{0,016}{12} = 0,0013 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Расчетные секундные расходы определяются по формулам СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

При $q_{hr,u}^h = 1,7 \text{ л/ч}$, $q_0^h = 0,1 \frac{\text{л}}{\text{с}}$, $U = 2$, $N^h = 2$ шт.

$$P^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{3600 \cdot N \cdot q_0^h}, \quad (31)$$

где $q_{hr,u}^h$ – норма расхода воды в час наибольшего водопотребления, л/ч;

U – количество водопотребителей в здании, шт.

q_0^h – расход горячей воды прибором, л/с;

N – количество водоразборных приборов.

$$P_h = \frac{1,7 \cdot 2}{3600 \cdot 2 \cdot 0,1} = \frac{3,4}{720} = 0,005$$

$$P^h \cdot N^h = 0,005 \cdot 2 = 0,01; \alpha = 0,200,$$

где P_h – расчетный секундный расход;

N^h – количество водоразборных приборов.

$$q^h = 5 \cdot q_0^h \cdot \alpha, \quad (32)$$

где q_0^h – расход горячей воды прибором, л/с;

α – коэффициент, показывающий интенсивность потребления воды.

$$q^h = 5 \cdot 0,1 \cdot 0,200 = 0,1 \text{ л/с}$$

Часовые расходы:

$$P_h = 3600 \cdot P \cdot \frac{q_0^h}{q_{hr,0}^h}, \quad (33)$$

где P – часовая вероятность действия приборов;

q_0^h – секундный расход горячей воды прибором, л/с;

$q_{hr,0}^h$ – расход горячей воды прибором, л/ч.

$$P_{hr} = 3600 \cdot 0,03 \cdot \frac{0,1}{60} = 0,18$$

$$N \cdot P_{hr} = 2 \cdot 0,18 = 0,36,$$

где P_{hr} – расчетный секундный расход;
 N – количество водоразборных приборов.
 $\alpha = 0,4$

Определяем расчетные часовые расходы горячей воды:

$$q_{hr}^h = 5 \cdot q_{hr,0}^h \cdot \alpha_{hr}, \quad (34)$$

где $q_{hr,0}^h$ – расход горячей воды прибором, л/ч;
 α_{hr} – коэффициент, показывающий интенсивность потребления воды.

$$q_{hr}^h = 5 \cdot 0,1 \cdot 0,4 = 0,2 \text{ м}^3/\text{ч} = 200 \text{ л/ч}$$

Подводим итоги в таблице 7.

Таблица 7 – Расчетные расходы воды

Наименование	N_p	$N_{ст}$	$q_{hr,u}$, л/ч	q_0 , л/с	$q_{0,hr}$, л/ч	$q_{m,u}$, л/сут	P	NP	α	q , л/с	P_{hr}	NP_{hr}	α_{hr}	q , м ³ /ч	Q , м ³ /сут	T , ч	q_T , м ³ /ч
Магазин																	
Горячей	2	2	1,7	0,1	60	4	0,005	0,009	0,200	0,1	0,03	0,06	0,289	0,087	0,008	12	0,0007
Холодной	2	4	2,3	0,1	60	8	0,003	0,012	0,200	0,1	0,02	0,08	0,318	0,095	0,016	12	0,0013

N_p – Количество потребителей

$N_{ст}$ – Количество санитарных приборов

$q_{hr,u}$ – Часовая норма расхода воды

q_0 – Расход воды прибором

$q_{m,u}$ – Суточная норма расхода воды

P – Вероятность действия приборов

q – Секундный расход воды

Q – Суточный расход воды

T – Период водопотребления

q_T – Средний часовой расход

2.3. Определение расчетных расходов спортивного комплекса

Исходные данные для расчета:

Спортивно-оздоровительный комплекс общей площадью 2019 м². В здании расположены медицинский кабинет, кафе, бассейн.

Состав помещений и количество потребителей, и количество санитарно–технических приборов.

Медицинский кабинет – 1 сотрудник, для холодной и горячей воды 1 умывальник.

Обслуживающий персонал 20 человек, санитарный узел для персонала мужской, женский, 2 умывальника, 2 унитаза, 1 писсуар.

Максимальное количество посетителей - 200 человек.

Санузлы при раздевалках и саунах, санитарные узлы для посетителей мужские: 2 умывальника, 2 унитаза, 2 писсуара. Санитарные узлы для посетителей женские: 2 умывальника, 2 унитаза.

Санузлы для спортзалов мужские: 4 умывальника, 4 унитаза, 4 писсуара, женские: 4 умывальника, 4 унитаза.

Душевые сетки, общее количество, шт - 12.

Кафе, 12 посадочных мест, для холодной и горячей воды 3 мойки.

На технологические нужды бассейна, л/с - 2.

Время работы комплекса 14 часов

Характеристика потребителей, обслуживаемых системами холодного, горячего водоснабжения и канализации, рассчитываемого здания приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Расчетные расходы воды потребителями

Потребители	Единица измерения	Повышающий коэффициент для III и IV климатических районов	Расчетные расходы воды, л						Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
			в сутки со средним за год водопотреблением			в час наибольшего водопотребления				
			общая (в том числе горячей)	горячей при $t^h = 65^\circ\text{C}$	горячей при $t^h = 55^\circ\text{C}$	общий (в том числе горячей)	горячей при $t^h = 65^\circ\text{C}$	горячей при $t^h = 55^\circ\text{C}$	общий (холодной и горячей)	холодной или горячей
			$q_{m,u}^{tot}$	$q_{m,u}^h$	$q_{m,u}^h$	$q_{hr,u}^{tot}$	$q_{hr,u}^h$	$q_{hr,u}^h$		
6 Физкультурно-оздоровительные учреждения										
со столовыми на полуфабрикатах, без стирки белья	1 место	1,15	60	25,5	30	10	3,8	4,5	0,3 (300)	0,2 (200)
9 Административные здания	1 работник	1,2	15	5,1	6	4	1,7	2	0,14 (80)	0,1 (60)
10 Предприятия общественного питания										
где приготовление пищи не предусмотрено (буфеты, бутербродные, и т. п.)	1 блюдо	1	2	0,8	1	2	0,8	1	0,3 (300)	0,2 (200)
17 Плавательные бассейны										
пополнение бассейна	% вместимости бассейна в сутки	1	10							

Расчетные данные для отдельных потребителей, расчёт вероятностей:
 Вероятность действия санитарно–технических приборов при одинаковых водопо-
 требителях в здании (зданиях) или сооружении (сооружениях):

для обслуживающего персонала и медицинского работника

$$P^{tot} = \frac{4 \cdot 21}{3600 \cdot 0,14 \cdot 6} = 0,028; NP^{tot} = 0,17;$$

$$P^h = \frac{1,7 \cdot 21}{3600 \cdot 0,1 \cdot 3} = 0,033; NP^h = 0,1;$$

$$P^c = \frac{2,3 \cdot 21}{3600 \cdot 0,1 \cdot 6} = 0,022; NP^c = 0,13;$$

$$P_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot 0,041 \cdot 0,14}{80} = 0,258; NP_{hr}^{tot} = 1,55;$$

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 0,039 \cdot 0,1}{60} = 0,234; NP_{hr}^h = 0,702;$$

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot 0,037 \cdot 0,1}{60} = 0,222; NP_{hr}^c = 1,332.$$

для посетителей

$$P^{tot} = \frac{10 \cdot 200}{3600 \cdot 0,3 \cdot 43} = 0,043; NP^{tot} = 1,85;$$

$$P^h = \frac{3,8 \cdot 200}{3600 \cdot 0,2 \cdot 25} = 0,042; NP^h = 1,06;$$

$$P^c = \frac{6,2 \cdot 200}{3600 \cdot 0,2 \cdot 43} = 0,04; NP^c = 1,72;$$

$$P_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot 0,043 \cdot 0,3}{300} = 0,1548; NP_{hr}^{tot} = 6,66;$$

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 0,042 \cdot 0,2}{200} = 0,1512; NP_{hr}^h = 3,78;$$

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot 0,04 \cdot 0,2}{200} = 0,211; NP_{hr}^c = 6,192.$$

для кафе

$$P^{tot} = \frac{2 \cdot (2,2 \cdot 12 \cdot 2)}{3600 \cdot 0,3 \cdot 3} = 0,033; NP^{tot} = 0,1;$$

$$P^h = \frac{0,8 \cdot 53}{3600 \cdot 0,2 \cdot 3} = 0,02; NP^h = 0,06;$$

$$P^c = \frac{1,2 \cdot 53}{3600 \cdot 0,2 \cdot 3} = 0,029; NP^h = 0,09;$$

$$P_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot 0,041 \cdot 0,3}{300} = 0,155; NP_{hr}^{tot} = 0,464;$$

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 0,039 \cdot 0,2}{200} = 0,14; NP_{hr}^h = 0,421;$$

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot 0,037 \cdot 0,2}{200} = 0,133; NP_{hr}^c = 0,3996.$$

Вероятность действия санитарно–технических приборов при разных водопотребителях:

$$P^{tot} = \frac{0,17+1,85+0,1}{6+43+3} = 0,041; \sum NP^{tot} = 0,1; a^{tot} = 1,081;$$

$$P^h = \frac{0,1+1,06+0,06}{3+25+3} = 0,039; \sum NP^h = 1,94; a^h = 1,412;$$

$$P^c = \frac{0,13+1,72+0,09}{6+43+3} = 0,037; \sum NP^c = 2,13; a^c = 1,492.$$

Секундный расход воды для здания в целом, водоразборной арматурой, отнесенный к одному прибору:

$$q_0^{tot} = \frac{0,17 \cdot 0,14 + 1,85 \cdot 0,3 + 0,1 \cdot 0,3}{2,13} = 0,29;$$

$$q_0^h = \frac{0,1 \cdot 0,1 + 1,06 \cdot 0,2 + 0,06 \cdot 0,2}{1,22} = 0,192;$$

$$q_0^c = \frac{0,13 \cdot 0,1 + 1,72 \cdot 0,2 + 0,09 \cdot 0,2}{1,94} = 0,193.$$

Максимальный секундный расход воды:

$$q^{tot} = 5 \cdot 0,29 \cdot 1,492 = 2,14 \text{ л/с};$$

$$q^h = 5 \cdot 0,192 \cdot 1,081 = 1,04 \text{ л/с};$$

$$q^c = 5 \cdot 0,193 \cdot 1,412 = 1,36 \text{ л/с}.$$

Часовой расход воды отдельным прибором:

$$q_{0,hr}^{tot} = \frac{1,55 \cdot 80 + 6,66 \cdot 300 + 0,464 \cdot 300}{1,55 + 6,66 + 0,464} = 260,7 \text{ л/ч};$$

$$q_{0,hr}^h = \frac{0,702 \cdot 60 + 3,78 \cdot 200 + 0,421 \cdot 200}{0,702 + 3,78 + 0,421} = 179,96 \text{ л/ч};$$

$$q_{0,hr}^c = \frac{1,332 \cdot 60 + 6,192 \cdot 200 + 0,3996 \cdot 200}{1,332 + 6,192 + 0,3996} = 176,47 \text{ л/ч.}$$

Вероятность использования санитарно–технических приборов:

$$P_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot P^{tot} \cdot q_0^{tot}}{q_{0,hr}^{tot}} = \frac{3600 \cdot 0,041 \cdot 0,29}{260,7} = 0,164;$$

$$a_{hr}^{tot} = 3,47; NP_{hr}^{tot} = 8,54;$$

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot P^h \cdot q_0^h}{q_{0,hr}^h} = \frac{3600 \cdot 0,039 \cdot 0,192}{179,96} = 0,15;$$

$$a_{hr}^h = 2,27; NP_{hr}^h = 4,64;$$

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot P^c \cdot q_0^{tot}}{q_{0,hr}^c} = \frac{3600 \cdot 0,037 \cdot 0,193}{176,47} = 0,143;$$

$$a_{hr}^c = 3; NP_{hr}^c = 7,45.$$

Максимальный часовой расход воды для здания:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot 260,7 \cdot 3,47 = 4,5, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 179,96 \cdot 2,27 = 2,04, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot 176,47 \cdot 3 = 2,65, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Суточный расход воды для зданий:

$$Q^{tot} = \frac{15 \cdot 21 + 60 \cdot 200 + 10 \cdot 53}{1000} = 12,8 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q^h = \frac{5,21 \cdot 21 + 25,5 \cdot 200 + 2,6 \cdot 53}{1000} = 5,3 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q^c = \frac{9,9 \cdot 21 + 34,5 \cdot 200 + 7,4 \cdot 53}{1000} = 7,5 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Расчет расходов воды на душевые нужды:

Секундный расход воды на душевые, л/с:

$$q = M_d q_0,$$

где M_d – количество действующих одновременно душей, шт;

$$q^{tot} = 12 \cdot 0,2 = 6 \text{ л/с};$$

$$q^h = 12 \cdot 0,14 = 1,68 \text{ л/с};$$

$$q^c = 12 \cdot 0,14 = 1,68 \text{ л/с}.$$

Часовой расход воды на душевые нужды, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$q_{hr} = M_d q_{0,hr};$$

$$q_{hr}^{tot} = 12 \cdot 500 = 6 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr}^h = 12 \cdot 229,5 = 3,24 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr}^c = 12 \cdot 270,5 = 2,76 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Суточный расход воды на душевые нужды, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$Q = M_d q_{u,m};$$

$$Q^{tot} = 12 \cdot 500 = 6 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q^h = 12 \cdot 229,5 = 3,24 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q^c = 12 \cdot 270,5 = 2,76 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Максимальные расчетные расходы воды с учетом душевых расходов:

$$q^{tot} = 2,14 + 6 = 8,14 \text{ л/с};$$

$$q^h = 1,04 + 1,68 = 2,72 \text{ л/с};$$

$$q^c = 1,36 + 1,68 + 0,2 = 3,24 \text{ л/с};$$

$$q_{hr}^{tot} = 4,5 + 6 = 10,5 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr}^h = 2,04 + 3,24 = 5,28 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr}^c = 2,65 + 2,76 = 5,41 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q^{tot} = 12,8 + 6 = 18,8 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q^h = 5,3 + 3,24 = 8,54 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q^c = 7,5 + 2,76 = 10,26 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Средний часовой расход воды за период (сутки, смена) водопотребления:

$$q_T^{tot} = \frac{18,8}{14} = 1,34 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_T^h = \frac{8,54}{14} = 0,61 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_T^c = \frac{10,26}{14} = 0,73 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход тепла для нагрева горячей воды на нужды горячего водоснабжения с учетом тепловых потерь подающих и циркуляционных трубопроводов и оборудования (полотенцесушителей, водоподогревателей и др.), кВт:

в течение среднего часа:

$$Q_T^h = 1,16 \cdot 0,61 \cdot (65 - 5) + 55 = 97,5 \text{ кВт};$$

в течение часа максимального потребления горячей воды:

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot 5,28 \cdot (65 - 5) + 55 = 422, \text{ кВт};$$

Общий расход воды в коттеджном поселке:

$$Q_{\text{сут}} = 45,2 + 18,8 + 49,56 + 4,8 = 118,36 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

2.4. Конструкция водозаборных скважин

Конструкцию водозаборной скважины определяем с учётом гидрогеологических условий, способы бурения, требований эксплуатации и санитарной охраны источника и сооружений.

К конструктивным элементам относятся оголовок, кондуктор, техническая и эксплуатационная колонны труб, цементная защита (затрубная, подбашмачная) отстойник, фильтр, надфильтровая колонна и сальник.

Неограниченный водонапорной пласт без площадного питания со следующими характеристиками:

- глубина залегания водоносного пласта – 42 м;
- мощность водоносного пласта $m = 16$ м;
- ширина потока подземных вод $b = 8$ м;

- коэффициент фильтрации грунта $k_f = 11$ м/сут;
- коэффициент водоотдачи $\mu = 0,05$;
- отметка поверхности земли $Z_{\text{земли}} = 218,5$ м;
- водовмещающая порода – известняк.
- объем водоносной породы $V = 191400368$ м³

2.5. Оценка эксплуатационных запасов воды

Продолжительность использования источника определяется эксплуатационными запасами самого источника и расчетной производительностью водозабора.

Расчетная производительность водозабора при его равномерной работе

$$Q_{\text{ч.р}} = \frac{Q_{\text{сут.р}}}{24} = \frac{118,36}{24} = 4,931 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где α – коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды очистных сооружений;

$Q_{\text{сут}}$ – полезная производительность водозабора, м³/сут;

Объем эксплуатационных запасов подземных вод, м³, в общем виде определяется из выражения

$$Q_{\text{э}} = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{дин}}, \quad (35)$$

где $Q_{\text{ст}}$ – статические запасы подземных вод;

$Q_{\text{дин}}$ – динамические запасы подземных вод.

Статические запасы включают объем воды в порах и трещинах водоносного пласта

$$Q_{\text{ст}} = \mu \cdot V, \quad (36)$$

где V – объем водоносной породы, м³;

μ – коэффициент водоотдачи (коэффициент запаса).

$$Q_{\text{ст}} = \mu \cdot V = 0,05 \cdot 191400368 = 9570018,4 \text{ м}^3$$

Динамические запасы представляют собой объем подземных вод, характеризующий естественную производительность водоносных горизонтов в том размере, в котором забор воды из них компенсируется поступлением в них воды из областей питания:

$$Q_{\text{дин}} = b \cdot m \cdot K \cdot i,$$

где b – ширина потока подземных вод, м;

m – мощность водоносного пласта;

k_{ϕ} – коэффициент фильтрации, зависящий от породы водоносного пласта, м/сут;

i – гидравлический уклон.

$$Q_{\text{дин}} = b \cdot m \cdot k_{\phi} \cdot i = 8 \cdot 16 \cdot 11 \cdot 0,02 = 28,16 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{э}} = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{дин}} = 9570018,4 + 28,16 = 9570046,56 \text{ м}^3$$

Продолжительность использования источника водоснабжения

$$t = \frac{Q_{\text{э}}}{365 \cdot Q_{\text{сут.р}}} = \frac{9570046,56}{365 \cdot 569} = \frac{9570046,56 \text{ м}^3}{365 \cdot 569} = 46 \text{ лет.}$$

Для проектируемого водозабора выбираем роторное бурение из-за большой глубины залегания водоносного пласта.

Буровая скважина представляет собой полость, сооружаемую в горных породах земной коры, имеющую цилиндрическую форму и значительную длину при сравнительно малом поперечном сечении.

Начало скважины называется устьем, конец – дном или забоем, боковая поверхность скважины – стволом.

По результатам расчёта устанавливаем максимально возможный расход (дебит) скважины. В условиях установившегося движения дебит совершенного колодца в напорном водоносном пласте определяется по формуле Дюпюи:

$$Q_{\text{скв}} = \frac{2,73 \cdot k_{\phi} \cdot m \cdot S}{\lg \frac{R}{r}}, \quad (37)$$

где k_{ϕ} – коэффициент фильтрации, м/сут;

m – мощность водоносного пласта, м;

S – понижение уровня воды при откачке, м;

r – радиус скважины, м; 160 мм = 0,08 м;

R – радиус депрессионного влияния, для известняка 150 м.

Понижение уровня воды S , м:

$$S = 20\% \cdot m \quad (38)$$

где m – мощность водоносного пласта.

$$S = 20\% \cdot 16 = 3,2 \text{ м}$$

$$Q_{\text{СКВ}} = \frac{2,73 \cdot 11 \cdot 16 \cdot 3,2}{\lg \frac{150}{0,3}} = 470 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{\text{СКВ}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot m \cdot S_{\text{доп}}}{R},$$

где R – гидравлическое сопротивление, зависящее от гидрогеологических условий и типа водозаборного сооружения;

$S_{\text{доп}}$ – допустимое понижение уровня подземных вод, м.

$$c = \frac{k \cdot m}{\mu},$$

где μ – коэффициент водоотдачи, 0,05.

$$c = \frac{k \cdot m}{\mu} = \frac{11 \cdot 16}{0,05} = 3520;$$

$$R_{\text{СК}} = 1,5\sqrt{c \cdot t},$$

где c – коэффициент пьезопроводности водосодержащих пород;

t – время, на которое рассчитывается эксплуатация скважины, 46 лет.

$$R_{\text{СК}} = 1,5\sqrt{c \cdot t} = 1,5\sqrt{3520 \cdot 16790} = 11532;$$

$$r = \frac{d_{\text{ф}}}{2},$$

где $d_{\text{ф}}$ – диаметр фильтра.

$$r = \frac{d_{\text{ф}}}{2} = \frac{108}{2} = 54 \text{ мм} = 0,054 \text{ м}$$

$$R_0 = \ln \frac{R_{\text{СК}}}{r},$$

где $R_{\text{СК}}$ – радиус влияния скважины;

r – радиус фильтра.

$$R_0 = \ln \frac{R_{\text{СК}}}{r} = \ln \frac{11532}{0,054} = 12,27;$$

$$R = R_0 + \beta \cdot \delta,$$

где R_0 – гидравлическое сопротивление R в точке расположения скважины;

β – отношение расхода рассматриваемой скважины к суммарному расходу водозабора; в случае рассмотрения одиночной скважины $\beta = 1$;

δ – дополнительное сопротивление, учитывающее фильтрационное несовершенство скважины, 13

$$R = R_0 + \beta \cdot \delta = 12,27 + 1 \cdot 13 = 25,27;$$

$$Q_{\text{СКВ}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot m \cdot S_{\text{доп}}}{R} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 11 \cdot 16 \cdot 3,2}{25,27} = 140 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Требуемое количество скважин:

$$n = \frac{Q_{\text{общ}}}{Q_{\text{СКВ}}}, \quad (39)$$

где $Q_{\text{СКВ}}$ – дебит скважины, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$Q_{\text{общ}}$ – общий расход воды населенного пункта, $\text{м}^3/\text{сут}$

$$n = \frac{118,36}{140} = 0,85 = 1 \text{ шт.}$$

Принята 1 основная скважина, которая будет удовлетворять потребность в воде населенного пункта и 1 резервная (СП 31.13330.2021).

Фильтр является ответственной частью скважины: от того, насколько правильно и надёжно устроен фильтр, в высокой степени, зависит качество работы всего колодца. Основное назначение фильтра заключается в предохранении водоносного горизонта от обрушения, а также в пропуске воды без механических примесей.

Фильтры состоят из рабочей части (через которую в колодец поступает вода), верхний надфильтровой глухой части с замком для возможности опускания и установки фильтра и нижний также глухой части, которая служит сборником для проникающих колодец мелких частиц грунта.

Подбор фильтра производится по исходным данным, а именно по наименованию материала (известняк).

В соответствии с породой водоносного пласта, в соответствии с СП 31.13330.2021 выбираем стержневой фильтр–каркас (без дополнительной фильтрующей поверхности) со щелевой перфорацией, штампованный из стального листа толщиной 4 мм с антикоррозийным покрытием.

Диаметр фильтра определяется по формуле

$$D_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{max}}}{\pi \cdot l_{\text{ф}} \cdot v_{\text{ф}}} \quad (40)$$

где Q_{max} – подача насоса, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$l_{\text{ф}}$ – длина рабочей водоприемной части фильтра, м;

$v_{\text{ф}}$ – скорость фильтрации, м/сут

$$l_{\phi} = (0,5 \div 0,8)m \quad (41)$$

где m – мощность водоносного пласта, 16 м.

$$l_{\phi} = 0,6 \cdot 16 = 9,6 \text{ м}$$

$$v_{\phi} = 65 \cdot \sqrt[3]{K_{\phi}} \quad (42)$$

где K_{ϕ} – коэффициент фильтрации водоносного пласта, 11 м/сут.

$$v_{\phi} = 65 \cdot \sqrt[3]{11} = 145 \text{ м/сут}$$

$$D_{\phi} = \frac{470}{3,14 \cdot 9,6 \cdot 145} = 0,108 \text{ м.}$$

Потери напора на фильтре определяются по формуле

$$\Delta S = a_{\phi} \sqrt{\frac{Q \cdot S}{k_{\phi} l_{\phi} d_{\phi}}}, \text{ м} \quad (43)$$

где a_{ϕ} – коэффициент, зависящий от типа фильтра, 0,42;

Q – производительность скважины, м³/сут;

S – понижение уровня, м;

k_{ϕ} – коэффициент фильтрации, м/с;

l_{ϕ} – рабочая длина фильтра, м;

D_{ϕ} – диаметр фильтра, м.

Потери напора на фильтре составят:

$$\Delta S = 0,42 \sqrt{\frac{140 \cdot 3,2}{11 \cdot 9,6 \cdot 0,108}} = 2,4 \text{ м}$$

Диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб:

$$D_{\phi} = D_{\phi} + 50 = 108 + 50 = 158 \text{ мм} = 0,158 \text{ м} \quad (44)$$

где D_{ϕ} – диаметр фильтра 0,108 м

Внутренний диаметр направляющей трубы:

$$D_{\text{н}} = D_{\phi} + 100 = 158 + 100 = 258 \text{ мм} = 0,258 \text{ м} \quad (45)$$

Диаметр забоя:

$$D_3 = \frac{D_\phi}{4} = \frac{108}{4} = 27 \text{ мм} = 0,027 \text{ м} \quad (46)$$

В качестве обсадной трубы применена труба диаметром 209 мм. производства ООО «Урало–Сибирский трубный завод», который производит трубы обсадные бесшовные диаметром от 101,2 до 324 мм., классом прочности стали Д, Е, К, Л, М в широком ассортименте по ГОСТ 623-80.

Все обсадные трубы изготавливаются с муфтами и резьбой ОТТГ, ОТТМ, БТС.

Муфты с резьбой ОТТГ

Для создания высокой герметичности при посадке на трубу муфты обеспечиваются трапецевидным профилем и специальными коническими уплотнителями поверхности, которые располагаются со стороны меньших диаметров резьбовых конусов для обеспечения сопряжения с натягом. Для высокой фиксации необходимого натяга в соединении муфты имеется контакт по внутренним упорным торцам.

