Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
Кафедра инженерных систем зданий и сооружений

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____Г.В. Сакаш
подпись инициалы, фамилия
«___» _____2016 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
в форме дипломного проекта

Система водоотведения коттеджного поселка

Руководитель _____ Л.В. Приймак
подпись, дата инициалы, фамилия
Выпускник _____ А.В. Кадкин
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Продолжение титульного листа дипломного проекта по теме
Система водоотведения коттеджного посёлка

Консультанты по разделам:

Система водоотведения	_____	Л.В. Приймак
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия
Охрана окружающей среды	_____	Л.В. Приймак
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия
Технология строительных процессов	_____	Л.В. Приймак
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия
Безопасность жизнедеятельности	_____	Е.Ю. Гуменная
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия
Автоматизация	_____	Л.В. Приймак
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия
Технико-экономический расчёт	_____	Т.П. Категорская
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия

Нормоконтролёр _____ Л.В. Приймак

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
Кафедра инженерных систем зданий и сооружений

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____Г.В. Сакаш
подпись инициалы, фамилия
«___» _____2016 г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломного проекта

Студенту Кадкину Андрею Владимировичу
Группа ЗИЭ 10-21К Направление (специальность) 270112.65
«Водоснабжение и Водоотведение»

Тема выпускной квалификационной работы
Система водоотведения коттеджного посёлка

Утверждена приказом по университету № 4950/с от 11.04.2016
Руководитель ВКР: Л.В. Приймак, к.т.н., доцент кафедры ИСЗиС, ИСИ СФУ

Исходные данные для ВКР: генплан коттеджного посёлка (М 1:1000); численность населения коттеджного посёлка 2500 чел., норма водоотведения 210 л/сут·чел; структура коттеджного посёлка: жилые дома (113), общественные здания, сельскохозяйственный комплекс (предприятие по переработке молочной продукции); глубина промерзания 2,6 м; грунты по трассе строительства: суглинок – 2 м; супесь – 2 м; гравийный песок – 2 м; средняя глубина залегания грунтовых вод – 9 м.

Перечень разделов ВКР: 1. Система водоотведения; 2. Охрана окружающей среды; 3. Безопасность жизнедеятельности; 4 Технология и организация строительства трубопровода; 5. Автоматизация; 6. Технико-экономические расчёты

Перечень графического материала: лист 1 Генплан коттеджного посёлка М 1:2000, лист 2 Планы коттеджа (цокольный этаж, план 1-го этажа, план 2-го этажа), Аксонометрическая схема К1; лист 3 Продольный профиль К1, Продольный профиль К2; лист 4 Планы станции (1-й и 2-ой этажи М 1:50), Технологическая схема очистки; лист 5 Компоновка станции очистки ливневых стоков М 1:50, Габаритный чертеж станции М 1:50; лист 6 Схема производства работ при прокладке полиэтиленового трубопровода d = 110 мм, l = 418 м М 1:100; лист 7 Календарный план производства работ. График передвижения рабочей силы, лист 8 Схема управления двумя насосами; лист 9 Технико-экономические показатели

Руководитель ВКР _____ Л.В. Приймак
подпись инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____ А.В. Кадкин
подпись инициалы и фамилия студента

11.03.2016 г.

3 Безопасность жизнедеятельности ……...….. 50
3.1 Техника безопасности и производственная санатория
при эксплуатации сооружений станции водоподготовки ……..…… 50
3.1.1 Производственный шум……..…… 50
3.1.2 Производственная вибрация ……..…… 51
3.1.3 Пониженная температура и повышенная влажность воздуха ……..…. 53
3.1.4 Защита от поражения электрическим током ……..….. 54
3.2 Анализ условий труда при эксплуатации объектов водоотведения …..… 55
3.3 Техника безопасности …….…… 56
3.3.1 Мероприятия, обеспечивающие требования техники безопасности
при эксплуатации оборудования …….…….... 56
3.3.2 Организация обучения и проверка знаний
обслуживающего персонала ……...….. 56
3.4 Обеспечение средствами индивидуальной защиты
работников предприятий водоотведения ……...…….…… 56
3.5 Пожарная безопасность ……..……..…… 57
4 Технология и организация строительства трубопровода ……...…… 59
4.1 Определение объёмов земляных работ
при траншейной прокладке наружного трубопровода …….…….…… 59
4.2 Определение объема земли, подлежащего вывозу в отвал
за пределы строительства …….… 64
4.3 Подбор комплекта машин для траншейной прокладки ……..… 65
4.3.1 Методика подбора экскаватора …….……... 66
4.3.2 Выбор марки средств для транспортирования
избыточного грунта в отвал за пределы строительства ……..… 67
4.3.3 Определение технико-экономических показателей
для окончательного выбора комплекта машин ……..…… 70
4.4 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода,
колодцев и арматуры ……...…..… 73
5 Автоматизация …… 75
5.1 Технико-экономическое обоснование
систем автоматического управления …….…… 75
5.2 Энергосбережение в насосных установках ……...…..…. 76
5.3 Автоматизация работы насосных станций ……..…..... 79
5.4 Характеристика объекта ……..……...… 80
5.5 Автоматизация и технологический контроль ……...…… 80
5.6 Принципиальная схема управления насосными агрегатами ……..…..... 81
6 Технико-экономические расчеты …….… 83
6.1 Расчет капитальных вложений…….……116
6.2 Объектный сметный расчет……..116
6.3 Сводный сметный расчет…….…118
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ……125
ПРИЛОЖЕНИЯ……...……..127

ВВЕДЕНИЕ

Коттеджный посёлок – это элемент жилой инфраструктуры пригородной территории.

Благоустройство коттеджного посёлка – сложнейшая задача, связанная с необходимостью устройства инженерных коммуникаций жилой и общественных зон, а также промышленных предприятий (как правило, пищевой промышленности), организованных на прилегающей территории.

Система водоотведения – это часть инженерной инфраструктуры, которая является необходимым элементом современного благоустройства, играющего важную роль в обеспечении необходимых условий проживания людей.

Система водоотведения представляет собой комплекс инженерных сооружений и устройств, служащих для приема и удаления сточных вод за пределы канализуемой территории для их очистки и обеззараживания.

Субъектами системы водоотведения являются предприятия и организации различных организационно-правовых форм, осуществляющие хозяйственную деятельность по технической эксплуатации и реконструкции системы водоотведения, выполняющие проектирование, строительство и реконструкцию системы водоотведения.

Объектами системы водоотведения могут быть физические и юридические лица, отдельные предприятия, организации и целые муниципальные образования.

Системы водоотведения жилого посёлка – это инженерные коммуникации для благоустройства зданий (жилых, общественных и административных), прокладывание которой необходимо для соблюдения санитарно-гигиенических условий. В ходе проведения комплекса работ по прокладке канализации монтируется оборудование, инженерные сети, необходимые для выведения по трубопроводу за территорию объекта продуктов загрязнения с тем, чтобы затем произвести сброс в предназначенном для этого месте (как правило, в водоем).

Хозяйственно-бытовые водоотводящие сети подразделяются на внутренние и наружные.

Внутренняя канализация – это система трубопроводов, ограниченная наружными поверхностями ограждающих конструкций и выпусками до первого смотрового колодца, обеспечивающая отведение стоков от санитарно-технических приборов в сеть канализации.

Внутренняя сеть предназначена для отвода сточных вод из зданий в наружную систему.

Наружные сети транспортируют сточные воды на очистку или в места сброса.

Наружные канализационные сети, как правило, являются самотёчными, прокладываются с уклоном по ходу движения сточных вод.

В зависимости от способа отведения сточных вод, наружная канализация может быть организована по следующим системам:

- общесплавная – коллекторы принимают и дождевые, и хозяйственно-бытовые стоки;

- раздельная – существуют отдельные коллекторы для принятия дождевых и хозяйственно-бытовых стоков;

- полураздельная – сети раздельно собирают дождевые и хозяйственно-бытовые стоки, доставляя их в общесплавной коллектор.

В общем случае, элементами хозяйственно-бытовой системы водоотведения населённого пункта являются:

– приёмники сточных вод (санитарно-технические устройства, в которые поступает сточная вода);

– трубопроводы (внутренние и наружные сети);

– колодцы (смотровые, поворотные, перепадные и т.д.) предназначены для ревизий и проведения различных эксплуатационных работ в сети, а также для прокладки и обслуживания телекоммуникационных и кабельных сетей. Как правило, снабжены люками с крышками и скобами для спуска в них обслуживающего персонала;

– насосные станции подкачки (при необходимости);

– локальные очистные сооружения (для предварительной очистки в месте образования сточных вод или перед сбросом в централизованную городскую сеть);

– септики (по назначению);

– выпуски в водоприёмники (или городской коллектор).

1 Система водоотведения

1.1 Объекты и нормы водоотведения

Основными объектами водоотведения в посёлке являются: население численностью 2500 человек, административно-общественная зона, а также сельскохозяйственное предприятие.

Расходы сточных вод по каждой группе объектов водоотведения определяются по среднесуточным нормам.

Норма водоотведения – это количество сточных вод, отводимых от объектов водоотведения в единицу времени. При выборе норм водопотребления учитываются местные условия (степень благоустройства, этажность застройки, климат).

Согласно СП 31.13330.2012 (п. п. 5.1.1-5.1.2) при проектировании систем канализации населенных пунктов расчетное удельное среднесуточное (за год) водоотведение бытовых сточных вод от жилых зданий следует принимать равным расчетному удельному среднесуточному (за год) водопотреблению согласно СП 31.13330.2012 без учета расхода воды на полив территорий и зеленых насаждений.

Удельное водоотведение для определения расчетных расходов сточных вод от отдельных жилых и общественных зданий при необходимости учета сосредоточенных расходов следует принимать согласно СП 30.13330.2012.

Расчетное удельное среднесуточное водоотведение для жилой застройки с централизованной внутренней канализацией и горячим водоснабжением принята 210 л/сут на одного жителя, а нормы водоотведения для других объектов инфраструктуры приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Нормы водоотведения объектов поселка

Наименование объект	Количество потребителей	Норма водоотведения *q*, л/сут
1 Общеобразовательная школа	350	10
2 Детский сад	40	75
3 Поликлиника	20	15
4 Аптека	2	16
5 Административное здание	10	16
6 Администрация поселка	5	16
7 Библиотека	10	10
8 Дом культуры	15	10
9 Магазины (3)	2	250
10 Столовая	12	12
11 Крытый рынок	20	250
12 Почта	2	15
13 Сберкасса	8	15
14 Банно-прачечный комплекс	6	75
15 Административно-бытовой комплекс	5	16

Окончание таблицы 1.1

Наименование объект	Количество потребителей	Норма водоотведения *q*, л/сут
16 Гостиница	30	230
17 Парикмахерская	4	60
20 Предприятие по переработке молока	250	80

1.2 Выбор системы и схемы водоотведения

Система водоотведения коттеджного посёлка предназначена для обеспечения населения комфортными условиями проживания.

