

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

Инженерно-строительный
институт

Инженерные сети зданий и сооружений
Кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.И. Матюшенко

подпись инициалы, фамилия

« ___ » _____ 2023г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

код и наименование направления

Выбор и расчёт очистных сооружений коттеджного посёлка

Красноярского края

тема

Руководитель	_____	<u>доцент, канд. тех. наук</u>	<u>М.Л. Берсенева</u>
	подпись, дата	должность, учёная степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Я.А. Семесько</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	<u>доцент, канд. тех. наук</u>	<u>М.Л. Берсенева</u>
	подпись, дата	должность, учёная степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2023

Реферат

Выпускная квалификационная работа по теме «Выбор и расчёт очистных сооружений коттеджного посёлка Красноярского края» содержит 70 страниц текстового документа, 6 приложений, 8 использованных источников, 6 листов графического материала.

ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, РАСХОД ВОДЫ, ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ , БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА.

Объект – Населенный пункт – коттеджный посёлок, расположенный в Красноярском крае.

Цели:

- Расчёт очистных сооружений;
- Водоотведения к очистным сооружениям;
- Подбор оборудования.
- Выбор очистных сооружений;

В результате работы были определены необходимые расходы воды на хозяйственно-питьевые, поливочные, противопожарные нужды населенного пункта. Был осуществлён выбор и произведён расчёт параметров очистных сооружений. Проведено трассирование водопроводной сети и сделан её гидравлический расчёт.

Содержание

1. Общие сведения.....	5
1.1 Общие сведения об объекте водоснабжения.....	5
1.2 Данные о населенном пункте.....	5
2. Система водоснабжения населенного пункта.....	7
2.1 Назначение и устройство системы водоснабжения поселка.....	7
2.2 Водопотребление поселка.....	8
2.3 Режим работы насосной станции первого подъема.....	13
2.4 Расчет водопроводной сети посёлка.....	16
2.4.1 Трассировка водопроводной сети посёлка.....	16
2.4.2 Расходы воды на участках водопроводной сети.....	17
2.4.3 Выбор труб для устройства водопроводных сетей посёлка.....	21
3. Система водоотведения населенного пункта.....	22
3.1 Назначение и устройство системы водоотведения.....	22
3.2 Трассировка наружной водоотводящей сети.....	23
3.3 Выбор материала труб наружной водоотводящей сети.....	23
3.4 Расходы сточных вод на участках водоотводящей сети.....	24
3.5 Гидравлический и геодезический расчеты наружной.....	34
3.6 Канализационная насосная станция вертикальная.....	50
4. Гидрохимическая характеристика реки.....	54
4.1 Общие сведения гидрохимических характеристик рек.....	54
4.2 Гидрохимическая характеристика водного объекта.....	55
5. Очистные сооружения посёлка.....	63
5.1 Очистные сооружения бытовых сточных вод.....	63
5.2 Принцип работы очистных сооружений.....	64
Заключение.....	68
Список использованных источников.....	69

Введение

Очистные сооружения являются неотъемлемой частью любого населенного пункта, включая коттеджные поселки. Они играют важную роль в обеспечении экологической безопасности и комфорта жизни его жителей.

При проектировании очистных сооружений канализации необходимым условием является защита окружающей среды (водного и воздушного бассейнов) от загрязнений, образующихся в процессе очистки сточных вод и поступающих в водоем и атмосферу.

Загрязнение водоема, в который производится сброс сточных вод, отрицательно сказывается на состоянии его фауны и флоры. Загрязнение воздушного бассейна влияет на условия проживания населения в прилегающих районах. Для защиты водоема от загрязнений определяются условия выпуска сточных вод, при которых качество воды в реке не снижается ниже установленных предельно допустимых концентраций.

При проектировании очистных сооружений разрабатываются такие технические решения, которые уменьшают отрицательное воздействие очистных сооружений на окружающую среду. К числу таких решений относятся:

применение оборудования и технологических процессов, обеспечивающих надежную работу сооружений и малую вероятность их остановки;

соблюдение санитарно-гигиенических и водоохранных требований;

использование биологических методов очистки сточных вод.

1 Общие сведения

1.1 Общие сведения об объекте водоснабжения

- Место расположения – Красноярский край, коттеджный поселок;
- Источник водоснабжения – река;
- Нормативная глубина промерзания грунтов – 2,8м.

Инженерно-геологические условия села определяются повсеместным доминирующим развитием глинистых грунтов, которые состоят из суглинков и небольших прослоек из глины и песков. Состояние и состав грунтов, а также рельеф местности территории коттеджного поселка считается благоприятным для строительства.

1.2 Данные о населенном пункте

Посёлок состоит из 91 индивидуальных жилых строений. В поселке проживает 273 человек.

На территории поселка находится школа искусств, магазин смешанной торговли и ресторан.

Участок расположен в центральной части Красноярского края, общая площадь в границах землеотвода 17,569 га. Генеральный план поселка изображен в масштабе 1:2000

Абсолютные отметки поверхности земли на территории поселка – от 211 до 217,5 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 водоотведения с внутренней канализацией, с ваннами.

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 населенного пункта осуществляется, как правило, самотеком по трубам, но есть ещё 2 насосные станции, для того чтобы не превышать глубину залегания.

Принята отдельная полная система водоотведения для хозяйственно-бытовых стоков.

2 Система водоснабжения населенного пункта

2.1 Назначение и устройство системы водоснабжения поселка

Система водоснабжения населенного пункта – 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;
- 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.

2.2 Водопотребление поселка

При расчёте водопотребления посёлка, учитываются все виды расходов воды с учётом всех потребителей.

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

$$Q = Q_{сут.мах} + Q_{пол} + Q_{н.р}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.1)$$

где $Q_{сут.мах}$ – расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$Q_{пол}$ – расход воды на полив, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$Q_{н.р.}$ – непредвиденные расходы воды в системе водоснабжения, $\text{м}^3/\text{сут}$.

При проектировании систем водоснабжения населенных пунктов удельное среднесуточное водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения принимается согласно СП 31.13330.2021, п. 5.1.

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

$$Q_{сут.} = \frac{q \cdot N}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.2)$$

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

N – расчетное число жителей в посёлке, чел.

$$Q_{\text{сут.}} \frac{273 \cdot 180}{1000} = 51,87 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления:

$$Q_{\text{сут. max}} = Q_{\text{сут.}} \cdot K_{\text{сут. max}}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.3)$$

где $Q_{\text{сут.}}$ – суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$K_{\text{сут. max}}$ – коэффициент суточной неравномерности, принимается согласно СП 31.13330.2021, 1,3.

$$Q_{\text{сут. max}} = 51,87 \cdot 1,3 = 67,43 \text{ м}^3/\text{сут}$$

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

$$Q_{\text{пол}} = \frac{Nq_{\text{уд}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.4)$$

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

$$Q_{\text{пол}} = \frac{273 \cdot 25}{1000} = 6,825 \text{ м}^3/\text{сут на 1 человека}$$

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

$$Q_{н.р} = 0,05 \cdot Q_{сут.мах} = 3,37 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.5)$$

Общий расход воды в посёлке:

$$Q = 67,43 + 6,825 + 3,37 = 77,63 \text{ м}^3/\text{сут}$$

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 2.1

Таблица 2.1 – 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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	0,6	0,41	-	-	-	-	4,16	0,14	0,71	0,55
1-2	0,6	0,41	-	-	-	-	4,16	0,14	0,71	0,55
2-3	1,2	0,81	-	-	-	-	4,16	0,14	1,22	0,95
3-4	2	1,35	-	-	-	-	4,16	0,14	1,92	1,49
4-5	3,5	2,36	-	-	-	-	4,16	0,14	3,22	2,50
5-6	3,5	2,36	-	-	-	-	4,16	0,14	3,22	2,50
6-7	4,5	3,03	-	-	-	-	4,16	0,14	4,08	3,17
7-8	10,2	6,88	-	-	-	-	4,16	0,14	9,05	7,02
8-9	8,8	5,93	-	-	-	-	4,17	0,14	7,82	6,07
9-10	6,5	4,38	-	-	-	-	4,17	0,14	5,82	4,52
10-11	4,1	2,76	-	-	-	-	4,17	0,14	3,74	2,90
11-12	4,1	2,76	-	-	-	-	4,17	0,14	3,74	2,90
12-13	3,5	2,36	-	-	-	-	4,17	0,14	3,22	2,50

Окончание таблицы 2.1

Часы водопотребления	Водопотребление									
	Жилой сектор		Поливочный расход				Непредвиденные расходы		Суммарный расход	
			механизированный		ручной		%	м ³	%	м ³
	%	м ³	%	м ³	%	м ³				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13-14	3,5	2,36	-	-	-	-	4,17	0,14	3,22	2,50
14-15	4,7	3,17	-	-	-	-	4,17	0,14	4,26	3,31
15-16	6,2	4,18	-	-	-	-	4,17	0,14	5,56	4,32
16-17	10,4	7,01	-	-	-	-	4,17	0,14	9,21	7,15
17-18	9,4	6,34	-	-	-	-	4,17	0,14	8,35	6,48
18-19	7,3	4,92	-	-	25	1,71	4,17	0,14	8,72	6,77
19-20	1,6	1,08	-	-	25	1,71	4,17	0,14	3,77	2,93
20-21	1,6	1,08	-	-	25	1,71	4,17	0,14	3,77	2,93
21-22	1	0,67	-	-	25	1,71	4,17	0,14	3,25	2,52
22-23	0,6	0,41	-	-	-	-	4,17	0,14	0,71	0,55
23-24	0,6	0,41	-	-	-	-	4,17	0,14	0,71	0,55
Итого :	100	67,43	100	-	100	6,825	100	3,37	100,00	77,63

2.3 Режим работы насосной станции первого подъема

Назначение и место расположения насосных станций в общей схеме водоснабжения определяют их тип и режим работы.

Насосные станции 1-го подъема забирают воду из колодцев или сеточных отделений водозаборных сооружений, очищают ее или подают непосредственно в сеть, если очистка не требуется.

Они являются частью комплекса водозаборных сооружений и располагаются на берегу водоема или реки.

Насосные станции 2-го подъема подают воду в водопроводную сеть из резервуаров или очистных сооружений. Они располагаются на территории очистных станций или в отдельных зданиях.

Режим работы станций 2-го подъема обычно совпадает с режимом водопотребления, но может быть изменен в зависимости от потребностей населения или промышленных предприятий.

Режим работы насосной станции представлен в таблице 2.2.