Муфты с резьбой ОТТМ

Особенности конструкции такой муфты создают герметичное соединение при помощи давления уплотнительной резьбовой смазки в конструкционных зазорах профиля резьбового соединения. Так же мы можем изготовить муфты с фторопластовым уплотнительным кольцом.

Муфты с резьбой БТС

Профиль резьбы такой муфты одинаков с профилем резьбы ОТТМ, однако они различаются по своей длине. Так же одинаковым считается способ обеспечения герметичности давлением смазки в зазорах профиля соединения резьбы.

Весь процесс производства обсадной трубы: разметка, резка, сварка, нарезка резьбы осуществляется на современном импортном оборудовании с ЧПУ управлением, что обеспечивает высокое качество продукции.

Обсадные трубы используются при бурении скважины для предотвращения осыпания в нее грунта и защиты от других факторов. Обсадные трубы широко применяются при добыче нефти и газа, при оборудовании водяной скважины, а также в геологоразведочной сфере. Помимо буровой сферы применения обсадная труба так же применяется при создании буронабивной сваи в строительстве.

Помимо буровой сферы применения обсадная труба так же применяется при создании буронабивной сваи в строительстве.

Диаметр труб эксплуатационной колонны принят 194 мм.

Каждая обсадная колонна имеет свое название и предназначение.

Обсадная колонна – это труба, применяемая в скважинах для изоляции ствола скважины от пластовых флюидов и укрепления стенок ствола скважины. Обсадные трубы, применяемые при бурении нефтяных и газовых скважин, чаще всего изготавливаются из стали с двумя нарезанными концами и навинченной муфтой на одном конце (иногда безмуфтовые с раструбным концом). Резьба труб выполняется конического, треугольного или специального трапецеидального профиля. Для создания герметичности при высоких давлениях нефти и газа (более 30 МПа) применяются соединения с уплотнительными элементами. Каждая обсадная колонна имеет свое название и предназначение:

- крепление скважины начинается с ее приустьевой части. Для этого используется 1 труба или колонна, которая называется Направление. Именно эта колонна во время работы не позволяет устью скважины размыться и обвалиться. Также с его помощью происходит постоянное движение жидкости. Как правило, направление является единственным в структуре, но случаются исключения, когда крепление устья скважины осуществляется посредством 2 направлений по причине почвенных особенностей;
- разделение верхнего интервала разреза горных пород (неустойчивых отложений, водоносных и поглощающих пластов, зон многолетнемерзлых пород) происходит с помощью кондуктора (кондукторной колонны). Благодаря его наличию нефтеносные горизонты остаются чистыми. Это 2 обсадная колонна, спускаемая в ствол буровой скважины. На нее устанавливается противовыбросовое оборудование; а кольцевое пространство за колонной обычно цементируют по всей длине;
- промежуточная обсадная колонна. Существуют ситуации, когда в скважине попадают зоны, бурение которых ведется при совершенно различных условиях. Их необходимо разделить, что и делается с помощью промежуточной обсадной колонны. Они бывают сплошными, хвостовиками и летучками. 1 перекрывают ствол скважины полностью. 2 были разработаны с целью закрепления исключительно необсаженных частей скважины. Ну и, наконец, к использованию последних обращаются только при наличии сложных интервалов.
- завершается скважина эксплуатационной колонной обсадных труб, призванная разделить между собой продуктивные горизонты и все остальные породы. Именно она является главным конструктивным элементом скважины, находящимся непосредственно на уровне горизонта полезных ископаемых. Расположение данной колонны и предопределяет ее назначение, которое заключается в извлечении полезных ископаемых из скважины. Нельзя для крепления, например, начала скважины и ее завершения использовать одни и те же обсадные колонны.
- профильный перекрыватель (летучка) – промежуточная обсадная колонна, необходимая для перекрытия интервала осложнений и не имеющая связи с предыдущими или последующими обсадными колоннами. Обычно неизвлекаемые. Существуют извлекаемые профильные перекрыватели, при использовании которых идет развальцовывание лишь верхней и нижней

цилиндрических частей, а извлечение производят с помощью специального инструмента. Такие летучки могут иметь в поперечном сечении цилиндрическое или лепестковое исполнение. Обычно предварительно интервал, в который будет установлен перекрыватель, расширяют. Затем перекрыватель спускается на колонне бурильных труб, в которые после этого сбрасывается шарик, перекрывающий отверстие в башмаке перекрывателя. Цементируочный агрегат обеспечивает его впрессовку в стенки скважины, а после извлечения бурильных труб - развальцовывание специальным инструментом.

- Хвостовик – обсадная колонна потайного типа, которая устанавливается в специальной системе подвески в предыдущей обсадной колонне (внахлест на 20 - 50 м). В зависимости от твердости горных пород разрабатываемого коллектора хвостовик может цементироваться или нет.

В качестве эксплуатационной колонны рекомендуется использовать полимерные изделия. Для любой скважины можно подобрать нужные параметры обсадки. Срок службы подобных полимерного ствола при аккуратной эксплуатации достаточно высокий.

Другие преимущества пластиковой обсадки:

- удобство монтажа Пластик обладает небольшим весом. Поэтому сборка, установка осуществляется довольно легко;
- неподверженность коррозии;
- нет необходимости в монтаже дополнительной фильтрации;
- прочность. Материал, из которого выполняется эксплуатационная колонна, устойчив к внешнему давлению;
- хорошие гидравлические свойства;
- стойкость к ударным нагрузкам;
- соответствие гигиеническим нормам;
- доступная стоимость.

Заводская гарантия на полимерные трубы установлена на срок более 50 лет. Поэтому они востребованы при обустройстве буровых скважин. Пластиковая эксплуатационная колонна, вставленная внутрь металлической обсадной трубы, защищена от сплющивания внешними силами. Труба заглубляется в грунт до водоносного уровня и надежно фиксируется.

Для эксплуатационных колонн используются обычно НПВХ-изделия, прочностные характеристики которых не хуже, чем у стальных. НПВХ-трубы изготавливаются только из первичных материалов. Поэтому физико-механические свойства сохраняются. Материал не ломается, не крошится и не изгибается. Эксплуатационная колонна рассчитывается на максимально возможное давление при использовании скважины.

Покупка труб из НПВХ продиктовано рядом ценных качеств:

- Трубы производятся с использованием первичного исходного материала высокого качества. Благодаря этому достигается долгий срок службы – как минимум до 50 лет, в некоторых случаях и больше.

- При монтаже никаких смазочных составов не применяется, а готовая продукция лишена неприятных запахов. Это гарантия того, что источник водоснабжения, не утратит свои качества, проходя через всю систему.

- Доступная стоимость продукции является оптимальным решением в сравнении с дорогими стальными аналогами при неплохих характеристиках.

- В силу небольшого веса трубы НПВХ легко транспортировать до места назначения и последующий монтаж. Также не требуется привлечение сложного оборудования для их установки.

- Исходное сырье отличается биологической инертностью, следовательно, при использовании труб исключается появление микроорганизмов различной природы.

- Даже при длительном воздействии грунтовых вод трубы НПВХ способны сохранить первоначальные характеристики, данные им еще на стадии производства.

Параметры насосного оборудования, которые соответствовали бы требованиям надёжности подачи воды и работы сооружение в целом, находят методом подбора по результатам расчётов.

С учётом того, что расходный режим и водохозяйственный баланс по источнику принят с прогнозом на 46 лет, подбираем насос большей подачи, чем в расчётах. Насос устанавливается в скважине ниже уровня воды и соединяется с сетью с помощью труб.

Трубы соединяются с помощью фланцев. В таблице 9 приведены технические характеристики насоса Grundfos JP 5-48 S-BBVP.

Таблица 9 – Техническая характеристика насоса марки Grundfos JP 5-48 S-BBVP

Подача насоса, м ³ /ч	Напор, м вод. ст.	Масса, кг
5	48	12

2.6. Установка для водоподготовки

В качестве предварительного этапа очистки можно применить очистку воды обратным осмосом. Для подбора станции водоподготовки сделан анализ воды. Выписка из анализа воды источника водоснабжения представлена в таблице 10.

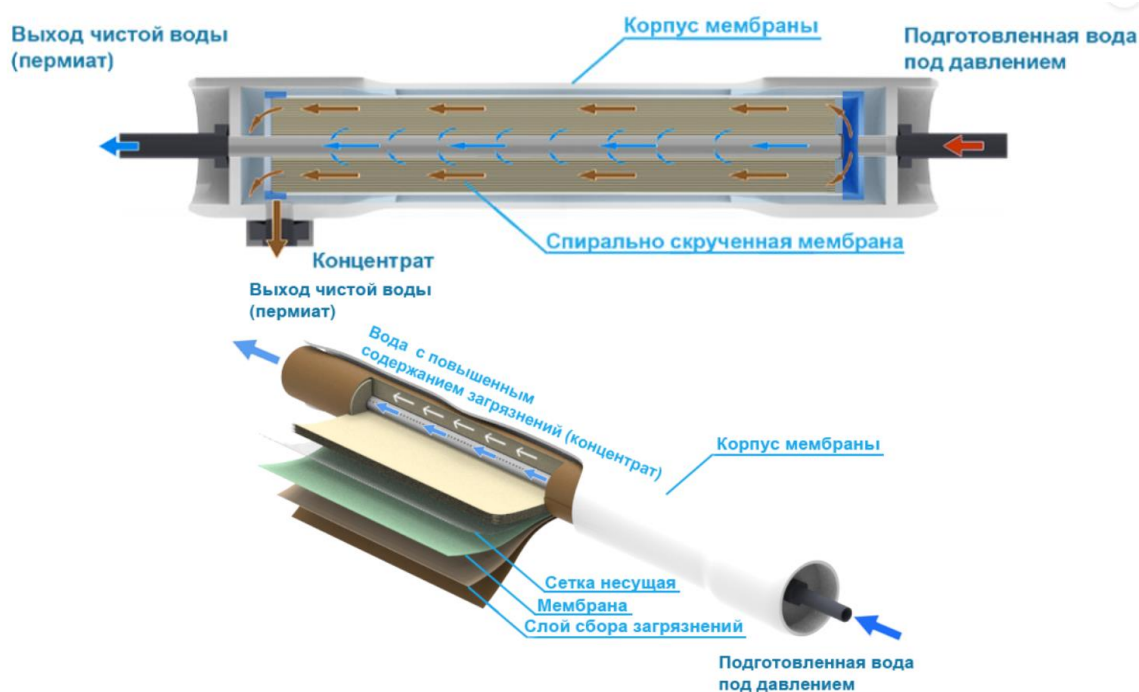
Так как в воде содержится большое количество солей, мы подбираем установку для ее обессоливания.

Система обратного осмоса обеспечивает глубокую очистку воды, ее обессоливание и удаление из нее органических соединений, взвесей и микроорганизмов. Система обратного осмоса применяются для промышленного и питьевого назначения.

Таблица 10 – Гидрохимический анализ качества воды источника водоснабжения

Показатель	Единица измерения	Результаты определения	СанПиН
Мутность:	мг/л	1,3	≤1,5
Цветность:	град	15	≤20
Активная реакция рН	мг-экв/л	8,2	6-9
Содержание хлоридов	мг/л	340	< 350
Содержание сульфатов	мг/л	445	500
Содержание нитратов	мг/л	28	45
Содержание железа	мг/л	0,25	0,3
Содержание цинка	мг/л	2	5
Содержание меди	мг/л	0,3	1
Содержание хрома	мг/л	0,04	0,05
Содержание ионов фтора	мг/л	0,8	0,7–1,5
Общая жесткость воды	мг-экв/л	11,5	10

По максимальному суточному расходу $Q = 118,36 \text{ м}^3/\text{сут.}$ подбираем систему обратного осмоса НПЦ «Водоочистка», модель ПВО-РО-3.



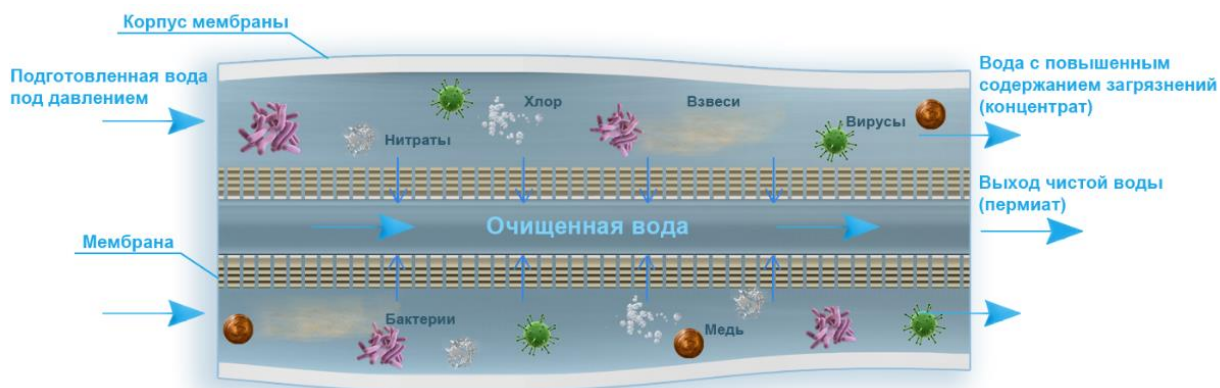
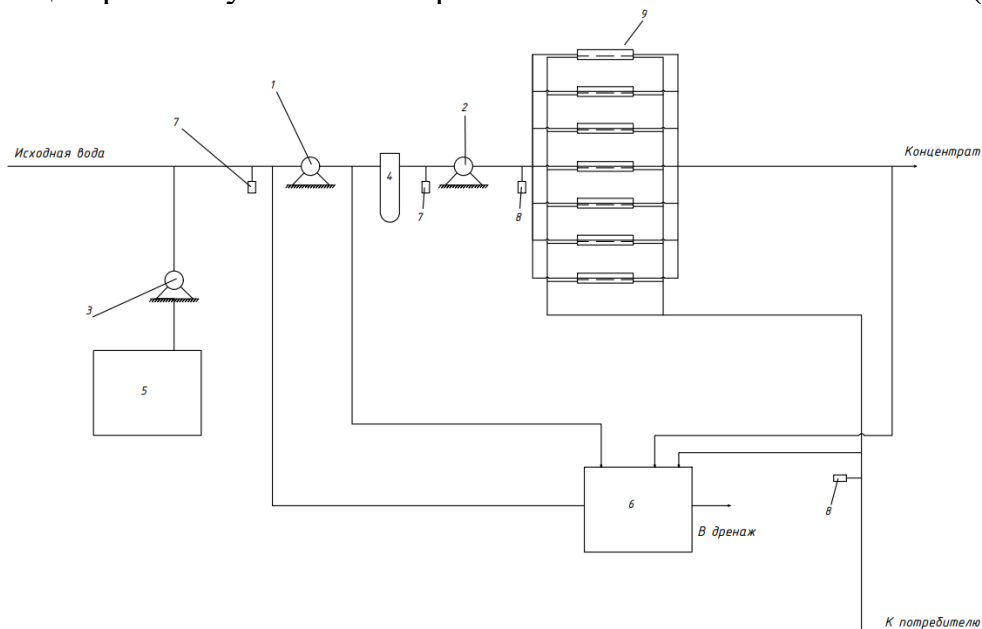


Рисунок 1 – Схемы устройства установки обратного осмоса

Принцип работы установки обратного осмоса показан на схеме (Рис. 2).



1 – повысительный насос, он же промывочный; 2 – высоконапорный насос; 3 – дозирующий насос; 4 – микрофильтр; 5 – бак ингибитора; 6 – бак промывки; 7 – защита насоса по сухому ходу; 8 – защита трубопроводов по давлению; 9 – блок мембранных модулей

Рисунок 2 – Схема обратноосмотической установки

Система обратного осмоса воды основана на обратноосмотическом методе очистки воды. Преимущества данного метода:

- очень высокое качество получаемой воды, которое обусловлено весьма «мягкими» с физико-химической точки зрения условиями проведения процесса;
- неограниченная производительность (путем набора стандартных модулей и блоков) и одновременно – небольшие габариты;

- отношение: производительность/габариты – лучшее по сравнению с другими методами обессоливания – дистилляцией, ионообменом, электродиализом;
- относительно низкие эксплуатационные расходы;
 - малый расход ингибиторов отложений и реагентов для отмывки отложений на мембранах;
 - низкая энергоемкость (процесс осуществляется без фазовых переходов, и, следовательно, энергия требуется лишь для создания градиента давления и рециркуляции раствора);
 - возможность почти во всех случаях сброса концентрата в канализацию (в окружающую среду) без обработки.

Устройство обратного осмоса.

Первой стадией процесса обратного осмоса является тонкая очистка исходной воды от механических примесей (тонкой фильтрации, очистка (5 мкм). Обычно для этого используются фильтры патронного типа, размещаемые в однопатронных или мультипатронных фильтродержателях, в зависимости от производительности установки. Данный фильтр относится к фильтрам периодического действия, работающим под давлением. Механизм работы патронных фильтрующих элементов относится к глубинной и/или поверхностной фильтрации, т.е. механические примеси, задерживаемые фильтрующим элементом, накапливаются внутри слоя фильтрующей перегородки.

Вода, очищенная на патронных фильтрах, подается на насос высокого давления, назначением которого является достижение давления исходной среды расчетного давления для осуществления массообменных процессов, протекающих на полупроницаемых обратноосмотических мембранах. Подбор высоконапорного насоса производится исходя из его рабочей характеристики. При этом рабочая точка насоса должна находиться в диапазоне от 0,6 – 0,7 максимальной его производительности.

При невозможности установить «паритет» между давлением и производительностью насоса высокого давления (а это бывает чаще всего) между всасывающим и нагнетающим патрубками насоса устанавливается байпасный вентиль, с помощью которого и осуществляется данная операция (по показаниям ротаметра и манометра исходной воды, поступающей на установку обратного осмоса). Регулировка процесса повышения давления исходной воды производится один раз в процессе пуско-наладочных работ. В процессе эксплуатации установки осуществляется только контроль указанных параметров исходной воды.

После того как давление исходной воды повышено, она поступает на модули, в которых размещены обратноосмотические мембраны, где, собственно, и происходит разделение исходной воды на пермеат и концентрат. Концентрат, выходящий из установки обратного осмоса, имеет достаточно высокое давление и его транспортировка к месту сброса или утилизации не вызывает особых трудностей. Давление пермеата после обратноосмотической установки редко превышает 1 атм. Поэтому, чаще всего его приходится подавать в накопительную емкость, откуда с помощью повышающего насоса он транспортируется потребителю.

2.7. Обеззараживание воды

Сегодня обеззараживание воды хлорсодержащим реагентом считается одним из наиболее распространенных методов водоочистки как в нашей стране, так и за рубежом. Обеззараживание воды хлорсодержащим реагентом по праву считается одним из наиболее эффективных, дешевых и проверенных методом дезинфекции, поэтому так часто фильтры, применяющие этот реагент, встраиваются в системы водоочистки.

Обеззараживание воды хлором предполагает введение в воду реагента, который чаще всего находится в жидком состоянии.

На эффективность обеззараживания воды хлором могут повлиять самые разнообразные факторы, в числе которых температура, давление, уровень pH, а также наличие в воде некоторых веществ, которые способны замедлить реакцию окисления.

Принципом обеззараживания воды хлором является его способность вступать в реакцию с протеинами и аминокислотами живых клеток. При контакте с хлором аминокислоты и белки окисляются, в результате чего изменяется внутреннее строение болезнетворных микроорганизмов, которое приводит к их распаду и гибели. Наиболее распространенными формами обеззараживания воды хлором считается введение в воду хлористых соединений в жидкой или газообразной форме, при помощи насоса-дозатора, так как это позволяет достичь максимальной эффективности окисления.

Для расчета дозы, необходимой для уничтожения микроорганизмов, производится пробное хлорирование, в ходе которого выявляется уровень содержания микробов и бактерий, а также их стойкость к воздействию хлора. Благодаря остаточному реагенту обеззараживание воды хлором приобретает один из своих наиболее существенных преимуществ перед другими методами дезинфекции – эффект последствия, который сохраняется на протяжении некоторого количества времени и исключает возможность повторного размножения опасных микроорганизмов.

Несмотря на явно положительный эффект наличия в воде хлора существуют нормы ГОСТа, согласно которым уровень содержания в жидкости остатка реагента не должен превышать 0,3–0,5 мг/л.

Обеззараживание воды хлором, как и любые дезинфекционные меры как правило считаются заключительным этапом химобработки. Это продиктовано необходимостью предварительных мер, которые удалят из жидкости мутность, цветность и большее количество растворенных веществ. Любые примеси способны оказать влияние на ход процесса обеззараживания хлором, поэтому предварительные фильтры так важны в системах химобработки.

3. Системы централизованного водоотведения коттеджного поселка

Водоотведение играет не меньшую роль в обеспечении необходимых условий проживания, нежели водоснабжение. Нарушение работы этой системы может ухудшить санитарно-эпидемиологическую ситуацию в местности.

Система водоотведения – это комплекс инженерных сооружений, предназначенных для отвода сточных вод от потребителя, их последующей доставки к очистным системам и дальнейшей эксплуатации или возвращения в водоём.

Объектами водоотведения на территории посёлка являются жилые и общественные здания.

Система водоотведения состоит из внутренних водоотводящих устройств зданий, наружной водоотводящей сети, насосных станций, напорных водоводов и сооружений для очистки сточных вод.

Для эксплуатации водоотводящих сетей и контроля их работы, на сетях предусматриваются камеры, колодцы, а также канализационные насосные станции (или насосные установки).

Удаление сточных вод за пределы населенных пунктов и промышленных предприятий осуществляется, как правило, самотеком по трубам и каналам, поэтому их прокладывают с уклоном.

В современных городах устраивают централизованную систему водоотведения, состоящую из внутренних и наружных водоотводящих сетей, насосных станций и очистных сооружений.

Сооружения на канализационных сетях:

- камеры и колодцы;
- канализационные насосные станции;
- канализационные очистные сооружения.

Система водоотведения состоит из внутренних водоотводящих устройств зданий, наружной водоотводящей сети, насосных станций, напорных водоводов.

Объектами водоотведения на территории населенного пункта являются жилые и общественные здания, а также промышленные предприятия.

Система водоотведения принимается раздельная полная. Она имеет одну закрытую водоотводящую сеть для отведения бытовых и производственных стоков, а дождевые стоки отводятся открытой сетью, то есть уличными лотками, кюветами и канавами.

Исходя из рельефа местности, принята пересеченная схема водоотводящих систем.

Трассировку сети начинают с разбивки территории объекта на бассейны водоотведения. Трассировку ведут в следующей последовательности: сначала трассируют главный и отводящий коллекторы, затем коллекторы бассейнов водоотведения и в последнюю очередь – уличную сеть.

Водоотводящие сети устраивают, как правило, с уклонами, близкими к уклонам поверхности земли, и сточные воды отводятся в сторону пониженной части бассейна водоотведения. Главные коллекторы трассируются по набережным рек и ручьев, по тальвегам. В пределах застройки главные коллекторы трассируют по городским проездам.

Трассировка наружной водоотводящей сети – это начертание участков сети на генплане канализуемого объекта.

Выбор схем трассировки водоотводящей сети населённых пунктов, городских округов, поселений, посёлков и других подобных территорий

предусматривает, прежде всего, анализ рельефа местности, по которой планируется прокладка участков сети, а также назначение сети и виды объектов канализования. Рельеф на генпланах изображается горизонталями – линиями, соединяющими точки рельефа с одинаковыми отметками (в системе исчисления абсолютных высот от среднего уровня Балтийского моря).

Поскольку режим движения сточных вод в водоотводящей сети самотечный (безнапорный), трубопроводы прокладываются с уклоном, который является важным фактором их правильной прокладки. Принимаемое расположение и направление участков водоотводящей сети (с учётом уклона труб) должно обеспечивать самотечное движение сточных вод и, для уменьшения глубины заложения труб, совпадать с направлением уклона поверхности земли. Как правило, понижение рельефа городских или иных поселений наблюдается к водотоку, который является приёмником сточных вод.

Исходя из рельефа, имеющего понижение уклона местности к водному объекту, для бытовой водоотводящей сети принята пересеченная схема, предполагающая перпендикулярное (или близкое к нему) расположение отдельных ветвей сети по отношению к главному коллектору, проложенному в самой пониженной части посёлка.

При совпадении принимаемых уклонов трубопроводов (участков) водоотводящей сети с уклонами поверхности земли данной местности глубина заложения на протяжении всей трассы будет постоянной (близкой к минимально допустимой глубине заложения). Поэтому в случае сомнений в прокладке того или иного направления сети, рекомендуется проверить (или рассчитать) уклон поверхности земли.

Канализуемая территория, в зависимости от рельефа может иметь несколько зон с характерным уклоном местности. В этом случае канализуемая территория разбивается на части, называемые бассейнами водоотведения.

Характерными линиями, разделяющими канализуемую территорию, на бассейны водоотведения могут быть: водораздел – условная топографическая линия на земной поверхности, соединяющая самые большие высотные отметки любого возвышения местности, с которого вода стекает по двум разным противоположным склонам. Тальвег – условная топографическая линия на земной поверхности, соединяющая наиболее пониженные участки долины, оврага и других вытянутых форм рельефа.

Линии водоразделов тальвегов в плане обычно представляют собой ломаные или извилистые линии.

Главный коллектор трассируется по пониженной части канализуемой территории или по набережной линии водного объекта.

Наружная водоотводящая сеть бытовых сточных вод начинается от выпусков – участков трубопроводов, предназначенных для отведения бытовых сточных вод из внутренних систем зданий в канализационные колодцы наружной дворовой (городской, поселковой и др.) сети.