Схемой канализации называют технически и экономически обоснованное проектное решение размещения основных элементов принятой системы канализации с учетом местных условий и перспектив развития объекта канализации.

Схема канализационной сети населенных мест зависит от рельефа местности, грунтовых условий, места расположения очистных сооружений, разновидностей загрязненных вод, а также планировочных факторов.

Систему и схему канализации выбирают как комплекс инженерных сооружений для надежного и длительного обслуживания жилых и общественных зданий.

Водоотведение поселка осуществляется по полной раздельной системе. Схема канализации поселка: сточные воды верхней зоны поступают самотеком в главный коллектор, сточные воды нижней застройки перекачиваются насосной станцией.

Хозяйственно-бытовые сточные воды поселка подаются на модульно-блочную станцию по очистке, после полной биологической очистки сточные воды сбрасываются в районную канализационную сеть.

Поверхностные сточные воды с площади водосбора по коллекторам транспортируются на площадку очистных сооружений и поступают самотеком в железобетонный аккумулирующий резервуар-накопитель для предварительной очистки. После очистки отводятся в водоём.

1.3 Трассировка хозяйственно-бытовой водоотводящей сети

Трассировка водоотводящих сетей коттеджного посёлка выполнена в зависимости от рельефа населённого пункта таким образом, чтобы от всех объектов водоотведения собрать сточные воды с экономически целесообразной прокладкой канализационных труб и коллекторов.

Главная канализационная насосная станция (ГКНС) размещена в нижней точке поселка, так, чтобы все канализационные стоки поступали в неё самотеч-

но. Затем они перекачиваются на модульно-блочную станцию очистки для последующего сброса в районную канализационную сеть.

1.4 Расчет внутренней системы водоотведения коттеджа

На аксонометрической схеме внутренней системы водоотведения обозначены расчетные точки в местах изменения расхода сточных вод.

Максимальный секундный расход сточных вод на участках внутренней системы водоотведения определяется по методике, изложенной в СНиП 2.04.01-85*.

Согласно СНиП 2.04.01-85* (п. 3.5) максимальный секундный расход сточных вод определять при $q^{tot} < 8$ л/с, по формуле

$$q^s = q^{tot} + q_o^s, \text{ л/с} \qquad (1.1)$$

где q_o^s – расход стоков от прибора, расположенного на данном участке сети, л/с.

В других случаях $q^s = q^{tot}$.

Максимальный общий секундный расход сточных вод на участке внутренней системы водоотведения определяется по формуле

$$q^s = 5 \cdot q_0^{tot} \cdot \alpha_{hr} + q_0^s, \text{ л/с} \qquad (1.2)$$

где q_o^{tot} – общий секундный расход воды прибором, л/с;

α_{hr} – коэффициент, определяемый в зависимости от общего числа приборов N, обслуживаемых проектируемой системой, и вероятности их использования P_{hr};

q_o^s – расход стоков от санитарно-технического прибора, л/с.

Согласно СНиП (п. 3.4) вероятность действия санитарно-технических приборов на участках сети при одинаковых водопотребителях в здании (зданиях) или сооружении (сооружениях) без учета изменения соотношения U/N определяется по формуле:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_o^{tot} \cdot N \cdot 3600}, \qquad (1.3)$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ – максимальный часовой расход сточных вод, 15,6 л/ч;

U – количество жителей (водопотребителей), чел;

N – число санитарно-технических приборов, шт.

Гидравлический расчет канализационных трубопроводов производится при условии:

$$V\sqrt{\frac{H}{d}} \geq K, \qquad (1.4)$$

При этом скорость движения сточных вод должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение трубопроводов не менее 0,3.

В проекте для внутренней системы водоотведения приняты полиэтиленовые трубы «Ostendorf» диаметром 100 мм.

Для исключения засоров сетей уклоны трубопроводов приняты максимальные. Уклон бытовой канализации составляет 0,03. На стояках предусматривается установка ревизии на 1 и 2 этаже.

Результаты гидравлического расчета внутренней системы водоотведения коттеджа сводятся в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Гидравлический расчет внутренней водоотводящей сети коттеджа

№ участка	Длина участка l, м	Число приборов N, шт.	Максимальный часовой расход $q_{hr,u}^{tot}$ л/ч	Расход воды от прибора q_0, л/с	Количество человек U, чел.	Вероятность действия приборов P	PN	Коэффициент α	Общий секундный расход воды прибором q^{tot}, л/с	Расход стоков от санитарно-технического прибора q_0^s, л/с	Общий расход сточных вод q^s	Диаметр d, мм	Наполнение h/d	Скорость V, м/с	Уклон i
Ст. К1-1															
1-2	0,5	1	15,6	0,25	8	0,139	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
2-3	0,7	2	15,6	0,25	8	0,069	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
3-4	2,67	2	15,6	0,25	8	0,069	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
4-5	0,6	4	15,6	0,25	8	0,035	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
5-6	1,04	5	15,6	0,25	8	0,028	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
6-7	1,5	1	15,6	0,25	8	0,139	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
7-8	3,8	6	15,6	0,25	8	0,023	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
8-9	1,6	12	15,6	0,25	8	0,012	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
9-10	1,66	15	15,6	0,25	8	0,009	0,139	0,389	0,486	1,4	2,723	100	0,4	0,96	0,03
Ст. К1-2 и выпуск															
10-11	0,9	15	15,6	0,25	8	0,009	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
11-12	6,11	15	15,6	0,25	8	0,009	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
13-14	0,5	1	15,6	0,25	8	0,139	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
14-15	1,64	2	15,6	0,25	8	0,069	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
15-16	0,75	3	15,6	0,25	8	0,046	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
16-17	0,66	4	15,6	0,25	8	0,035	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
17-18	1,665	5	15,6	0,25	8	0,028	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
18-19	1,6	5	15,6	0,25	8	0,028	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
19-20	2,9	6	15,6	0,25	8	0,023	0,139	0,389	0,486	0,3	0,5835	50	0,45	0,83	0,05
20-12	0,7	6	15,6	0,25	8	0,023	0,139	0,389	0,486	0,8	1,556	100	0,3	0,83	0,03
12-КК2	4,1	21	15,6	0,25	8	0,007	0,139	0,389	0,486	1,4	2,723	100	0,4	0,96	0,03

1.5 Расчет расходов сточных вод от объектов водоотведения

Системы наружной хозяйственно-бытовой водоотводящей сети должны обеспечивать отведение сточных вод от внутренних систем.

Ввиду малых расходов, расчет хозяйственно-бытовой водоотводящей сети коттеджного посёлка выполнен по методике СНиП 2.04.01-85*.

Расходы хозяйственно-бытовых сточных вод, поступающих от внутренних систем в выпуски определены с учётом расчетного числа установленных санитарно-технических приборов.

Вероятность действия приёмников сточных вод определяется в зависимости от назначения здания:

Для жилых домов: $P = \frac{15,6 \cdot 8}{3600 \cdot 0,2 \cdot 21} = 0,009$

Для больницы: $P_{больницы} = \frac{12 \cdot 100}{3600 \cdot 0,3 \cdot 85} = 0,0131$

Для администрации поселка: $P_{адм.здан.} = \frac{4 \cdot 15}{3600 \cdot 0,14 \cdot 12} = 0,009$

Для общеобразовательной школы: $P_{школа} = \frac{3,1 \cdot 192}{3600 \cdot 0,14 \cdot 63} = 0,018$

Детский сад: $P_{сад} = \frac{18 \cdot 40}{3600 \cdot 0,2 \cdot 9} = 0,112$

Для здания административного здания: $P_{адм.здан.} = \frac{4 \cdot 15}{3600 \cdot 0,14 \cdot 12} = 0,009$

Для здания администрации: $P_{адм.здан.} = \frac{4 \cdot 15}{3600 \cdot 0,14 \cdot 12} = 0,009$

Для магазинов: $P_{магазин.} = \frac{37 \cdot 3}{3600 \cdot 0,3 \cdot 2} = 0,051$

Для крытого рынка: $P_{рынок.} = \frac{37 \cdot 30}{3600 \cdot 0,3 \cdot 12} = 0,085$

Для аптеки: $P_{аптека.} = \frac{4 \cdot 4}{3600 \cdot 0,14 \cdot 2} = 0,015$

Для дома культуры: $P_{\text{дом культуры.}} = \frac{0,9 \cdot 150}{3600 \cdot 0,14 \cdot 14} = 0,019$

Для административно-коммунального комплекса:

$$P_{\text{адм.комп.}} = \frac{4 \cdot 15}{3600 \cdot 0,14 \cdot 12} = 0,009$$

Для библиотеки: $P_{\text{библ.}} = \frac{3,1 \cdot 3}{3600 \cdot 0,14 \cdot 5} = 0,0036$

Для столовой: $P_{\text{стол.}} = \frac{12 \cdot 12}{3600 \cdot 0,2 \cdot 14} = 0,014$

Для почты: $P_{\text{почта.}} = \frac{4 \cdot 15}{3600 \cdot 0,14 \cdot 12} = 0,009$

Для сберкассы: $P_{\text{сберкасса}} = \frac{4 \cdot 15}{3600 \cdot 0,14 \cdot 12} = 0,009$

Для прачечной: $P_{\text{прач.}} = \frac{75 \cdot 10}{3600 \cdot 0,2 \cdot 12} = 0,086$

Для гостиницы: $P_{\text{гост.}} = \frac{28 \cdot 50}{3600 \cdot 0,2 \cdot 150} = 0,013$

Для парикмахерской: $P_{\text{почта.}} = \frac{9 \cdot 5}{3600 \cdot 0,1 \cdot 6} = 0,021$

Расчеты расходов сведены в таблицу 1.3.