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

Полная вместимость РЧВ:

$$W_{\text{рчв}} = W_{\text{регул.}} + W_{\text{пожар.}} + W_{\text{сн}}, \text{ м}^3 \quad (2.6)$$

где $W_{\text{регул.}}$ – регулирующий объем РЧВ, м^3 ;

$W_{\text{пожар.}}$ – неприкосновенный противопожарный запас воды, м^3 ;

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

Регулирующий объем РЧВ:

$$W_{\text{регул.}} = \alpha_{\text{max}} \cdot \frac{Q_{\text{сут. max}}}{100}, \text{ м}^3 \quad (2.7)$$

где α_{max} – максимальный остаток воды в баке, % (таблица 2.2);

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

$$W_{\text{регул.}} = 22,68 \cdot \frac{67,43}{100} = 15,29 \text{ м}^3$$

Таблица 2.2 – 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, %
1	2	3	4	5	6
0-1	0,71	4,16	3,45		12,09
1-2	0,71	4,16	3,45		15,54
2-3	1,22	4,16	2,94		18,48
3-4	1,92	4,16	2,24		20,72
4-5	3,22	4,16	0,94		21,66
5-6	3,22	4,16	0,94		22,60
6-7	4,08	4,16	0,08		22,68
7-8	9,05	4,16		4,89	17,79
8-9	7,82	4,17		3,65	14,14
9-10	5,82	4,17		1,65	12,49
10-11	3,74	4,17	0,43		12,92
11-12	3,74	4,17	0,43		13,35
12-13	3,22	4,17	0,95		14,30

Окончание таблицы 2.2

Часы водопотребления	Режим работы НС- II (Водопотребление), %	Режим работы НС- I, %	Подача воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
1	2	3	4	5	6
13-14	3,22	4,17	0,95		15,25
14-15	4,26	4,17		0,09	15,16
15-16	5,56	4,17		1,39	13,77
16-17	9,21	4,17		5,04	8,73
17-18	8,35	4,17		4,18	4,55
18-19	8,72	4,17		4,55	0
19-20	3,77	4,17	0,40		0,40
20-21	3,77	4,17	0,40		0,80
21-22	3,25	4,17	0,92		1,32
22-23	0,71	4,17	3,46		4,78
23-24	0,71	4,17	3,46		8,24
Итого :	100	100	25,44	25,44	

Противопожарный запас воды в РЧВ определяется по формуле

$$W_{\text{пожар.}} = \frac{t \cdot Q_{\text{п}}}{24}, \text{ м}^3 \quad (2.8)$$

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.

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot n \cdot q, \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (2.9)$$

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, $18 \text{ м}^3/\text{ч}$.

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

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

Запас воды на собственные нужды принимается в соответствии СП 31.13330.2012 (п. 9.6) от расчётного максимального суточного расхода воды:

$$W_{\text{сн}} = 5\% \cdot Q_{\text{сут.мах}}, \text{ м}^3 \quad (2.10)$$

где $Q_{\text{сут.мах}}$ – максимальный суточный расход воды, $\text{м}^3/\text{сут}$

$$W_{\text{сн}} = 0,05 \cdot 67,43 = 3,37 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{рчв}} = 15,29 + 8,1 + 3,37 = 26,76 \text{ м}^3.$$

2.4 Расчет водопроводной сети посёлка

2.4.1 Трассировка водопроводной сети посёлка

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 трубопроводов необходимо стремиться к минимизации длины трубопроводов с учетом естественных и искусственных преград, обеспечению возможности проезда и использования техники при строительстве, эксплуатации и ремонте трубопроводов, а также к минимизации отчуждения земли и учету границ землепользования. Подключение нескольких трубопроводов к магистральному трубопроводу должно производиться к разным ремонтным участкам для обеспечения надежности системы.

2.4.2 Расходы воды на участках водопроводной сети

Расчет расходов воды на участках водопроводной сети производится согласно СП 30.13330.2021. п 5,3.

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети:

$$q = 5q_0\alpha=0.217\text{л/с} \quad (2.11)$$

где q_0 – секундный расход воды водозаборной арматурой, согласно СП 30.13330.2021, 0,2 л/с;

α – коэффициент, определяемый в соответствии с таблицами Б.1 и Б.2 СП 30.13330.2021

в зависимости от общего числа приборов N

и вероятности их действия P на расчетном участке.

Вероятность действия санитарно-технических приборов на участках сети:

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{3600 \cdot q_0 \cdot N} \quad (2.12)$$

где $q_{hr,u}$ – норма расхода воды в час наибольшего водопотребления, согласно СП 30.13330.2021, (прил. А, табл А.2) 5,1 л;

U – количество потребителей на расчетном участке;

q_0 – расход воды прибором, согласно СП 30.13330.2021, 0,2 л/с;

N – число санитарно-технических приборов на расчетном участке.

$$P = \frac{5,1 \cdot 273}{3600 \cdot 0,2 \cdot 546} = 0,0035$$

Расчет расходов воды на участках водопроводной сети представлен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – 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 li, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
57-56	6	3	5,1	0,2	0,010	0,021	0,217	0,217	20	1,24	33,20	160,4	5,325
56-55	12	6	5,1	0,2	0,010	0,042	0,259	0,259	25	0,92	29,83	69,5	2,073
55-54	18	9	5,1	0,2	0,010	0,063	0,295	0,295	25	0,92	19,22	69,5	1,335
54-53	24	12	5,1	0,2	0,010	0,084	0,323	0,323	25	1,07	20,04	91,4	1,831
53-52	30	15	5,1	0,2	0,010	0,105	0,349	0,349	25	1,07	16,36	91,4	1,495
52-51	36	18	5,1	0,2	0,010	0,126	0,373	0,373	25	1,22	28,24	115,8	3,270
51-50	42	21	5,1	0,2	0,010	0,147	0,394	0,394	25	1,22	29,57	115,8	3,424
50-49	48	24	5,1	0,2	0,010	0,168	0,420	0,420	32	0,83	25,11	43,2	1,084
49-48	54	27	5,1	0,2	0,010	0,189	0,439	0,439	32	0,83	28,52	43,2	1,232
48-47	60	30	5,1	0,2	0,010	0,21	0,458	0,458	32	0,93	21,35	52,1	1,112

Окончание таблицы 2.3

№ участка	Число водоразборных	Количество потребителей U,	Норма расхода воды в час наибольшего водопотребления	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 li, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
58-59	6	33	5,1	0,2	0,010	0,021	0,217	0,217	20	1,18	12,86	160,4	2,062
59-60	12	36	5,1	0,2	0,010	0,042	0,259	0,259	25	0,83	16,34	69,5	1,135
60-61	18	39	5,1	0,2	0,010	0,063	0,295	0,295	25	0,83	26,02	69,5	1,808
61-8	24	42	5,1	0,2	0,010	0,084	0,323	0,323	25	0,91	22,51	91,4	2,057
36-35	6	45	5,1	0,2	0,010	0,021	0,217	0,217	20	0,91	43,48	160,4	6,974
72-73	6	48	5,1	0,2	0,010	0,021	0,217	0,217	20	0,93	31,32	160,4	5,023
73-74	12	51	5,1	0,2	0,010	0,042	0,259	0,259	25	0,93	13,02	69,5	0,904
74-75	18	54	5,1	0,2	0,010	0,063	0,295	0,295	25	0,93	31,71	69,5	2,203
75-76	24	57	5,1	0,2	0,010	0,084	0,323	0,323	25	1,06	26,01	91,4	2,377
76-77	30	60	5,1	0,2	0,010	0,105	0,349	0,349	25	1,06	20,66	91,4	1,889

2.4.3 Выбор труб для устройства водопроводных сетей посёлка

Выбор материала труб производится с учетом строительных, технологических и экономических требований. Строительные требования заключаются в обеспечении прочности и долговечности конструкций и возможности индустриализации строительства. Прочность материала труб диктуется воздействием на них внешних нагрузок, которые могут быть постоянными и временными. Постоянные нагрузки обусловлены весом грунта, расположенного над трубопроводами и зависят от вида грунта и глубины заложения. Временные нагрузки возникают от транспорта, движущегося по поверхности земли, и зависят от вида транспорта, свойств грунта и глубины заложения трубопровода.

Кроме того, на долговечности труб сказывается и старение материала. Поэтому материал труб должен выбираться с учетом некоторой оптимальной долговечности сооружений.

Технологические требования заключаются в обеспечении водонепроницаемости и максимальной пропускной способности труб, а также исключение их истирания и коррозии.

Приняты полиэтиленовые трубы по ГОСТ 18599-2001 диаметрами $\varnothing 20$; $\varnothing 25$; $\varnothing 32$ мм. Полиэтиленовые трубы имеют ряд преимуществ:

- малый вес;
- низкая стоимость строительно-монтажных работ;
- эластичность, позволяющая без труда создавать повороты;
- стойкость к коррозии, различным видам минеральных кислот
- высокая пропускная способность.

Производитель всего ряда выбранных труб – ООО «СТС-Красноярск»

Адрес: Россия, 660021, г. Красноярск, ул. Ладос Кхецховели 22а – оф.1013,
тел/факс (391) 27-08-308, 27-08-309

3 Система водоотведения населенного пункта

3.1 Назначение и устройство системы водоотведения

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.

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, сооружений для очистки сточных вод и утилизации осадков и выпусков в водоем.

Объектами водоотведения в населенном пункте являются жилые и общественные здания, промышленные предприятия, а также другие сооружения. Система водоотведения является полной и раздельной. Бытовые и

производственные стоки отводят в закрытую сеть, а дождевая вода отводится в открытую сеть, состоящую из уличных лотков, кюветов и канав.

Исходя из рельефа местности, принята пересеченная схема водоотводящих систем.

3.2 Трассировка наружной водоотводящей сети

Проектирование наружной водоотводящей сети начинается с разбивки объекта на бассейны водоотведения. Проектирование ведется в такой последовательности: в первую очередь трассируются главный и отводящие коллекторы, а затем коллекторы бассейнов водоотведения и в последнюю очередь - уличная сеть.

Водоотводящие системы обычно проектируются с уклоном, близким к уклону поверхности земли, чтобы стоки уходили в сторону более низкой части бассейна водоотведения. Главный коллектор проектируется вдоль набережных рек и ручьев или вдоль тальвегов. В пределах застроенных территорий главный коллектор может проходить вдоль городских проездов.

3.3 Выбор материала труб наружной водоотводящей сети

Выбор материала труб для наружной системы водоотведения определяется геологическими и гидрологическими условиями, объемом сточных вод, качественным и количественным содержанием загрязнений.

Материалы, которые могут быть использованы для производства труб, должны соответствовать строительным, техническим и экономическим критериям. Для наружного водоотведения мы использовали трубы.

Для наружного водоотведения мы приняли трубы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом по ГОСТ 6942 - 98.

Технические характеристики:

- рассчитаны на 80-100 лет гарантированной работы;
- обеспечивают высокую технологичность прокладки и монтажа;
- отличаются отсутствием коррозии, зарастания поверхности труб и сохраняют высокое качество транспортируемой воды;
- ударная прочность, пластичность, холодостойкость;
- обладают высокой стойкостью при изменениях рабочего давления до 550 Н/мм²;
- обеспечивают высокую экономическую эффективность коммуникаций за счет снижения затрат на прокладку и эксплуатацию трубопроводов.

3.4 Расходы сточных вод на участках водоотводящей сети

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.

На территории посёлка расположены:

91 индивидуальных жилых строений; проектная заселенность (количество потребителей) $U = 3$ человека в каждом жилом строении, численность посёлка 27 чел.; количество санитарно-технических приборов в каждом жилом строении $N = 6$ шт. (2 умывальника со смесителем, мойка со смесителем, ванная со смесителем оборудованная душем, 2 унитаза со смывным бочком, 2 писсуара, посудомоечная машина, стиральная машина); общее количество санитарно-технических приборов – 546 шт.

Школа искусств (проектное максимальное количество потребителей $U = 70$, общее количество санитарно-технических приборов $N = 12$ шт.).

Ресторан (проектное максимальное количество потребителей $U = 50$, количество блюд в меню $U = 32$ общее количество санитарно-технических приборов $N = 7$ шт.).