Канализационные выпуски, предназначенные для отвода бытовых сточных вод за пределы здания, прокладываются, как правило, в сторону дворовых

фасадов зданий, перпендикулярно наружным стенами через канализационные колодцы присоединяются к наружной сети. В многоквартирных секционных зданиях предусматривается один выпуск на секцию.

Длина выпуска от стояка или прочистки до оси дворового смотрового колодца принимается согласно СП 30.13330.2020 (п. 8.3.27, табл. 5). При диаметре выпуска 100 мм, его длина не должна превышать 12 м. Если длина выпуска больше 12 м (или указанной длиной в табл. 5 СП 30.13330.2020) предусматривается устройство дополнительного смотрового колодца.

Поскольку наружная (поселковая, внутриквартальная) водоотводящая сеть представляет собой систему подземных трубопроводов, трассировка ее производится между зданиями, вдоль дорожных (внутриквартальных) проездов, образуя участки в местах присоединений и (или) поворотов сети.

Согласно СП 32.13330.2018 (п. 6.1.3) расположение водоотводящих сетей на генеральных планах, а также минимальные расстояния в плане и при пересечениях от наружной поверхности труб до сооружений и инженерных коммуникаций принимаются согласно СП 42.13330.2016.

Выбор труб для строительства водоотводящих сетей определяется геологическими и гидрогеологическими условиями, объёмом сточных вод, качественным и количественным составом загрязнений.

Материалы, которые используются для изготовления труб, должны удовлетворять строительным, технологическим и экономическим требованиям.

Для наружного водоотведения мы приняли хризотилцементные трубы. Это изделия, которые используются для монтажа различных коммуникаций. В состав хризотилцементной трубы входят цемент, асбест и вода. Асбестовое волокно, доля которого составляет примерно 20%, выполняет защитную функцию и является армированием. Для производства данных труб применяют наиболее безвредный тип асбестоцемента — хризотил.

Хризотилцементные трубы выпускаются из безопасного вида асбеста, поэтому могут применяться во всех типах коммуникаций. (Рис. 3)

Асбест (или гидросиликат магния) является материалом, который известен уже несколько сотен лет. Существует два типа этого сырья, которые имеют различия по составу:

- хризотил (белый асбест);
- амфиболовый асбест.

Амфиболовый тип не используют для производства труб, так как он является канцерогеном и вреден для человеческого здоровья. Существует запрет на добычу амфиболового асбеста. Хризотил же не является ядовитым веществом, поэтому его применяют для разных нужд, в том числе, для производства трубных изделий. Белый асбест не обладает ядовитыми качествами, он нерадиоактивен.



Рисунок 3 –Хризотилцементные трубы

Средний суточный расход хозяйственно-бытовых сточных вод рассчитывается согласно СП 32.13330.2018.

$$Q_{cp}^{сут} = \frac{q_{ж} \cdot N_{ж}}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (47)$$

где $q_{ж}$ – удельная норма водоотведения на чел., принимается согласно СП 32.13330.2018, л/сут;

$N_{ж}$ – число жителей посёлка, 500 чел.

$$Q_{cp}^{сут} = \frac{171 \cdot 190}{1000} = 32,49 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Расходы бытовых сточных вод от жилых и общественных зданий, расположенных на территории поселка, рассчитываются для определения диаметров труб бытовой канализации, а также для проведения гидравлического и геодезического расчетов.

Расчет расходов бытовых сточных вод производится согласно СП 30.13330.2020, п. 8.2.

Для горизонтальных отводных трубопроводов системы канализации расчетным расходом является расход q^{sL} , значение которого вычисляется в зависимости от числа санитарно-технических приборов N , присоединенных к проектируемому участку сети, и длины этого участка трубопровода L по формуле

$$q^{sL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + K_s \cdot q_0^{s,2}, \text{ л/с} \quad (48)$$

где q_{hr}^{tot} – максимальный часовой расход сточной воды, принимается согласно СП 30.13330.2020 (п. 5.2.2.3), м³/ч;

K_s – коэффициент (СП 30.13330.2020, табл. 3);

q^s – расход от заполненной ванны емкостью 150-180 л выпуском диаметром 40-50 мм; согласно СП 30.13330.2020 (прил. А, табл. А1) для ванны со смесителем (в том числе общим для ванн и умывальника) принимается равным 1,1 л/с, для ванны с водогрейной колонкой и смесителем – 0,8 л/с.

Максимальный часовой расход бытовой сточной воды:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot q_{0,hr}^{tot} \cdot \alpha_{hr}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (49)$$

где $q_{0,hr}^{tot}$ – часовой расход сточных вод, величина которого при одинаковых водопотребителях принимается в соответствии с СП 30.13330.2020 (прил. А табл. А.1); для ванны со смесителем 300 л/с;

α_{hr} – коэффициент, определяемый в соответствии с таблицами Б.1 и Б.2 в зависимости от общего числа приборов N и вероятности их действия P на расчетном участке.

Вероятность действия приборов для жилого здания, обслуживающего одинаковых потребителей (СП 30.13330.2020, п. 5.2.2.7), определяется по формуле

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_0^{tot} \cdot N} \quad (50)$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ – норма расхода сточных вод одним потребителем в час наибольшего водопотребления; принимается согласно СП 30.13330.2020, прил. А, табл. А2, 11,6 л/ч для жилых зданий оборудованными внутренним водопроводом и канализацией, с ванными и с централизованным горячим водоснабжением;

U – общее число потребителей, чел.;

q_0^{tot} – секундный расход сточных вод прибора, л/с; принимается для санитарно-технического устройства с максимальным водопотреблением согласно СП 30.13330.2020, прил. А, табл. А1 (0,2 – ванна со смесителем (в том числе общим для ванн и умывальника));

N – общее число приборов в здании, обслуживающих U потребителей, шт.

$$P = \frac{11,6 \cdot 273}{3600 \cdot 0,3 \cdot 546} = 0,0054$$

Расход бытовых сточных вод от отдельно расположенных объектов определяется в соответствии с нормативами, приведёнными в приложении А (табл. А.1, А.2) СП 30.13330.2020.

Расчет расходов сточных вод на участках водоотводящей сети представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет расходов бытовых сточных вод на участках водоотводящей сети

№ участка	Длина участка L, м	Число приборов N, шт.	P	N*P	Коэффициент α	Коэффициент K_s	Максимальный часовой расход сточной воды q_{hr}^{tot} , м ³ /ч	Расход сточных вод от прибора с максимальным водоотведением q^{sl} , л/с	Расчетный расход сточных вод q^s , л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Выпуск к колодцу 1	7,6	6	0,0054	0,03	0,24	0,44	0,36	0,58	1,1
1-2	38,8	12	0,0054	0,06	0,29	0,33	0,44	0,49	1,1
2-3	64,8	18	0,0054	0,09	0,33	0,26	0,51	0,43	1,1
3-4	87,1	24	0,0054	0,13	0,38	0,25	0,56	0,43	1,1
4-5	110,2	30	0,0054	0,16	0,41	0,23	0,62	0,42	1,1
5-6	134,4	36	0,0054	0,19	0,44	0,23	0,66	0,44	1,1
6-7	162,7	42	0,0054	0,22	0,47	0,22	0,70	0,43	1,1
7-9	200,1	48	0,0054	0,26	0,50	0,21	0,74	0,43	1,1
9-10	253,3	54	0,0054	0,29	0,53	0,21	0,79	0,45	1,1
10-16	293,2	60	0,0054	0,32	0,55	0,20	0,82	0,45	1,1
Выпуск к колодцу 11	8	6	0,0054	0,03	0,24	0,43	0,36	0,57	1,1
11-12	36,2	12	0,0054	0,06	0,29	0,33	0,44	0,49	1,1
12-13	62,9	18	0,0054	0,09	0,33	0,26	0,51	0,43	1,1
13-14	98,8	24	0,0054	0,13	0,38	0,26	0,55	0,44	1,1
14-15	152,4	30	0,0054	0,16	0,41	0,24	0,62	0,43	1,1
15-16	174,9	36	0,0054	0,19	0,44	0,24	0,66	0,45	1,1
Выпуск к колодцу 19	8,06	6	0,0054	0,03	0,24	0,43	0,36	0,57	1,1
19-20	37,6	12	0,0054	0,06	0,29	0,33	0,44	0,49	1,1
20-21	106,9	18	0,0054	0,09	0,33	0,25	0,51	0,42	1,1
21-22	177,06	24	0,0054	0,13	0,38	0,24	0,55	0,42	1,1

Продолжение таблицы 11 – Расчет расходов бытовых сточных вод на участках водоотводящей сети

№ участка	Длина участка L, м	Число при-бров N, шт.	P	N*P	Ко-эффи-циент α	Ко-эффи-циент K_s	Максимальный часовой расход сточной воды q_{hr}^{tot} , м ³ /ч	Расход сточных вод от прибора с максимальным водоотведением q^{sl} , л/с	Расчетный расход сточных вод q^s , л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22-23	203,5	30	0,0054	0,16	0,41	0,21	0,62	0,40	1,1
23-24	225,4	36	0,0054	0,19	0,44	0,21	0,66	0,41	1,1
Выпуск к колодцу 26	6,4	6	0,0054	0,03	0,24	0,45	0,36	0,59	1,1
26-27	33,7	12	0,0054	0,06	0,29	0,32	0,44	0,47	1,1
27-28	65,1	18	0,0054	0,09	0,33	0,26	0,51	0,43	1,1
28-29	92,15	24	0,0054	0,13	0,38	0,25	0,55	0,42	1,1
29-30	122,85	30	0,0054	0,16	0,41	0,25	0,62	0,44	1,1
30-31	150,55	36	0,0054	0,19	0,44	0,24	0,66	0,45	1,1
31-32	179,95	42	0,0054	0,22	0,47	0,24	0,70	0,46	1,1
32-33	202,85	48	0,0054	0,26	0,50	0,23	0,73	0,45	1,1
33-34	235,45	54	0,0054	0,29	0,53	0,23	0,79	0,47	1,1
34-35	261,85	60	0,0054	0,32	0,55	0,22	0,82	0,47	1,1
35-36	295,15	66	0,0054	0,35	0,57	0,22	0,85	0,48	1,1
Выпуск к колодцу 50	8,7	6	0,0054	0,03	0,24	0,43	0,36	0,57	1,1
50-49	38,4	12	0,0054	0,06	0,29	0,34	0,44	0,48	1,1
49-48	63,3	18	0,0054	0,09	0,33	0,26	0,51	0,43	1,1
48-47	93,9	24	0,0054	0,13	0,38	0,26	0,55	0,44	1,1
47-46	126,3	30	0,0054	0,16	0,41	0,25	0,62	0,44	1,1
46-45	156,1	36	0,0054	0,19	0,44	0,25	0,66	0,46	1,1
45-44	182,28	42	0,0054	0,22	0,47	0,24	0,70	0,46	1,1
44-43	214,98	48	0,0054	0,26	0,50	0,23	0,73	0,45	1,1

Окончание таблицы 11 – Расчет расходов бытовых сточных вод на участках водоотводящей сети

№ участка	Длина участка L, м	Число приборов N, шт.	P	N*P	Коэффициент α	Коэффициент K_s	Максимальный часовой расход сточной воды q_{hr}^{tot} , м3/ч	Расход сточных вод от прибора с максимальным водоотведением q^{sl} , л/с	Расчетный расход сточных вод q^s , л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
43-42	244,18	54	0,0054	0,29	0,53	0,23	0,79	0,47	1,1
42-41	271,77	60	0,0054	0,32	0,55	0,22	0,82	0,47	1,1
41-40	298,6	66	0,0054	0,35	0,57	0,22	0,85	0,48	1,1
40-39	315,4	72	0,0054	0,38	0,59	0,21	0,89	0,48	1,1
Выпуск к колодцу 17	205,5	30	0,0054	0,16	0,41	0,25	0,61	0,45	1,1
17-18	220,5	36	0,0054	0,19	0,440	0,26	0,66	0,47	1,1
18-24	270,6	36	0,0054	0,19	0,440	0,25	0,66	0,46	1,1
24-25	524,1	66	0,0054	0,35	0,576	0,18	0,86	0,44	1,1
25-36	604,2	66	0,0054	0,35	0,576	0,17	0,86	0,43	1,1
36-37	925,95	138	0,0054	0,74	0,826	0,23	1,29	0,61	1,1
37-38	949,65	138	0,0054	0,74	0,826	0,22	1,29	0,60	1,1
39 ЛОС	1302,7	204	0,0054	1,10	14,7	0,16	22,05	6,30	1,1

При проектировании систем водоотведения поселений и городских округов расчетное среднесуточный расход бытовых сточных вод рассчитывается с учётом удельное среднесуточное (за год) водоотведение бытовых сточных вод от жилых зданий и числа жителей населённого пункта.

Удельное среднесуточное (за год) водоотведение бытовых сточных вод от жилых зданий согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.1.1) принимается равным расчетному удельному среднесуточному (за год) водопотреблению, принимаемому по СП 31.13330.2021 (п. 5.1) без учета расхода воды на полив территорий и зеленых насаждений.

Среднесуточный расход бытовых сточных вод:

$$Q_{сут\ ср} = \frac{\sum q_{ж} \cdot N_{ж}}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (51)$$

где $q_{ж}$ – удельное водоотведение, л/сут. на чел.; принимается равным норме водопотребления согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.1.1);

$N_{ж}$ – число жителей посёлка, 171 чел.

$$Q_{сут\ ср} = \frac{171 \cdot 190}{1000} = 32,49 \text{ м}^3/\text{сут}$$

При определении расчетных расходов сточных вод от отдельных жилых и общественных зданий (при необходимости учета сосредоточенных расходов) удельное водоотведение объектов согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.1.2) принимается исходя из норм, приведённых в СП 30.13330.2020.

Средний часовой расход бытовых сточных вод:

$$q_{ч.ср} = \frac{Q_{сут\ ср}}{24}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (52)$$

где $Q_{сут\ ср}$ – среднесуточный расход бытовых сточных вод, м³/сут.

$$q_{ч.ср} = \frac{32,49}{24} = 1,35 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Средний секундный расход бытовых сточных вод:

$$q_{с.ср} = \frac{q_{ч.ср}}{3,6}, \text{ л/с} \quad (53)$$

где $q_{ч.ср}$ – средний часовой расход бытовых сточных вод, м³/ч.

$$q_{с.ср} = \frac{1,35}{3,6} = 0,375 \text{ л/с}$$

Расчетный суточный расход бытовых сточных вод согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.1.6) принимается как произведение среднесуточного (за год) расхода

и значения коэффициента суточной неравномерности $K_{денmax}$, принимаемого согласно СП 31.13330.2021 (п. 5.2):

$$Q_{сутmax} = Q_{сут ср} \cdot K_{сутmax} = 32,49 \cdot 1,2 = 39 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Практикой эксплуатации водоотводящих систем, а также специальными исследованиями установлено, что неравномерность притока бытовых сточных вод по часам суток наиболее ощутима в населённых пунктах с малым числом жителей, при отсутствии крупной промышленности.

Распределение расчетного суточного расхода бытовых сточных вод от населения $Q_{сут.max}$ по часам суток (в %) зависит от принятых общих коэффициентов неравномерности (СП 32.13330.2018 табл. 1) принято по справочнику «Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения» под редакцией проф. Репина Б.Н. (раздел 5.3, табл. 5.5).

Коэффициенты неравномерности принимаются в зависимости от среднесекундного расхода при 5% обеспеченности притока сточных вод.

Средний секундный расход бытовых сточных вод ($q_{с.ср.} = 0,561$ л/с) значительно менее 5 л/с, установленного в табл. 1 СП 32.13330.2018, как минимального, поэтому процентное распределение принято для коэффициентов: максимального – 1,7, минимальный – 0,55.

Количество сточных вод от неучтенных расходов (согласно СП 32.13330.2018, п. 5.1.5) принято 8% от среднесуточного расхода $Q_{сут ср}$.

Распределение суммарного суточного расхода бытовых сточных вод по часам суток от всех категорий потребителей приведено в таблице 12.

Таблица 12 – Расчетный суммарный суточный расход бытовых сточных вод

Часы суток	Расход бытовых сточных вод от населения		Неучтенные расходы, м ³ /ч	Суммарный расход сточных вод, м ³ /ч
	%	q, м ³ /ч		
0-1	2,3	0,75	0,06	0,81
1-2	2,3	0,75	0,06	0,81
2-3	2,3	0,75	0,06	0,81
3-4	2,3	0,75	0,06	0,81
4-5	2,3	0,75	0,06	0,81
5-6	3,5	1,13	0,09	1,22
6-7	4,8	1,56	0,12	1,68
7-8	6,1	1,98	0,16	2,14
8-9	7,1	2,3	0,18	2,48
9-10	7,1	2,3	0,18	2,48
10-11	7,1	2,3	0,18	2,48
11-12	5,4	1,75	0,14	1,89
12-13	3,5	1,14	0,09	1,23
13-14	3,5	1,14	0,09	1,23

14-15	3,5	1,14	0,09	1,23
15-16	4,8	1,56	0,12	1,68
16-17	6	1,94	0,15	2,09
17-18	6	1,94	0,15	2,09
18-19	6	1,94	0,15	2,09
19-20	4,3	1,39	0,11	1,5
20-21	2,9	0,94	0,07	1,01
21-22	2,3	0,75	0,06	0,81
22-23	2,3	0,75	0,06	0,81
23-24	2,3	0,75	0,06	0,81
Итого	100	32,49	2,6	45,2

Продольный профиль трассы внутриквартальной водоотводящей сети строится по результатам геодезического расчёта сети и выполняется согласно правилам ГОСТ 21.704.2011 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации наружных сетей водоснабжения и канализации (с Изменением № 1)», (прил. В, рис. В.2).

Продольный профиль сетей изображается в виде развертки по осям трубопроводов.

Над профилем указываются:

- надземные сооружения (например, эстакады, насосные станции);
- глубина заложения трубопроводов от планировочной поверхности земли до лотка трубопровода.

На продольный профиль наносятся:

- отметки поверхности земли (натурные и проектные);
- отметки проектируемого трубопровода,
- колодцы, дождеприемники, камеры и подземные части зданий и сооружений, связанные с проектируемым трубопроводом.

Перечень вышеуказанных данных для прокладки трубопровода приводятся в таблице (сетке), помещённой под продольным профилем.

В графе «Уклон, %; длина, м» прямолинейные участки трубопровода показываются линиями с наклоном, соответствующим наклону участка на профиле, при этом над линией указано числовое значение уклона, под линией – длина участка с этим уклоном.

Отметки сетей проставляются в характерных точках, в местах пересечений с автомобильными дорогами, железнодорожными, крановыми и трамвайными путями, инженерными коммуникациями и сооружениями, влияющими на прокладку проектируемых сетей.

Расстояния по вертикали (в свету) при пересечении инженерных коммуникаций принимаются согласно СП 18.13330.2019 (п. 6.12).

Участки канализационных трубопроводов должны размещаться ниже трубопроводов, транспортирующих воду питьевого качества на 0,4 м.

Допускается размещать стальные, заключенные в футляры трубопроводы, транспортирующие воду питьевого качества, ниже канализационных, при

этом расстояние от стенок канализационных труб до обреза футляра должно быть не менее 5 м в каждую сторону в глинистых грунтах и 10 м – в крупнообломочных и песчаных грунтах, а канализационные трубопроводы следует предусматривать из чугунных труб.

Вводы хозяйственно-питьевого водопровода при диаметре труб до 150 мм допускается предусматривать ниже канализационных без устройства футляра, если расстояние между стенками пересекающихся труб 0,5 м.

3.1. Гидравлический и геодезический расчеты

Целью гидравлического расчёта водоотводящей сети является определение диаметра труб основных гидравлических параметров движения сточных вод.

Режим движения сточных вод – самотечный.

Диаметр трубопровода d и гидравлические параметры движения сточных вод: уклон i скорость v наполнение h/d заполняются с помощью таблиц Лукиных по максимальному расходу сточных вод q_{\max} .

Диаметр выпуска согласно СП 30.13330.2020 (п. 8.3.27) принимается не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску.

Уклон i трубы диаметром 100 мм принимается не менее 0,02.

Слой воды в трубе определяется исходя из принятого наполнения:

$$h = \frac{h}{d} \cdot d, \text{ м} \quad (54)$$

где $\frac{h}{d}$ – наполнение трубы, принятое по таблицам Лукиных;

d – диаметр трубы, м.

Падение на участке сети определяется по формуле

$$\Delta h = i \cdot l, \text{ м} \quad (55)$$

где i – гидравлический уклон на участке;

l – длина участка, м.

Геодезический расчет водоотводящей сети производится с целью определения отметок лотков труб и глубины заложения трубопроводов.

Соединение труб различных диаметров в колодцах принято по шельгам – верхним образующим труб.

Отметки поверхности земли $Z_{п.з}$ в начале и конце участка определяются по горизонталям рельефа на генплане населенного пункта.

Геодезический расчет водоотводящей сети начинается с определения начальной глубины заложения начальных участков уличной сети.

В дальнейшем, для всех пути участков геодезический расчёт начинается с $H_{нач}$

Начальная глубина заложения участков наружной сети (например, в колодке КК1–1) определяется с учетом возможности присоединения канализуемого объекта и необходимостью предохранения труб от промерзания:

$$H_{нач} = h_{min} + i \cdot l + \Delta d, \text{ м} \quad (56)$$

где h_{min} – глубина заложения лотка канализационной трубы в месте пересечения стены жилого дома, принимается равной минимальная глубине заложения, м;
 i – уклон выпуска; для труб диаметром 100 мм принимается не менее 0,02;
 l – длина выпуска; определяется по генплану, м;
 Δd – разница диаметров наружной (дворовой) сети и выпуска (соединение труб различных диаметров в колодцах принято по шельгам), м.

Минимальная глубина заложения лотка трубопроводов бытовой сети согласно СП 32.13330.2018 (п. 6.2.4) принимается на основании СП 131.13330.2018 и опыта эксплуатации сетей в районе проектируемого объекта.

При отсутствии данных минимальная глубина заложения лотка для труб диаметром до 500 мм допускается принимать выше отметки глубины проникания в грунт нулевой температуры на 0,3 м:

$$h_{min} = H_{пр} - 0,3, \text{ м} \quad (57)$$

где $H_{пр}$ – глубина промерзания грунта; 2,8 м для центральной части Красноярского края.

$$h_{min} = 2,8 - 0,3 = 2,5 \text{ м}$$

Во избежание повреждения трубопроводов наземным транспортом глубина заложения должна быть не менее 0,7 м до верха трубы, считая от отметки планировки поверхности земли.

Согласно СП 32.13330.2018 (п. 6.2.4) для снижения глубины заложения и стоимости строительства канализационных сетей, при условии подтверждения теплотехническим расчетом, допускается применение сертифицированных строительных гидрофобных теплоизоляционных материалов.

Отметка лотка трубы в начале участка:

$$Z_{л}^H = Z_{пз}^H - H_{нач}, \text{ м} \quad (58)$$

Отметка лотка трубы в начале второго и всех последующих участков:

$$Z_{л}^H = Z_{л}^K - \Delta d, \text{ м} \quad (59)$$

где Δd – разница диаметров труб рассчитываемого и предыдущего участков, м; при $\Delta d = 0$, $Z_{л}^H = Z_{л}^K$.

В случаях если в колодце соединяются несколько участков, отметка лотка трубы в начале следующего участка $Z_{л}^H$ принимается равной наименьшей из отметок труб конце ($Z_{л}^K$) участков, присоединяемых к расчётному.

Отметка лотка в конце любого участка сети:

$$Z_{л}^K = Z_{л}^H - \Delta h, \text{ м} \quad (60)$$

где Δh – падение линии участка трубопровода, м.

Глубина заложения трубы в начале участка (для всех участков, кроме начальных) равна разнице отметок поверхности земли и лотка:

$$H^H = Z_{пз}^H - Z_{л}^H \quad (61)$$

Глубина заложения трубы в конце участка:

$$H^K = Z_{пз}^K - Z_{л}^K \quad (62)$$

Важен анализ расчётов отдельно по каждому участку (по каждой строке таблицы). Необходимо следить за значениями H^K , поскольку согласно СП: $h_{min} \leq H^K < 7$ м. Требования СП ниже.

Максимальная глубина заложения труб согласно СП 32.13330.2018 (п. 6.2.5) определяется расчетом в зависимости от материала труб, их диаметра, грунтовых условий, материала засыпки, ширины траншеи и метода производства работ.

При открытом способе производства работ, с учётом опыта земляных и монтажных работ, максимальная глубина заложения труб в сухих грунтах принимается не более 7 – 8 м.

При превышении допустимой глубины заложения (более 7 – 8 м) предусматриваются станции (установки) перекачки сточных вод, которые устанавливаются в местах значительного заглубления сети. Напорный патрубок насоса, с учётом глубины промерзания, размещается на минимальной глубине.

Для оценки степени наполнения труб и режима движения бытовых сточных вод на участках трубопроводов определяются отметки поверхности (уровней) сточной воды:

$$Z_{в}^H = Z_{л}^H + h, \text{ м} \quad (63)$$

$$Z_{в}^K = Z_{л}^K + h, \text{ м} \quad (64)$$

где h – слой воды в трубе, м.

$Z_{л}^H$ – отметка лотка трубы в начале участка, м;

$Z_{л}^K$ – отметка лотка трубы в конце участка, м.