Таблица 1.3 – Максимальные секундные расходы сточных вод от выпусков

№ выпуска	Количество приборов N, шт.	Число жителей U, чел.	Норма расхода воды потребителем $q_{hr,u}$, л/с	Расход сточных вод санитарно-техническим прибором q_0, л/с	Вероятность действия, P	$N \cdot P$	α	Общий максимальный расход q, л/с	Расход стоков от с/т прибора, q_{s0}, л/с	Максимальный секундный расход сточных вод $q_{s\ max}$, л/с
1-КК1-65	16	24	3,1	0,14	0,01	0,15	0,399	0,28	1,60	1,88
2-КК1-64	16	32	4,0	0,14	0,02	0,25	0,493	0,35	1,60	1,95
3-КК1-72	6	4	4,0	0,14	0,01	0,03	0,237	0,17	1,60	1,77
4-КК1- 73	12	20	9,5	0,30	0,01	0,18	0,43	0,645	1,60	2,25
5-КК1-64	16	24	4,0	0,14	0,01	0,19	0,439	0,31	1,60	1,91
6-КК1-66	12	20	12,0	0,30	0,02	0,22	0,467	0,70	1,60	2,30
7-КК1-67	6	4	4,0	0,14	0,01	0,03	0,237	0,17	1,60	1,77
8-КК1-68	6	4	4,0	0,14	0,01	0,03	0,237	0,17	1,60	1,77
9-КК1-75	16	24	2,6	0,20	0,01	0,09	0,331	0,33	1,60	1,93
10-КК1- 69	24	20	12,5	0,30	0,01	0,23	0,476	0,71	1,60	2,31
11-КК1-69	16	24	4,0	0,14	0,01	0,19	0,439	0,31	1,60	1,91
12-КК1-71	4	4	9,0	0,14	0,02	0,07	0,304	0,21	1,60	1,81
13-КК1-70	6	6	4	0,30	0,004	0,02	0,215	0,3225	1,60	1,92
14-КК1-70	8	6	37,0	0,30	0,03	0,21	1,290	1,94	1,60	3,54
14-КК1-74	8	6	37,0	0,30	0,03	0,21	1,290	1,94	1,60	3,54
15-КК1-71	16	12	40,0	0,30	0,03	0,44	0,638	0,96	1,60	2,56
16-КК1-77	16	16	37,0	0,30	0,03	0,55	0,717	1,08	1,60	2,68
17-КК1-76	6	4	4,0	0,14	0,01	0,03	0,237	0,17	1,60	1,77
18-КК1-43	24	16	9,0	0,20	0,01	0,20	0,449	0,45	1,60	2,05
От коттеджей	6	4	15,6	0,30	0,01	0,06	0,289	0,43	1,60	2,03

Определение расходов сточных вод на участках сети начинаем с определения попутных, боковых и транзитных расходов.

Попутным считается расход воды, который собирается по ходу трубопровода.

Боковым считается расход, поступающий из бокового участка относительно данного.

Транзитным считается расход, поступающий из предыдущего участка по прямой.

Для участков водоотводящей сети определяем расчетные расходы по формуле:

$$q_{расч} = q_{поп} + q_{бок} + q_{транз}\text{, л/с} \quad (1.5)$$

где $q_{поп}$– попутный расход сточной воды, л/с;

$q_{бок}$ – боковой расход сточной воды, л/с;

$q_{транз}$ – транзитный расход сточной воды, л/с.

Общий максимальный коэффициент неравномерности притока сточных вод принят по таблице 1 [1], в зависимости от расчетного расхода сточной воды.

Максимальный расход на данных участках рассчитываем по формуле

$$q_{max} = q_{расч} \cdot K_{gen,max} + q_{соср}\text{, л/с} \quad (1.6)$$

где $q_{расч}$ – расчетный расход сточной воды, л/с;

$K_{gen.max}$ – общий максимальный коэффициент неравномерности притока сточных вод;

$q_{соср}$– расход сточных вод от общественных зданий, л/с.

Выполненный расчет сточных вод представлен в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Расчет расходов сточных вод на участках водоотводящей сети

№ участка	Расходы л/с				Общий максимальный коэффициент притока сточных вод $K_{gen\ max}$	Максимальный расход на участке q_{max}, л/с
	$q_{попут}$	$q_{бок}$	$q_{тран.}$	$q_{общий}$		
КК1-1-КК1-78	2,03	0	0	2,03	2,5	5,08
КК1-2-КК1-78	2,03	0	0	2,03	2,5	5,08
КК1-78-КК1-79	0	2,03	2,03	4,06	2,5	10,15
КК179-КК1-80	0	0	4,06	4,06	2,5	10,15
КК1-3-КК1-4	2,03	0	0	2,03	2,5	5,08
КК1-4-КК1-5	2,03	0	2,03	4,06	2,5	10,15
КК1-5-КК1-6	2,03	0	4,06	6,09	2,5	15,23
КК1-6-КК1-80	2,03	0	6,09	8,12	2,5	20,30

Продолжение таблицы 1.4

№ участка	Расходы л/с				Общий максимальный коэффициент притока сточных вод $K_{gen\ max}$	Максимальный расход на участке q_{max}, л/с
	$q_{попут}$	$q_{бок}$	$q_{тран.}$	$q_{общий}$		
КК1-80-КК1-28	0	4,06	8,12	12,18	2,1	25,58
КК1-28-КК1-29	2,03	0	12,18	14,21	2,1	29,84
КК1-29-КК1-30	2,03	0	14,21	16,24	2,1	34,10
КК1-30-КК1-31	2,03	0	16,24	18,27	2,1	38,37
КК1-31-КК1-81	0	0	18,27	18,27	2,1	38,37
КК1-71-КК1-70	4,37	0	0	4,37	2,5	10,93
КК1-70 -КК1-69	5,46	0	4,37	9,83	2,5	24,58
КК1-69 -КК1-68	4,22	0	9,83	14,05	2,1	29,51
КК1-68 -КК1-67	1,77	0	14,05	15,82	2,1	33,22
КК1-67-КК1-66	1,77	0	15,82	17,59	2,1	36,94
КК1-66-КК1-65	2,3	0	17,59	19,89	2,1	41,77
КК1-65-КК1-64	1,88	0	19,89	21,77	1,9	41,36
КК1-64-КК1-84	1,95	0	21,77	23,72	1,9	45,07
КК1-84-КК1-81	0	0	23,72	23,72	1,9	45,07
КК1-77-КК1-76	2,68	0	0	2,68	2,5	6,70
КК1-76-КК1-75	1,77	0	2,68	4,45	2,5	11,13
КК1-75-КК1-74	1,93	0	4,45	6,38	2,5	15,95
КК1-74-КК1-73	3,54	0	6,38	9,92	2,5	24,80
КК1-73-КК1-72	2,25	0	9,92	12,17	2,1	25,56
КК1-72-КК1-83	1,77	0	12,7	14,47	2,1	30,39
КК1-83-КК1-82	0	0	14,47	14,47	2,1	30,39
КК1-81-КК1-32	0	23,72	18,27	41,99	1,9	79,78
КК1-32-КК1-33	2,03	0	41,99	44,02	1,9	83,64
КК1-33-КК1-34	2,03	0	44,02	46,05	1,9	87,50
КК1-34-КК1-82	2,03	0	46,05	48,08	1,9	91,35
КК1-82-КК1-88	0	48,08	14,47	62,55	1,7	106,34
КК1-13-КК1-12	2,03	0	0	2,03	2,5	5,08
КК1-12- КК1-85	2,03	0	2,03	4,06	2,5	10,15
КК1-85-КК1-7	0	4,06	0	4,06	2,5	10,15
КК1-7-КК1-8	2,03	0	4,06	6,09	2,5	15,23
КК1-8-КК1-9	2,03	0	6,09	8,12	2,5	20,30
КК1-9-КК1-10	4,06	0	8,12	12,18	2,1	25,58
КК1-10-КК1-11	4,06	0	12,18	16,24	2,1	34,10
КК1-11- КК1-86	4,06	0	16,24	20,3	1,9	38,57
КК1-86-КК1-35	0	0	20,3	20,3	1,9	38,57
КК1-35-КК1-36	4,06	0	20,3	24,36	1,9	46,28

Продолжение таблицы 1.4

№ участка	Расходы л/с				Общий максимальный коэффициент притока сточных вод $K_{gen\ max}$	Максимальный расход на участке q_{max}, л/с
	$q_{попут}$	$q_{бок}$	$q_{тран.}$	$q_{общий}$		
КК1-36-КК1-37	4,06	0	24,36	28,42	1,9	54,00
КК1-37-КК1-38	4,06	0	28,42	32,48	1,9	61,71
КК1-38- КК1-87	4,06	0	32,48	36,54	1,9	69,43
КК1-87-КК1-39	0	0	36,54	36,54	1,9	69,43
КК1-39-КК1-40	4,06	0	36,54	40,6	1,9	77,14
КК1-40-КК1-41	4,06	0	40,6	44,66	1,9	84,85
КК1-41- КК1-88	4,06	0	44,66	48,72	1,9	92,57
КК1-88- КК1-92	0	48,72	62,55	111,27	1,6	178,03
КК1-88-КК1-19	2,03	0	0	2,03	2,5	5,08
КК1-19-КК1-18	2,03	0	2,03	4,06	2,5	10,15
КК1-18- КК1-89	2,03	0	4,06	6,09	2,5	15,23
КК1-89-КК1-14	0	6,09	0	6,09	2,5	15,23
КК1-14-КК1-15	4,06	0	6,09	10,15	2,1	21,32
КК1-15-КК1-16	4,06	0	10,15	14,21	2,1	29,84
КК1-16-КК1-17	4,06	0	14,21	18,27	2,1	38,37
КК1-17- КК1-90	4,06	0	18,27	22,33	1,9	42,43
КК1-90-КК1-42	0	0	22,33	22,33	1,9	42,43
КК1-42-КК1-43	2,03	0	22,33	24,36	1,9	46,28
КК1-43-КК1-44	4,08	0	24,36	28,44	1,9	54,04
КК1-44-КК1-45	2,03	0	28,44	30,47	1,9	57,89
КК1-45-КК1-46	2,03	0	30,47	32,5	1,9	61,75
КК1-46- КК1-91	2,03	0	32,5	34,53	1,9	65,61
КК1-91-КК1-47	0	0	34,53	34,53	1,9	65,61
КК1-47-КК1-48	2,03	0	34,53	36,56	1,9	69,46
КК1-48-КК1-49	2,03	0	36,56	38,59	1,9	73,32
КК1-49-КК1-50	4,06	0	38,59	42,65	1,9	81,04
КК1-50- КК1-92	4,06	0	42,65	46,71	1,9	88,75
КК1-92- КК1-93	0	46,71	111,27	157,98	1,6	252,77
КК1-51-КК1-52	2,03	0	0	2,03	2,5	5,08
КК1-52-КК1-53	2,03	0	2,03	4,06	2,5	10,15
КК1-53-КК1-54	2,03	0	4,06	6,09	2,5	15,23
КК1-54- КК1-93	2,03	0	6,09	8,12	2,5	20,30
КК1-93- КК1-96	0	8,12	157,98	166,1	1,6	265,76
КК1-21-КК1-22	4,06	0	0	4,06	2,5	10,15
КК1-22-КК1-23	4,06	0	4,06	8,12	2,5	20,30
КК1-23-КК1-24	4,06	0	8,12	12,18	2,1	25,58