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

$$q^{sL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + K_s \cdot q_0^{s,2}, \text{ л/с} \quad (3.2)$$

где q_{hr}^{tot} – максимальный часовой расход сточной воды, принимается согласно СП 30.13330.2021 (п. 5.2.2.3), м³/ч;

K_s – коэффициент (СП 30.13330.2021, табл. 3);

q^s – расход от заполненной ванны емкостью 150-180 л выпуском диаметром 40-50 мм; согласно СП 30.13330.2021 (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:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot q_{0,hr}^{tot} \cdot \alpha_{hr}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.3)$$

где $q_{0,hr}^{tot}$ – часовой расход сточных вод, величина которого при одинаковых водопотребителях принимается в соответствии с СП 30.13330.2021 (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 30.13330.2021, п. 5.2.2.7), определяется по формуле

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_0^{tot} \cdot N} \quad (3.4)$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ – норма расхода сточных вод одним потребителем в час наибольшего водопотребления; принимается согласно СП 30.13330.2021, 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 30.13330.2021, 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.

Расчётные значения расходов сточных вод для горизонтальных отводных трубопроводов внутренней и внутриквартальной водоотводящих сетей приведены в таблице 1.2.

$$P = \frac{11,6 \cdot 273}{3600 \cdot 0,3 \cdot 546} = 0,0081$$

Расход бытовых сточных вод от отдельно расположенных объектов определяется в соответствии с нормативами, приведёнными в приложении А (табл. А.1, А.2) СП 30.13330.2021.

Расчет расходов сточных вод на участках водоотводящей сети представлен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Расчет расходов бытовых сточных вод на участках водоотводящей сети

№ участка	Длина участка L, м	Число приборов в N, шт.	P	N*P	Коэффициент а	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 в К 1	11,01	6	0,0081	0,0486	0,271	0,40	0,4065	0,55	1,1
1-2	39,02	12	0,0081	0,0972	0,341	0,29	0,5115	0,46	1,1
2-4	44,48	18	0,0081	0,1458	0,394	0,30	0,591	0,49	1,1
4-5	61,17	24	0,0081	0,1944	0,444	0,27	0,666	0,48	1,1
5-6	83,41	30	0,0081	0,243	0,493	0,42	0,7395	0,66	1,1
6-7	111,1	36	0,0081	0,2916	0,526	0,45	0,789	0,71	1,1
7-8	146,0	42	0,0081	0,3402	0,573	0,40	0,8595	0,67	1,1
8-9	176,28	48	0,0081	0,3888	0,602	0,37	0,903	0,65	1,1
9-10	206,48	54	0,0081	0,4374	0,638	0,37	0,957	0,67	1,1
10-11	222,6	60	0,0081	0,486	0,672	0,37	1,008	0,68	1,1
11-12	237,38	60	0,0081	0,486	0,672	0,37	1,008	0,68	1,1
12-13	247,17	60	0,0081	0,486	0,672	0,37	1,008	0,68	1,1
13-14	276,53	66	0,0081	0,5346	0,704	0,37	1,056	0,70	1,1

Продолжение таблицы 3.1

№ участка	Длина участка L, м	Число приборов N, шт.	P	N*P	Коэффициент а	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 в К 15	9,29	6	0,0081	0,0486	0,271	0,40	0,4065	0,55	1,1
15-16	22,61	6	0,0081	0,0486	0,271	0,35	0,4065	0,49	1,1
16-17	42,88	12	0,0081	0,0972	0,341	0,29	0,5115	0,46	1,1
17-18	57,08	18	0,0081	0,1458	0,394	0,28	0,591	0,47	1,1
18-19	88,58	24	0,0081	0,1944	0,444	0,26	0,666	0,47	1,1
19-20	118,25	30	0,0081	0,243	0,493	0,27	0,7395	0,50	1,1
20-71	133,73	36	0,0081	0,2916	0,526	0,28	0,789	0,52	1,1
Выпуск К 31	15,62	6	0,0081	0,0486	0,271	0,37	0,4065	0,51	1,1
31-32	45,54	12	0,0081	0,0972	0,341	0,28	0,5115	0,45	1,1
32-33	73,43	18	0,0081	0,1458	0,394	0,26	0,591	0,45	1,1
33-34	103,26	24	0,0081	0,1944	0,444	0,26	0,666	0,47	1,1
34-35	120,77	30	0,0081	0,243	0,493	0,27	0,7395	0,50	1,1
35-36	151,9	36	0,0081	0,2916	0,526	0,28	0,789	0,52	1,1
36-37	184,64	42	0,0081	0,3402	0,573	0,28	0,8595	0,54	1,1

Продолжение таблицы 3.1

№ участка	Длина участка L, м	Число приборов N, шт.	P	N*P	Коэффициент а	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
37-38	212,14	48	0,0081	0,3888	0,602	0,28	0,903	0,55	1,1
38-39	243,64	54	0,0081	0,4374	0,638	0,28	0,957	0,57	1,1
39-49	254,79	60	0,0081	0,486	0,672	0,28	1,008	0,58	1,1
Выпуск К 40	9,64	6	0,0081	0,0486	0,270	0,62	0,405	0,79	1,1
40-41	43,21	12	0,0081	0,0972	0,331	0,29	0,4965	0,45	1,1
41-42	69,65	18	0,0081	0,1458	0,361	0,28	0,5415	0,45	1,1
42-43	104,9	24	0,0081	0,1944	0,444	0,26	0,666	0,47	1,1
43-44	129,45	30	0,0081	0,243	0,485	0,27	0,7275	0,49	1,1
44-45	150,85	36	0,0081	0,2916	0,534	0,28	0,801	0,53	1,1
45-46	169,93	42	0,0081	0,3402	0,247	0,28	0,3705	0,41	1,1
46-47	205,11	48	0,0081	0,3888	0,602	0,28	0,903	0,55	1,1
47-48	244,52	54	0,0081	0,4374	0,638	0,28	0,957	0,57	1,1
48-49	264,06	60	0,0081	0,486	0,672	0,28	1,008	0,58	1,1
Выпуск К 21	18,44	6	0,0081	0,486	0,271	0,36	0,4065	0,50	1,1

Продолжение таблицы 3.1

№ участка	Длина участка L, м	Число приборов N, шт.	P	N*P	Коэффициент а	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
21-22	47,12	12	0,0081	0,0972	0,341	0,29	0,5115	0,46	1,1
22-23	72,61	18	0,0081	0,1458	0,394	0,26	0,591	0,45	1,1
23-24	101,92	24	0,0081	0,1944	0,444	0,26	0,666	0,47	1,1
24-25	132,88	30	0,0081	0,243	0,493	0,27	0,7395	0,50	1,1
25-26	147,15	36	0,0081	0,2916	0,526	0,28	0,789	0,52	1,1
26-27	162,35	42	0,0081	0,3402	0,573	0,28	0,8595	0,54	1,1
27-28	181,75	48	0,0081	0,3888	0,602	0,28	0,903	0,55	1,1
28-29	211,59	54	0,0081	0,4374	0,638	0,28	0,957	0,57	1,1
29-30	248,96	60	0,0081	0,486	0,672	0,28	1,008	0,58	1,1
30-52	265,56	66	0,0081	0,5346	0,704	0,25	1,056	0,56	1,1
Выпуск К 56	17,55	6	0,0081	0,0486	0,271	0,37	0,4065	0,51	1,1
56-57	44,28	12	0,0081	0,0972	0,341	0,29	0,5115	0,46	1,1
57-58	66,24	18	0,0081	0,1458	0,394	0,28	0,591	0,47	1,1
58-59	94,69	24	0,0081	0,1944	0,444	0,26	0,666	0,47	1,1

Продолжение таблицы 3.1

№ участка	Длина участка L, м	Число приборов N, шт.	P	N*P	Коэффициент а	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
59-60	120,67	24	0,0081	0,1944	0,444	0,26	0,666	0,47	1,1
60-61	135,96	24	0,0081	0,1944	0,444	0,26	0,666	0,47	1,1
61-62	145	24	0,0081	0,1944	0,444	0,28	0,666	0,49	1,1
62-63	165,91	30	0,0081	0,243	0,493	0,28	0,7395	0,51	1,1
63-64	177,41	36	0,0081	0,2916	0,526	0,28	0,789	0,52	1,1
64-65	199,63	42	0,0081	0,3402	0,573	0,28	0,8595	0,54	1,1
65-66	214,54	48	0,0081	0,3888	0,602	0,28	0,903	0,55	1,1
66-67	266,22	54	0,0081	0,4374	0,638	0,25	0,957	0,54	1,1
67-68	289,22	60	0,0081	0,486	0,672	0,25	1,008	0,55	1,1
68-69	303,71	60	0,0081	0,486	0,672	0,25	1,008	0,55	1,1
69-70	348,16	60	0,0081	0,486	0,672	0,25	1,008	0,55	1,1
70-55	395,12	60	0,0081	0,486	0,672	0,25	1,008	0,55	1,1
Выпуск К 50	297,92	60	0,0081	0,486	0,672	0,23	1,008	0,53	1,1
50-51	325,53	66	0,0081	0,5346	0,704	0,23	1,056	0,54	1,1

Окончание таблицы 3.1

№ участка	Длина участка L, м	Число приборов N, шт.	P	N*P	Коэффициент а	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
50-51	325,53	66	0,0081	0,5346	0,704	0,23	1,056	0,54	1,1
51-52	343,64	132	0,0081	1,0692	0,995	0,23	1,4925	0,66	1,1
52-53	625,71	138	0,0081	1,1178	1,021	0,23	1,5315	0,67	1,1
53-54	651,65	144	0,0081	1,1664	1,046	0,23	1,569	0,68	1,1
54-55	670,13	210	0,0081	1,701	1,306	0,71	1,959	1,32	1,1
55-71	1091,72	240	0,0081	1,944	1,437	0,71	2,1555	1,37	1,1
71-72	1242,97	246	0,0081	1,9926	1,437	0,71	2,1555	1,37	1,1
72-73	1295,73	252	0,0081	2,0412	1,437	0,71	2,1555	1,37	1,1
73-74	1317,94	258	0,0081	2,0898	1,479	0,71	2,2185	1,39	1,1
74-75	1333,14	258	0,0081	2,0898	1,479	0,71	2,2185	1,39	1,1
75-14	1353,6	264	0,0081	2,1384	1,479	0,71	2,2185	1,39	1,1
14 ЛОС	1630,1	318	0,0081	2,5758	1,684	0,71	2,526	1,48	1,1

3.5 Гидравлический и геодезический расчеты наружной водоотводящей сети бытовых сточных вод

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 30.13330.2021 (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:

$$h = \frac{h}{d} \cdot d, \text{ м} \quad (3.5)$$

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

d – диаметр трубы, м.

Падение на участке сети определяется по формуле

$$\Delta h = i \cdot l, \text{ м} \quad (3.6)$$

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:

$$H_{нач} = h_{min} + i \cdot l + \Delta d, \text{ м} \quad (3.7)$$

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:

$$h_{min} = H_{пр} - 0,3, \text{ м} \quad (3.8)$$

где $H_{пр}$ – глубина промерзания грунта; 2,7 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.