Гидравлический и геодезический расчет представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Гидравлический и геодезический расчет бытовой водоотводящей сети (К1)

№ участка	Длина участка, l , м	Максимальный расход сточных вод Q_{max} , л/с	Диаметр трубы, d , мм	Уклон, i	Скорость движения сточных вод, v , м/с	Наполнение, h/d	Падение на участке сети, Δh , м	Геодезические отметки, м				Глубина заложения H , м			
								Поверхность земли, $Z_{п.з}$		Лотка трубы, Z_l		Начало		Конце	
								Начало	Конце	Начало	Конце				
Выпуск к колодцу 1	7,6	0,58	100	0,02	0,53	0,18	0,15	221,7	221,8	219,2	219,04	2,5	2,75		
1-2	38,8	0,48	100	0,02	0,50	0,18	0,62	221,8	221,85	219,04	218,42	2,75	3,42		
2-3	64,8	0,42	100	0,02	0,48	0,18	0,52	221,85	221,45	218,42	217,90	3,42	3,54		
3-4	87,1	0,43	100	0,02	0,48	0,18	0,44	221,45	220,95	217,90	217,45	3,54	3,49		
4-5	110,2	0,42	100	0,02	0,48	0,18	0,46	220,95	220,47	217,45	216,99	3,49	3,47		
5-6	134,4	0,43	100	0,02	0,48	0,18	0,48	220,47	220,05	216,99	216,51	3,47	3,53		
6-7	162,7	0,43	100	0,02	0,48	0,18	0,56	220,05	219,7	216,51	215,94	3,53	3,75		
7-9	200,1	0,43	100	0,02	0,48	0,18	0,74	219,7	219,25	215,94	215,2	3,75	4,05		
9-10	253,3	0,45	100	0,02	0,49	0,18	1,06	219,25	219,5	215,2	214,13	4,05	5,36		
10-16	293,2	0,44	100	0,02	0,48	0,18	0,79	219,5	219,5	214,13	213,33	5,36	6,16		
Выпуск к колодцу 11	8	0,57	100	0,02	0,53	0,18	0,16	221,2	221,1	218,7	218,5	2,5	2,56		
11-12	36,2	0,48	100	0,02	0,50	0,18	0,56	221,1	220,8	218,54	217,97	2,56	2,82		
12-13	62,9	0,42	100	0,02	0,48	0,18	0,53	220,8	220,6	217,97	217,44	2,82	3,15		
13-14	98,8	0,44	100	0,02	0,48	0,18	0,71	220,6	220,95	217,44	216,72	3,15	4,22		
14-15	152,4	0,43	100	0,02	0,48	0,18	1,07	220,95	219,85	216,72	215,65	4,22	5,34		
15-16	174,9	0,44	100	0,02	0,48	0,18	0,45	219,85	219,5	215,65	215,20	5,34	6,16		

Продолжение таблицы 13 – Гидравлический и геодезический расчет бытовой водоотводящей сети (К1)

№ участка	Длина участка, l , м	Максимальный расход сточных вод Q_{max} , л/с	Диаметр трубы, d , мм	Уклон, i	Скорость движения сточных вод, v , м/с	Наполнение, h/d	Падение на участке сети, Δh , м Δh , м	Геодезические отметки, м				Глубина заложения H , м	
								Поверхность земли, $Z_{п.з}$		Лотка трубы, Z_l			
								Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
Выпуск к колодцу 19	8,06	0,57	100	0,02	0,53	0,18	0,16	221,9	221,8	219,4	219,2	2,5	2,56
19-20	37,6	0,48	100	0,02	0,50	0,18	0,59	221,8	221,7	219,23	218,64	2,56	3,05
20-21	106,9	0,41	100	0,02	0,47	0,18	1,38	221,7	221,2	218,64	217,26	3,05	3,93
21-22	177,06	0,41	100	0,02	0,47	0,18	1,4	221,2	219,8	217,26	215,86	3,93	3,93
22-23	203,5	0,40	100	0,02	0,47	0,18	0,53	219,8	219,6	215,86	215,33	3,93	4,26
23-24	225,4	0,41	100	0,02	0,47	0,18	0,43	219,6	219,45	215,33	214,89	4,26	4,55
Выпуск к колодцу 26	6,4	0,59	100	0,02	0,53	0,18	0,12	222,75	222,7	220,25	220,12	2,5	2,57
26-27	33,7	0,47	100	0,02	0,49	0,18	0,54	222,7	222,5	220,12	219,57	2,57	2,92
27-28	65,1	0,42	100	0,02	0,48	0,18	0,62	222,5	222,25	219,57	218,94	2,92	3,30
28-29	92,15	0,41	100	0,02	0,47	0,18	0,54	222,25	221,9	218,94	218,40	3,30	3,49
29-30	122,85	0,44	100	0,02	0,48	0,18	0,61	221,9	221,45	218,40	217,79	3,49	3,65
30-31	150,55	0,4	100	0,02	0,48	0,18	0,55	221,45	221,1	217,79	217,23	3,65	3,86
31-32	179,95	0,45	100	0,02	0,49	0,18	0,58	221,1	220,4	217,23	216,65	3,86	3,74
32-33	202,85	0,45	100	0,02	0,49	0,18	0,45	220,4	219,9	216,65	216,19	3,74	3,70

Продолжение таблицы 13 – Гидравлический и геодезический расчет бытовой водоотводящей сети (К1)

№ участка	Длина участка, l , м	Максимальный расход сточных вод Q_{\max} , л/с	Диаметр трубы, d , мм	Уклон, i	Скорость движения сточных вод, v , м/с	Наполнение, h/d	Падение на участке сети, Δh , м Δh , м	Геодезические отметки, м				Глубина заложения H , м			
								Поверхность земли, $Z_{п.з}$		Лотка трубы, Z_l		Начало	Конец	Начало	Конец
								Начало	Конец	Начало	Конец				
33-34	235,45	0,47	100	0,02	0,49	0,18	0,65	219,9	219,6	216,19	215,54	3,70	4,05		
34-35	261,85	0,47	100	0,02	0,49	0,18	0,52	219,6	219,4	215,54	215,01	4,05	4,38		
35-36	295,15	0,48	100	0,02	0,5	0,18	0,66	219,4	218,95	215,01	214,34	4,38	4,60		
Выпуск к колодцу 50	8,7	0,57	100	0,02	0,53	0,18	0,17	223,3	223,3	220,8	220,62	2,5	2,67		
50-49	38,4	0,48	100	0,02	0,50	0,18	0,59	223,3	222,8	220,62	220,03	2,67	2,76		
49-48	63,3	0,42	100	0,02	0,48	0,18	0,49	222,8	222,55	220,03	219,53	2,76	3,01		
48-47	93,9	0,44	100	0,02	0,48	0,18	0,61	222,55	222,25	219,53	218,92	3,01	3,32		
47-46	126,3	0,44	100	0,02	0,44	0,18	0,64	222,25	221,9	218,92	218,27	3,32	3,62		
46-45	156,1	0,45	100	0,02	0,49	0,18	0,59	221,9	221,55	218,27	217,67	3,62	3,87		
45-44	182,28	0,45	100	0,02	0,49	0,18	0,52	221,55	221,25	217,67	217,15	3,87	4,09		
44-43	214,98	0,45	100	0,02	0,49	0,18	0,65	221,25	220,5	217,15	216,5	4,09	4		
43-42	244,18	0,47	100	0,02	0,49	0,18	0,58	220,5	219,9	216,5	215,91	4	3,98		
42-41	271,77	0,47	100	0,02	0,49	0,18	0,55	219,9	219,6	215,91	215,36	3,98	4,23		
41-40	298,6	0,48	100	0,02	0,5	0,18	0,53	219,6	219,2	215,36	214,82	4,23	4,37		
40-39	315,4	0,47	100	0,02	0,49	0,18	0,34	219,2	218,9	214,82	214,49	4,37	4,40		

Окончание таблицы 13 – Гидравлический и геодезический расчет бытовой водоотводящей сети (К1)

№ участка	Длина участка, l , м	Максимальный расход сточных вод Q_{\max} , л/с	Диаметр трубы, d , мм	Уклон, i	Скорость движения сточных вод, v , м/с	Наполнение, h/d	Падение на участке сети, Δh , м	Геодезические отметки, м				Глубина заложения H , м	
								Поверхность земли, $Z_{п.з}$		Лотка трубы, Z_l		Начало	Конiec
								Начало	Конiec	Начало	Конiec		
Выпуск к ко-лодцу 17	205,5	0,44	100	0,02	0,48	0,18	0,61	219,5	219,5	217	216,38	2,5	3,11
17-18	220,5	0,46	100	0,02	0,49	0,18	0,3	219,5	219,45	216,38	216,08	3,11	3,36
18-24	270,6	0,45	100	0,02	0,49	0,18	1,00	219,45	219,45	216,08	215,08	3,36	4,36
24-25	524,1	0,43	100	0,02	0,48	0,18	0,05	219,45	219,45	215,08	215,03	4,36	4,42
25-36	604,2	0,42	100	0,02	0,48	0,18	1,60	219,45	218,95	215,03	213,42	4,42	5,52
36-37	925,95	0,61	100	0,02	0,54	0,18	0,51	218,95	218,75	213,42	212,91	5,52	5,83
37-38	949,65	0,60	100	0,02	0,54	0,18	0,47	218,75	218,75	212,91	212,44	5,83	6,31
39 ЛОС	1302,7	6,30	100	0,02	0,54	0,18	0,77	218,9	218,9	212,59	211,81	6,31	7,08

3.2. Выбор материала труб для внутреннего водоотведения

В проекте рекомендуется применять SML трубы и безраструбную чугунную канализацию (рис. 4). Внутридомовые инженерные системы устанавливаются на базе металлических и полимерных труб большого диаметра. Это обеспечивает достаточную пропускную способность при прохождении неоднородных жидкостей, а также сбалансированную скорость и давление среды во время движения.

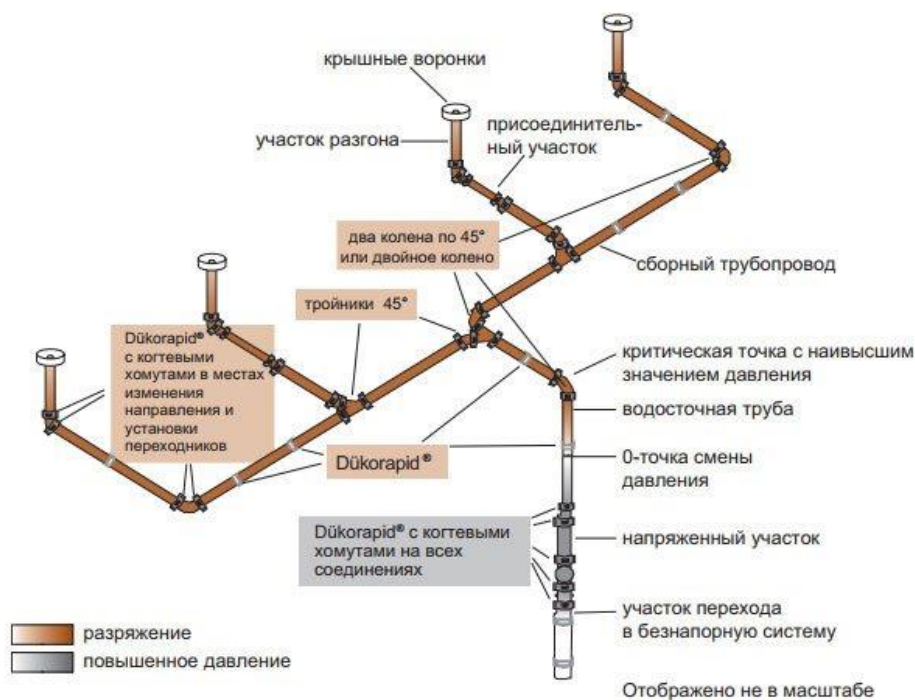


Рисунок 4 – Внутридомовые инженерные системы

Среди различных типов труб для установки систем водоотведения в многоквартирных и частных домах часто используются трубы SML, которые могут применяться для внутренних канализационных систем жилых зданий и сооружений.

3.3. Трубы SML и их применение

В основе SML труб лежит чугун, к которому в процессе литья под давлением добавляют мелкую графитовую крошку.

Графит увеличивает прочность на разрыв у чугуна, придавая ему особую текстуру. Внутренняя поверхность изделий обрабатывается эпоксидной смолой желтого цвета толщиной 130 микрон.

Снаружи трубы также покрыты красновато-коричневой полимерной краской в 40 микрон. Надежное покрытие защищает их от негативного воздействия внешней и внутренней среды, агрессивных компонентов в трубопроводной воде, предотвращая процесс коррозии металла.

SML – это безраструбные трубы, не имеющие характерных выступающих элементов для соединения двух фасонных изделий между собой. Этим они и отличаются от других видов трубопроводной арматуры: для их соединения используются специальные хомуты из нержавеющей стали с резиновыми манжетами.

Трубы этой категории находят широкое применение при монтаже внутренних систем канализации:

- в жилых многоквартирных домах;
- в частном секторе;
- в государственных образовательных учреждениях;
- в офисных и административных зданиях.

Благодаря своим физическим и эксплуатационным преимуществам эти изделия пользуются высоким спросом, несмотря на преобладание на рынке труб и фитингов из полимерных материалов – полипропилена и полиэтилена.

Технические характеристики и достоинства труб SML

Стандартный размер фасонных изделий составляет 3 м в длину. Диаметр труб, в зависимости от типа, варьируется в диапазоне 50–600 мм. Качество изделий регулируется ГОСТ 6942–98.

В эксплуатации SML трубы показывают себя с положительной стороны. Им свойственны лучшие качества изделий, предназначенных для установки инженерных систем:

- высокая износостойкость и устойчивость к механическим воздействиям (ударам, вибрации, высокому давлению);
- огнеупорность, пожарная безопасность;
- прочность и долговечность;
- стойкость как к высоким, так и к низким температурам;
- низкая звукопроводимость, уменьшающая шум воды при прохождении по трубам;
- антикоррозионные свойства;
- стойкость к образованию известкового, жирового и мыльного налета.

Внутренняя поверхность труб настолько гладкая и однородная, что на ней не скапливаются нерастворимые частицы, соли жесткости, бытовой жир. Такие трубы не зарастают через несколько лет после установки, в отличие от обычных металлических изделий.

Еще одна из ключевых достоинств SML труб – простота и скорость установки. Для монтажа инженерной системы достаточно соединить два фасонных изделия между собой с помощью металлической муфты с резиновой EPDM манжетой (рис. 5).



Рисунок 5 – SML труба

Этого хватит для обеспечения идеальной герметичности стыка. Дополнительные силиконовые уплотнители, ветошь, сальники использовать не нужно.

Несмотря на большой вес чугунных изделий, для монтажа системы понадобится участие от силы двух человек.

Благодаря простому принципу крепления SML труб с задачей справится даже непрофессионал с минимальным набором инструментов (рис. 6).

Кроме быстрой установки, трубы также легко ремонтировать. Если какой-либо участок трубопровода выйдет из строя, достаточно заменить поврежденный фрагмент на новый. Его также нужно зафиксировать муфтово-хомутным способом, и вся задача занимает не более 10 минут.

Безраструбная чугунная канализация: виды

У труб SML единственное предназначение – сооружение канализационных систем для отвода сточных и хозяйственно-бытовых вод, содержащие жидкие бытовые отходы. Кроме них, существуют и другие виды труб, которые делятся по способу установки на внешний и внутренний:

VML – для отвода дождевых и сточных вод с защитой от конденсата;

KML – для отвода продуктов переработки сырья при различных технологических процессах на предприятиях, работающих с агрессивными химическими средами.

BML – для сооружения мостовых стоков;

TML – для подземных канализационных стоков;

RML – для вентиляции.



Рисунок 6 – Тройник SML трубы

Все изделия необходимо использовать строго по назначению, т.к. их внешнее покрытие соответствует различным воздействиям: ультрафиолету, осадкам, химическому составу почвы и т.п.

На рынке строительных материалов можно найти чугунные безраструбные трубы SML как отечественного, так и импортного происхождения. Среди европейских производителей хорошо зарекомендовала себя немецкая торговая марка Duker, чья продукция отличается высоким качеством, прочностью и долговечностью.

На российском рынке пользуется заслуженным уважением бренд Smart SML от – поставщика производителя чугунных изделий и инженерного оборудования. Несмотря на высокое качество, отечественная продукция стоит на 30% дешевле зарубежных аналогов, благодаря чему имеет высокий спрос у покупателей.

Особенности монтажа SML труб. Монтаж внутридомовых канализационных систем осуществляется с помощью стандартных фасонных изделий из чугуна (рис. 7). Для соединения двух частей трубопровода на прямых участках и в местах поворотов используются различные вспомогательные элементы:

- переходники различного сечения;
- опорные трубы для стояков;
- отводы на 15, 30, 45, 68 и 88 градусов;
- опорные кольца;
- тройники и крестовины;
- колена и смотровые окна (ревизии);
- заглушки и сифоны.



Рисунок 7 – Вспомогательные элементы для установки

Устанавливаются трубы с помощью хомутов, которые соединяют два фасонных изделия механическим способом вручную.

В зависимости от проектных параметров инженерной системы можно выбрать один из двух типов хомутов:

- обычный – подходит для безнапорной канализации, где сточные воды движутся самотеком, а давление в трубах не превышает 0,5 бар;
- усиливающий – подходят для напорных канализационных систем со значением внутреннего давления до 10 бар.

Муфты крепятся снаружи труб, устанавливаясь ровно посередине стыка двух участков. Фиксация происходит с помощью одного или двух крепежных изделий (болтов или анкеров), усиливающихся гайками.

Перед установкой канализационной системы необходимо проверить чугунные изделия на предмет повреждений.

Трубы с трещинами, вмятинами и сколами использовать нельзя, т.к. это может усложнить монтаж и сократить срок эксплуатации системы.

При обнаружении брака необходимо заменить изделие на другое.

Разница в диаметрах двух соединяемых участков должна быть не менее 0,9%.

3.4. Расчет внутренней ливневой канализации

Канализационная насосная станция (КНС) предназначена для перекачки сточных вод на очистные сооружения, когда транспортировка жидкости самотеком невозможна. Размеры и параметры КНС выполняются согласно техническим требованиям Заказчика.

Корпус КНС изготавливается из армированного стеклопластика, что препятствует гниению и коррозии. У пользователя отпадает необходимость дополнительно проводить антикоррозийную обработку. Канализационная насосная станция имеет срок службы не менее 50 лет.

В данной работе выбран КНС фирмы Rainpark с погружными насосами под проезжей частью (рис. 8).

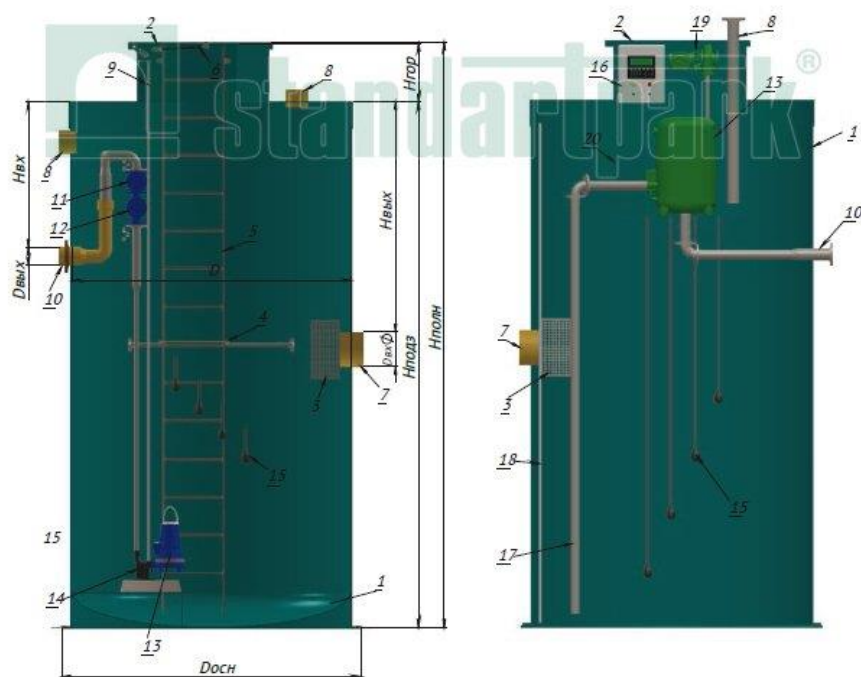
При данном варианте КНС устанавливается под чугунный люк, а корпус станции имеет конструктивное изменение – одну или несколько горловин диаметром 600 мм. Также над станцией необходимо предусмотреть наличие разгрузочной плиты, толщина которой рассчитывается исходя из нагрузок на проезжую часть.

Принцип работы КНС заключается в аккумуляции поступающего объема перекачиваемых сточных вод в резервуаре через входные патрубки со съемным контейнером, мусор из которого периодически удаляется на утилизацию на полигон ТБО (рис. 9).

Накопление жидкости происходит до определенного уровня, который устанавливается поплавковым датчиком. По сигналу датчика происходит запуск насосного агрегата и начинается откачка жидкости через распределительные патрубки.



Рисунок 8 – Канализационная насосная станция под проезжей частью



Rainpark: 1) корпус из стеклопластика; 2) крышка КНС; 3) решетка фильтрующая; 4) площадка для обслуживания; 5) лестница; 6) амортизатор люка КНС; 7) подводящий трубопровод; 8) вентиляция; 9) направляющие насосов; 10) напорный трубопровод; 11) задвижка; 12) обратный клапан; 13) насосы; 14) пьедестал насоса; 15) поплавков; 16) щит управления; 17) всасывающие трубопроводы; 18) направляющие корзины; 19) система приводов насосов; 20) корпус блока насосов

Рисунок 9 – Схема комплексной насосной станции

За счет установки резервного насосного агрегата, поплавковых выключателей и пульта автоматического управления возможна организация различных режимов работы канализационной насосной станции, диктуемых спецификой условий её применения.

Могут быть предусмотрены варианты дополнительного запуска резервного насоса при увеличении притока перекачиваемого стока, а также автоматического переключения насосов при аварии одного из них. Кроме того, имеется режим выравнивания моторесурса насосного оборудования путем чередования запусков рабочего и резервного насосов за счет автоматического переключения с равными временными интервалами.

Пульт управления сигнализирует о работе насосов, их аварии и переполнении КНС. Прекращение их работы происходит при отсутствии поступления жидкости в резервуар по нижнему уровню поплавкового выключателя.

При выборе насосной станции необходимо учитывать ряд особенностей:

- химический состав сточных вод;
- расход воды, необходимый для перекачивания за одну единицу времени;
- глубину залегания подводящего трубопровода;
- высоту подъема воды.

Основными преимуществами современных КНС являются:

- обеспечение низкого уровня шума и вибрации;
- изготовление всей конструкции происходит в заводских условиях;
- использование новейших стойких материалов, которые обеспечивают прочность, долговечность и малый вес всего сооружения, а также устойчивость при любых погодных условиях;

– высокотехнологичные погруженные насосы способствуют работе станции в течение многих лет без каких-либо сбоев;

– пульт автоматического управления облегчает работу и экономит денежные средства пользователя.

Характеристики КНС:

КНС – 1:

Расход сточных вод – 8,3 м³/ч;

Высота – 7 м;

Напор – 3,2 м.

КНС – 2:

Расход стоков – 7,2 м³/ч;

Высота – 6,9 м;

Напор – 3,5 м.

КНС – 3:

Расход сточных вод – 15,9 м³/ч;

Высота – 6,9 м;

Напор – 2,9 м.

Расчёт объема поверхностного стока при отведении на очистку. Основными данными для расчёта количества поверхностных сточных вод являются площади водосбора по видам поверхностей, а также статистически обработанные данные многолетних наблюдений метеостанций (не менее чем за 10-15 лет) за атмосферными осадками в конкретной местности или на ближайших репрезентативных метеостанциях.

Общая площадь водосбора – 10,48 га, в том числе:

- площадь кровли зданий – 1 га;
- площадь водонепроницаемых поверхностей (дорог, асфальтобетонных покрытий) – 1,4 га;
- площадь зеленых насаждений, газонов – 2,0 га;
- площадь грунтовых поверхностей – 6,35 га.

Расчетные объемы поверхностного стока при отведении на очистку определяются согласно СП 32.13330.2018 (п. 7.3) из условия приёма в аккумулирующую ёмкость большего из рассчитанных дождевого $W_{оч}^D$ и талого $W_{оч}^T$ суточных объёмов поверхностных сточных вод.

Объем дождевого стока, который полностью отводится на очистные сооружения с селитебных территорий, определяется согласно СП 32.13330.2018 (п. 7.3.1) по формуле

$$W_{оч}^D = 10 \cdot h_a \cdot \Psi_{mid} \cdot F, \text{ м}^3, \quad (65)$$

где 10 – переводной коэффициент;

h_a – максимальный слой осадков за дождь, сток от которого подвергается очистке в полном объеме, мм;

Ψ_{mid} – средний коэффициент стока для расчетного дождя (определяется как средневзвешенная величина в зависимости от постоянных значений коэффициента стока Ψ_i для разного вида поверхностей);

F – площадь поверхности стока, га.

Значение h_a для селитебных территорий и промышленных предприятий первой группы согласно СП 32.13330.2018 (п. 7.3.2) принимается равным суточному слою осадков от мало интенсивных часто повторяющихся дождей с периодом однократного превышения расчетной интенсивности $P = 0,05 - 0,1$ года, что для большинства поселений и городских округов Российской Федерации обеспечивает прием на очистку не менее 70% годового объема поверхностного стока.

Согласно СП 32.13330.2018 (п. 7.3.3) методики определения максимального суточного слоя осадков за дождь, сток от которого подвергается очистке в полном объеме, для селитебных территорий приведены в приложении Б СП 32.13330.2018.

В качестве исходных данных для расчета h_a , используются статистически обработанные данные многолетних наблюдений метеостанций (не менее чем за 10–15 лет) за атмосферными осадками в конкретной местности или на ближайших репрезентативных метеостанциях.

Согласно СП 32.13330.2018 (п. 7.3.4) при отсутствии данных многолетних наблюдений (длительных рядов наблюдений за количеством осадков) для конкретных территорий при выполнении расчетов допускается применять статистически обработанные данные мониторинга окружающей среды.