Окончание таблицы 1.4

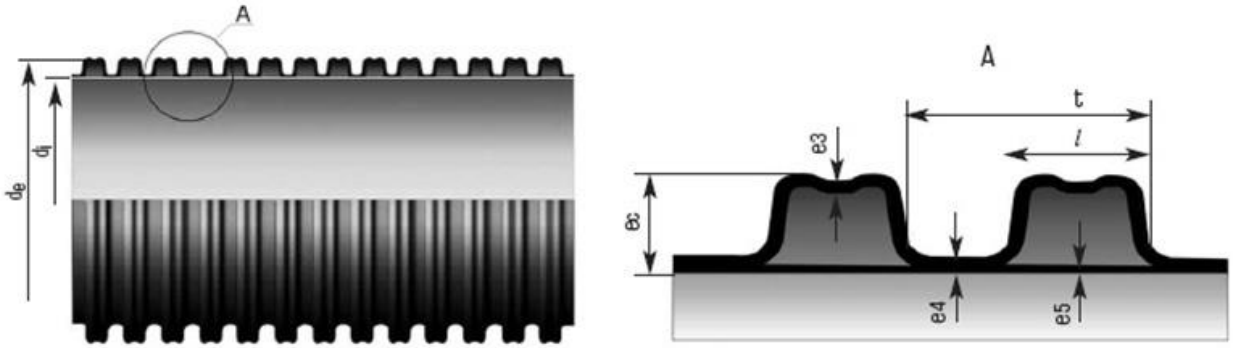
№ участка	Расходы л/с				Общий максимальный коэффициент притока сточных вод $K_{gen\ max}$	Максимальный расход на участке q_{max}, л/с
	$q_{попут}$	$q_{бок}$	$q_{тран.}$	$q_{общий}$		
КК1-24- КК1-94	6,09	0	12,18	18,27	2,1	38,37
КК1-94-КК1-55	0	0	18,27	18,27	2,1	38,37
КК1-55- КК1-95	2,03	0	18,27	20,3	1,9	38,57
КК1-95-КК1-56	0	0	20,3	20,3	1,9	38,57
КК1-56-КК1-57	4,06	0	20,3	24,36	1,9	46,28
КК1-57-КК1-58	4,06	0	24,36	28,42	1,9	54,00
КК1-58-КК1-59	2,03	0	28,42	30,45	1,9	57,86
КК1-59- КК1-96	4,06	0	30,45	34,51	1,9	65,57
КК1-96- КК1-99	0	34,51	166,1	200,61	1,6	320,98
КК1-25-КК1-26	2,03	0	0	2,03	2,5	5,08
КК1-26-КК1-27	2,03	0	2,03	4,06	2,5	10,15
КК1-27- КК1-97	2,03	0	4,06	6,09	2,5	15,23
КК1-97-КК1-60	0	0	6,09	6,09	2,5	15,23
КК1-60- КК1-98	2,03	0	6,09	8,12	2,5	20,30
КК1-98-КК1-61	0	0	8,12	8,12	2,5	20,30
КК1-61-КК1-62	2,03	0	8,12	10,15	2,1	21,32
КК1-62-КК1-63	2,03	0	10,15	12,18	2,1	25,58
КК1-63- КК1-99	2,03	0	12,18	14,21	2,1	29,84
КК1-99-ГКНС	0	14,21	200,61	214,82	1,6	343,71

1.6 Выбор материала труб

В настоящее время канализационные трубы ПВХ всё более вытесняют чугунные трубы, поскольку они обладают более длительным сроком службы и низкой стоимостью.

Для устройства хозяйственно бытовой водоотводящей сети приняты полиэтиленовые гофрированные трубы с двухслойной стенкой «Корсис». Трубы соответствуют ГОСТ Р 54475-2011 и изготавливаются согласно ТУ 2248-001-73011750-2013 и ТУ 2248-031-73011750-2014 (таблица 1.4).

Полиэтиленовая гофрированная труба, полученная методом со-экструзии, представляет собой двухслойную трубу с двойной стенкой. Она имеет гофрированную поверхность снаружи и гладкую, ровную – внутри (рисунок 1.1).



d_e – наружный диаметр; d_i – внутренний диаметр; e_c – высота гофра; e_3 – толщина стенки гофра; e_4 – толщина стенки; e_5 – толщина стенки внутреннего слоя; t – шаг гофра; l – ширина выступа гофра

Рисунок 1.1 – Конструкция трубы «Корсис»

Снаружи труба имеет черный цвет для обеспечения светостабилизационных свойств, а также гофрированный профиль для достаточной кольцевой жесткости (SN4, SN8, SN10, N16). Внутри трубы поверхность гладкая и ровная белого, голубого, желтого или зеленого цвета (что облегчает телеинспекцию труб) для свободного протекания жидких сливных масс, которые не будут образовывать засоры.

Геометрическая форма двухслойного профиля обеспечивает высокую сопротивляемость деформации. Гофрированные трубы «Корсис» выпускаются двух типов, которые отличаются по классу (SN) кольцевой жесткости, что дает возможность их использования при подземной укладке на разных глубинах.

Исходя из практики производства и применения труб «Корсис» в настоящее время выпускают следующие классы номинальной кольцевой жесткости: SN 6 и SN 8 (таблица 1.5). Также выпускаются трубы «Корсис Про» с кольцевой жесткостью SN 16. Стандартная длина труб – 6 и 12 м, с приваренным раструбом на трубах 315-1200 мм.

Таблица 1.5 – Типоразмеры гофрированных труб «Корсис»

Номинальный размер трубопровода / внутренний диаметр (DN/OD) / d_i, мм	Номинальный наружный диаметр d_n, мм	Внутренний диаметр d_i, мм	Высота гофра e_c, мм	Толщина стенки гофра e_3 (не менее для номинальной кольцевой жесткости), мм		Толщина стенки внутреннего слоя e_5 (не менее), мм		Толщина стенки e_4 (не менее), мм	Шаг гофра t, мм	Ширина выступа гофра l, мм
				SN6	SN8	SN6	SN8			
110/91	110	91	8,7	0,45	0,5	0,55	0,8	1,0	12,6	8,6
160/139	160	139	10,0	0,6	0,7	0,7	0,8	1,0	12,6	9
200/176	200	176	13,0	0,6	0,7	1,1		1,4	16,5	12
250/216	250	216	15,0	0,7	0,8	1,4		1,7	37	23
315/271	315	271	21,0	0,9	1,2	1,6		1,9	42	27
400/343	400	343	26,0	1,2	1,5	2,0		2,3	49	30
500/427	500	427	33,0	1,4	1,7	2,8		2,8	58	38
630/535	630	535	45,0	1,6	1,9	3,3		3,3	75	47
800/687	800	687	55,0	1,7	2,1	4,1		4,1	89	56
1000/851	1000	851	71,0	2,0	2,4	5,0		5,0	98	60
1200/1030	1200	1030	79,0	2,2	2,6	5,0		5,0	110	80

Трубы «Корсис» различных классов кольцевой жесткости различаются толщиной внешней гофрированной стенки. Используемое оборудование обеспечивает постоянную величину внутреннего и наружного диаметров, что позволяет производить гидравлические расчеты без учета различных классов кольцевой жесткости и обеспечивает стабильное соединение с использованием стандартных муфт для труб всех классов жесткости.

Возможный монтаж гофрированных труб: соединительная муфта и уплотнительное кольцо и сварка встык.

Внешняя стенка двухслойной трубы «Корсис» черного цвета гарантирует высокую стойкость к воздействию ультрафиолета; внутренняя стенка белого цвета облегчает визуальную диагностику магистрали.

Полиэтиленовые трубы «Корсис» выпускаются отрезками стандартной длиной 6 или 12 метров.

Выбор материала труб для водоотводящих сетей должен быть основанный на оценке технических характеристик различных материалов, а также их надежности в различных условиях эксплуатации.

Требования, обычно предъявляемые к канализационным трубам, для устройства водоотводящих безнапорных сетей следующие:

- хорошие длительно обеспечиваемые гидравлические характеристики;
- устойчивость к внешним нагрузкам;
- долговременная герметичность соединений;
- оптимальная коррозионная и химическая стойкость;
- высокая стойкость к истиранию;
- низкая зарастаемость различными типами отложений;
- простой, быстрый монтаж;
- конкурентоспособная цена по сравнению с другими материалами.

Полиэтиленовая гофрированная труба «Корсис» полностью отвечают этим требованиям:

1. Трубы канализационные полиэтиленовые «Корсис» изготавливаются из полиэтилена – полимера, характеризующегося высокой ударопрочностью даже при низких температурах, высокой химической стойкостью, лучшим сопротивлением истиранию по сравнению с многими другими материалами, используемых при производстве изделий;

2. Имеют высокую кольцевую жесткость – как за счет оптимальной конструкции, так и вследствие применения специальных марок полиэтилена;

3. Легко монтируются: соединяются с помощью муфты и уплотнительного кольца (резиновой прокладки) или путем стыковой сварки. Резиновая прокладка помещается внутрь гофры, что позволяет предотвратить ее смещение во время монтажа. Благодаря своему особому профилю резиновая прокладка полностью обеспечивает герметичность водопровода;

4. В высшей степени универсальны благодаря возможности использования широкого ассортимента фитингов, колодцев (подробнее: колодцы ливне-

вые, колодцы лотковые, колодцы перепадные и сборные колодцы) и соединения с любым из существующих типов или материалов;

5. Благодаря малому весу трубы «Корсис» легко хранить, транспортировать, монтировать;

6. Отличаются длительным сроком службы при низкой стоимости эксплуатации;

7. Обладают превосходным соотношением «цена-качество».

При проектировании водоотводящих систем с использованием полиэтиленовых труб для канализации первостепенное значение придается вопросам окончательной стоимости (под которой понимают совокупную стоимость материала, прокладки и эксплуатации) и долговечности при условии правильного обслуживания столь сложных инженерных сооружений.

Разработчик проекта, заказчик, подрядчик, служба эксплуатации должны оптимизировать все аспекты, компоненты системы: схему трассы, выбор материала, определение методов, технологии монтажа, режим эксплуатации.

При проектировании подземных самотечных систем канализации, используя двухслойные гофрированные трубы «Корсис» следует руководствоваться:

– СНиП 3.05.04-85 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации [15],

– СП 40-102-2000 Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования, а также техническим описанием и руководством по монтажу [19],

– ТР 170-05. Технические рекомендации на проектирование и строительство подземных сетей водоотведения из безнапорных полиэтиленовых труб с двухслойной стенкой [20],

– ГОСТ Р 54475-2011 Трубы полимерные со структурированной стенкой и фасонные части к ним для систем наружной канализации. Технические условия [21],

– ТУ 2248-001-73011750-2013 Двухслойные профилированные трубы для безнапорных трубопроводов КОРСИС ПРО SN16 [22],

– ТУ 2248-031-73011750-2014 Двухслойные профилированные трубы для безнапорных трубопроводов КОРСИС SN10 [23].

Рекомендуемая скорость потока: 0,7-4 м/с – хозяйственно-бытовые сточные воды, 0,7-7 м/с – поверхностные сточные воды.

Трубы гофрированные «Корсис» используются при подземной прокладке на глубине до 15 м. При этом минимальная глубина заложения должна составлять не менее 1 м.

Правильный подбор материала при засыпке траншеи очень важен: его гранулометрический состав должен быть таким, чтобы засыпной материал легко заполнял впадины гофра, т.е. чтобы размер частиц не превосходил ширину профиля.

Соединение при помощи сварки встык проводится при использовании те же стыковых сварочных машин, технике проведения работ, что и при сварке обычных полиэтиленовых труб. Режим сварки (время, давление и температура) устанавливаются исходя из толщины свариваемых стенок.