Начальная глубина заложения уличной сети (в колодке КК1-1):

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

Отметка лотка трубы в начале участка:

$$Z_{л}^H = Z_{пз}^H - H_{нач}, \text{ м} \quad (3.9)$$

Отметка лотка трубы в начале второго и всех последующих участков:

$$Z_{л}^H = Z_{л}^K - \Delta d, \text{ м} \quad (3.10)$$

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

В случаях если в колодке 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:

$$Z_{л}^K = Z_{л}^H - \Delta h, \text{ м} \quad (3.11)$$

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:

$$H^H = Z_{пз}^H - Z_{л}^H$$

Глубина заложения трубы в конце участка:

$$H^K = Z_{пз}^K - Z_{л}^K$$

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:

$$Z_{\text{в}}^{\text{н}} = Z_{\text{л}}^{\text{н}} + h, \text{ м} \quad (3.12)$$

$$Z_{\text{в}}^{\text{к}} = Z_{\text{л}}^{\text{к}} + h, \text{ м} \quad (3.13)$$

где h – слой воды в трубе, м.

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

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

Гидравлический и геодезический расчет представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – 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	Падение на участке сети, Δh , м	Наполнение h/d	Геодезические отметки, м				Глубина заложения H , м	
								Поверхность земли, $Z_{п.з.}$		Лотка трубы, Z_l			
								Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Выпуск в К1	11,01	0,55	100	0,02	0,54	0,22	0,20	214,60	214,45	212,10	211,88	2,50	2,57
1-2	39,02	0,46	100	0,02	0,54	0,78	0,20	214,45	214,45	211,88	211,32	2,57	3,13
2-4	44,48	0,49	100	0,02	0,54	0,88	0,20	214,45	214,45	211,32	211,21	3,13	3,24
4-5	61,17	0,48	100	0,02	0,54	1,22	0,20	214,45	214,30	211,21	210,88	3,24	3,42
5-6	83,41	0,66	100	0,02	0,54	1,66	0,20	214,30	213,90	210,88	210,43	3,42	3,47
6-7	111,1	0,71	100	0,02	0,54	2,22	0,20	213,90	213,65	210,43	209,88	3,47	3,77
7-8	146,0	0,67	100	0,02	0,61	2,92	0,25	213,65	213,20	209,88	209,18	3,77	4,02
8-9	176,28	0,65	100	0,02	0,61	3,52	0,25	213,20	212,75	209,18	208,57	4,02	4,18

Продолжение таблицы 3.2

№ 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	Падение на участке сети, Δh , м	Наполнение h/d	Геодезические отметки, м				Глубина заложения H , м	
								Поверхность земли, $Z_{п.з.}$		Лотка трубы, Z_l			
								Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9-10	206,48	0,67	100	0,02	0,61	4,12	0,25	212,75	212,40	208,57	207,97	4,18	4,43
10-11	222,6	0,68	100	0,02	0,61	4,45	0,25	212,40	212,30	207,97	207,65	4,43	4,65
11-12	237,38	0,68	100	0,02	0,61	4,74	0,25	212,30	212,20	207,65	207,35	4,65	4,85
12-13	247,17	0,68	100	0,02	0,61	4,94	0,25	212,20	212,20	207,35	207,16	4,85	5,04
13-14	276,53	0,70	100	0,02	0,61	5,53	0,25	212,20	212,30	207,16	206,57	5,04	5,73
Выпуск в к15	9,29	0,55	100	0,02	0,54	0,18	0,20	213,70	213,80	211,20	211,01	2,50	2,79
15-16	22,61	0,49	100	0,02	0,54	0,45	0,20	213,80	213,90	211,01	210,75	2,79	3,15
16-17	42,88	0,46	100	0,02	0,54	0,85	0,20	213,90	214,25	210,75	210,34	3,15	3,91

Продолжение таблицы 3.2

№ 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	Падение на участке сети, Δh , м	Наполнение h/d	Геодезические отметки, м				Глубина заложения H , м	
								Поверхность земли, $Z_{п.з.}$		Лотка трубы, Z_l			
								Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
17-18	57,08	0,47	100	0,02	0,54	1,14	0,20	214,25	214,20	210,34	210,06	3,91	4,14
18-19	88,58	0,47	100	0,02	0,54	1,77	0,20	214,20	213,95	210,06	209,43	4,14	4,52
19-20	118,25	0,50	100	0,02	0,54	2,36	0,20	213,95	213,65	209,43	208,84	4,52	4,82
20-71	133,73	0,52	100	0,02	0,54	2,67	0,20	213,65	213,45	208,84	208,72	4,82	4,73
Выпуск к31	15,62	0,51	100	0,02	0,54	0,31	0,20	217,30	217,50	214,80	214,49	2,50	3,01
31-32	45,54	0,45	100	0,02	0,54	0,91	0,20	217,50	217,35	214,49	213,89	3,01	3,46
32-33	73,43	0,45	100	0,02	0,54	1,46	0,20	217,35	217,20	213,89	213,33	3,46	3,87
33-34	103,26	0,47	100	0,02	0,54	2,06	0,20	217,20	217,00	213,33	212,73	3,87	4,27

Продолжение таблицы 3.2

№ 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	Падение на участке сети, Δh , м	Наполнение h/d	Геодезические отметки, м				Глубина заложения H , м	
								Поверхность земли, $Z_{п.з.}$		Лотка трубы, Z_l			
								Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
34-35	120,77	0,50	100	0,02	0,54	2,41	0,20	217,00	216,90	212,73	212,38	4,27	4,52
35-36	151,9	0,52	100	0,02	0,54	3,03	0,20	216,90	216,70	212,38	211,76	4,52	4,94
36-37	184,64	0,54	100	0,02	0,54	3,69	0,20	216,70	216,25	211,76	211,11	4,94	5,14
37-38	212,14	0,55	100	0,02	0,54	4,24	0,20	216,25	215,50	211,11	210,56	5,14	4,94
38-39	243,64	0,57	100	0,02	0,54	4,87	0,20	215,50	215,15	210,56	209,93	4,94	5,22
39-49	254,79	0,58	100	0,02	0,54	5,09	0,20	215,15	215,05	209,93	209,70	5,22	5,35
Выпуск К 40	9,64	0,79	100	0,02	0,61	0,19	0,25	214,80	215,00	212,30	212,11	2,50	2,89
40-41	43,21	0,45	100	0,02	0,54	0,86	0,20	215,00	214,80	212,11	211,44	2,89	3,36

Продолжение таблицы 3.2

№ 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	Падение на участке сети, Δh , м	Наполнение h/d	Геодезические отметки, м				Глубина заложения H , м	
								Поверхность земли, $Z_{п.з.}$		Лотка трубы, Z_l			
								Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
41-42	69,65	0,45	100	0,02	0,54	1,39	0,20	214,80	214,70	211,44	210,91	3,36	3,79
42-43	104,9	0,47	100	0,02	0,54	2,09	0,20	214,70	214,55	210,91	210,20	3,79	4,35
43-44	129,45	0,49	100	0,02	0,54	2,58	0,20	214,55	214,50	210,20	209,71	4,35	4,79
44-45	150,85	0,53	100	0,02	0,54	3,01	0,20	214,50	214,55	209,71	209,28	4,79	5,27
45-46	169,93	0,41	100	0,02	0,54	3,39	0,20	214,55	214,60	209,28	208,90	5,27	2,50
46-47	205,11	0,55	100	0,02	0,54	4,10	0,20	214,60	214,70	212,10	211,40	2,50	3,30
47-48	244,52	0,57	100	0,02	0,54	4,89	0,20	214,70	214,90	211,40	210,61	3,30	4,29
48-49	264,06	0,58	100	0,02	0,54	5,28	0,20	214,90	215,05	210,61	210,22	4,29	4,83

Продолжение таблицы 3.2

№ 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	Падение на участке сети, Δh , м	Наполнение h/d	Геодезические отметки, м				Глубина заложения H , м	
								Поверхность земли, $Z_{п.з.}$		Лотка трубы, Z_l			
								Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Выпуск к21	18,44	0,50	100	0,02	0,54	0,36	0,20	215,80	215,90	213,30	212,93	2,50	2,97
21-22	47,12	0,46	100	0,02	0,54	0,94	0,20	215,90	215,80	212,93	212,36	2,97	3,44
22-23	72,61	0,45	100	0,02	0,54	1,45	0,20	215,80	215,70	212,36	211,85	3,44	3,85
23-24	101,92	0,47	100	0,02	0,54	2,03	0,20	215,70	215,60	211,85	211,26	3,85	4,34
24-25	132,88	0,50	100	0,02	0,54	2,65	0,20	215,60	215,50	211,26	210,64	4,34	4,86
25-26	147,15	0,52	100	0,02	0,54	2,94	0,20	215,50	215,35	210,64	210,36	4,86	4,99
26-27	162,35	0,54	100	0,02	0,54	3,24	0,20	215,35	215,20	210,36	210,05	4,99	5,15
27-28	181,75	0,55	100	0,02	0,54	3,63	0,20	215,20	214,95	210,05	209,67	5,15	5,29

Продолжение таблицы 3.2

№ 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	Падение на участке сети, Δh , м	Наполнение h/d	Геодезические отметки, м				Глубина заложения H , м	
								Поверхность земли, $Z_{п.з.}$		Лотка трубы, Z_l			
								Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
28-29	211,59	0,57	100	0,02	0,54	4,23	0,20	214,95	214,70	209,67	209,07	5,29	5,63
29-30	248,96	0,58	100	0,02	0,54	4,97	0,20	214,70	214,25	209,07	208,32	5,63	5,93
30-52	265,56	0,56	100	0,02	0,54	5,31	0,20	214,25	214,05	208,32	207,99	5,93	6,06
Выпуск к 56	17,55	0,51	100	0,02	0,54	0,35	0,20	213,90	214,00	211,40	211,05	2,50	2,95
56-57	44,28	0,46	100	0,02	0,54	0,88	0,20	214,00	213,80	211,05	210,51	2,95	3,29
57-58	66,24	0,47	100	0,02	0,54	1,32	0,20	213,80	213,65	210,51	210,08	3,29	3,57
58-59	94,69	0,47	100	0,02	0,54	1,89	0,20	213,65	213,50	210,08	209,51	3,57	3,99
59-60	120,67	0,47	100	0,02	0,54	2,41	0,20	213,50	213,45	209,51	208,99	3,99	4,46

Продолжение таблицы 3.2

№ 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	Падение на участке сети, Δh , м	Наполнение h/d	Геодезические отметки, м				Глубина заложения H , м	
								Поверхность земли, $Z_{п.з.}$		Лотка трубы, Z_l			
								Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
60-61	135,96	0,47	100	0,02	0,54	2,71	0,20	213,45	213,55	208,99	208,68	4,46	4,87
61-62	145	0,49	100	0,02	0,54	2,9	0,20	213,55	213,50	208,68	208,50	4,87	5,00
62-63	165,91	0,51	100	0,02	0,54	3,31	0,20	213,50	213,45	208,50	208,08	5,00	5,37
63-64	177,41	0,52	100	0,02	0,54	3,54	0,20	213,45	213,40	208,08	207,85	5,37	5,55
64-65	199,63	0,54	100	0,02	0,54	3,99	0,20	213,40	213,30	207,85	207,41	5,55	5,89
65-66	214,54	0,55	100	0,02	0,54	4,29	0,20	213,30	213,25	207,41	207,11	5,89	6,14
66-67	266,22	0,54	100	0,02	0,54	5,32	0,20	213,25	213,15	207,11	206,69	6,14	6,46
67-68	289,22	0,55	100	0,02	0,54	5,78	0,20	213,15	213,05	206,69	206,22	6,46	6,83