Для центральной части Красноярского края величина h_a принята 10 мм.

Средний коэффициент стока для расчетного дождя Ψ_{mid} определен как средневзвешенная величина в зависимости от постоянных значений коэффициента стока Ψ_i для разного вида поверхностей по таблице 13 СП 32.13330.2018.

$$\Psi_{mid} = \frac{0,95 \cdot 2 + 0,95 \cdot 2,26 + 0,1 \cdot 5,12 + 0,1 \cdot 6,25}{10,48} = 1,13;$$

$$W_{оч}^д = 10 \cdot 10 \cdot 1,13 \cdot 10,48 = 1184,24 \text{ м}^3.$$

Максимальный суточный объём талых вод в середине периода снеготаяния, отводимых на очистные сооружения определен по формуле:

$$W_{оч}^т = 10 \cdot h_c \cdot \alpha \cdot \Psi_T \cdot F \cdot K_y, \text{ м}^3, \quad (66)$$

где h_c – слой талых вод за 10–дневных часов, мм; принимается в зависимости от расположения объекта; для Равнинной области запада и центра Европейской части России 20,9 мм;

α – коэффициент, учитывающий неравномерность снеготаяния, 0,8;

Ψ_T – общий коэффициент стока талых вод, 0,5;

F – площадь стока, га;

K_y – коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, определяемый по формуле 2.5.

Максимальный суточный объём талых вод:

$$W_{оч}^т = 10 \cdot 20,9 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 10,48 \cdot 0,38 = 332,93 \text{ м}^3.$$

Полезный объём аккумулирующей ёмкости принят по большему расчётному расходу:

$$W_{оч}^д = 1184,24 \text{ м}^3.$$

Объём аккумулирующей ёмкости с учётом накопления выделяемого осадка:

$$W_{ак} = 1184,24 \cdot 1,1 = 1302,6 \text{ м}^3.$$

Устройство водоотводящей сети поверхностного стока. Водоотводящая сеть, устраиваемая на территории поселка, может состоять из открытой и закрытой частей. Водоотводящие сети показаны на генплане.

Открытая часть проектируется из лотков, закрытая – из трубопроводов и колодцев.

Приёмником поверхностных сточных вод являются дождеприёмники, которые размещаются в основном по проезжей части территории.

Правила размещения дождеприёмников приведены в СП 32.13330.2018 (п. 6.5).

Дождеприемники предусматриваются:

- в лотках улиц с продольным уклоном – на затяжных участках спусков, на перекрестках и пешеходных переходах со стороны притока поверхностных вод;
- в пониженных местах без свободного стока поверхностных вод, – при пилообразном профиле лотков улиц, в конце затяжных участков спусков на территориях дворов и парков.

В пониженных местах наряду с горизонтальными дождеприемниками (с решетками в плоскости проезжей части) допускается применение:

- вертикальных дождеприемников с отверстием в плоскости бордюрного камня;
- дождеприемников комбинированного типа с горизонтальной и вертикальной решетками.

Наибольшие расстояния между дождеприемниками приведены в СП 32.13330.2018 (табл. 6).

При ширине улицы более 30 м расстояние между дождеприемниками должно быть не более 60 м.

Длина трубопровода от дождеприемника до смотрового колодца на коллекторе должна быть не более 40 м, при этом допускается установка не более одного промежуточного дождеприемника. Диаметр присоединения назначается по расчетному притоку воды к дождеприемнику при уклоне 0,02, но не менее 200 мм.

К дождеприемнику допускается присоединение водосточных труб зданий и дренажных сетей.

Присоединение лотка к закрытой сети следует предусматривать через колодец с отстойной частью.

В оголовке канавы предусматриваются решетки с прозорами не более 50 мм, диаметр соединительного трубопровода не менее 250 мм.

Дождеприемник прямоугольный чугунный: длина: 915 мм, ширина: 570 мм, высота: 120 мм.

3.5. Установка очистки дождевых систем водоотведения автозаправочной станции

Выбор метода очистки поверхностного стока, а также тип и конструкция очистных сооружений (открытые или закрытые) согласно СП 32.13330.2018 (7.7.6) определяются их производительностью, необходимой степенью очистки по приоритетным показателям загрязнения и гидрогеологическими условиями (наличием территории под строительство, рельефом местности, уровнем грунтовых вод и т.д.).

Качественная характеристика поверхностного стока с селитебных территорий и площадок промпредприятий приведена в СП 32.13330.2018 (п. 7.6).

Степень и характер загрязнения поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий различны и зависят от санитарного состояния бассейна водосбора и приземной атмосферы, уровня благоустройства территории, а также гидрометеорологических параметров выпадающих осадков: интенсивности и продолжительности дождей, предшествующего периода сухой погоды, интенсивности процесса весеннего снеготаяния.

Примерный состав поверхностного стока для различных участков водосборных поверхностей селитебных территорий приведен в таблице 16 СП 32.13330.2018.

Рекомендации по выбору методов и схем очистки поверхностного стока селитебных территорий и площадок предприятий приведены в СП 32.13330.2018 (п. 7.7).

Степень очистки поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий определяется условиями приема его в системы водоотведения города или условиями выпуска в водные объекты.

Схема очистных сооружений поверхностных вод должна разрабатываться с учетом его качественной и количественной характеристик, фазово-дисперсного состояния примесей, требуемой степени очистки и принятой схемы его сбора и регулирования.

Ориентируясь на площадь водосбора АЗС было предложено проектное решение по подбору очистных сооружений поверхностного стока и смыва АЗС – установка отечественного производства «СВИРЬ» (рис. 10)

Устройство и принцип работы.

Насосная установка представляет собой прямоугольную стальную емкость, снабженную внешними патрубками подвода сточных вод (переливным, напорным), подвода промывных вод.

Внутри насосной установки у патрубка подвода сточных вод смонтирован подъемный решетчатый контейнер, а на подводе промывных вод смонтирован вентиль, управляемый с поверхности с помощью вилки. На дне установки находится погружной насос, соединенный резиновым шлангом с напорным патрубком.

Блок очистки представляет собой прямоугольную стальную емкость, снабженную внешними патрубками подвода сточных вод, отвода очищенных сточных вод, отвода промывных вод.

На вводе сточных вод расположен пескоулавливающий подъемный бункер, затем – отстойник с нисходяще-восходящим потоком и тонкослойный отстойник, имеющие проточную и бункерную части. В верхней части зоны отстаивания размещена поворотная труба с отводом сточных вод в приемную емкость нефтепродуктов. В зоне отстаивания тонкослойного отстойника расположен блок из листов с проставками, в котором поток разделяется на ярусы (слои) в целях повышения эффективности отстаивания.

К отстойной зоне примыкает фильтр, в средней зоне которого расположена решетка с щебеночным дренажом. Ниже решетки расположен фильтр с плавающей загрузкой из пенополистирола, сразу под которой расположен трубопровод

дренажа большого сопротивления с выходом на патрубок очищенной воды, а у дна – емкостной трубопровод дренажа малого сопротивления с выходом на патрубок отвода промывной воды.

Установка изготавливается из листовой стали толщиной 5 мм, защищенной антикоррозийным покрытием. Тонкослойный блок изготавливается из оцинкованной стали с проставками из антисептированной древесины. Пенополистирольная загрузка выполнена из вспененных гранул полистирола. Дренаж большого сопротивления изготовлен путем намотки оцинкованной проволоки с шагом 0,5 мм на дырчатую трубу.

Поставку установок «СВИРЬ» осуществляет Торговый дом «Инженерное оборудование»

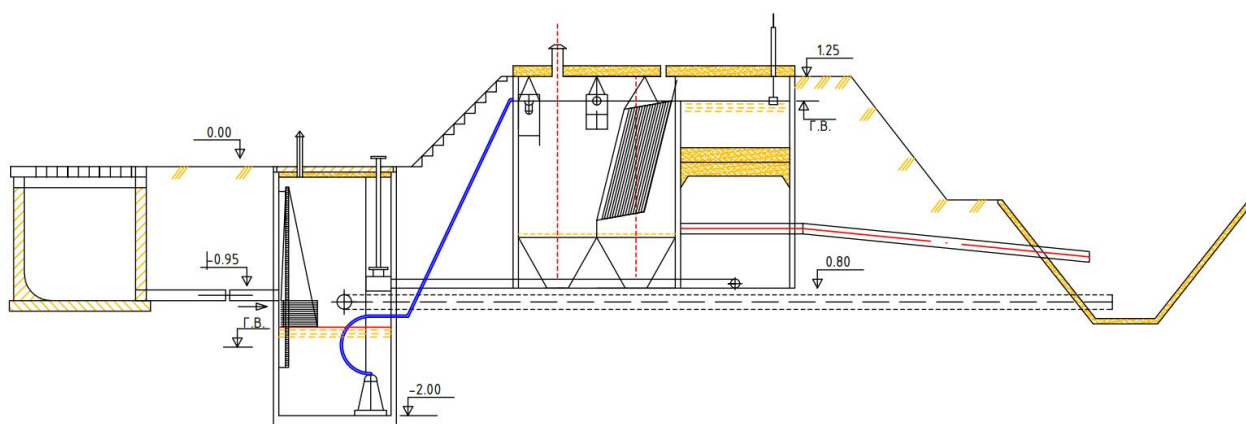


Рисунок 10 – Установка «СВИРЬ»

4. Автономные системы инженерного оборудования гостиничного комплекса

4.1. Водоснабжение зданий гостиничного комплекса

На территории поселка, на берегу реки находится гостиничный комплекс с автономными системами инженерного оборудования водоснабжения и станцией водоподготовки жилых зданий, состоящая из 7 домиков.

Стремление к жизни в гармонии с природой можно наилучшим образом осуществить, построив туристический комплекс, из дерева. Сохраняя неповторимую атмосферу уюта и единения с природой, она должна быть оснащена всеми бытовыми и техническими устройствами, отвечающими самым современным требованиям комфорта, и иметь все атрибуты современной архитектуры.

Автономные системы водоснабжения устраиваются при отсутствии централизованного водоснабжения.

Автономная система водоснабжения состоит из водозаборного сооружения, водоподъемной установки, регулирующей емкости (гидропневмобака или

безнапорного открытого бака), разводящих наружных трубопроводов, внутренней сети.

Кроме того, при необходимости автономная система дополняется установками для очистки и (или) обеззараживания воды.

Качество воды, подаваемой автономными системами, должно соответствовать требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 и ГОСТ Р 51232-98.

По согласованию с местными органами Госсанэпиднадзора допустимы отдельные отступления от нормативов по органолептическим показателям (цветность, мутность, жесткость, некоторые другие).

Расчетные расходы воды определяют по СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий» и на основании нормативного водопотребления, численности жителей, количества и типов санитарных приборов и других факторов.

Для одно-, двухквартирных жилых домов с числом жителей от 3 до 8 человек расчетные расходы воды составляют (ориентировочно) от 0,5 до 0,9–1,0 м³/ч.

В качестве источников, как правило, используют подземные воды. Предпочтение следует отдавать водоносным горизонтам, защищенным от загрязнения водонепроницаемыми породами.

В качестве водозаборных сооружений обычно применяют мелкотрубчатые колодцы (скважины) или шахтные колодцы, последние – при неглубоком залегании водоносного горизонта (до 20–30 м).

Водозаборные сооружения должны размещаться на незагрязненных и неподтопляемых участках, на расстоянии, как правило, не менее 20 м от источников возможного загрязнения (уборных, канализационных сооружений и трубопроводов, компостных штабелей и т. п.).

Схемы автономного водоснабжения могут быть классифицированы как по составу основного оборудования, так и по месту его расположения, а именно:

- с применением гидропневматических или безнапорных (открытых) баков;
- с использованном погружных, горизонтальных, вертикальных и других насосов;
- с размещением оборудования непосредственно в водозаборных сооружениях, в подземных камерах, в помещении жилого дома.

Погружные центробежные или вибрационные насосы размещают непосредственно в водозаборных сооружениях. Насосы других типов и гидропневмобаки могут размещаться в помещении жилого дома (на 1–м этаже или в подвале), в шахтном колодце или в подземной камере у колодца или скважины.

Безнапорные баки располагают в помещении жилого дома на отметках, обеспечивающих необходимый напор в системе.

Гидропневмобаки, а также агрегаты «насос – гидропневмобак» для удобства эксплуатации и контроля предпочтительно размещать в помещении жилого дома.

Водоочистные и (или) обеззараживающие устройства должны размещаться в помещении жилого дома.

При выборе оптимальной схемы водоснабжения для конкретных условий следует учитывать, что при возможных ненормированных перебоях с электро-снабжением жилых домов предпочтительно применение схемы с безнапорными (открытыми) баками, обеспечивающей повышенную надежность работы системы водоснабжения.

В тех случаях, когда качество воды источника не соответствует нормативным требованиям, система водоснабжения дополняется устройствами для очистки и (или) обеззараживания воды. Для этого рекомендуется использовать безреагентные установки бактерицидного излучения, не ухудшающие органолептические свойства воды. Установки, использующие реагенты (обычно хлорсодержащие), могут применяться при специальном обосновании. Очистка воды чаще всего требуется для удаления избыточных концентраций железа, солей жесткости, реже – для удаления марганца, фтора, снижения общей минерализации (солесодержания).

Для этой цели могут быть использованы установки, размещаемые на вводе в дом и обрабатывающие весь объем поступающей воды, или установки «у крана», обрабатывающие воду у конкретного санитарного прибора. Такие водоочистные устройства используют различные методы очистки (ионный обмен, сорбцию, фильтрование через синтетические мембраны и др.) и выпускаются как отечественными, так и зарубежными производителями.

При необходимости водоочистные установки могут дополнительно оснащаться бактерицидными лампами для обеззараживания воды.

На сравнительно небольшой глубине, порядка 20 метров идет залегание водоносного пласта, поэтому в качестве водозаборного устройства в проекте принят шахтный колодец.

Шахтные колодцы представляют собой вертикальные выработки с большими размерами поперечного сечения по сравнению с водозаборными скважинами. Их применение, как уже отмечалось, должно быть ограничено эксплуатацией подземных вод водоносных горизонтов, залегающих на сравнительно небольших глубинах, обычно до 30 м.

Обычно они применяются для забора подземных вод из первых от поверхности безнапорных водоносных горизонтов. Это горизонты сравнительно небольшой мощности (не более 10 м), которые сложены рыхлыми породами (песками, галечниками). Иногда шахтные колодцы сооружают и в напорных водоносных пластах при глубине их залегания до 30 – 40 м. Однако устройство шахтных колодцев такой глубины целесообразно лишь при слабой водообильности пласта.

Шахтные колодцы чаще всего применяют для водоснабжения мелких потребителей – небольших населенных пунктов и отдельных строений в сельской местности, фермерских хозяйств, полевых станков, ферм и т. п. Для централизованного водоснабжения крупных потребителей шахтные колодцы практически не применяют, так как производительность одного шахтного колодца обычно не превышает 5–15 м³/сут.

В зависимости от материала строительства шахтные колодцы бывают деревянные, каменные, кирпичные, бетонные.

По форме шахтные колодцы различают:

- квадратные;
- круглые;
- прямоугольные.
- По методу сбора воды:
 - работающие дном;
 - работающие стенками;
 - работающие дном и стенками.

В настоящее время для строительства шахтных колодцев глубиной до 30 м наиболее широко используются железобетонные кольца высотой 1 м и внутренним диаметром 1 м, толщина стенок 80 мм.

Величина притока воды к шахтному колодцу зависит от гидрогеологической характеристики водоносного горизонта (мощность водоносного пласта, напорные или безнапорные воды), схемы поступления воды в колодец, формы поперечного сечения колодца.

Дебит колодца при приеме воды из безнапорного пласта рассчитывается при приеме через дно и стенки и $R/H > 10$ приток равен сумме расходов, вычисленных по формуле:

$$Q = \frac{1,36 \cdot K(2H - S)S}{\lg \frac{R}{r}}, \quad (67)$$

где K – коэффициент фильтрации водоносного грунта;

r – внутренний радиус круглого колодца;

S – понижение уровня воды в колодце;

H – мощность водоносного пласта, м;

R – радиус влияния колодца;

$$Q = \frac{1,36 \cdot K(2H - S)S}{\lg \frac{R}{r}} = \frac{1,36 \cdot 3,2(2 \cdot 8 - 0,5)0,5}{\lg \frac{2,5}{1}} = 84,32 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Гостиничный комплекс состоит из семи двухэтажных домиков с размещением от 1 до 8 человек. Удельное потребление воды на один домик принято 12 м³/сут. ($q=0,5$ м³/ч).

Дебита шахтного колодца для систем водоснабжения гостиничного комплекса будет достаточно.

Водоподготовка. В таблице 14 указан гидрохимический анализ качества воды в источнике водоснабжения

Таблица 14 – Гидрохимический анализ качества воды источника водоснабжения

Показатель	Единица измерения	Результаты определения	СанПиН
1	2	3	4
Мутность:	мг/л	1,3	≤1,5
Цветность:	град	15	≤20
Температура:	град	5,0	
Активная реакция рН	мг-экв/л	8,2	6-9
Содержание хлоридов	мг/л	340	< 350
Содержание сульфатов	мг/л	445	500
Содержание нитратов	мг/л	28	45
Содержание железа	мг/л	0,7	0,3
Содержание цинка	мг/л	2,0	5
Содержание меди	мг/л	0,3	1
Содержание хрома	мг/л	0,04	0,05
Содержание ионов фтора	мг/л	0,8	0,7–1,5
Общая жесткость воды	мг-экв/л	11,5	10

Общая жесткость исходной воды определяется по содержанию в ней ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} или по содержанию окиси кальция и магния CaO и MgO .

В данном примере в воде содержится 170 мг/л Ca^{2+} и 25 мг/л Mg^{2+} или 235 мг/л CaO и 40 мг/л MgO .

Тогда общая жесткость воды

$$Ж_0 = \frac{170}{20,04} + \frac{25}{12,16} = 11,5 \text{ мг-экв/л}$$

Вода по своим характеристикам не соответствует СанПиН, поэтому принято решение по рекомендации размещения в каждом доме установки для умягчения, обезжелезивания и обеззараживания воды. В состав схемы входят следующие сооружения: 1 — гидропневмобак LS 60 вместимостью 60 л; 2 — солерастворитель; 3 — фильтр МТФ 1 с блоком управления; 4 — фильтрующая загрузка (ионообменная смола); 5 – бактерицидный аппарат БАКТ-1; 6 — исходная вода; 7 — очищенная вода; 8 – сброс в канализацию; 9 — обводная линия; 10 — в систему водоснабжения.

Схема работает следующим образом: исходная вода из шахтного колодца подается в гидропневмобак, затем в солерастворитель. Солерастворитель предназначен для приготовления раствора поваренной соли $NaCl$ (или хлористого калия KCl) для очистки его от механических примесей и подачи для регенерации реагента Na -катионитных фильтров. Далее вода проходит через фильтр МТФ с блоком управления (рис. 11) Фильтры серии МТФ являются полностью

автоматическими, самопромывными для небольших потоков. Эти фильтры могут работать при потоках до 130 м³/ч с фильтрующими сетками до 10 мкм. Фильтры МТФ используют очень мало воды для промывки, не прерывая при этом основной поток. Рассчитаны на давление до 10 бар и температуру до 93 °С. Изготавливаются с корпусом из нержавеющей стали и предназначены для широкого применения в промышленности и ирригации.



Рисунок 11 – Фильтры МТФ

Отфильтрованная вода проходит ионообменную смолу для обессоливания и обезжелезивания, и далее вода обеззараживается на бактерицидном аппарате БАКТ – 1, который представляет из себя камеры облучения, изготовленной из коррозионностойкой стали, и щита управления. Конструкция аппарата проста и безопасна в эксплуатации, не требует вахтенного обслуживания, имеет контроль ресурса бактерицидной лампы и световую сигнализацию. Также оснащена фильтром тонкой механической очистки обрабатываемой воды.

В качестве ионообменной смолы рекомендуется применять фильтрующий материал Ecomix®.

Фильтрующий материал Ecosoft Ecomix–С MIXC – это многокомпонентная смесь, состоящая из 5 материалов. Эффективна при очистки водопроводной и артезианской воды.

При использовании фильтрующего материала значительно снижается окисляемость, содержание железа, марганца, аммония в воде, стабилизируется жесткость воды.

Технические характеристики Ecosoft Ecomix–С 12 – 25 л

Вид	засыпка
Подходит для горячей воды	нет
Количество ступеней очистки	1
Обеззараживание	Нет

Преимущества Ecosoft Ecomix-С:

- Стабилизация жесткости воды;
- Снижение содержания в воде железа, марганца, аммония;
- Убирает металлический вкус воды;

4.2. Водоотведение зданий

Автономные системы канализации обслуживают многоквартирный жилой дом в городской или сельской местности или усадьбу с надворными постройками.

К автономной системе канализации следует относить все сооружения водоотведения и очистки бытовых сточных вод после их выпуска из дома.

Автономные системы канализации обладают рядом преимуществ перед централизованными (для всего населенного пункта) или местными (для группы близко расположенных объектов) системами канализации:

- возможность кратковременной реализации независимо от строительства других объектов;
- низкие первоначальные затраты;
- упрощение решения всех вопросов строительства и эксплуатации ввиду сосредоточения их в руках одного владельца.
- Автономные системы по принципу очистки сточных вод делят на следующие виды:
 - сооружения предварительной очистки сточных вод и обработки осадка (септик, двухъярусные отстойники, анаэробные биореакторы с насадкой);
 - сооружения биологической очистки сточных вод подземной фильтрации (с отведением очищенных сточных вод в водоем: песчано-гравийные фильтры, фильтрующие траншеи; для отведения сточных вод в грунт: фильтрующие колодцы, поля подземной фильтрации, фильтрующие кассеты);
 - сооружения биологической очистки сточных вод в естественных условиях (биопруды);
 - сооружения биологической очистки сточных вод активным илом и биопленкой, прикрепленной на насадке (аэротенки с активным илом, аэротенки комбинированные с активным илом и насадкой, аэробные биореакторы с насадкой; биофильтры; сооружения применяют с вторичными отстойниками);
 - сооружения физико-химической и биолого-химической очистки сточных вод (использование химических реагентов на различных этапах очистки сточных вод).

Кроме того, для обеспечения работы указанных систем могут применяться различные вспомогательные сооружения: насосные установки подачи сточных вод на очистку, распределительные камеры, насосные установки отведения очищенных стоков, дозирующие колодцы и др.

Все указанные сооружения можно по принципу строительства подразделить на сооружаемые на месте и изготовленные на заводе.

Выбор автономной системы, оптимальной для конкретных условий строительства, зависит от ряда факторов:

- вида грунта на участке строительства;
- уровня грунтовых вод;
- характера использования верхнего водоносного горизонта, вступающего в контакт со сточными водами, поглощаемыми грунтом;
- наличия и степени доступности водоема – приемника сточных вод;
- площади участка для строительства и его рельефа;
- климатических условий строительства;
- финансовых возможностей заказчика;
- требований к степени очистки сточных вод, предъявляемых местными органами природоохраны и Госсанэпиднадзора.

Наиболее экономична и проста в реализации автономная система канализации на базе сооружений подземной фильтрации с отведением сточных вод в грунт. Возможность ее применения зависит от фильтрующих свойств грунта и уровня грунтовых вод. Такая система состоит из септика и сооружения подземной фильтрации:

- для песчаных и супесчаных грунтов – фильтрующего колодца или полей подземной фильтрации;
- для легких суглинистых грунтов – фильтрующей кассеты.

При этом уровень грунтовых вод должен быть не менее чем на 1 м глубже дна сооружения (фильтрующие колодец и кассета) или лотка оросительных труб (поля подземной фильтрации).

Обычно верхний водоносный горизонт не используется для питьевого водоснабжения. Однако он может иметь сообщение через участки с фильтрующими грунтами с нижними водоносными горизонтами, защищенными водонепроницаемыми кровлями (пласты глинистых грунтов), которые используются для питьевого водоснабжения: шахтные и трубчатые (скважины) колодцы.

Установить наличие такой связи можно лишь с проведением гидрогеологических исследований, что доступно лишь ограниченному кругу владельцев домов.

Обычно сооружения подземной фильтрации с отведением воды в грунт могут применяться в тех случаях, когда на всей прилегающей к объекту территории (в районе 100 – 200 м) используется только централизованная или местная (не автономная) система водоснабжения.

По этой же причине аналогичные сооружения подземной фильтрации с отведением очищенных сточных вод в водоем должны применяться с осторожностью из-за возможности утечек в грунт. В сомнительных случаях целесообразно предусматривать вокруг сооружения водонепроницаемый замок из мятой глины.

К сооружениям подземной фильтрации с отведением очищенных сточных вод в водоем предъявляются требования к степени очистки, соответствующие «Правилам охраны поверхностных водоемов от загрязнения», «Санитарным правилам и нормам охраны поверхностных вод от загрязнения» (СанПиН 4630–88), а также «Обобщенному перечню предельно допустимых концентраций (ПДК) и

ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов».

Поскольку в автономных системах канализации речь идет о бытовых сточных водах, состав и расчетную концентрацию загрязнений в них определяют по СП 32.13330.2018, табл. 25 и СП 30.13330.2020, приложение 3.

Следует иметь в виду, что в процессе биологической очистки, имеющей место и в сооружениях подземной фильтрации, азот аммонийных солей, содержащийся в бытовых сточных водах, окисляясь, переходит в основном в азот нитритов и нитратов, количество которого по сбросу в водоемы также лимитировано.