Возможно также соединение с помощью соединительной муфты и уплотнительного кольца. Уплотнительное кольцо устанавливается в паз первого (диаметр 250-1200 мм) или второго (диаметр 110-200 мм) рифления.

1.7 Гидравлический и геодезический расчеты участков водоотводящей сети

Целью гидравлического расчета водоотводящих сетей посёлка является определение диаметров и уклонов трубопровода на участках сети. Выбранные диаметры и уклоны труб должны обеспечивать отведение расчетных расходов сточных вод при допустимых скоростях и наполнениях в соответствии со СП 32.13330.2012.

В графу 1 таблицы 1.2 внесены номера участков от диктующей точки до главного коллектора и до главной канализационной насосной станции.

В графе 2 – длины рассчитываемого участка по генплану.

В графу 3 – максимальный расчетный расход сточных вод на участке q_{max} из таблицы 1.3.

Графы 4, 5, 6 и 7 заполняются по таблицам Лукиных по максимальному расходу сточных вод. При этом диаметр сети должен быть не менее 150 мм.

Расчетная скорость движения сточных вод должна постепенно нарастать.

Слой воды в трубе определяем по формуле

$$H = \frac{h}{d} \cdot d, \text{ м}, \tag{1.7}$$

где d – диаметр трубопровода, мм;

$\frac{h}{d}$ – наполнение трубы.

Падение на участке сети определено по формуле

$$\Delta h = i \cdot l, \text{ м}, \tag{1.8}$$

где i – гидравлический уклон трубопровода;

l – длина участка сети, м.

Соединения участков принято «по шелыге». Значения отметок зависят от диаметра труб, уклона, рельефа поверхности земли, максимальной глубины заложения и наполнения.

Отметки поверхности земли определили из генплана населенного пункта при помощи изолиний.

Отметки поверхности воды в начале и конце участка определены по сумме отметок лотка в начале и конце участка и слоя воды в трубе:

$$Z_B^H = Z_Л^H + h, \text{ м}, \quad (1.9)$$

$$Z_B^K = Z_Л^K + h, \text{ м} \quad (1.10)$$

где h – слой воды в трубе, м.

Геодезический расчет сети произведен с целью определения отметок лотков, поверхности воды и глубины заложения трубопроводов. Приняли соединение труб различных диаметров в колодцах по шелыгам (верхним образующим труб).

Отметки лотка трубы определяем по формулам

$$Z_л^н = Z_{п.з}^н - H_{нач}, \text{ м}, \quad (1.11)$$

где $H_{нач}$ – начальная глубина заложения трубы, м

$$Z_л^к = Z_л^н - \Delta h, \text{ м}, \quad (1.12)$$

где Δh – падение на участке сети, м.

Глубина заложения трубы равна разнице отметок земли и лотка соответственно начала и конца трубы.

Правила подбора основных характеристик движения сточных вод:

1) подбор осуществляется по расходу;
2) существует диапазон оптимальных значений наполнения (для диаметров 150-250 мм – от 0,3 до 0,6).
3) скорость движения сточной жидкости по трубам при увеличении расходов должна возрастать.
4) скорость в боковых присоединениях должна быть меньше, чем в основном коллекторе.

Если глубина заложения коллектора превышает 7-8 м, надо проектировать насосную станцию подкачки стоков.

Гидравлический и геодезический расчеты участков хозяйственно-бытовой водоотводящей сети К1 приведен в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Гидравлический и геодезический расчеты хозяйственно-бытовой водоотводящей сети поселка

№ участка	Длина участка l, м	Расход на участке q_{max}, л/с	Диаметр D, мм	Уклон i	Скорость V, м/с	Наполнение		Падение на участке сети Δh	Геодезические отметки, м				Глубина заложения, м	
						h/d	слой воды h, м		поверхность земли, $Z_{п.з.}$		лотка трубы, $Z_л$		начало	конец
									начало	конец	начало	конец		
КК1-1- КК1-78	7	5,08	150	0,008	0,68	0,44	0,06	0,07	295,91	295,83	293,51	293,45	2,4	2,65
КК1-2- КК1-78	35	5,08	150	0,008	0,68	0,44	0,28	0,07	296,1	295,83	293,45	293,17	2,65	2,66
КК1-78- КК1-79	96	10,15	150	0,009	0,84	0,64	0,86	0,10	295,83	294,84	293,17	292,31	2,66	2,53
КК1-79- КК1-80	35	10,15	150	0,009	0,84	0,64	0,32	0,10	294,84	294,91	292,31	292,00	2,53	2,91
КК1-3-КК1-4	17	5,08	150	0,008	0,68	0,44	0,29	0,07	295,88	295,7	293,48	293,19	2,4	2,51
КК1-4-КК1-5	19	10,15	150	0,009	0,84	0,64	0,32	0,10	295,7	295,46	293,19	292,87	2,51	2,59
КК1-5-КК1-6	24	15,23	200	0,007	0,85	0,55	0,32	0,11	295,46	295	292,87	292,56	2,59	2,44
КК1-6- КК1-80	10	20,30	200	0,007	0,91	0,67	0,22	0,13	295	294,91	292,56	292,34	2,44	2,58
КК1-80-КК1-28	21	25,58	200	0,007	0,93	0,71	0,15	0,14	294,91	294,72	292,34	292,19	2,58	2,53
КК1-28-КК1-29	24	29,84	250	0,006	0,95	0,61	0,14	0,15	294,72	294,5	292,19	292,04	2,53	2,46
КК1-29-КК1-30	29	34,10	250	0,006	0,98	0,67	0,32	0,17	294,5	294,2	292,04	291,72	2,46	2,48
КК1-30-КК1-31	25	38,37	250	0,006	1	0,73	0,30	0,18	294,2	293,92	291,72	291,42	2,48	2,50
КК1-31- КК1-81	6	38,37	250	0,006	1	0,73	0,04	0,18	293,92	293,81	291,42	291,38	2,50	2,43
КК1-71-КК1-70	12	10,93	150	0,008	0,77	0,75	0,10	0,11	293,95	293,93	291,55	291,45	2,4	2,48
КК1-70 -КК1-69	17	24,58	200	0,008	0,93	0,78	0,14	0,16	293,93	293,9	291,45	291,32	2,48	2,58
КК1-69 -КК1-68	13	29,51	200	0,008	0,97	0,73	0,10	0,15	293,9	293,9	291,32	291,21	2,58	2,69
КК1-68 -КК1-67	14	33,22	250	0,006	0,97	0,66	0,08	0,16	293,9	293,9	291,21	291,13	2,69	2,77
КК1-67-КК1-66	14	36,94	250	0,006	0,99	0,71	0,08	0,18	293,9	293,88	291,13	291,05	2,77	2,83
КК1-66-КК1-65	15	41,77	250	0,006	1	0,79	0,09	0,20	293,88	293,87	291,05	290,96	2,83	2,91
КК1-65-КК1-64	10	41,36	250	0,006	1	0,79	0,06	0,20	293,87	293,86	290,96	290,90	2,91	2,96
КК1-64- КК1-84	8	45,07	250	0,007	1,05	0,72	0,06	0,18	293,86	293,85	290,90	290,84	2,96	3,01
КК1-84- КК1-81	37	45,07	250	0,007	1,05	0,72	0,26	0,18	293,85	293,81	290,84	290,58	3,01	3,23
КК1-77-КК1-76	19	6,70	150	0,008	0,73	0,51	0,15	0,08	293,39	293,35	290,99	290,84	2,4	2,51
КК1-76-КК1-75	13	11,13	200	0,007	0,79	0,46	0,09	0,09	293,35	293,32	290,84	290,75	2,51	2,57
КК1-75-КК1-74	16	15,95	200	0,007	0,86	0,57	0,11	0,11	293,32	293,3	290,75	290,64	2,57	2,67

Продолжение таблицы 1.6

№ участка	Длина участка l, м	Расход на участке q_{max}, л/с	Диаметр D, мм	Уклон i	Скорость V, м/с	Наполнение		Падение на участке сети Δh	Геодезические отметки, м				Глубина заложения, м	
						h/d	слой воды h, м		поверхность земли, $Z_{п.з.}$		лотка трубы, $Z_л$		начало	конец
									начало	конец	начало	конец		
КК1-74-КК1-73	20	24,8	200	0,007	0,93	0,8	0,14	0,16	293,3	293,26	290,64	290,5	2,66	2,76
КК1-73-КК1-72	16	25,56	200	0,008	0,98	0,76	0,13	0,15	293,26	293,21	290,5	290,37	2,76	2,84
КК1-72- КК1-83	10	30,39	250	0,007	0,98	0,60	0,07	0,15	293,21	293,18	290,37	290,30	2,84	2,88
КК1-83- КК1-82	35	30,39	250	0,007	0,98	0,60	0,23	0,15	293,18	293,11	290,30	290,07	2,88	3,03
КК1-81-КК1-32	15	79,78	300	0,007	1,22	0,72	0,11	0,22	293,81	293,57	290,07	289,97	3,74	3,60
КК1-32-КК1-33	14	83,64	300	0,008	1,31	0,75	0,11	0,22	293,57	293,4	289,97	289,86	3,60	3,54
КК1-33-КК1-34	21	87,45	300	0,009	1,39	0,77	0,19	0,23	293,4	293,2	289,86	289,67	3,54	3,53
КК1-34- КК1-82	8	91,35	300	0,01	1,46	0,78	0,08	0,23	293,2	293,11	289,67	289,59	3,53	3,52
КК1-82- КК1-88	35	106,34	350	0,006	1,26	0,79	0,21	0,28	293,11	293,1	289,59	289,38	3,52	3,72
КК1-13-КК1-12	33	5,08	150	0,008	0,68	0,44	0,26	0,07	296,4	296,34	294	293,74	2,4	2,60
КК1-12- КК1-85	6	10,15	150	0,009	0,84	0,64	0,05	0,1	296,34	296,31	293,74	293,68	2,60	2,63
КК1-85-КК1-7	13	10,15	150	0,009	0,84	0,64	0,27	0,1	296,31	296,2	293,682	293,42	2,628	2,78
КК1-7-КК1-8	10	15,225	200	0,007	0,85	0,55	0,22	0,11	296,2	295,62	293,42	293,2	2,78	2,42
КК1-8-КК1-9	17	20,3	200	0,007	0,91	0,669	0,12	0,13	296,62	296	293,2	293,08	3,42	2,92
КК1-9-КК1-10	19	25,58	200	0,007	0,93	0,714	0,13	0,14	296	295,78	293,076	292,94	2,92	2,84
КК1-10-КК1-11	23	34,10	250	0,006	0,98	0,67	0,14	0,17	295,78	295,5	292,94	292,80	2,84	2,7
КК1-11- КК1-86	10	38,57	250	0,006	1	0,68	0,06	0,17	295,5	295,15	292,80	292,74	2,7	2,40
КК1-86-КК1-35	20	38,57	250	0,006	1	0,73	0,27	0,18	295,15	294,83	292,74	292,48	2,40	2,4
КК1-35-КК1-36	24	46,28	250	0,007	1,08	0,71	0,32	0,18	294,83	294,58	292,48	292,16	2,36	2,42
КК1-36-КК1-37	29	54	250	0,1	1,3	0,70	0,4	0,18	294,58	294,26	292,16	291,76	2,42	2,50
КК1-37-КК1-38	25	61,71	300	0,11	1,44	0,59	0,45	0,18	294,26	293,95	291,76	291,31	2,50	2,64
КК1-38- КК1-87	6	69,43	300	0,11	1,47	0,63	0,46	0,19	293,95	293,83	291,31	290,85	2,64	2,98
КК1-87-КК1-39	15	69,43	300	0,11	1,47	0,63	0,65	0,19	293,83	293,59	290,85	290,2	2,98	3,39
КК1-39-КК1-40	14	77,14	300	0,11	1,5	0,68	0,54	0,2	293,59	293,42	290,2	289,66	3,39	3,76
КК1-40-КК1-41	21	84,85	300	0,12	1,633	0,689	0,22	0,21	293,42	293,21	289,66	289,44	3,76	3,77