Продолжение таблицы 3.2

№ 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	Падение на участке сети, Δh , м	Наполнение h/d	Геодезические отметки, м				Глубина заложения H , м	
								Поверхность земли, $Z_{п.з.}$		Лотка трубы, Z_l			
								Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
68-69	303,71	0,55	100	0,02	0,54	6,07	0,20	213,05	212,95	206,22	205,94	6,83	7,01
69-70	348,16	0,55	100	0,02	0,54	6,96	0,20	212,95	213,20	205,94	205,14	7,01	2,50
70-55	395,12	0,55	100	0,02	0,54	7,90	0,20	213,20	213,60	210,70	210,01	2,50	3,59
Выпуск К 50	297,92	0,53	100	0,02	0,54	5,95	0,20	214,40	214,50	209,05	208,19	5,35	6,31
50-51	325,53	0,54	100	0,02	0,54	6,51	0,20	214,50	214,20	208,19	207,64	6,31	6,56
51-52	343,64	0,66	100	0,02	0,61	6,87	0,25	214,20	214,05	207,64	207,27	6,56	6,78
52-53	625,71	0,67	100	0,02	0,61	12,5	0,25	214,05	213,90	211,55	211,22	2,50	2,68
53-54	651,65	0,68	100	0,02	0,61	13,0	0,25	213,90	213,75	211,22	210,70	2,68	3,05

Окончание таблицы 3.2

№ 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	Падение на участке сети, Δh , м	Наполнение h/d	Геодезические отметки, м				Глубина заложения H , м	
								Поверхность земли, $Z_{п.з.}$		Лотка трубы, Z_l			
								Начало	Конец	Начало	Конец	Начало	Конец
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
55-71	1091,72	1,37	100	0,02	0,68	21,8	0,30	213,60	213,45	209,76	208,53	3,84	4,92
71-72	1242,97	1,37	100	0,02	0,68	24,8	0,30	213,45	213,25	208,53	208,18	4,92	5,07
72-73	1295,73	1,37	100	0,02	0,68	25,9	0,30	213,25	212,70	208,18	207,12	5,07	5,58
73-74	1317,94	1,39	100	0,02	0,68	26,3	0,30	212,70	212,50	207,12	206,68	5,58	5,82
74-75	1333,14	1,39	100	0,02	0,68	26,6	0,30	212,50	212,40	206,68	206,38	5,82	6,02
75-14	1353,6	1,39	100	0,02	0,68	27,0	0,30	212,40	212,25	206,38	205,97	6,02	6,28
14 ЛОС	1630,1	1,48	100	0,02	0,68	32,6	0,30	212,25	211,00	205,97	200,44	6,28	6,28

3.6 Канализационная насосная станция вертикальная

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

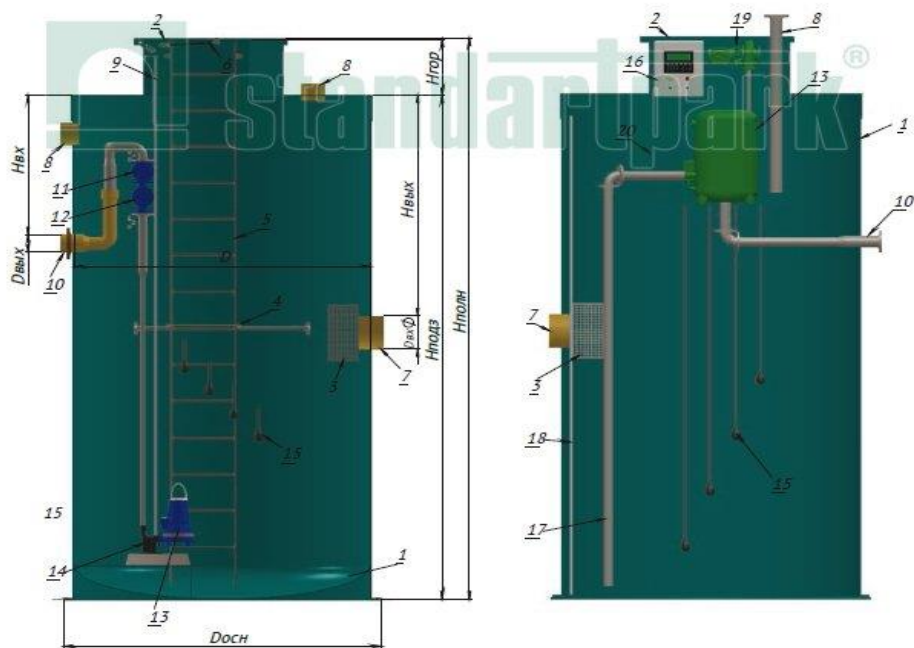
Корпус КНС изготавливается из армированного стеклопластика, что препятствует гниению и коррозии. У пользователя отпадает необходимость дополнительно проводить антикоррозийную обработку. Канализационная насосная станция имеет срок службы не менее 50 лет.

В данной курсовой работе выбран КНС фирмы Rainpark с погружными насосами под проезжей частью (рис. 3.1, 3.2).

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.

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



1) корпус из стеклопластика; 2) крышка КНС; 3) решетка фильтрующая; 4) площадка для обслуживания; 5) лестница; 6) амортизатор люка КНС; 7) подводный 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 3.1 – Схема комплексной насосной станции Rainpark:

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.



Рисунок 3.2 – Канализационная насосная станция под проезжей частью

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.

Поставщик и официальный дилер КНС - ООО «Стандартпарк».

Адрес: Россия, г. Москва, Поселение Московский, деревня Саларьево, владение 5, строение 1, тел. 8 (499) 322-49-81, e-mail: info@standartpark.ru.

4 Гидрохимическая характеристика реки

4.1 Общие сведения гидрохимических характеристик рек

Общие сведения о гидрохимических характеристиках рек. В естественных условиях вода практически нигде не встречается в своем чистом виде, так как соприкасаясь с горными породами и почвами она растворяет определенное количество содержащихся в них вещества и становится раствором.

Степень минерализации речного воды и состав растворенного вещества зависят от множества факторов: состав пород и почвы, биологические процессы, климатические и многие другие условия. Одним из основных факторов формирующих химический состав воды является климат, зависимость этого процесса от климата прежде всего проявляется через соотношение элементов водного баланса - осадков, испарения и стока.

В соответствии с этим наблюдается определенная связь химизма с физико-географическими условиями не только в отношении степени минерализации, но и химического состава растворенных в воде веществ.

В северных районах, отличающихся относительно большим поверхностным стоком и малой минерализацией вод в составе растворенных веществ преобладают ионы HCO_3 ; по преобладающему иону воды здесь принадлежат к гидрокарбонатному классу.

В южных районах, с малым поверхностным стоком и большой минерализацией, в химическом составе преобладают ионы SO_4 и Cl ; воды принадлежат к сульфатному и хлоридному классам. Преобладающими катионами в мало минерализованных водах является Ca , а в сильно минерализованных Na .

4.2 Гидрохимическая характеристика водного объекта

При проектировании системы очистки бытовых сточных вод, необходимо рассчитать количество загрязняющих веществ которые входят в очистные сооружения.

Исходные данные :

Тип водного объекта – река

Вид и категория водопользования : рыбохозяйственный, II категория

Гидрологические характеристики водного объекта:

средняя скорость течения реки, V , м/с, - 0,35

минимальный расход речной воды -95% обеспеченности, Q , м³, - 110

глубина в месте выпуска H , м, - 5

коэффициент извилистости русла, φ – 1,01

расстояние до расчетного створа, L , м, - 500

Гидрологическая характеристика водного объекта (табл. 4.1)

Тип выпуска сточных вод – русловой, $\xi = 1,5$

Расход сточных вод, q , 54,8 м³/час, 0,015 м³/с

В составе сточных вод присутствуют, мг/л : взвешенные вещества – 1951,95; БПК – 819; нефтепродукты – 13,65; железо – 27,3; хлориды – 120; сульфаты – 30; фенолы–0,068; магний–18; медь–0,73; азот аммонийных солей–27,3; поверхностные активные вещества(ПАВ) –7,098.

Таблица 4.1 – Гидрологическая характеристика водного объекта

Показатели состава речной воды	Концентрация загрязнения, мг/л	ПДК, мг/л	ЛПВ
БПК _{полн}	2,3	3,0	-
Взвешенные вещества	6,9	6,9+0,25	-
Магний	10,6	40	сан.-токс.
Хлориды	5,2	300	сан.-токс.
Сульфаты	19,4	100	сан.-токс.
Железо	0,04	0,1	токс.
Медь	0,0001	0,001	токс.
Нефтепродукты	0,03	0,05	рыб.хоз
Фенолы	0,00025	0,001	рыб.хоз
Азот аммонийных солей	0,1	2	токс.
Поверхностно-активные вещества	0,026	0,5	сан.-токс.

Определяем коэффициент диффузии:

$$D = \frac{vH}{200} \quad (4.1)$$

$$D = \frac{0,35 \cdot 5}{200} = 0,00875$$

Определяем коэффициент, учитывающий влияние места выпуска:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q}} \quad (4.2)$$

$$\alpha = 1,01 \cdot 1,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,00875}{200}} = 1,26$$

Определяем коэффициент смешения:

$$\gamma = \frac{1 - l^{-a\sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} l^{-a\sqrt[3]{L}}} \quad (4.3)$$

$$\gamma = \frac{1 - 2,27^{-1,26\sqrt[3]{500}}}{1 + \frac{110}{0,015} 2,27^{-1,26\sqrt[3]{500}}} = 0,74$$

Определяем кратность разбавления:

$$n = \frac{(\gamma \cdot Q + q)}{q} \quad (4.4)$$

$$n = \frac{(0,74 \cdot 110 + 0,015)}{0,015} = 5427,6$$

Определяем обобщенные гидрохимические показатели качества речной ВОДЫ:

– по токсикологическому ЛПВ

$$J_p^T = \frac{0,04}{0,1} + \frac{0,0001}{0,001} + \frac{0,026}{2} = 0,513$$

– по санитарно-токсикологическому ЛПВ

$$J_p^{CT} = \frac{10,6}{40} + \frac{5,2}{300} + \frac{19,4}{100} + \frac{0,1}{0,5} = 0,67$$

– по рыбохозяйственному ЛПВ

$$J_p^P = \frac{0,03}{0,05} + \frac{0,00025}{0,001} = 0,85$$

– по БПК

$$J_p^{БПК} = \frac{2,3}{3} = 0,76$$

– по взвешенным веществам

$$J_p^{ВВ} = \frac{6,9}{7,15} = 0,96$$

Определяем обобщенные гидрохимические показатели допустимого состава сточных вод:

– по токсикологическому ЛПВ

$$J_{CB}^T = 5427,6 - (5427,6 - 1) \cdot 0,54 = 2643,7$$

– по санитарно-токсикологическому ЛПВ

$$J_{CB}^{CT} = 5427,6 - (5427,6 - 1) \cdot 0,67 = 1791,7$$

– по рыбохозяйственному ЛПВ

$$J_{CB}^P = 5427,6 - (5427,6 - 1) \cdot 0,85 = 815$$

– по БПК

$$J_{CB}^{BPK} = 5427,6 - (5427,6 - 1) \cdot 0,76 = 1303,4$$

– по взвешенным веществам

$$J_{CB}^{BB} = 5427,6 - (5427,6 - 1) \cdot 0,96 = 218$$

Расчет допустимого состава сточных вод определяем по формуле

$$C_i^{ЛВ} = \frac{J_{CB}^{ЛВ}}{N_j} \text{ ПДК} \quad (4.5)$$

Расчет приведен в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Расчет состава сточных вод, допустимого к водоотведению в заданный водный объект.