Предельно допустимые концентрации загрязнений в воде водоемов рыбохозяйственного водопользования (к ним относится большая часть водоемов) составляют: БПК_{полн} – 3 мг/л; взвешенные вещества – увеличение за счет сброса сточных вод не более чем на 0,25 мг/л; азот аммонийных солей – 0,4 мг/л; азот нитритов – 0,02 мг/л; азот нитратов – 9 мг/л; фосфаты (по P₂O₅ – 0,5 мг/л; поверхностно-активные вещества – 0,1 мг/л.

На практике многие водоемы загрязнены, и уже имеющиеся («фоновые») концентрации загрязнений в их воде равны ПДК или выше их. В этом случае концентрация загрязнений в очищенных сточных водах должна быть не выше ПДК речной воды.

При использовании песчано-гравийных фильтров такая очистка может быть достигнута за счет размещения их последовательно в две ступени.

Другое решение – использование сооружений биологической очистки сточных вод с активным илом (аэротенки) или биопленкой, прикрепленной к искусственной загрузке (биофильтры), или комбинированных сооружений.

Преимущества таких сооружений – возможность заводского изготовления, компактность, управляемость процессов очистки.

Недостатки – относительно высокая стоимость и необходимость некоторых затрат времени на эксплуатацию.

Установки заводского изготовления выпускаются рядом отечественных и зарубежных фирм, и разнообразие их растет. При выборе таких установок следует учитывать, что пока не накоплен достаточный опыт их эксплуатации, особенно в условиях российского климата. Поэтому все подобные установки следует рассматривать как экспериментальные.

Применение вспомогательных сооружений может существенно расширить возможность использования различных видов очистных сооружений.

Так, применение подкачки сточных вод позволяет использовать песчано-гравийные фильтры даже при высоком уровне грунтовых вод, размещая их в насыпи. Перекачка очищенных сточных вод обеспечивает возможность водоотведения в удаленный водоем и т. д.

Для хозяйственно-бытовой канализации предусмотрено отведение стоков от сантехнических приборов и трапов в проектируемую дворовую сеть канализации. Канализация принята самотечной. Стоки от сантехнических приборов здания самотеком, через проектируемые смотровые колодцы и проектируемую

сеть дворовой канализации сбрасываются в проектируемый выгреб (2 полипропиленовые емкости емкостью 44 м³ (рис. 12). Резервуары оснащены сигнализатором и датчиком уровня. Вывоз стоков предусмотрен в высокий сезон один раз в сутки. Дренажная канализация рассчитана на отведение аварийных вод с подвала.

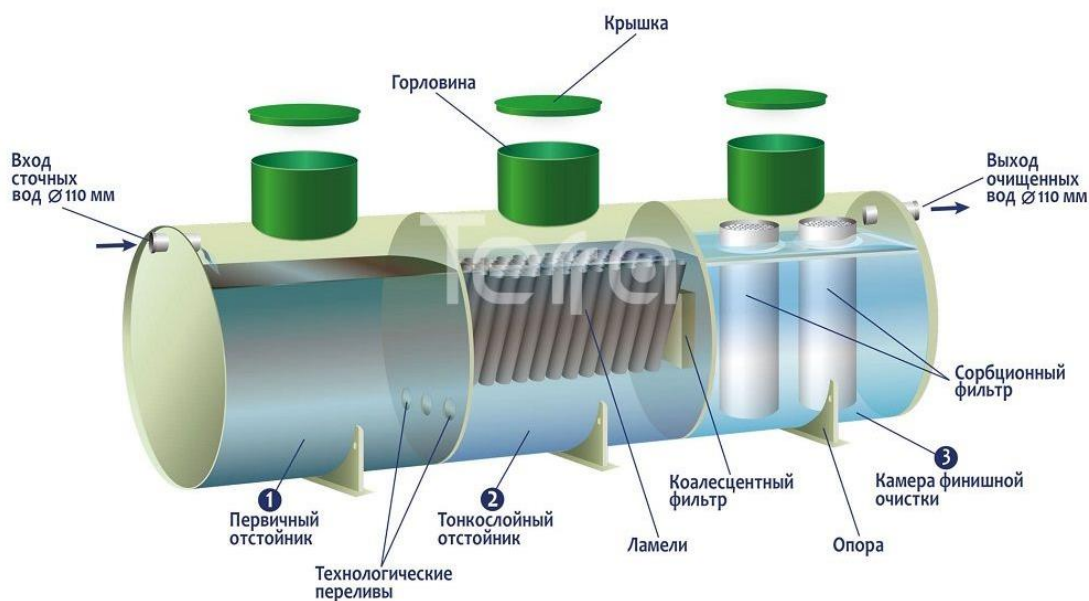


Рисунок 12 – Полипропиленовая емкость

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы были запроектированы системы водоснабжения и водоотведения коттеджного поселка и гостевого комплекса. Технические решения, принятые в данном проекте, соответствуют требованиям экологических, а также санитарно-гигиенических норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объектов при соблюдении предусмотренных в проекте типовых инструкций по охране труда монтажников внутренних санитарно-технических систем и оборудования.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ХВС – холодное водоснабжение;
- ГВС – горячее водоснабжение;
- ПВП – полиэтилен высокой плотности;
- ПВХ – пластифицированный поливинилхлорид.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 ГОСТ 3262–75 Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия – Введ. 01.01.1977 – Москва : Стандартинформ, 2007. – 8 с. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294852/4294852785.pdf> (дата обращения: 21.04.2023).

2 СТО 02494733 5.2–01–2006 Внутренний водопровод и канализация зданий. – Введ. 20.09.2006 – Москва : СантехНИИпроект, 2006. – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293845/4293845671.pdf> (дата обращения: 21.04.2023).

3 СП 73.13330.2016 Внутренние санитарно-технические системы зданий. – Взамен СП 73.13330.2012; – Введ. 01.04.17. – Москва : Минстрой России, 2016. – 39 с. – URL: <https://www.eng-in.ru/images/spravka/normativ/SP-73.13330.2016.-Vnutrennie-systemi.pdf> (дата обращения: 21.04.2023).

4 СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. – Взамен СП 32.13330.2012; – Введ. 26.06.2019. – Москва: ГУП ЦПП, 2018, – 76 с. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293730/4293730021.pdf> (дата обращения: 21.04.2023).

5 СП 131.13330.2020 «СНиП 23–01–99* Строительная климатология». – Введ. 24.12.2020 – Москва : Минстрой России, 2020. – URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/82b/SP-131.pdf> (дата обращения: 21.04.2023).

6 Орлов, Е. В. Инженерные системы зданий и сооружений водоснабжение и водоотведение : учебное пособие / Е. В. Орлов. – Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2015. – 216 с. (дата обращения: 23.04.2023).

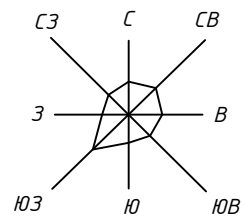
7 Полосин И. И. Инженерные системы зданий и сооружений / И.И. Полосин, Б. П. Новосельцев, В. Ю. Хузин, М. Н. Жерлыкина. – Москва : Academia, – 2012 г. – 304 с. (дата обращения: 24.04.2023).

8 Колова, А. Ф. Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики: учебно-методический комплекс / Т. Я. Пазенко, Т. А. Курилина – Красноярск : Сиб. федер. ун-т., 2014. – 148 с. – URL: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib_tech/u62/i-733358751.pdf (дата обращения: 24.04.2023).

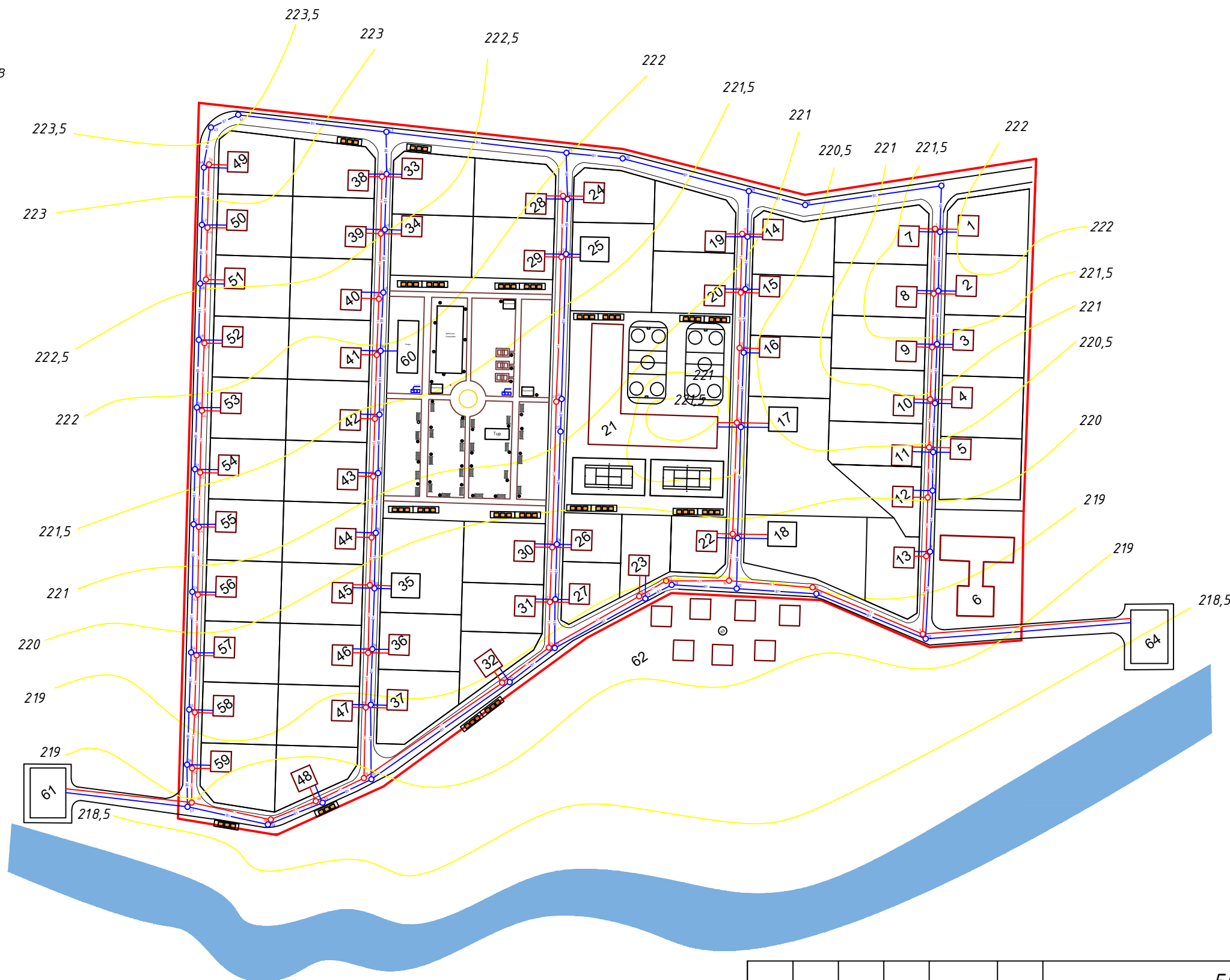
9 Музалевская Г. Н. Инженерные сети городов и населенных пунктов / Г.Н. Музалевская – Москва : Ассоциации строительных вузов, 2006. – 148 с.

10 Шевелев, Ф. А. Таблицы для гидравлического расчёта. Стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб: Изд 5-е доп. / Ф. А. Шевелёв. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 116 с.

11 Кедров В.С. Санитарно – техническое оборудование зданий/ В.С. Кедров, Е.Н. Ловцов, – Москва : Стройиздат, – 1989. – 495 с.



Генплан посёлка с инженерными сетями К1 и В1



Условные обозначения

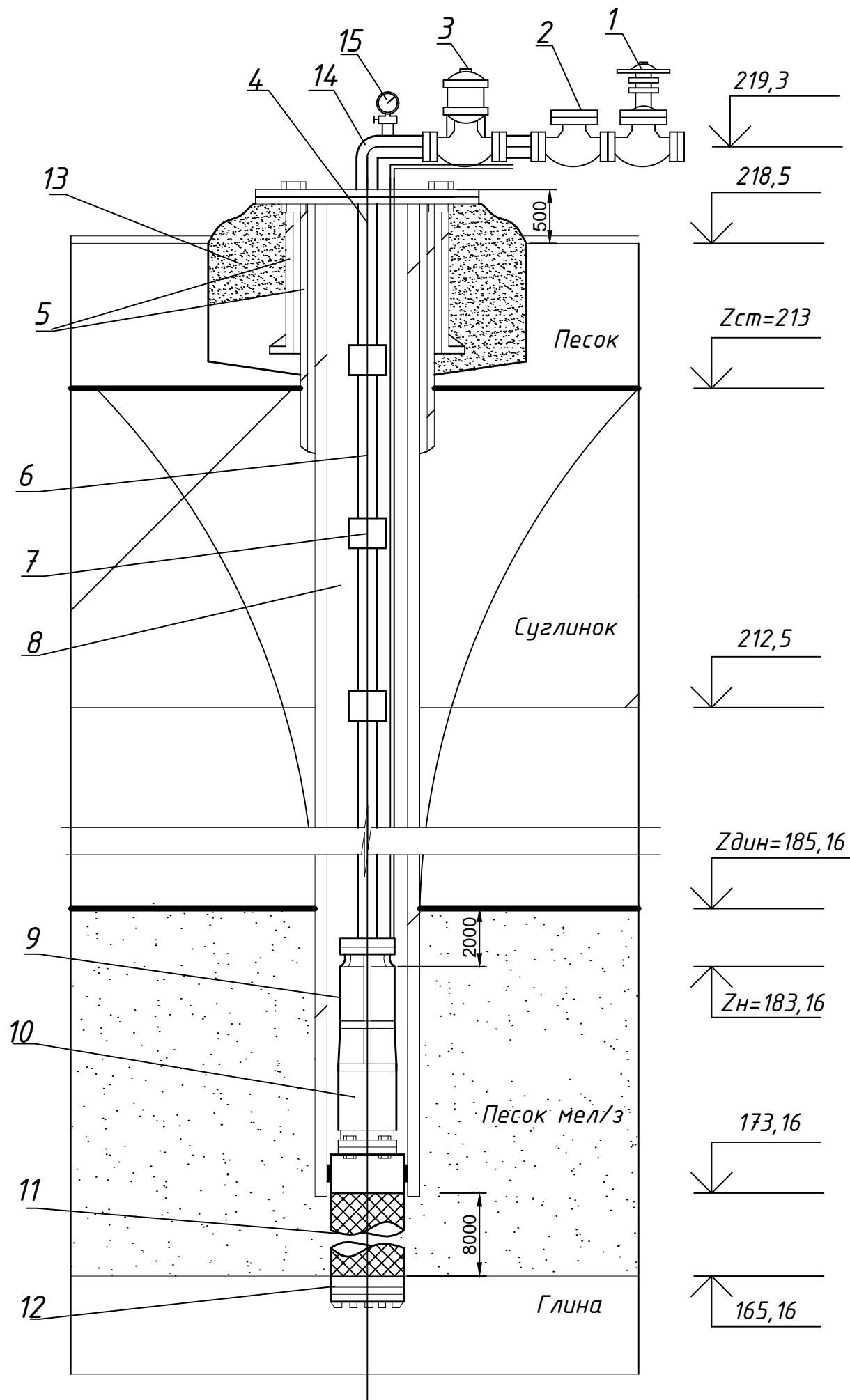
- Река
- Изолинии горизонталей
- Трубопровод водоотводящей сети
- Трубопровод водоснабжающей сети
- K1 Колодец бытовой водоотводящей сети
- B1 Колодец водоснабжающей сети

Экспликация

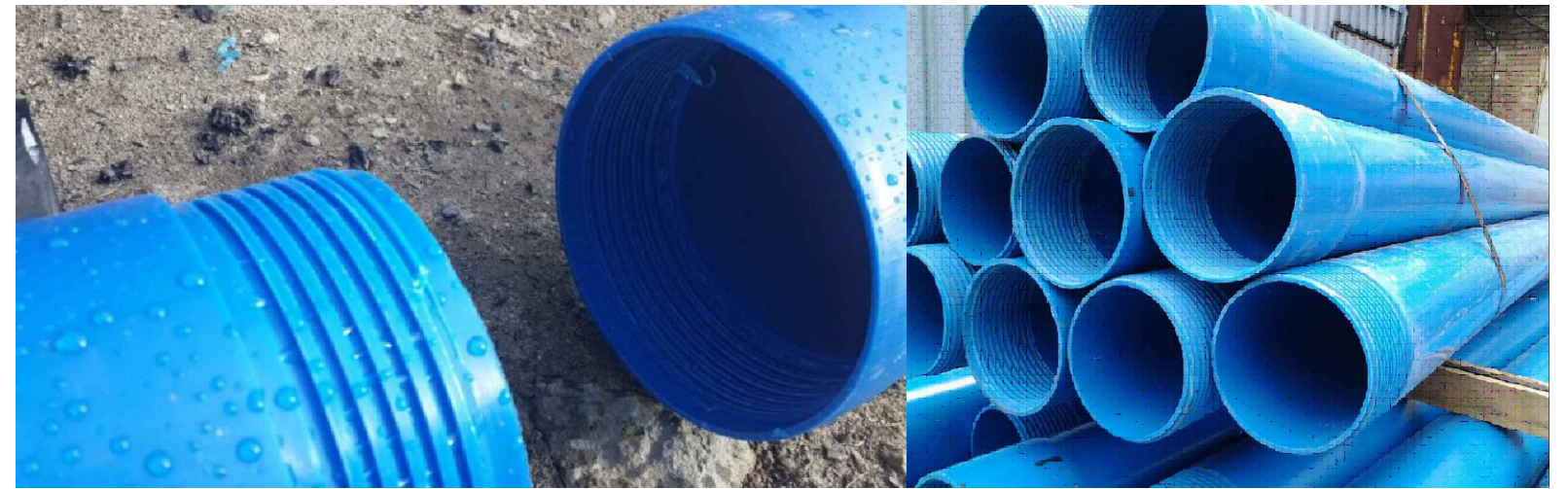
Номер помещения	Наименование помещения
1	Жилое здание 107 м ²
6	Автомобильная заправочная станция
17	Жилое здание 168 м ²
21	Спортивный комплекс
60	Кафе
61	Очистные сооружения
62	Гостиничный комплекс
63	Шахтный колодец
64	Площадка расположения скважины и станции обессоливания

БР 20.03.02.06 – 2023					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм	Кол	Лист	№ Док	Подпись	Дата
Разраб.		Королев А.А.			
Руководит.		Курилина Т.А.			
Н. контр.		Курилина Т.А.			
Зав. каф.		Матюшенко А.К.			
Расчет и проектирование инженерных систем жизнеобеспечения коттеджного посёлка городского типа				Стад	Лист
					1
					9
Генплан посёлка с инженерными сетями В1 и К1 М 1:1000				Кафедра ИСЗиС	

Технический разрез скважины Q = 140 м³/ч



Эксплуатационная колонна НПВХ



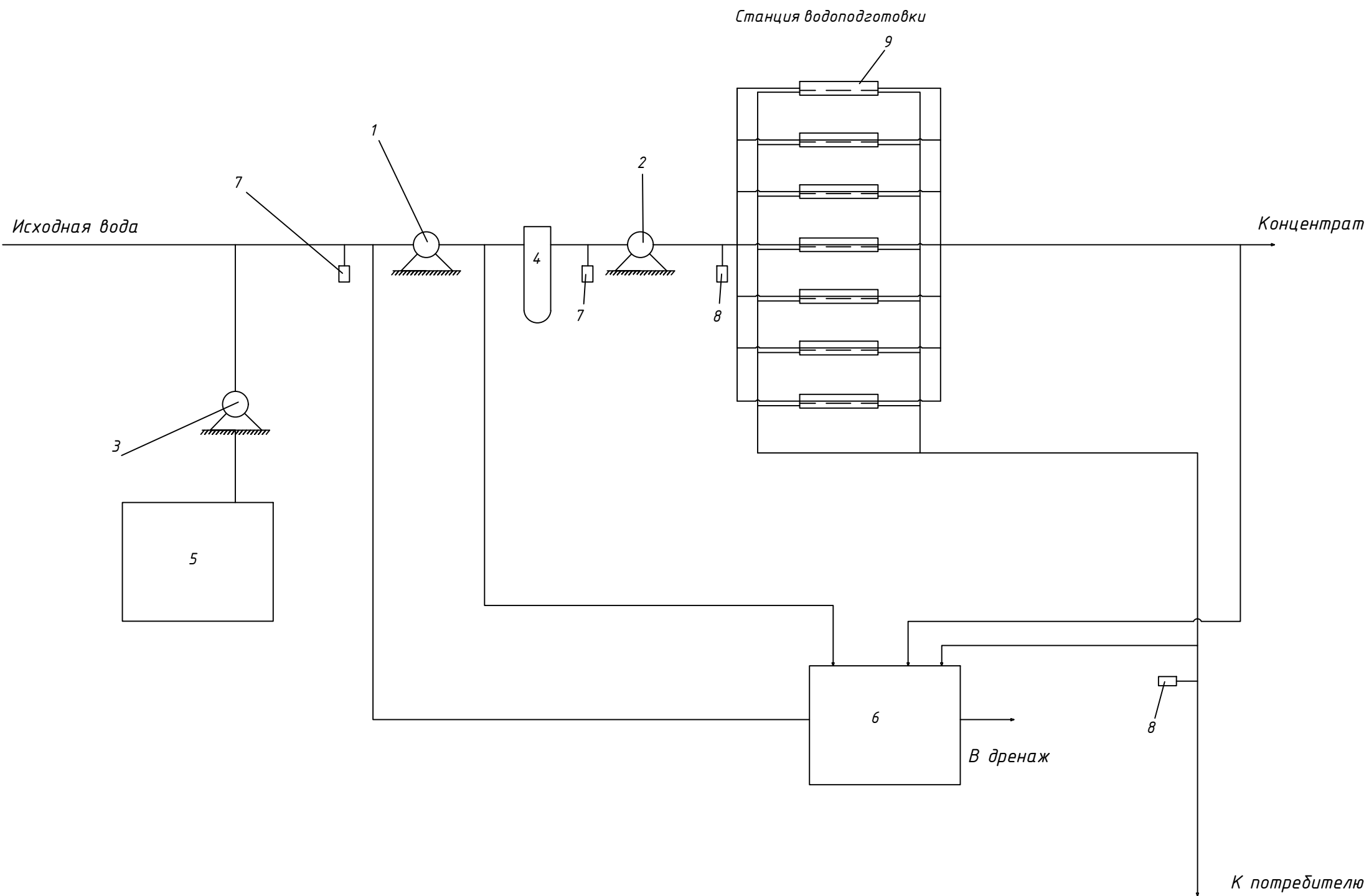
Фильтр трубчатый с щелевой перфорацией



Спецификация технического разреза скважины

№	Наименование
1	Задвижка
2	Обратный клапан
3	Вантуз
4	Напорная колонна Д 215
5	Защитные колонны труб
6	Эксплуатационная колонна Д 800
7	Соединительная муфта
8	Токпроводящий кабель
9	Насос
10	Двигатель
11	Фильтр
12	Отстойник
13	Цемертация затрубного пространства
14	Присоединительный трубопровод Д 150
15	Монометр

						БР 20.03.02.06 - 2023			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм	Кол	Лист	№ Док	Подпись	Дата	Расчет и проектирование инженерных систем жизнеобеспечения коттеджного поселка городского типа	Стад	Лист	Листов
Разраб.		Королев А.А.						2	9
Руководит.		Курилина Т.А.				Технический разрез скважины Q = 140 м³/ч; Эксплуатационная колонна НПВХ; Фильтр трубчатый с щелевой перфорацией	Кафедра ИСЗиС		
Н. контр.		Курилина Т.А.							
Зав. каф.		Матюшенко А.К.							