Продолжение таблицы 1.6

№ участка	Длина участка l, м	Расход на участке q_{max}, л/с	Диаметр D, мм	Уклон i	V, м/с	Наполнение		Падение на участке сети Δh	Геодезические отметки, м				Глубина заложения, м	
						h/d	слой воды h, м		поверхность земли, Zп.з.		лотка трубы, Zл		начало	конец
									начало	конец	начало	конец		
КК1-41- КК1-88	9	92,57	300	0,15	1,76	0,7	0,21	0,25	293,21	293,1	289,44	289,19	3,77	3,91
КК1-88- КК1-92	74	178,03	350	0,15	2,09	0,64	0,22	0,10	293,1	293,21	289,19	289,09	3,91	4,12
КК1-20-КК1-19	20	5,08	150	0,008	0,68	0,44	0,07	0,16	296,41	296,39	294,01	293,85	2,4	2,54
КК1-19-КК1-18	18	10,15	150	0,009	0,84	0,64	0,10	0,16	296,39	296,38	293,85	293,69	2,54	2,69
КК1-18- КК1-89	5	15,23	200	0,007	0,85	0,55	0,11	0,04	296,38	296,38	293,69	293,65	2,69	2,73
КК1-89-КК1-14	14	15,23	200	0,007	0,85	0,55	0,11	0,10	296,38	296,31	293,65	293,56	2,73	2,76
КК1-14-КК1-15	25	21,32	250	0,007	0,91	0,48	0,12	0,16	296,31	296,16	293,56	293,39	2,76	2,77
КК1-15-КК1-16	19	29,84	250	0,007	1	0,6	0,15	0,12	296,16	296,04	293,39	293,27	2,77	2,77
КК1-16-КК1-17	27	38,37	250	0,006	1	0,73	0,18	0,31	296,04	295,45	293,27	292,96	2,77	2,49
КК1-17- КК1-90	7	42,43	250	0,009	1,01	0,68	0,17	0,06	295,45	295,3	292,96	292,89	2,49	2,41
КК1-90-КК1-42	21	42,43	250	0,009	1,01	0,68	0,17	0,34	295,3	294,97	292,89	292,56	2,41	2,42
КК1-42-КК1-43	24	46,28	250	0,007	1,08	0,71	0,18	0,32	294,97	294,66	292,56	292,24	2,42	2,42
КК1-43-КК1-44	29	54,04	250	0,01	1,3	0,70	0,18	0,90	294,66	294,33	292,24	291,34	2,42	2,99
КК1-44-КК1-45	9	57,89	300	0,009	1,31	0,6	0,18	0,08	294,33	294,23	291,34	291,26	2,99	2,97
КК1-45-КК1-46	15	61,75	300	0,009	1,32	0,63	0,19	0,14	294,23	294,07	291,26	291,12	2,97	2,95
КК1-46- КК1-91	6	65,61	300	0,009	1,34	0,65	0,20	0,05	294,07	294	291,12	291,07	2,95	2,93
КК1-91-КК1-47	4	65,61	300	0,009	1,34	0,65	0,20	0,04	294	293,95	291,07	291,03	2,93	2,92
КК1-47-КК1-48	11	69,46	300	0,009	1,35	0,68	0,20	0,10	293,95	293,76	291,03	290,93	2,92	2,83
КК1-48-КК1-49	12	73,32	300	0,01	1,429	0,68	0,20	0,12	293,76	293,55	290,93	290,81	2,83	2,74
КК1-49-КК1-50	22	81,04	300	0,012	1,57	0,69	0,21	0,26	293,55	293,31	290,81	290,55	2,74	2,76
КК1-50- КК1-92	10	88,75	300	0,015	1,7	0,69	0,21	0,15	293,31	293,21	290,55	290,40	2,76	2,81
КК1-92- КК1-93	58	252,77	450	0,013	2,14	0,69	0,31	0,75	293,21	293,21	290,40	289,64	2,81	3,57
КК1-51-КК1-52	24	5,08	150	0,008	0,68	0,44	0,07	0,34	294,12	293,83	291,72	291,38	2,4	2,45
КК1-52-КК1-53	22	10,15	150	0,009	0,84	0,64	0,10	0,35	293,83	293,55	291,38	291,03	2,45	2,52

Окончание таблицы 1.6

№ участка	Длина участка l, м	Расход на участке q_{max}, л/с	Диаметр D, мм	Уклон i	Скорость V, м/с	Наполнение		Падение на участке сети Δh	Геодезические отметки, м				Глубина заложения, м	
						h/d	слой воды h, м		поверхность земли, $Z_{п.з.}$		лотка трубы, $Z_л$		начало	конец
									начало	конец	начало	конец		
КК1-53-КК1-54	23	15,22	200	0,007	0,85	0,55	0,11	0,16	293,55	293,3	291,03	290,87	2,52	2,43
КК1-54- КК1-93	10	20,3	200	0,007	0,91	0,67	0,13	0,07	293,3	293,21	290,87	290,78	2,43	2,41
КК1-93- КК1-96	43	265,76	450	0,013	2,16	0,722	0,32	0,56	293,21	293,12	290,8	290,2	2,41	2,88
КК1-21-КК1-22	22	10,15	150	0,009	0,84	0,64	0,1	0,35	296,23	296	293,83	293,48	2,4	2,518
КК1-22-КК1-23	19	20,3	200	0,007	0,91	0,669	0,13	0,28	296	295,67	293,48	293,2	2,52	2,47
КК1-23-КК1-24	20	25,58	200	0,007	0,93	0,71	0,14	0,44	295,67	295,35	293,2	292,76	2,47	2,59
КК1-24- КК1-94	15	38,367	250	0,006	1	0,73	0,18	0,24	295,35	295,14	292,76	292,52	2,59	2,62
КК1-94-КК1-55	37	38,367	250	0,006	1	0,73	0,18	0,37	295,14	294,54	292,52	292,15	2,62	2,39
КК1-55- КК1-95	28	38,57	250	0,006	1	0,73	0,18	0,32	294,54	294,22	292,15	291,83	2,39	2,39
КК1-95-КК1-56	12	38,57	250	0,006	1	0,73	0,18	0,22	294,22	294,07	291,83	291,61	2,39	2,46
КК1-56-КК1-57	37	46,28	250	0,007	1,08	0,71	0,18	0,41	294,07	293,65	291,61	291,2	2,46	2,45
КК1-57-КК1-58	19	54	250	0,1	1,3	0,70	0,18	0,9	293,65	293,45	291,2	290,3	2,45	3,15
КК1-58-КК1-59	23	57,86	300	0,009	1,31	0,6	0,18	0,21	293,45	293,22	290,3	290,09	3,15	3,13
КК1-59- КК1-96	10	65,57	300	0,009	1,34	0,65	0,2	0,09	293,22	293,12	290,09	290,00	3,13	3,12
КК1-96- КК1-99	76	320,98	500	0,013	2,28	0,67	0,34	0,99	293,12	292,87	290,00	289,01	3,12	3,86
КК1-25-КК1-26	17	5,08	150	0,008	0,68	0,438	0,07	0,29	295,0	294,73	292,6	292,31	2,4	2,42
КК1-26-КК1-27	14	10,15	150	0,009	0,84	0,64	0,1	0,13	294,73	294,6	292,31	292,19	2,42	2,41
КК1-27- КК1-97	6	15,22	200	0,007	0,85	0,55	0,11	0,04	294,6	294,56	292,19	292,15	2,41	2,41
КК1-97-КК1-60	34	15,22	200	0,007	0,85	0,55	0,11	0,39	294,56	294,24	292,15	291,76	2,41	2,48
КК1-60- КК1-98	33	20,3	200	0,007	0,91	0,7	0,13	0,23	294,24	293,93	291,76	291,53	2,48	2,40
КК1-98-КК1-61	11	20,3	200	0,007	0,91	0,7	0,13	0,23	293,93	293,84	291,53	291,3	2,40	2,54
КК1-61-КК1-62	41	21,32	250	0,007	0,91	0,48	0,12	0,42	293,84	293,37	291,3	290,88	2,54	2,49
КК1-62-КК1-63	40	25,58	200	0,007	0,93	0,71	0,14	0,43	293,37	292,98	290,88	290,45	2,486	2,53
КК1-63- КК1-99	8	29,84	250	0,007	1	0,6	0,15	0,05	292,98	292,87	290,45	290,40	2,526	2,47
КК1-99-ГКНС	121	343,71	500	0,013	2,31	0,70	0,35	1,57	292,87	292	290,40	288,83	2,468	3,17

1.8 Подбор насосного оборудования для КНС

Для перекачки сточных вод на очистные сооружения принята комплектных и канализационных насосных станций полной заводской готовности «FloTenk».

КНС «FloTenk» представляет собой корпус цилиндрической формы, выполненный методом машинной намотки (радиальной или перекрестной) с утепленным люком, внутренним напорным трубопроводом расчетного диаметра с запорно-регулирующей арматурой, сферическим дном, корзиной для сбора крупного мусора/отбойником, стеклопластиковой лестницей и откидной площадкой обслуживания.

При проектировании и расчете насосных станций необходимо учитывать особенности ландшафта конкретного объекта, режимы работы, объем и вид перекачиваемых стоков. В зависимости от сложности и масштабов, сроки, отведенные на проектирование насосных станций, могут варьироваться. Особенно важен правильный подбор насосных агрегатов и параметров корпуса станции, так как в случае ошибки велика вероятность сокращения сроков службы установки.

Комплектные канализационные насосные станции могут иметь следующее оснащение:

- насосы со встроенным поплавковым выключателем, который автоматически срабатывает при наполнении и опорожнении резервуара КНС;
- насосы с дублирующим автоматическим включением и подачей сигнала аварии внешнему оператору;
- насосы (рабочие и резервные), срабатывающие от независимых поплавковых выключателей, причем резервный насос автоматически включается при несрабатывании рабочего насоса;
- устройства для учета расхода воды и т.д.