Показатели загрязнения сточных вод	ПДК, мг/л	ЛПВ	Состав сточных вод			Эффект очистки, %	
			фактический	допустимый расчетный	допустимый согласованный	нормативный	требуемый
Взвешенные вещества	7,15	-	1951,95	1558,7	12	80-98	92
БПК _{полн}	3,0	-	819	3910,2	15	85-98	85
Нефтепродукты	0,05	рыб.-хоз.	13,65	20,37	4,5	85	85
Фенолы	0,00025	рыб.-хоз.	0,068	0,1		75	85
Хлориды	300	сан.-токс.	120	100	110	0	0
Сульфаты	100	сан.-токс.	30	65	30	0	0
Магний	40	сан.-токс.	18	50	6	85	90
Медь	0,001	токс.	0,73	8,8	0,15	80	95
Железо	0,1	токс.	27,3	88	1,6	80	80
Азот аммонийных солей	2	токс.	27,3	1762,46	2	80	90
ПАВ	0,5	сан.-токс.	7,098	224	1	88	95

Коэффициент эквивалентной численности жителей:

$$N_{\text{ЭЧЖ}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{q_{\text{ж}}}; \quad (4.6)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – это среднесуточный расход бытовых сточных вод, принятый с возможностью увеличения расхода, за счёт увеличения коттеджного посёлка;

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

$$N_{\text{ЭЧЖ}} = \frac{100}{0,18} = 555,6$$

Количество каждого загрязняющего вещества в сточных водах рассчитываем. Согласно СП 32.13330.2018 Приложение Г3.

Количество загрязняющего вещества:

$$X = \frac{N_{\text{вещ}} \times N_{\text{ЭЧЖ}}}{Q_{\text{сут}}}; \quad (4.7)$$

где $N_{\text{вещ}}$ – это количество загрязняющего вещества на одного жителя, г/сут; принимаем равным согласно СП 32.13330.2018 Таблица Г1;

$N_{\text{ЭЧЖ}}$ – коэффициент эквивалентной численности жителей;

$Q_{\text{сут}}$ – это среднесуточный расход бытовых сточных вод.

$$X_{\text{вз. в.}} = \frac{65 \times 555,6}{100} = 361,1 \text{ мг/дм}^3;$$

$$X_{\text{БПК}_5} = \frac{75 \times 555,6}{50} = 416,7 \text{ мг/дм}^3;$$

$$X_{\text{ХПК}} = \frac{120 \times 555,6}{50} = 666,7 \text{ мг/дм}^3;$$

$$X_{\text{Азот общ.}} = \frac{13 \times 555,6}{50} = 72,2 \text{ мг/дм}^3;$$

$$X_{\text{Фосфор общ.}} = \frac{2,5 \times 555,6}{50} = 13,89 \text{ мг/дм}^3.$$

Состав сточных вод, принимаемых на очистку, а также концентрации загрязняющих веществ на выпуске представлены в таблице 4.3

№ п/п	Перечень загрязняющих веществ, единицы измерения	Значения показателей, мг/л		ПДК, не более
		до установки	после установки	
1.	Водородный показатель рН, в пределах	8,3	7,3	6,5-8,5
2.	Взвешенные вещества, мг/л	361,1	0,69	0,75
3.	БПК 5, мг/л	417,6	1,9	2,1
4.	Азот общий, мг/л	72,2	0,38	0,4
5.	Фосфор общий, мг/л	13,89	0,0092	0,01
6.	ХПК, мг/л	666,7	3.5	4

Для данного коттеджного поселка эти очистные подходят, так как показатели загрязняющих веществ не превышают норму ПДК, что позволяет сбрасывать воду обратно в источник водоснабжения.

5. Очистные сооружения посёлка

5.1 Очистные сооружения бытовых сточных вод

Исходя из расчетов гидрохимического состава реки и максимального расхода были выбраны очистные сооружения от фирмы Helyx с производительностью 100 м³/сут.

Корпуса установок HelyxBIO выполнены из композитных материалов на основе стеклопластика методом непрерывной намотки стекловолокна на специальные сердечники (матрицы). Материал: полиэфирный стеклопластик, изготовлен с использованием полиэфирных смол и армирующих материалов. Данный метод производства позволяет изготавливать водонепроницаемые резервуары повышенной прочности при низком удельном весе изделий, которые рекомендованы к установке в подвижных грунтах.

Станция горизонтального типа выполнена в форме цилиндра со сферическими боковыми стенками (рис. 5.1).

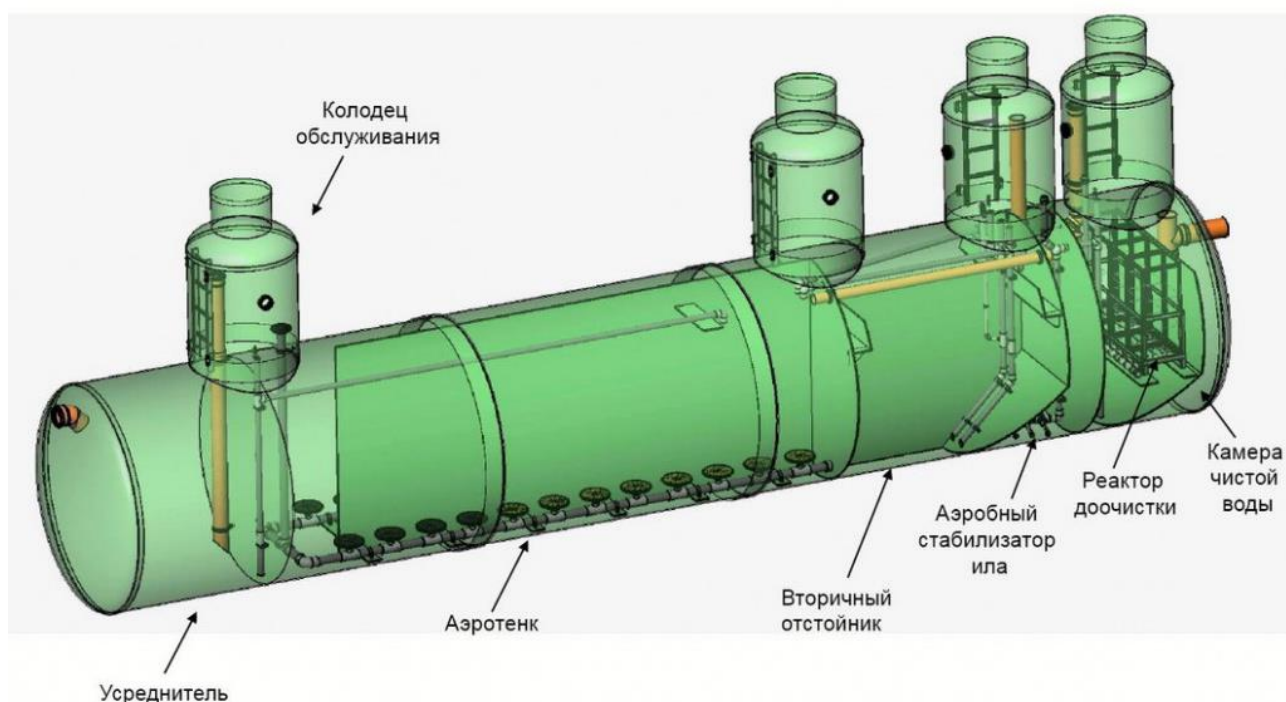


Рисунок 5.1 – Установка «HelyxBIO» в едином блоке

Такой состав оборудования позволяет очистить исходные сточные воды до норм сброса, предъявляемых к рыбохозяйственным водоемам 1-ой категории. В зависимости от производительности установки могут комплектоваться дополнительно блоком механической подготовки (блок песколовок), блоком дозирования реагентов, блоком обезвоживания.

Состав установок биологической очистки

- усреднитель;
- аэротенк;
- вторичный отстойник;
- стабилизатор ила;
- биореактор доочистки;
- камера чистой воды;
- технологический блок, включающий блок обеззараживания.

5.2 Принцип работы очистных сооружений

Исходные хозяйственно-бытовые сточные воды направляются через сороулавливающую корзину с ручной очисткой (1.3) в резервуар-усреднитель (1), где происходит усреднение расхода и концентрации загрязняющих веществ в исходной сточной воде. Для предотвращения образования застойных зон в усреднителе предусмотрена система пневмоперемешивания (1.1) для периодического взмучивания осадка. Далее вода с помощью насоса (1.2) направляется в зону денитрификации (3) аэротенка.

Аэротенк представляет собой резервуар, разделенный продольной перегородкой на два отсека: анаэробную зону - денитрификатор (3), и аэробную зону - нитрификатор (4). Нитрификатор оборудован мембранными аэраторами

(4.1). Воздуходувки (11), подающие воздух в сеть воздуховодов, вынесены в отдельно расположенный технологический модуль.

С помощью микроорганизмов активного ила в аэротенке происходит разложение органических загрязнений сточных вод. Очищенные сточные воды из аэротенка по безнапорному трубопроводу поступают во вторичный отстойник (5), где происходит гравитационное разделение активного ила и очищенных сточных вод.

Вторичный отстойник оборудован трубопроводами откачки возвратного ила (5.1) и избыточного ила (5.2) с помощью системы эрлифт, а также эрлифтом для сбора плавающих загрязнений (5.3). Возвратный ил и плавающие загрязнения направляются из вторичного отстойника в зону денитрификации. Избыточный ил, образующийся в результате наращивания массы активного ила во время биологической очистки, по мере накопления, направляется в аэробный стабилизатор ила (2). Для предупреждения загнивания и улучшения водоотдающих свойств осадка в стабилизаторе ила предусмотрена крупнопузырчатая аэрация (2.1) избыточного активного ила.

Из вторичного отстойника очищенные сточные воды переливаются в сборный лоток, откуда переливаются в реактор доочистки (6), где обеспечивается доочистка сточных вод от остаточных загрязнений. В реакторе доочистки предусмотрен ершовый фильтр (6.1), который представляет собою отсек, плотно заполненный ершовой загрузкой. Ершовый фильтр предназначен для улавливания выносимых из вторичного отстойника взвешенных веществ. С помощью системы аэрации (6.2) предусмотрена регенерация фильтра. Воздух на систему аэрации подается от воздуходувок (11), размещенных в технологическом модуле. Осадок, образующийся в реакторе доочистки, с помощью системы эрлифт (6.3) направляется в аэробный стабилизатор ила (2).

Из реактора доочистки сточные воды переливаются в камеру чистой воды (7), откуда с помощью насоса (7.1) подаются в технологический модуль на дисковый фильтр (9), а затем на установку обеззараживания воды (10).

Сточные воды, прошедшие полную биологическую очистку и обеззараживание, направляются на выпуск. Для контроля объема сбрасываемых сточных вод в колодце обслуживания емкости биологической очистки на напорном участке выпускного трубопровода установлен электромагнитный расходомер (8).