Фильтр патронного типа



Насос высокого давления



Экспликация станции водоподготовки

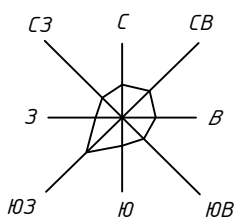
Номер помеще-ния	Наименование помещения
1	Повысительный насос, он же промывочный
2	Высоконапорный насос
3	Дозирующий насос
4	Микрофильтр
5	Бак ингибитора
6	Бак промывки
7	Защита насоса по сухому ходу
8	Защита трубопроводов по давлению
9	Блок мембранных модулей

БР 20.03.02.06 - 2023

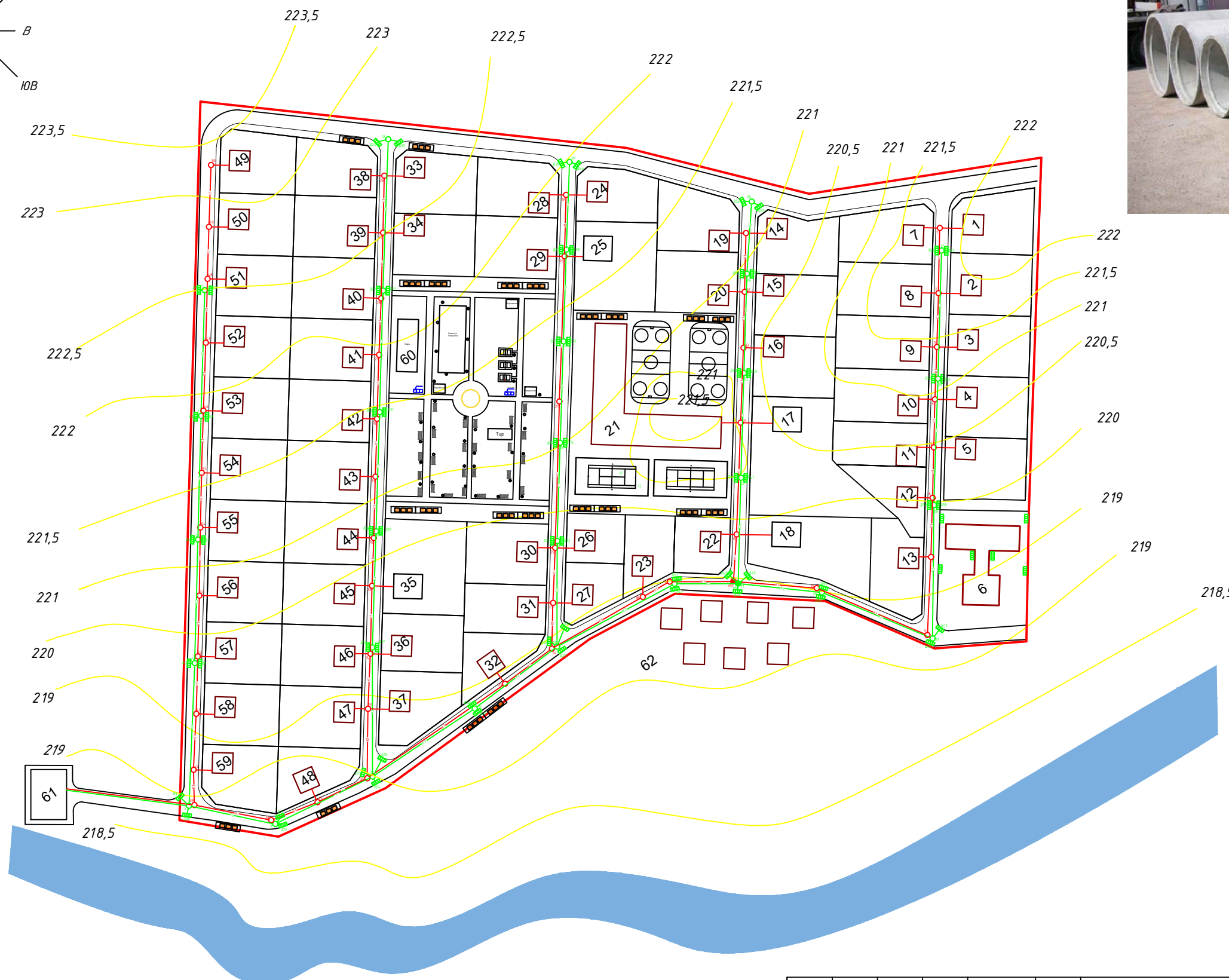
Сибирский Федеральный Университет
Инженерно-строительный институт

Изм	Кол	Лист	№ Док	Подпись	Дата	Расчет и проектирование инженерных систем жизнеобеспечения коттеджного поселка городского типа	Стад	Лист	Листов
Разраб.		Королев А.А.							3
Руководит.		Курилина Т.А.				Станция водоподготовки; Фильтр патронного типа; Насос высокого давления	Кафедра ИСЗиС		
Н. контр.		Курилина Т.А.							
Зав. каф.		Матюшенко А.К.							

Генплан посёлка с инженерными сетями К1 и К2



Хризотилцементные трубы



Условные обозначения

- Река
- Изолинии горизонталей
- Трубопровод водоотводящей сети
- Трубопровод ливневой сети
- K1 Колодец бытовой водоотводящей сети
- K2 Колодец ливневой сети
- Д1 Дождеприемник

Экспликация

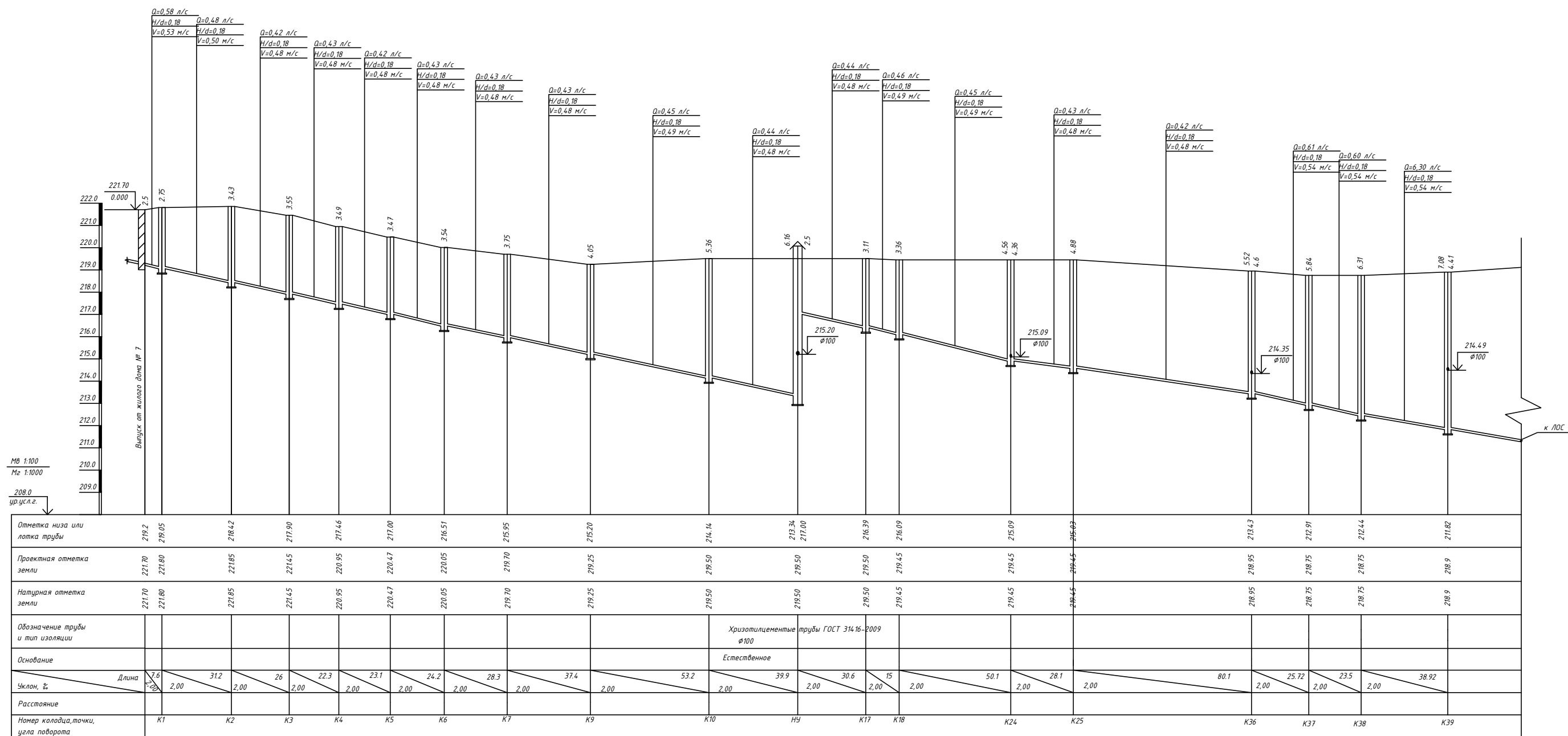
Номер помещения	Наименование помещения
1	Жилое здание 107 м ²
6	Автомобильная заправочная станция
17	Жилое здание 168 м ²
21	Спортивный комплекс
60	Кафе
61	Очистные сооружения
62	Гостиничный комплекс

БР 20.03.02.06 - 2023

Сибирский Федеральный Университет
Инженерно-строительный институт

Изм	Кол	Лист	№ Док	Подпись	Дата	Расчет и проектирование инженерных систем жизнеобеспечения коттеджного поселка городского типа	Стад	Лист	Листов
Разраб.		Королев А.А.							4
Руководит.		Курилина Т.А.							
Н. контр.		Курилина Т.А.				Генплан поселка с инженерными сетями К1 и К2 М 1:1000	Кафедра ИСЗиС		
Зав. каф.		Матюшенко А.К.							

Продольный профиль трассы водоотводящей сети К1 от К1 до К39



БР 20.03.02.06 - 2023

Сибирский Федеральный Университет
Инженерно-строительный институт

Изм	Кол	Лист	№ Док	Подпись	Дата
Разраб.				Королев А.А.	
Руководит.				Курилина Т.А.	
Н. контр.				Курилина Т.А.	
Зав. каф.				Матюшенко А.К.	

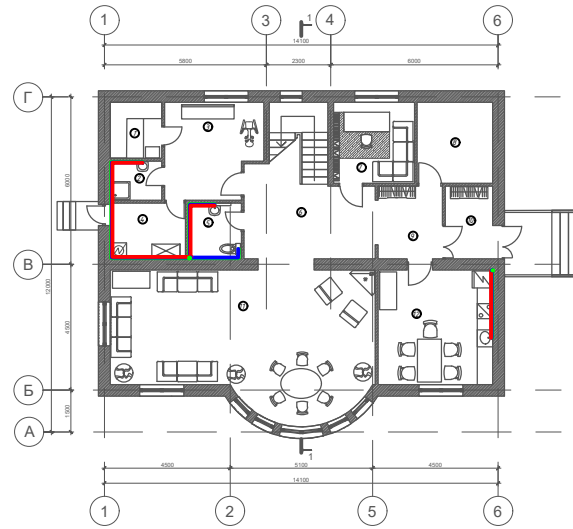
Расчет и проектирование инженерных систем жизнеобеспечения
коттеджного поселка городского типа

Стад	Лист	Листов
	5	9

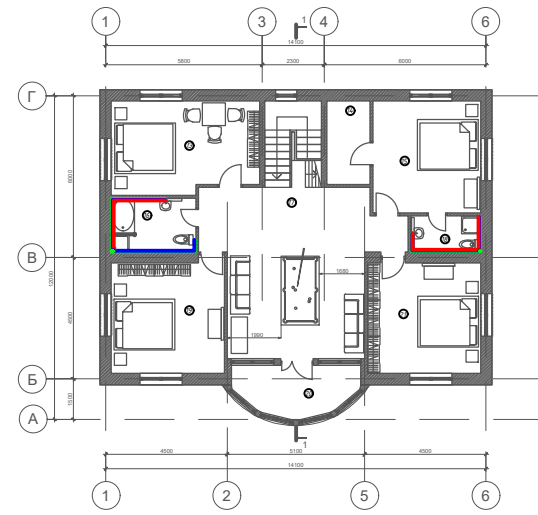
Продольный профиль трассы водоотводящей сети К1
от К1 до К39

Кафедра ИСЗиС

Системы водоснабжения и водоотведения первого этажа жилого дома 336 м² на отм. 0..000



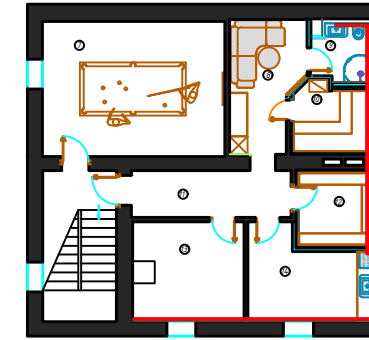
Системы водоснабжения и водоотведения второго этажа жилого дома 336 м² на отм. +3.000



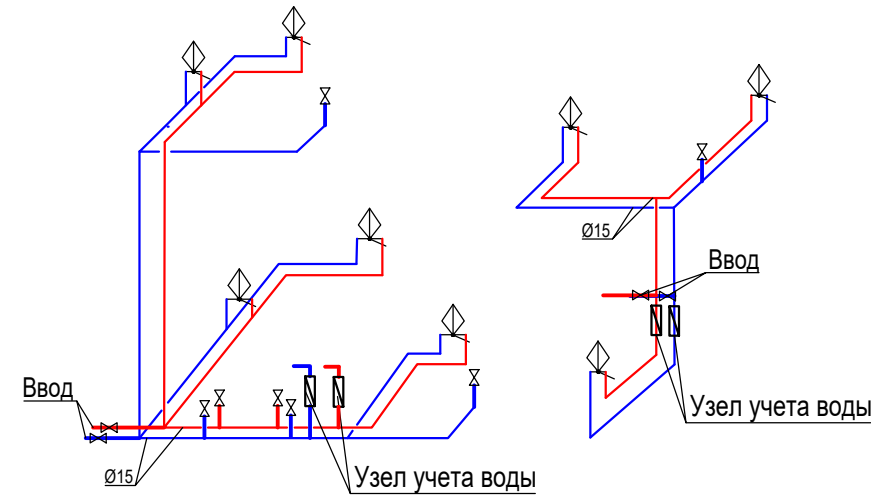
Системы водоснабжения и водоотведения подвала жилого дома 214 м² на отм. -3.000



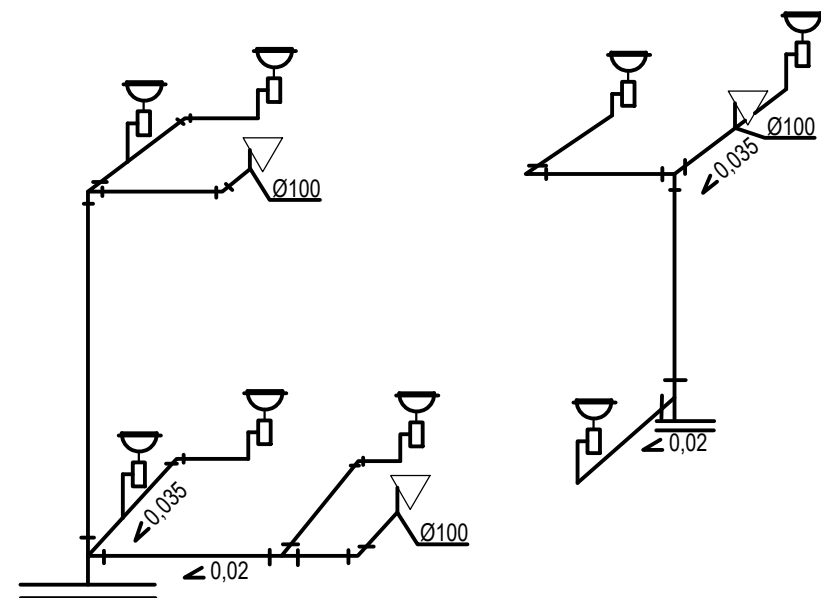
Системы водоснабжения и водоотведения подвала жилого дома 214 м² на отм. -3.000



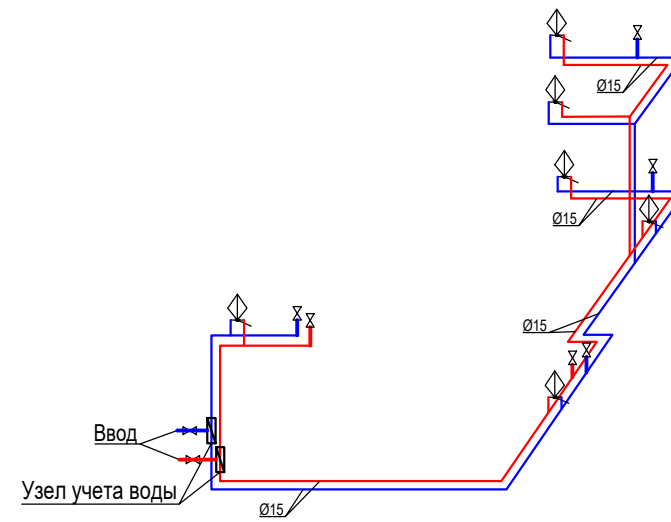
АксонOMETрическая схема В1,Т3



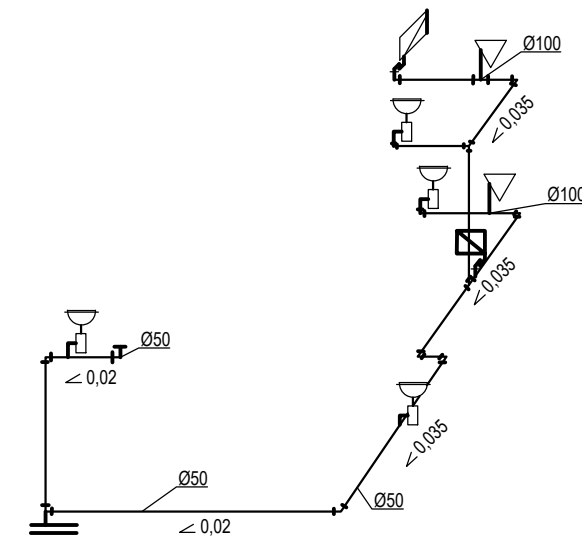
АксонOMETрическая схема К1



АксонOMETрическая схема В1,Т3



АксонOMETрическая схема К1



Экспликация жилого дома 214 м²

Номер помещения	Наименование помещения
1	Зал
2	Прихожая
3	Гардероб
4	Первый санузел
5	Кухня
6	Обеденный зал
7	Бильярдная
8	Предбанник
9	Второй санузел
10	Сауна
11	Коридор
12	Кладовая
13	Хозяйственное помещение
14	Прачечная

Экспликация жилого дома 336 м²

Номер помещения	Наименование помещения
1	Сауна
2	Первый санузел
3	Комната отдыха
4	Бойлерная
5	Второй санузел
6	Холл
7	Кабинет
8	Первая гардеробная
9	Прихожая
10	Тамбур
11	Гостиная
12	Кухня
13	Первая спальня
14	Вторая гардеробная
15	Вторая спальня
16	Третий санузел
17	Второй холл
18	Четвертый санузел
19	Третья спальня
20	Лоджия
21	Четвертая спальня

БР 20.03.02.06 - 2023

Сибирский Федеральный Университет
Инженерно-строительный институт

Изм	Кол	Лист	№ Док	Подпись	Дата
Разраб.				Королев А.А.	
Руководит.				Курилина Т.А.	
Н. контр.				Курилина Т.А.	
Зав. каф.				Матюшенко А.К.	

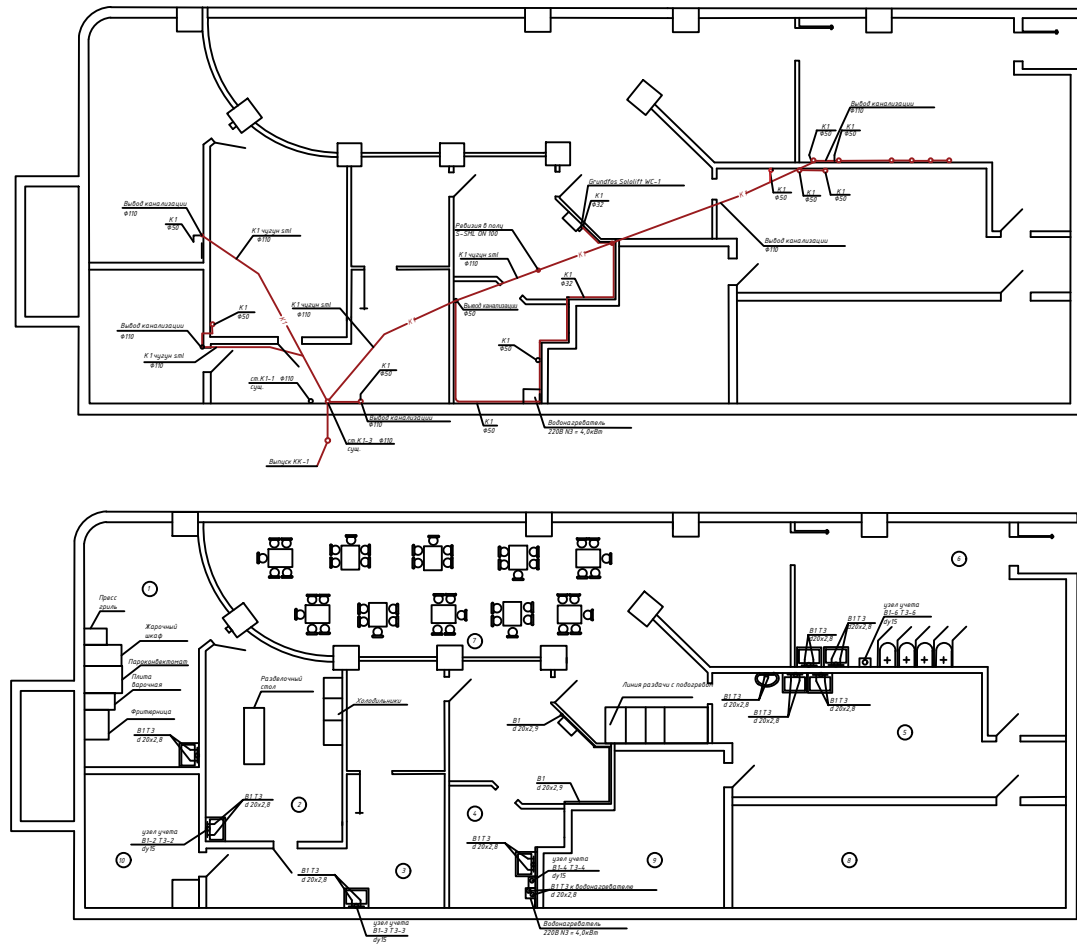
Расчет и проектирование инженерных систем жизнеобеспечения
коттеджного поселка городского типа

Стад	Лист	Листов
	6	9

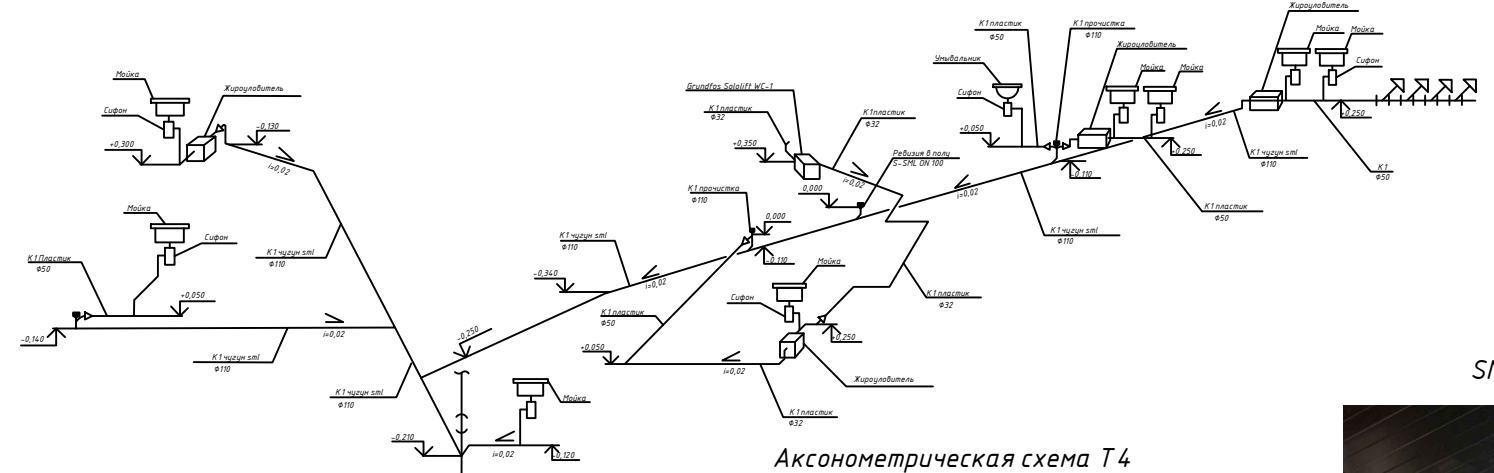
Системы водоснабжения и водоотведения первого и второго этажа жилого дома 336 м² на отм. 0.000 и +3.000; Системы водоснабжения и водоотведения подвала и второго этажа жилого дома 214 м² на отм. -3.000 и 0.000; АксонOMETрические схемы В1, Т3, К1