Насосы необходимы для перекачки сточной жидкости на очистные сооружения посёлка для дальнейшей очистки сточных вод.

Максимальным расходом для подбора насосного оборудования будет являться расход на участке сети 15-16, который с учётом максимального коэффициента неравномерности составляет 14,14 л/с.

Так как расчет производится на два трубопровода, то соответственно расход на один трубопровод составит 7,07 л/с.

Диаметры трубопроводов, исходя из принятых гидравлических параметров (по таблицам Лукиных) – 150 мм.

Длина напорного трубопровода – 154 м.

Необходимый напор:

$$H = H_г + h_в + h_н + 1, \quad (1.13)$$

где $H_г$ – геометрическая высота подъёма сточной жидкости, равная разности отметок максимального уровня воды в приемной камере очистных сооружений и минимального уровня воды в приемном резервуаре, м;

$h_в$ – потери напора во всасывающем трубопроводе, 3 м;

$h_н$ – потери напора в напорном трубопроводе, м.

$H_г = 196 – 192,1 = 3,9$ м

$h_н = i \cdot l = 0,11$ м

$H = 3,9 + 3 + 0,11 + 1 = 8,01$ м.

Приняты два рабочих насоса и один резервный марки Grundfos UPS25-40.

1.9 Количество и состав хозяйственно-бытовых сточных вод, поступающих на очистные сооружения

Согласно СП 32.13330.2012 (п.п. 9.1.1-9.1.2) степень очистки сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, должна отвечать требованиям действующего законодательства в области охраны окружающей среды, а повторно используемой – санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям потребителя.

Исходные данные для проектирования развития и реконструкции существующих очистных сооружений следует принимать на основании полученных должным образом результатов контроля расхода и свойств поступающих сточных вод за период не менее 3 лет, с учетом перспективного развития населенного пункта.

Для расчетов сооружений необходимо использовать релевантные (адекватные решаемой задаче) значения исходных данных, учитывающие специфику данного сооружения и параметры, влияющие на его работу.

Расчетные расходы отдельных сооружений необходимо определять с учетом их технологических особенностей (время пребывания, гидравлический режим) и рекомендаций настоящего свода правил.

В качестве расчётных исходных данных следует использовать:

– массовую нагрузку по загрязняющему веществу (кг/сут или т/сут), определяемую как произведение расхода сточных вод за сутки на концентрацию данного загрязняющего вещества в эти сутки;

– расход сточных вод;

– концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, определяемые как отношение релевантных нагрузок к соответствующим им значениям расходов.

Выбранные исходные данные должны обеспечивать расчетные показатели очистных сооружений с обеспеченностью не менее 85% применительно к среднесуточной (24-часовой) пропорциональной пробе.

Расчётный расход хозяйственно-бытовых сточных вод, поступающих на очистные сооружения, равен 630 м^3/сут.

Концентрация загрязнений хозяйственно-бытовых сточных вод:

$$C_б = \frac{a \cdot 1000}{q_ж} \qquad (1.14)$$

где a – норма поступающих загрязнений, принята по СП 32.13330.2012 (п. 9.1.5, табл. 19).

$q_ж$ – удельное водоотведение, л/сут от 1 чел.

Концентрация загрязнений бытовых сточных вод:

- по взвешенным веществам: $C_{быт}^{вв} = \frac{65 \cdot 1000}{210} = 309{,}5$ мг/л

- по БПК$_{полн}$: $C_{быт}^{БПК} = \frac{40 \cdot 1000}{210} = 190{,}4$ мг/л

- по азоту аммонийных солей: $C_{быт}^{N} = \frac{8 \cdot 1000}{210} = 38{,}1$ мг/л

- по фосфатам $C_{быт}^{P_2O_5} = \frac{3{,}3 \cdot 1000}{210} = 15{,}7$ мг/л

- по ПАВ: $C_{быт}^{ПАВ} = \frac{2{,}5 \cdot 1000}{210} = 11{,}9$ мг/л

- по хлоридам: $C_{быт}^{Cl} = \frac{9 \cdot 1000}{210} = 42{,}8$ мг/л

Концентрация загрязнений в смеси бытовых и производственных сточных вод:

$$C_{см} = \frac{Q_{быт} C_{быт} + Q_{ПП} \cdot C_{ПП}}{Q_{быт} + Q_{ПП}}, \text{ мг/л} \qquad (1.15)$$

где $Q_{быт}$ – количество бытовых сточных вод, м^3/сут;

$Q_{пп}$ – количество производственных сточных вод, м^3/сут;

$C_{быт}$ – концентрация загрязнений в хозяйственно-бытовых сточных водах, мг/л;

$C_{пп}$ – концентрация загрязнений в производственных сточных водах, мг/л.

Концентрация загрязнений в смеси бытовых и производственных сточных вод составляет:

по взвешенным веществам: $C_{см}^{вв} = \frac{999{,}03 \cdot 309{,}5 + 85{,}3 \cdot 350}{999{,}03 + 85{,}3} = 312$ мг/л

по БПК: $C_{см}^{БПК} = \frac{999{,}03 \cdot 190{,}4 + 85{,}3 \cdot 1000}{999{,}03 + 85{,}3} = 254$ мг/л

по хлоридам: $C_{см}^{Cl} = \frac{999{,}03 \cdot 42{,}8 + 85{,}3 \cdot 150}{999{,}03 + 85{,}3} = 51{,}23$ мг/л

по фосфатам: $C_{см}^{P_2O_5} = \frac{999{,}03 \cdot 15{,}7 + 85{,}3 \cdot 7}{999{,}03 + 85{,}3} = 15$ мг/л

по ПАВ: $C_{см}^{ПАВ} = \frac{999{,}03 \cdot 11{,}9 + 85{,}3 \cdot 0}{999{,}03 + 85{,}3} = 10{,}96$ мг/л

по азоту аммонийных солей: $C_{см}^{N} = \frac{999{,}03 \cdot 38{,}1 + 85{,}3 \cdot 50}{999{,}03 + 85{,}3} = 39{,}03$ мг/л

1.10 Станция биологической очистки сточных вод

Согласно СП 32.13330.2012 (п. 9.1.12) компоновка зданий и сооружений на площадке должна обеспечивать:

– рациональное использование территории с учётом перспективного расширения сооружений и возможность строительства по очередям;

– оптимальное блокирование сооружений и зданий различного назначения и минимальную протяжённость - внутриплощадочных коммуникаций;

– оптимальное использование уклона местности или планировки территории для самотёчного прохождения основного потока сточных вод через сооружения с учётом всех потерь напора.

При обосновании допускается использование сооружений подкачки сточных вод.

Согласно СП 32.13330.2012 (п. 9.1.13) При проектировании сооружений очистки сточных вод следует предусматривать:

– устройства для равномерного распределения сточных вод и осадка между отдельными элементами сооружений, а также для отключения сооружений, каналов и трубопроводов на ремонт без нарушения режима работы комплекса, для опорожнения и промывки сооружений и коммуникаций;

– устройства для измерения расходов сточных вод, осадка, воздуха и биогаза;

– максимальное использование вторичных энергоресурсов (биогаза; тепла сжатого воздуха и сточных вод) для нужд станции очистки;

– оборудование для непрерывного контроля качества поступающих и очищенных сточных вод, либо лабораторное оборудование для периодического контроля;

– оптимальную степень автоматизации работы, с учетом технико-экономического обоснования, наличия квалифицированного персонала и др.

Станция биологической очистки сточных вод представлена в виде комбинированных сооружений.

Параметры станции ВВ-100bb:

- производительность очистных сооружений 100 $м^3$/сут;
- габаритные размеры станции (Д×Ш×В) 15,8×5,6×6,4 м
- масса станции 135,2 т;
- установленная мощность 23,4 кВт;
- потребление энергии 6,6 кВт/ч.

Комплектация станции ВВ-100bb:

1) резервуар-усреднитель;
2) блок измерения расхода;
3) блок механической очистки;
4) блок жироулавливания;
5) нитрификатор;

6) денитрификатор;
7) аэрационная система;
8) блок воздуходувок;
9) блок рециркуляции активного ила;
10) блок доочистки на биоблоках;
11) емкость для отходов.

Технологическая схема очистки хозяйственно-бытовых сточных вод включает несколько стадий:

1. Усреднение: хозяйственно-бытовые стоки поступают самотеком в резервуар-усреднитель для выравнивания расхода и концентрации загрязняющих веществ в сточной воде. Резервуар-усреднитель оборудуется насосной группой для напорной подачи стоков на станцию биологической очистки, поплавковым выключателем для автоматизации работы насосов.

2. Механическая очистка: сточная вода, поступающая на станцию биологической очистки, проходит через механическое сито с прозором 1 мм с автоматической системой промывки для эффективного удерживания мусора и частиц песка, поступающего со стоками. Уловленный мусор и песок сбрасывается в контейнер обезвоживания, оборудованный мешками из гидрофобного фильтрующего материала. После механической очистки вода поступает в биореактор для дальнейшей очистки.

3. Биологическая очистка: очистка стоков в аэробных условиях осуществляется в аэробной зоне сооружений биореактора, где происходит контакт со свободноплавающим активным илом. Для дыхания активного ила необходим кислород; для этого в аэротенке предусмотрена подача сжатого воздуха через систему мелкопузырчатой аэрации. В анаэробной зоне биореактора кислород отсутствует в свободном виде, однако он присутствует в химически связанном виде в форме нитратов, эта зона используется для обеспечения условий протекания процессов анаэробной стадии очистки сточных вод (денитрификации), в результате которых происходит окисление нитритов и нитратов до газообразного азота и углекислого газа.

4. Обеззараживание: очищенная вода проходит стадию обеззараживания (дезинфекции) для уничтожения содержащихся в них патогенных микробов и устранения опасности заражения водоема этими микробами при выпуске в него сточных вод. Процесс обеззараживания производится ультрафиолетом.

Стадии очистки, приведенные на рисунке 1.2, осуществляются в модульных установках полной заводской готовности.