Принципиальная схема показана на рисунке 5.2

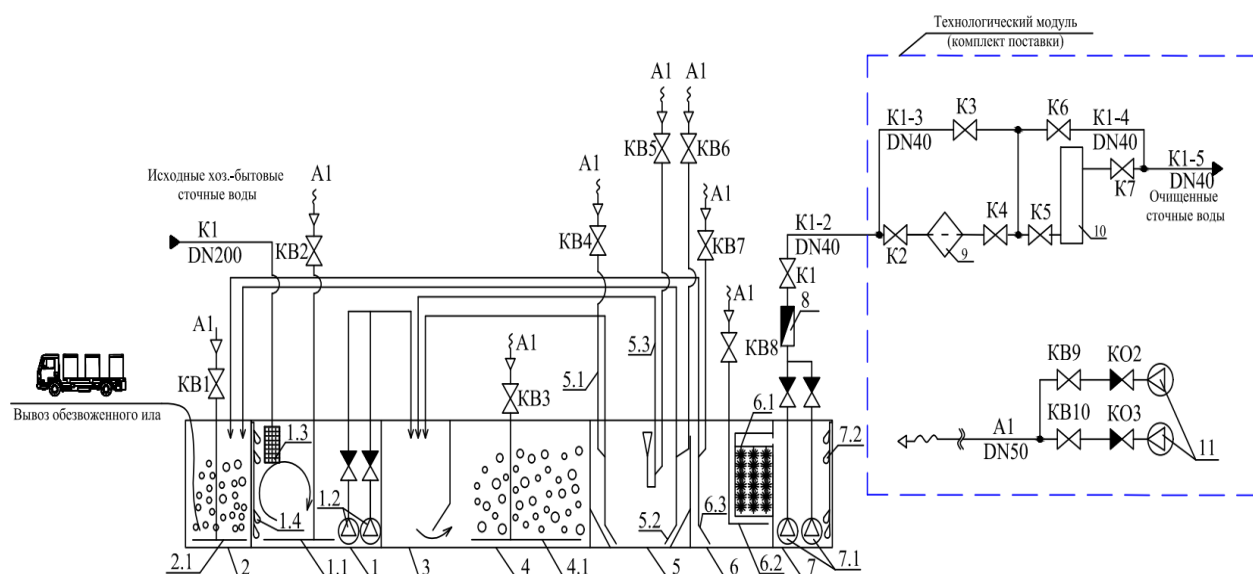


Рисунок 5.2 – принципиальная схема установки NelyxVIO 100

Главные преимущества установки :

1) Устойчивая стабильная саморегуляция и самостоятельное восстановление технологических режимов после кратковременных непредусмотренных или несанкционированных внешних воздействий, к

которым относится перерыв в подаче электроэнергии на станцию до 6-ти часов или отказ в работе основного комплектующего оборудования, необеспеченного резервом (с восстановлением его работоспособности в течение 24 часов).

2) Не требует участия обслуживающего персонала. Его функции заключаются в контроле за работой оборудования и проведении регламентных работ по его обслуживанию

3) В процессе эксплуатации очистных сооружений HelyxBIO допускаются длительные перерывы в подаче исходной сточной воды, а также кратковременные залповые сбросы сточной воды, как по объему, так и по составу загрязнений, что не влияет на потерю работоспособности станции и не приводит к нарушению технологического процесса штатного функционирования станции.

4) Модульность и полная заводской готовности средств технологического оснащений очистных сооружений снижает трудоемкость проектирования, монтажа, эксплуатации и обслуживания. Автоматическая система управления упрощает эксплуатацию очистных сооружений и делает ее понятной для пользователей.

5) Применение новых и действенных принципов аэрации позволяет существенно снизить энергозатраты на работу воздуходувных установок, а также исключает потребность в замене аэрационных компонентов из-за их засорения или забивания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе с учётом действующих нормативных документов и справочной литературы определены расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды и водоотведение коттеджного поселка, гидрохимический состав реки. С помощью использованных данных были подобраны локальные очистные сооружения.

Также рассмотрены организация, устройство и прокладка водоотводящих, водопроводных сетей жилого поселка и отдельных стоящих объектов с учётом действующих нормативных документов и справочной литературы.

Расход хозяйственно-бытовых сточных вод составляет 67,43 м³/сут. Подобраны очистные сооружения NelyxBIO 100 с производительностью до 100 м³/сут. По максимальным секундным расходам в результате гидравлических расчётов приняты конструктивные и гидравлические параметры трубопроводов. Минимальная глубина заложения труб хозяйственно-бытовых сточных вод 2,50 м, максимальная – 7,01 м.

Для функционирования очистных сооружений в коттеджном посёлке, необходимо производить плановую чистку всех сооружений раз в три месяца, для отдельных узлов очистных сооружений предусмотрена более частая чистка раз в месяц. Осадок в очистных сооружениях будет подвержен обезвоживанию, что сократит его объём.

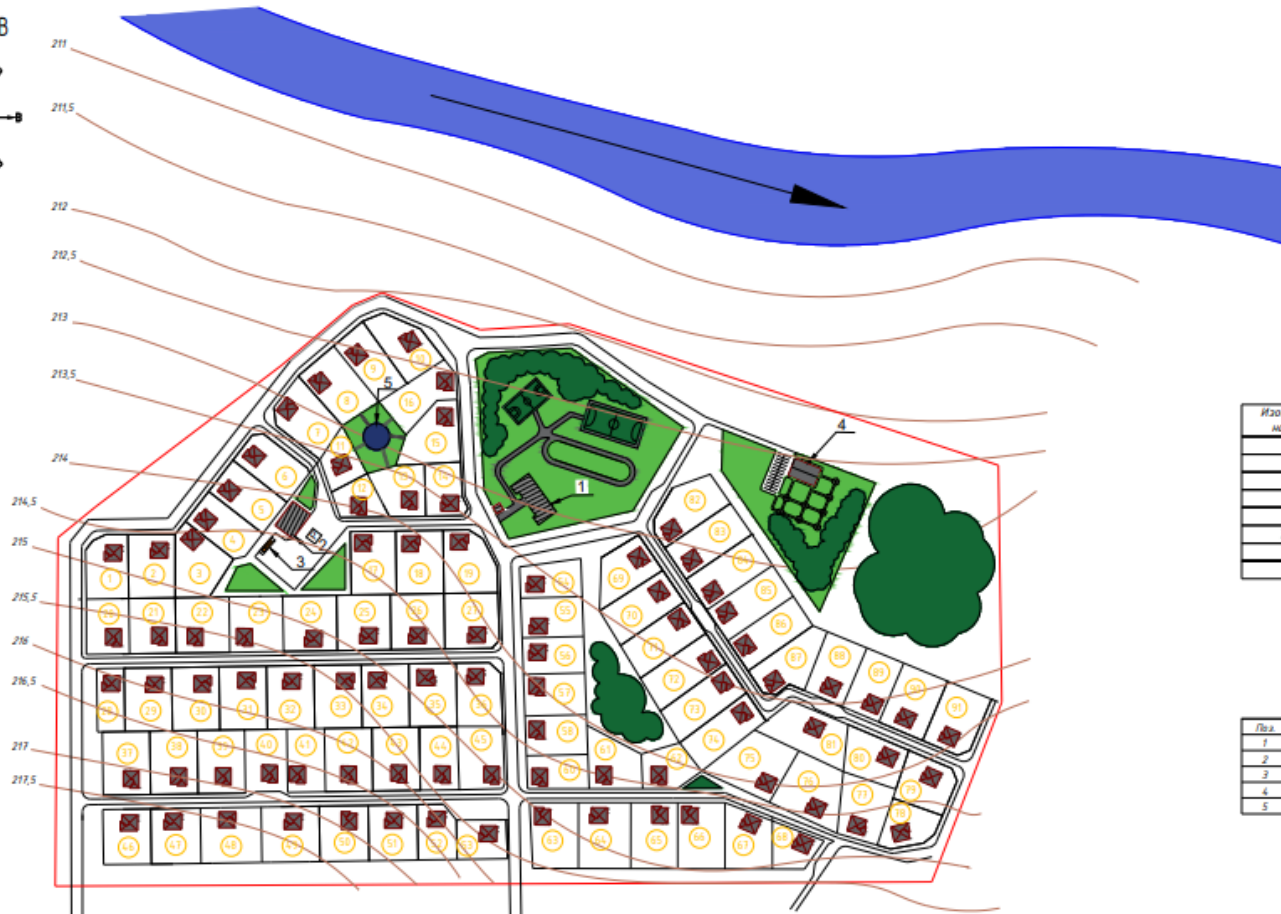
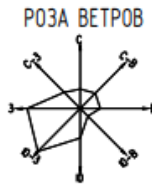
Далее обезвоженный осадок будут вывозить на специальных транспортных средствах. Очистные сооружения установленные подземным способом, для контроля процессов в них, над землёй выведен блок управления. Собирать информацию об очистных сооружениях и корректировать те или иные показатели можно дистанционно по сети «Интернет». Благодаря этому снижаются экономические затраты, на охрану территории, персонал очистных сооружений, отопление и свет в этих сооружениях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 30.13330.2020 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85* (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 30 декабря 2020 г. № 920/приведен в действие с 1 июля 2021 г.).
2. СП 31.13330.2021 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84* (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 27 декабря 2021 г. № 1016/приведен в действие с 28 января 2022 г.).
3. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85 (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 25 декабря 2018 г. № 860/пр_и введен в действие с 26 июня 2019 г.).
4. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н Павловского. / Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Справочное пособие. – изд. 4-е, доп. – М.: Стройиздат, 1974 г. - 156 с.
5. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (с Изменениями № 1, 2) (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. № 1034/пр и введен в действие с 1 июля 2017 г.).
6. СП 18.13330.2019 Производственные объекты. Планировочная организация земельного участка (Генеральные планы промышленных предприятий). СНиП П-89-80* (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 17 сентября 2019 г. № 544/пр_и введен в действие с 18 марта 2020 г.).
7. СТУ 7.5-07-2021. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. Система управления СФУ.

8. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе / Минюст России, 2021г.