Кафедра ИСЗиС

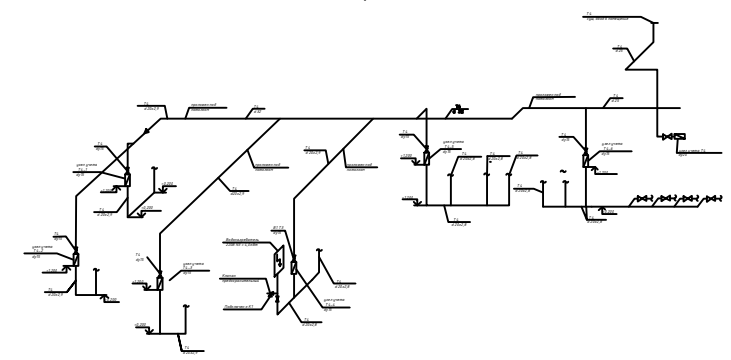
План подвала и первого этажа кафе



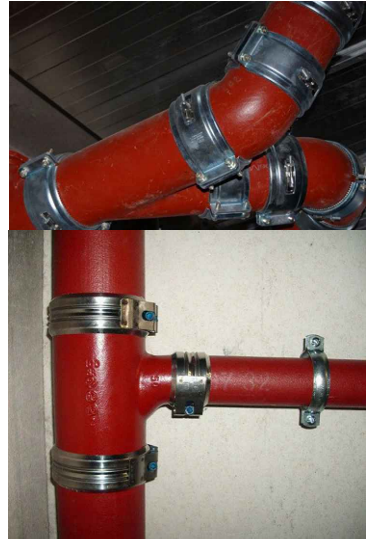
АксонOMETрическая схема К1



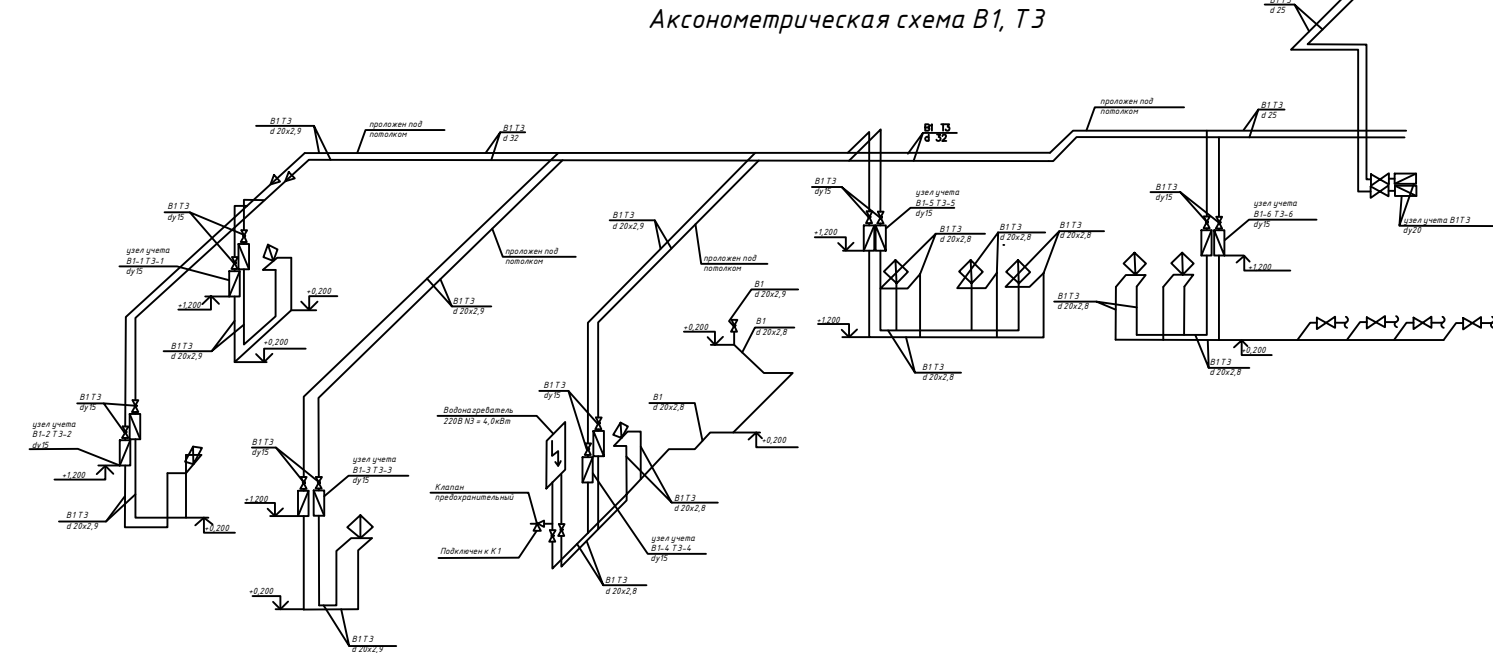
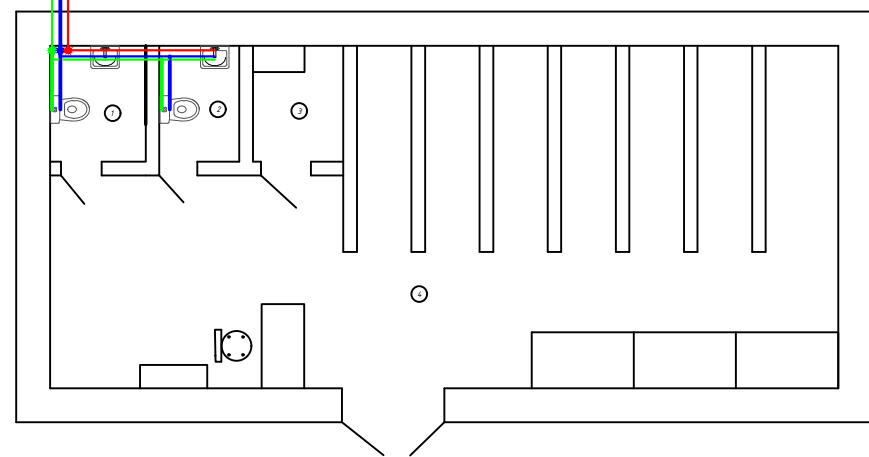
АксонOMETрическая схема Т4



SML трубы



Системы водоснабжения и канализации магазина



Экспликация магазина

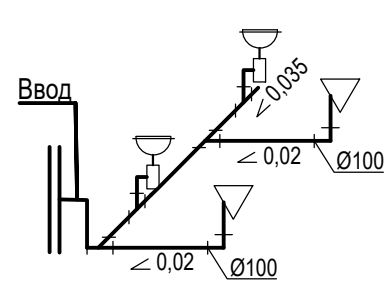
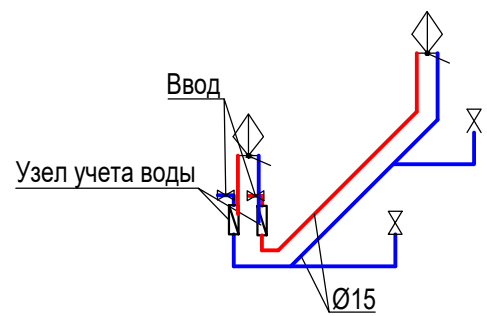
Номер помещения	Наименование помещения
1	Санузел для посетителей
2	Санузел для персонала
3	Подсобное помещение
4	Торговый зал

Экспликация кафе

Номер помещения	Наименование помещения
1	Горячий цех
2	Холодный цех
3	Моечная кухонной посуды
4	Комната для персонала
5	Моечная столовой посуды
6	Холл
7	Обеденный зал
8	Хозяйственный блок
9	Кабинет администрации
10	Мясной склад

АксонOMETрическая схема B1, T3

АксонOMETрическая схема К1



Примечания:
 - трубопроводы выполнены из чугунной трубы sml - прокладываемые в конструкции пола
 - из полистиленовых труб Ostendorf диаметром - подводы к сантехприборам
 - прокладку трубопроводов канализации осуществляется с уклоном не менее 0,02
 - при монтаже применяются только фасонные части с углом поворота не более 45 град.
 - трубопроводы на плане условно отнесены от стен
 - трубопроводы проложены открыто - по стенам
 - труба полипропиленовая армированная стекловолокном

Примечания:
 - за отметку 0,000 принята отметка чистого пола
 - трубопроводы проложены открыто - под потолком и по стенам
 - трубопроводы выполнены из чугунной трубы sml - прокладываемые в конструкции пола
 - труба полипропиленовая армированная стекловолокном

БР 20.03.02.06 - 2023

Сибирский Федеральный Университет
Инженерно-строительный институт

Изм	Кол	Лист	№ Док	Подпись	Дата
Разраб.		Королев А.А.			
Руководит.		Курилина Т.А.			
Н. контр.		Курилина Т.А.			
Зав. каф.		Матюшенко А.К.			

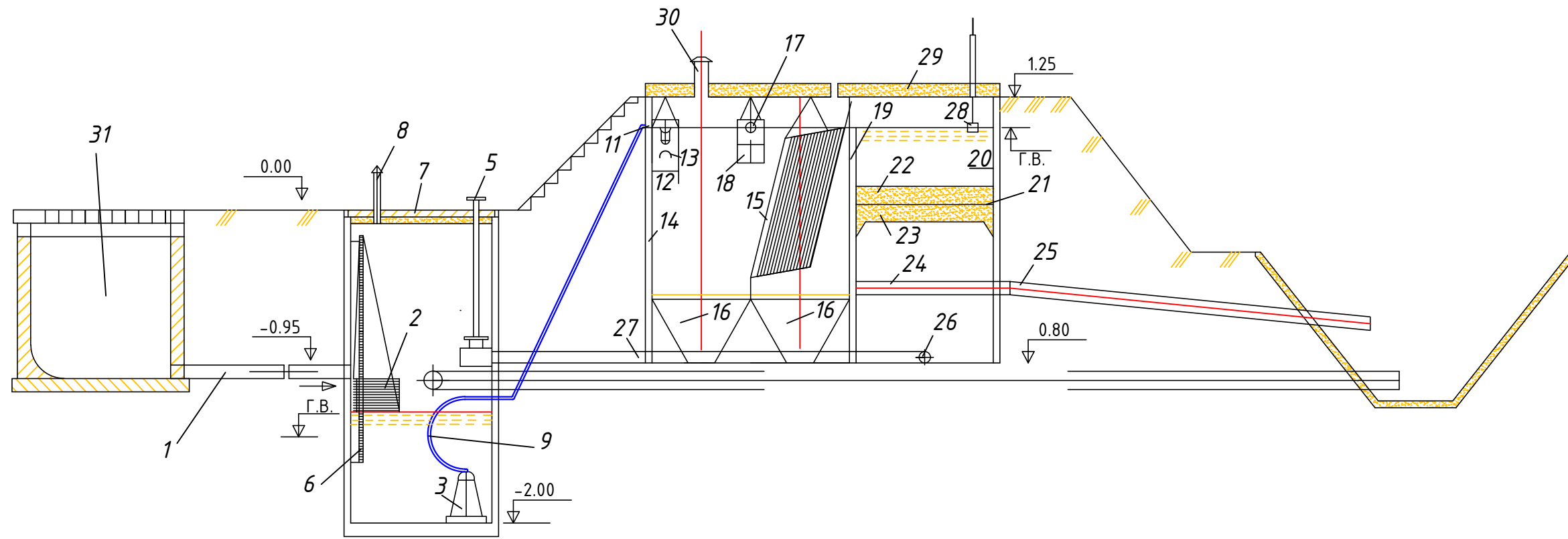
Расчет и проектирование инженерных систем жизнеобеспечения коттеджного поселка городского типа

Стад	Лист	Листов
	7	9

План подвала и первого этажа кафе; Системы водоснабжения и канализации магазина; SML трубы; АксонOMETрические схемы B1, T3, T4, K1

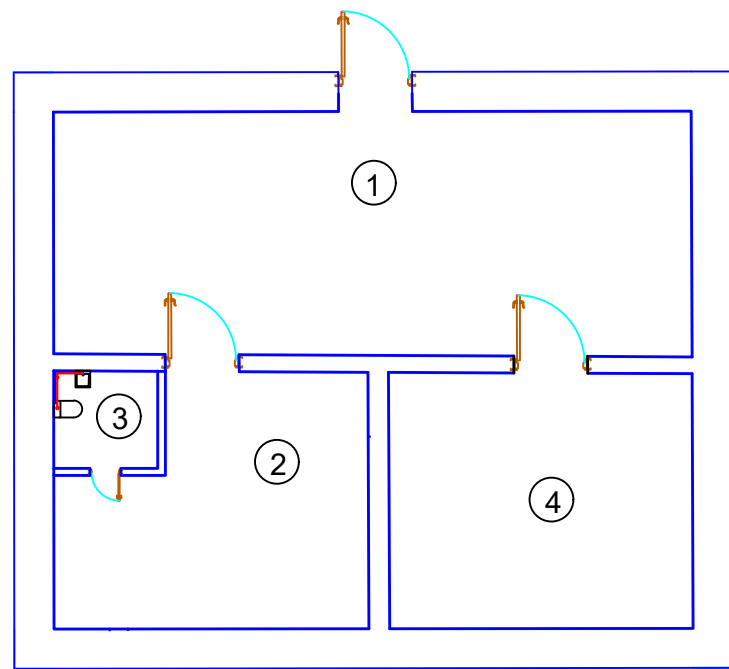
Кафедра ИСЗиС

Очистное сооружение "СВИРЬ"



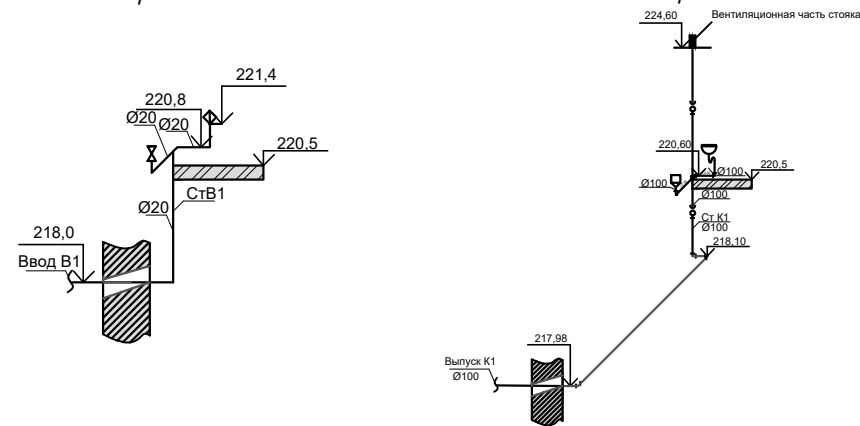
Системы водоснабжения и водоотведения первого этажа АЗС на отм. 0.000

Системы водоснабжения и водоотведения подвала АЗС на отм. -3.000



Аксонметрическая схема В1

Аксонметрическая схема К1



Экспликация АЗС

Номер помещения	Наименование объекта
1	Касса
2	Хозяйственное помещение для персонала
3	Туалет для рабочего персонала
4	Кладовая
5	Подвал

Экспликация очистного сооружения "СВИРЬ"

Номер помещения	Наименование объекта
1	Подводящий трубопровод сточных вод
2	Сетчатый контейнер для отбросов
3	Погружной насос для загрязненной жидкости
4	Вентиль с шаровым клапаном
5	Штанга управления вентиляем
6	Лестница
7	Крышка колодца утепленная
8	Вентиляционный патрубок
9	Шланг резиновый с металлической спиралью
10	Переливной трубопровод
11	Подвод сточных вод
12	Пескоулавливающий бункер
13	Полупогружная перегородка
14	Отстойная зона
15	Танкослойный блок
16	Приёмки для осадка
17	Труба поворотная
18	Емкость для нефтепродуктов
19	Водослив
20	Фильтр с плавающей загрузкой
21	Решетка
22	Щебень
23	Плавающая загрузка
24	Дренаж большого сопротивления
25	Отвод очищенных сточных вод
26	Дренаж малого сопротивления
27	Отвод промывной воды
28	Плавающий показатель уровня
29	Крышка утепленная
30	Вентиляционный патрубок
31	Дождеприемник
32	Дренажная канава

БР 20.03.02.06 - 2023

Сибирский Федеральный Университет
Инженерно-строительный институт

Изм	Кол	Лист	№ Док	Подпись	Дата
Разраб.				Королев А.А.	
Руководит.				Курилина Т.А.	
Н. контр.				Курилина Т.А.	
Зав. каф.				Матюшенко А.К.	

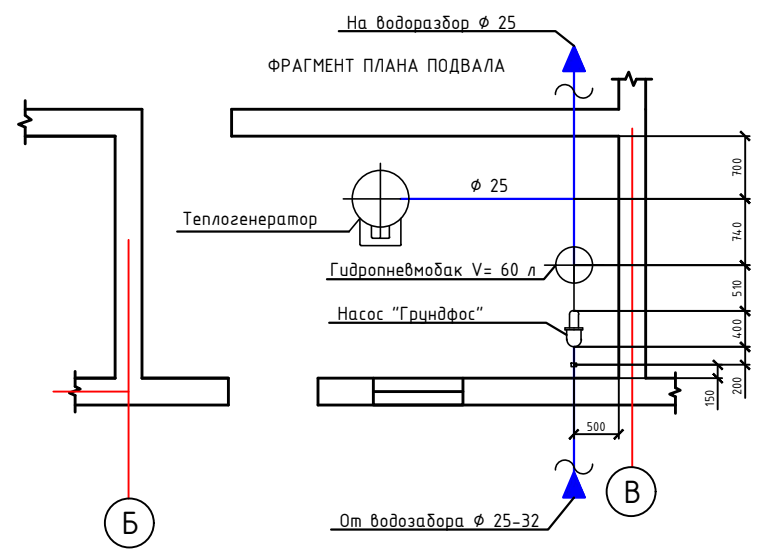
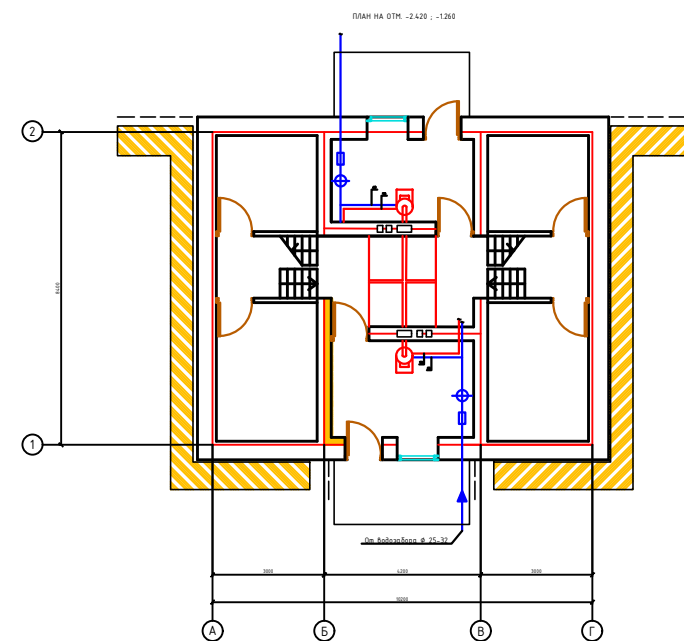
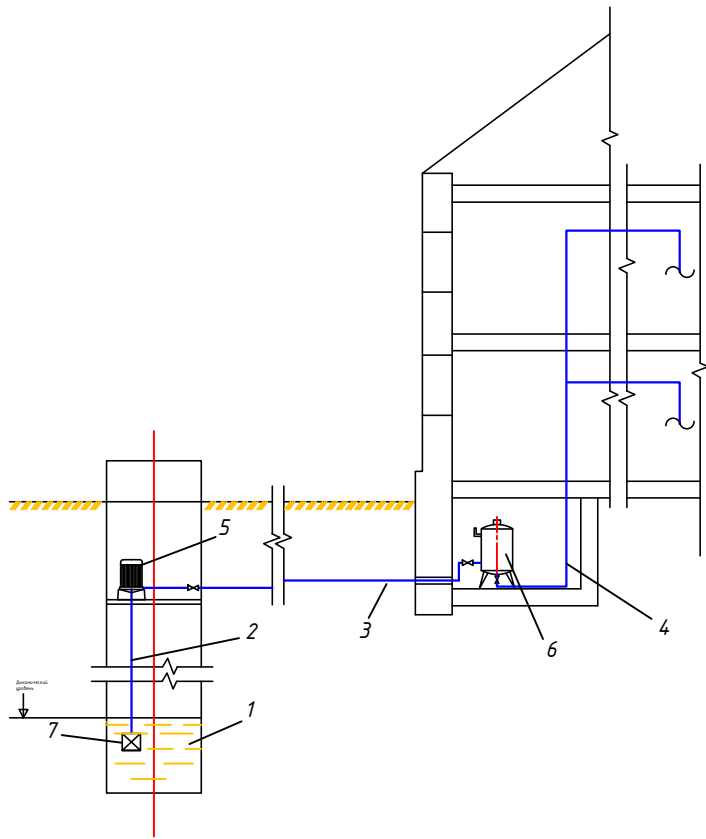
Расчет и проектирование инженерных систем жизнеобеспечения
коттеджного поселка городского типа

Стад	Лист	Листов
	8	9

Очистное сооружение "СВИРЬ"; Системы водоснабжения и водоотведения подвала и первого этажа АЗС на отм. -3.000 и 0.000;
Аксонметрические схемы В1, К1

Кафедра ИСЗиС

Схема водоснабжения с размещением центробежного насоса в шахтном колодце и гидропневмобака в жилом доме



Шахтный колодец из сборных железобетонных колец

Ионообменная смола

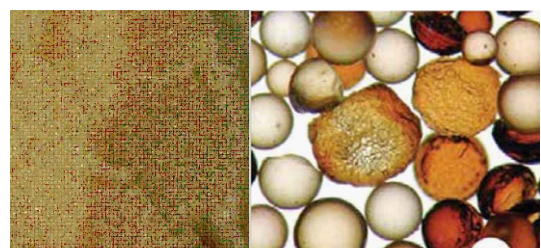
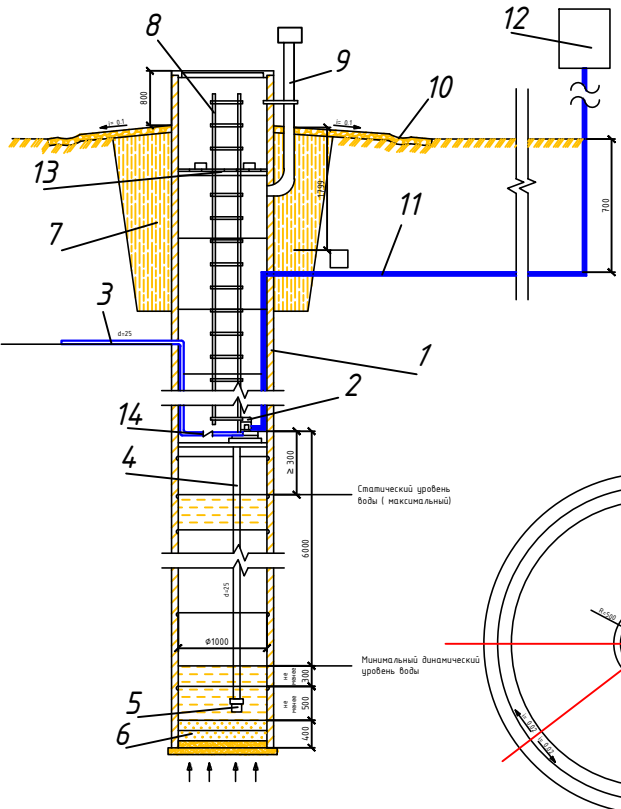
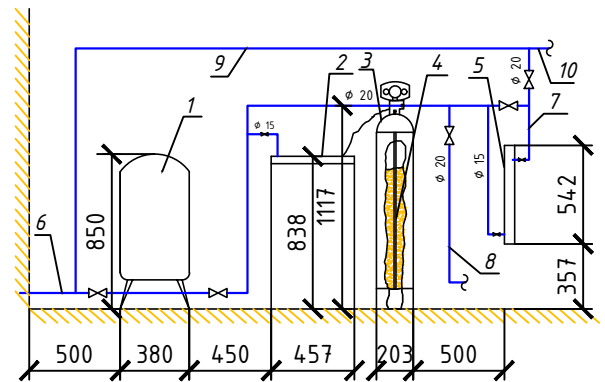


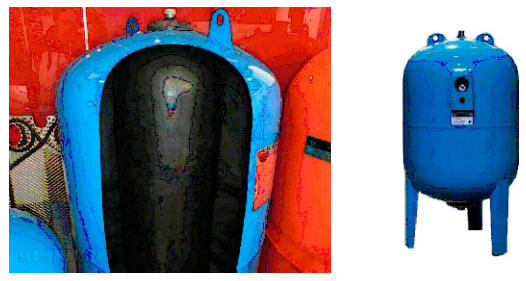
Схема размещения установки для умягчения, обезжелезивания и обеззараживания воды



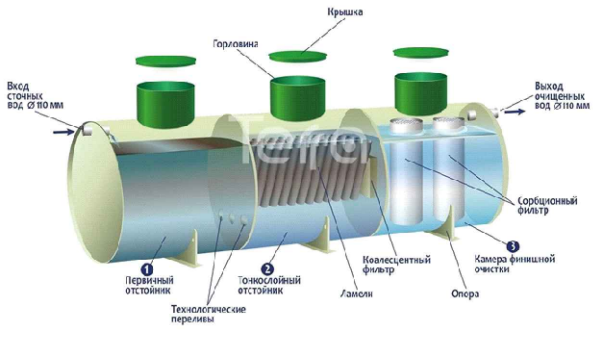
Фильтр MTF



Гидропневмобак LS 60



Накопительная емкость



Экспликация шахтного колодца

Номер помещения	Наименование помещения
1	Шахтный колодец
2	Насос
3	Напорная труба
4	Всасывающая труба
5	Приемный клапан
6	Фильтр
7	Глиняный замок
8	Лестница
9	Вентиляционная труба
10	Водоотводная канава
11	Электрический кабель
12	Шкаф управления
13	Деревянная крышка
14	Обратный клапан

Экспликация установки для умягчения, обезжелезивания и обеззараживания воды

Номер помеще ния	Наименование помещения
1	Гидропневмобак LS-60
2	Солеобразователь
3	Фильтр MTF с блоком управления
4	Ионообменная смола
5	Бактерицидный аппарат БАКТ-1
6	Исходная вода
7	Очищенная вода
8	Сброс в канализацию
9	Обводная линия
10	Вход в систему водоснабжения

Экспликация схемы водоснабжения в жилом доме

Номер помеще ния	Наименование помещения
1	Колодец
2	Всасывающий трубопровод
3	Напорный трубопровод
4	Трубопровод к потребителям
5	Насос
6	Гидропневмобак
7	Приемный клапан с сеткой

БР 20.03.02.06 - 2023

Сибирский Федеральный Университет
Инженерно-строительный институт

Изм	Кол	Лист	№ Док	Подпись	Дата
Разраб.			Королев А.А.		
Руководит.			Курилина Т.А.		
Н. контр.			Курилина Т.А.		
Зав. каф.			Матюшенко А.К.		

Расчет и проектирование инженерных систем жизнеобеспечения
коттеджного поселка городского типа

Стад	Лист	Листов
	9	9

Схема водоснабжения с размещением центробежного насоса в шахтном колодце и гидропневмобака в жилом доме; Схема размещения установки для умягчения, обезжелезивания и обеззараживания; Шахтный колодец из сборных железобетонных колец; Накопительная емкость; Ионообменная смола; Фильтр MTF; Гидропневмобак LS 60


Кафедра ИСЗиС

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А. И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия

«23» 06 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 Природообустройство и водопользование

Расчет и проектирование инженерных систем жизнеобеспечения
коттеджного поселка городского типа


Руководитель

 23.06.23
подпись, дата

доцент, К.Т.Н.
должность, ученая степень

Курилина Т. А.
инициалы, фамилия

Выпускник

 23.06.23
подпись, дата

Королев А. А.
инициалы, фамилия

Красноярск 2023