Генеральный план коттеджного посёлка М 1:2000



Символьные обозначения

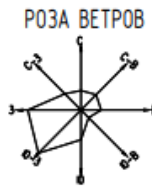
Изображение на плане	Наименование
	Индивидуальные жилые дома
	Площадки для мусоросборников
	Открытая стоянка для автомобилей
	Красные линии
	Индивидуальные участки
	Деревья и кустарники
	Фонтан
	Открытая парковка

Экспликация зданий и сооружений

Поз	Наименование
1	Школа
2	Магазин стесанной торговли
3	Площадки для мусоросборников
4	Ресторан
5	Фонтан

БР 20.03.02.06 - 2023						
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт						
Имя	Фамилия	Лист	Итого листов	Рабочий	Дата	
Разработчик	Семская В.А.					
Проектировщик	Баскина И.П.					
Н. контрол.	Березина И.П.					
Зав. кафедрой	Наливкина А.И.					
				Выбор и расчет очертаний сооружений коттеджного посёлка Красноярского края	Страниц	Лист
				Генеральный план коттеджного посёлка М 1:2000	1	6
				Кафедра ИСЭС		

Генеральный план коттеджного посёлка с сетями В1 М 1:2000



Условные обозначения

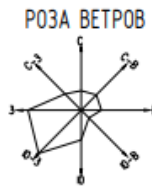
Изображение на плане	Наименование
	Индивидуальные жилые дома
	Площадки для мусоросборников
	Открытая стоянка для автомобилей
	Красные линии
	Индивидуальные участки
	Деревья и кустарники
	Фонтан
	Открытая парковка
	Система водоснабжения В1

Экспликация зданий и сооружений

Пол.	Наименование
1	Школа
2	Магазин снежной тарелки
3	Площадки для мусоросборников
4	Ресторан
5	Фонтан
6	Водозабор

БР 20.03.02.06 – 2023					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Имя	Кол. ч.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разработчик	Самсонова И.А.				
Проверенный	Дорожнева И.П.				
Н. зам. пр.	Березина Т.П.				
Зам. зав. кафедр.	Павлова Л.А.				
Выбор и расчет элементов сооружений коттеджного посёлка Красноярского края				Страниц	Лист
Генеральный план коттеджного посёлка с сетями В1 М 1:2000				2	6
				Кафедра ИСЭС	

Генеральный план коттеджного посёлка с сетями К1 М 1:2000



Условные обозначения

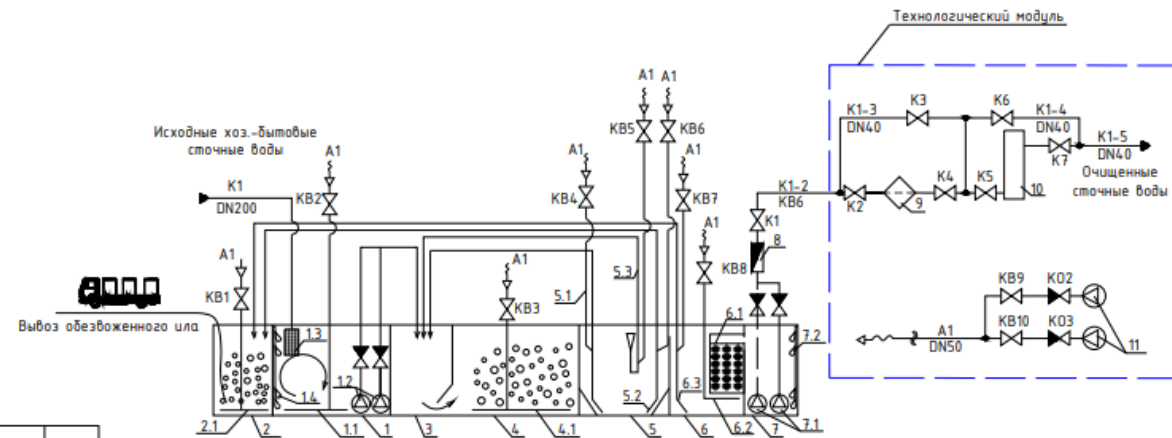
Изображение на плане	Наименование
	Индивидуальные жилые дома
	Площадки для мусоросборников
	Открытая стоянка для автомобилей
	Красные линии
	Индивидуальные участки
	Деревья и кустарники
	Фонтан
	Открытая парковка
	Система водоотведения К1

Экспликация зданий и сооружений

Пол.	Наименование
1	Школа
2	Магазин специальной торговли
3	Площадки для мусоросборников
4	Ресторан
5	Фонтан
6	Очистные сооружения

						БР 20.03.02.06 - 2023			
						Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Имя	Кол-во	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Выбор и расчет очистных сооружений коттеджного посёлка Красноярского края	Страницы	Лист	Листов
Разработчик	Семеско И.А.						3	6	
Проектировщик	Берсенева И.И.								
И. зам.пр.	Берсенева И.И.					Генеральный план коттеджного посёлка с сетями К1 М 1:2000	Кафедра ИСЭС		
Зам. зам.пр.	Полыгина Л.А.								

Принципиальная схема ЛОС для очистки К1 HelyxBIO 100



Экспликация оборудования

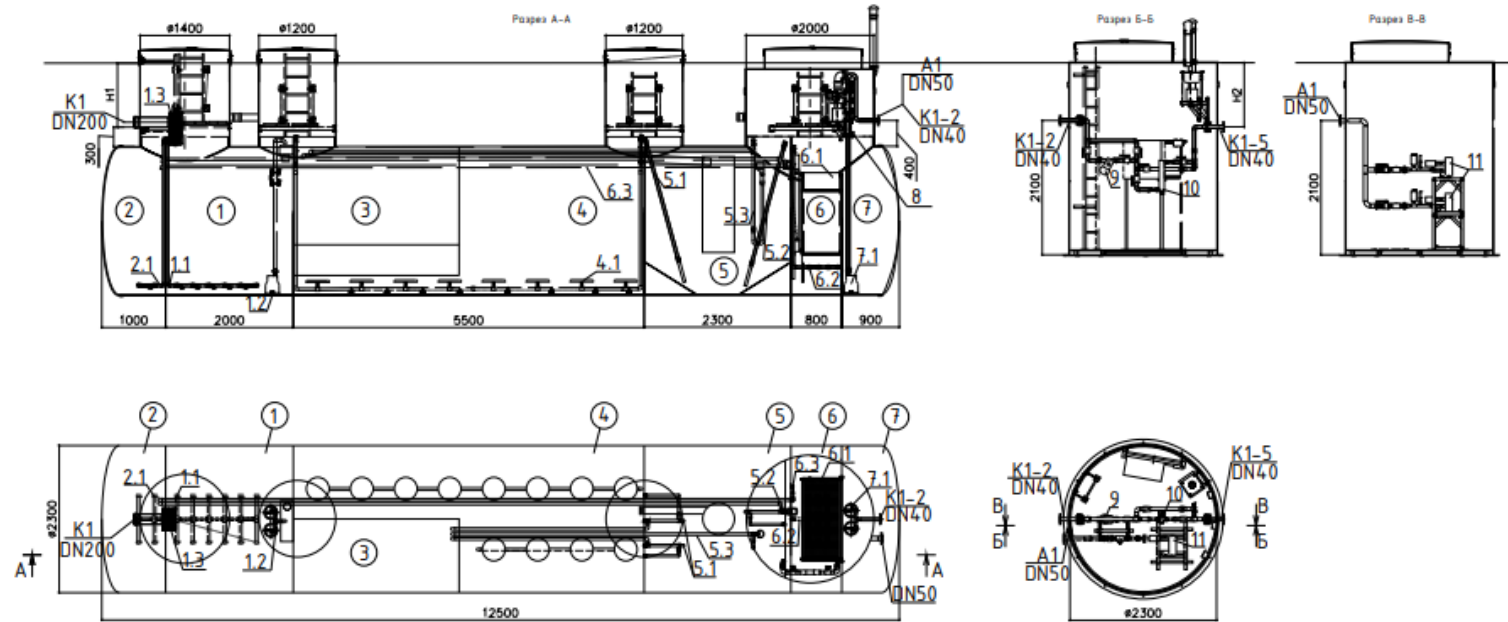
Позиция	Наименование	Кол-во
1	Усреднитель	1
1.1	Взмучиватель осадка	1
1.2	Насос подачи сточных вод на очистку	2
1.3	Сороулавливающая корзина	1
1.4	Поплавковый датчик уровня (компл. из 4 шт.)	1
2	Аэробный стабилизатор ила	1
2.1	Аэратор стабилизатора	1
3	Денитрификатор	1
4	Нитрификатор	1
4.1	Тарельчатые аэраторы	12
5	Вторичный отстойник	1
5.1	Эрлифт возвратного ила	2
5.2	Эрлифт избыточного ила	1
5.3	Эрлифт поверхностных загрязнений	1
6	Реактор доочистки	1
6.1	Ершовый фильтр	1
6.2	Аэратор встряхивания загрузки	1
6.3	Эрлифт осадка реактора доочистки	1
7	Резервуар очищенной воды	1
7.1	Насос подачи воды в технологический модуль	2
7.2	Поплавковый датчик уровня (компл. из 4 шт.)	1
8	Расходомер	1
9	Дисковый фильтр	1
10	Установка УФ обеззараживания (УФО)	1
11	Воздуходувка	2

Экспликация трубопроводов

Обознач.	Наименование
K1	Исходная хоз.-бытовая канализация
K1-2	Трубопровод подачи СВ в тех.модуль
K1-3	Трубопровод обводной линии дискового фильтра
K1-4	Трубопровод обводной линии установки обеззараживания
K1-5	Трубопровод отвода очищенных и обеззараженных СВ
A1	Воздуховод

БР 20.03.02.06 - 2023					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.		Семеско Я.А.			
Проб.		Барсенева М.Л.			
Н. контр.		Барсенева М.Л.			
Зав. кафедр		Матвеевко А.И.			
Выбор и расчет очистных сооружений коттеджного поселка Красноярского края				Стадия	Лист
					5
Принципиальная схема ЛОС для очистки К1 HelyxBIO 100				Листов	6
				Кафедра ИСЗиС	

ЛОС для очистки К1 HelyxBIO 100 М 1:50



Экспликация оборудования

Позиция	Наименование	Кол-во
1	Усреднитель	1
1.1	Вспучиватель осадка	1
1.2	Насос подачи сточных вод на очистку	2
1.3	Сортоулавливающая решетка	1
1.4	Плавильный датчик шредня (капля из 4 шт.)	1
2	Аэробный стабилизатор шва	1
2.1	Аэратор стабилизатора шва	1
3	Денитрификатор	1
3.1	Плавильтермостат	1
4	Нитрификатор	1
4.1	Тарельчатые аэраторы	12
5	Вторичный отстойник	1
5.1	Флифт возвратного шва	2
5.2	Флифт избыточного шва	1
5.3	Флифт лобовых швов азарки	1
6	Реактор дачности	1
6.1	Гравийный фильтр	1
6.2	Аэратор вспучивания азарки	1
6.3	Флифт осадка реактора дачности	1
7	Реактор осветнения воды	1
7.1	Насос подачи воды в технологический модуль	2
7.2	Плавильный датчик шредня (капля из 4 шт.)	1
8	Расходомер	1
9	Дисковый фильтр	1
10	Установка УФ обеззараживания (УФО)	1
11	Воздуходувка	2

Экспликация трубопроводов

Обознач	Наименование
K1	Иглоная газ-выброс канализация
K1-2	Трубопровод подачи СВ в тех.модуль
K1-3	Трубопровод обводной линии дискового фильтра
K1-4	Трубопровод обводной линии установки обеззараживания
K1-5	Трубопровод обвода осветненной и обеззараженной СВ
A1	Воздуховод

БР 20.03.02.06 - 2023					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Имя	Кол.ч	Лист	Исполн	Подпись	Дата
Разраб.	Самсонова И.А.				
Проб.	Самсонова И.А.				
Н. контр.	Самсонова И.А.				
Зав. кафедр.	Рыженина Л.И.				
Лобор и расчет очистки сооружений коллективного пользования Красноярского края				Листы	Листов
ЛОС для очистки К1 HelyxBIO 100 М 1:50				6	6
				Кафедра ИСЭС	

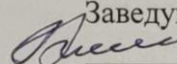
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный
институт

Инженерные системы зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А. И. Матюшенко

подпись инициалы, фамилия

«24» 06 2023 г.


БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»
Направление подготовки

Выбор и расчет очистных сооружений для коттеджного посёлка
Красноярского края

тема


Руководитель

 21.06.23
подпись, дата

канд. тех. наук, доцент
должность, ученая степень


М.Л.Берсенева
инициалы, фамилия

Выпускник

 21.06.23
подпись, дата

Я.А.Семесько
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

 21.06.23
подпись, дата

М.Л.Берсенева
инициалы, фамилия

Красноярск 2023