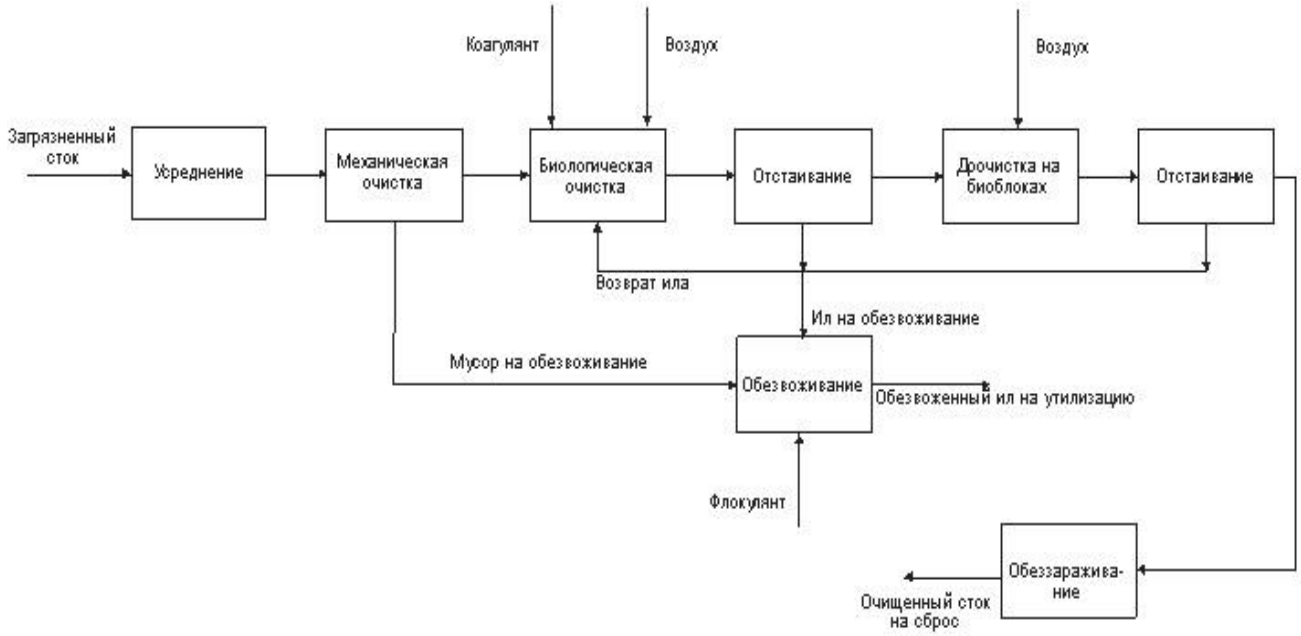


Рисунок 1.2 – Технологическая схема станции биологической очистки

Эффекты очистки станции биологической очистки приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Эффекты очистки хозяйственно-бытовых сточных вод

Показатель	Исходная концентрация, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация на выходе, мг/л
БПК	254	82	45,7
Взвешенные вещества	312	95	15,6
ХПК	750	60	300
Азот аммонийный	39,93	99	7,32
Фосфаты	15	99	0,15
Жиры	300	99	3
СПАВ	10,46	70	3,14

1.11 Водоотводящая сеть поверхностного стока

Расчет поверхностного стока произведен по одной из улиц посёлка со спуском и отведением в водоем или ближайший тальвег.

Определяется бассейн стока расчетной трассы. Определение площадей стока производится только в тех кварталах, которые входят в бассейн стока, выбранного для расчета участка сети.

Расчетная интенсивность дождя:

$$q = \frac{A}{T^n}, \text{ л/с} \tag{1.16}$$

где A – многофакторный безразмерный параметр, зависящий от географического положения и метеоусловий,

T – продолжительность дождя;

n – метеорологический параметр.

Величина A определяется по формуле

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left(1 + \lg P / \lg m_r\right)^{\gamma}, \tag{1.17}$$

$$A = 70 \cdot 20^{0,69} \left(1 + \frac{\lg 1,5}{\lg 130}\right)^{1,54} = 627,$$

где q_{20} – интенсивность дождя, для Красноярска 70 л/с·га;

P – период однократного превышения расчетной интенсивности;

m_r – среднее число дождей в год, равное 130;

γ – метеорологический параметр, равный 1,54.

Сток с единицы поверхности площади:

$$q = \Psi \cdot \frac{A}{T^n}, \tag{1.18}$$

$$q = 0,28 \cdot 11,52 = 3,23,$$

Коэффициент стока:

$$\Psi = Z_{ср} \cdot q^{0.2} \cdot T^{0.1}, \tag{1.19}$$

$$\Psi = 0,117 \cdot 11,52^{0,2} \cdot 54,42^{0,1} = 0,28,$$

где Z_{mid} – средний эмпирический коэффициент, зависящий от рода поверхностных покровов на рассматриваемой площади стока, определяемый по таблицам частных значений для каждого рода поверхностного покрова типового квартала и усредняемый, в зависимости от соотношения этих покровов в типовом квартале, 0,117;

T_n – продолжительность дождя, определяемая как сумма времени добегания воды от наиболее удаленной точки площади стока до расчетного сечения.

$$T_n = t_{con} + t_{can} + t_p, \tag{1.20}$$

где t_{con} – время добегания воды до уличного лотка, 5-10 мин.

$$t_p = 0{,}017 \cdot \Sigma \frac{l_p}{v_p}, \tag{1.21}$$

где l_p – длина расчетного участка в м;

v_p – расчетная скорость, 1,5 м/с.

$$t_{can} = 0{,}021 \cdot \Sigma \frac{l_{can}}{v_{can}}, \tag{1.22}$$

где l_{can}– длина участка, м;

v_{can} – расчетная скорость, 1 м/с.

$$q = \frac{627}{54{,}42} = 11{,}52 \text{ л/с},$$

После подстановок окончательная расчетная формула является основной для дождевой сети и имеет вид:

$$q_{col} = \beta \frac{A^{1.2} \cdot Z_{mid}}{\left(t_{кон} + T_л + T_{тр}\right)^{1,2n-0,1}}, \tag{1.23}$$

Последовательность расчёта следующая.

1. Известные величины: наименование участка, длина участка, площадь стока, отметки земли.
2. Величина скорости протока воды по коллектору $v_{тр}$ (м/с) задаётся.
3. Зная длину участка и скорость протока, вычисляется продолжительность протока.
4. По величине продолжительности протока, пользуясь графиком $q_c = f(T_{тр})$, определяется величина удельного стока.
5. Определяется расчетный расход умножением удельного стока на его расчетную площадь.

6. Задавшись диаметром и вычислив требуемый уклон труб по таблицам гидравлического расчета с учетом полного заполнения труб, определяется расход, соответствующий заданной скорости $v_{тр}$.

7. Если величины вычисленных и табличных расходов и скоростей не совпадают более чем на 5%, то задаются другой величиной скорости $v_{тр}$ и повторяют расчет до тех пор, пока разница значений расходов и скоростей не будет менее 5%.

8. Время $T_{тр}$ определяется на каждом расчетном участке как сумма времени протока от начальной точки коллектора до рассчитываемого сечения.

Расчеты расходов поверхностного стока при отведении в коллектор сети занесены в таблицу 1.8.

По данному расчету расхода дождевых сточных вод Q_{cal}, л/с, проводим гидравлический и геодезический расчет поверхностного стока для подбора диаметров трубопровода.

При гидравлическом расчете водоотводящей сети поверхностного стока согласно [1], принимаются следующие нормативные требования:

1 Наполнение труб дождевой сети h/d принимается полным, т.е. равным 1.

2 Минимальный диаметр внутриквартальной дождевой сети принимается 200 мм, а уличной – 250 мм.

3 Скорости движения сточных вод в трубах водоотводящей сети поверхностного стока принимаются: минимальная скорость с учётом диаметра и степени наполнения труб от 0,7 до 1,5 м/с, наибольшая скорость: для металлических и пластиковых труб – 10 м/с, для неметаллических – 7 м/с.

4 Соединения (сопряжение) трубопроводов разных диаметров в колодцах предусматриваются по шелыгам труб; при обосновании, допускается по расчетному уровню воды.

5 Наименьшая глубина заложения канализационных трубопроводов принимается на основании опыта эксплуатации сетей в данном районе.

Гидравлический и геодезический расчеты водоотводящей сети поверхностного стока сведён в таблицу 1.9.

Таблица 1.8 – Определение расчетных расходов поверхностного стока при отведении в коллектор

Участок	Время протекания дождевого стока до лотка t_{con}, мин	Время протекания дождевого стока до дождеприёмника t_{can}, мин	Время протекания дождевого стока по трубам до сечения t_p, мин	Расчетное время дождя t_r, мин	расход дождевых сточных вод q_r, л/с	Расход дождевых сточных вод q_{cal}, л/с	Расход талых вод q_t, л/с
КК2-1	5	0	0,03	5,03	3,10	2,00	0,21
КК2-2	5	0	0,03	5,03	9,39	6,06	0,65
КК2-3	5	0	0,03	5,03	9,39	6,06	0,65
КК2-4	5	0	0,04	5,046	3,80	2,45	0,26
КК2-5	5	0	0,035	5,035	9,38	6,05	0,65
КК2-6	5	0	0,035	5,035	9,38	6,05	0,65
КК2-7	5	0	0,035	5,035	21,81	14,07	1,51
КК2-8	5	0	0,035	5,035	21,81	14,07	1,51
КК2-9	5	0	0,076	5,076	21,86	14,10	1,52
КК2-13	5	0	0,045	5,046	3,80	2,45	0,26
КК2-14	5	0	0,027	5,027	10,12	6,53	0,70
КК2-15	5	0	0,027	5,027	10,12	6,53	0,70
КК2-16	5	0	0,027	5,027	10,12	6,53	0,70
КК2-17	5	0	0,027	5,027	10,12	6,53	0,70
КК2-18	5	0	0,076	5,0765	12,02	7,76	0,84
КК2-19	5	0	0,058	5,058	12,07	7,78	0,84
КК2-20	5	0	0,046	5,046	5,90	3,81	0,41
КК2-21	5	0	0,029	5,029	21,18	13,66	1,47
КК2-22	5	0	0,029	5,029	21,18	13,66	1,47
КК2-23	5	0	0,029	5,029	10,12	6,53	0,70
КК2-24	5	0	0,029	5,029	17,68	11,40	1,22

Окончание таблицы 1.8

Участок	Время протекания дождевого стока до лотка t_{con}, мин	Время протекания дождевого стока до дождеприёмника t_{can}, мин	Время протекания дождевого стока по трубам до сечения t_p, мин	Расчетное время дождя t_r, мин	расход дождевых сточных вод q_r, л/с	Расход дождевых сточных вод q_{cal}, л/с	Расход талых вод q_t, л/с
КК2-25	5	0	0,087	5,087	7,48	4,82	0,52
КК2-26	5	0	0,0408	5,041	18,87	12,17	1,31
КК2-27	5	0	0,078	5,0782	18,73	12,08	1,30
КК2-28	5	0	0,035	5,035	13,77	8,88	0,95
КК2-29	5	0	0,035	5,035	10,46	6,75	0,72
КК2-30	5	0	0,035	5,035	45,05	29,05	3,12
КК2-31	5	0	0,032	5,032	17,27	11,14	1,19
КК2-32	5	0	0,0714	5,071	8,57	5,53	0,60
КК2-33	5	0	0,0476	5,048	8,61	5,55	0,60
КК2-34	5	0	0,0255	5,026	10,48	6,76	0,72
КК2-35	5	0	0,0255	5,026	8,65	5,58	0,60
КК2-36	5	0	0,0255	5,026	17,29	11,15	1,20
КК2-37	5	0	0,0337	5,034	8,63	5,57	0,60
КК2-10	5	0	0,0765	5,076	21,22	13,69	1,48
КК2-11	5	0	0,0544	5,054	11,54	7,44	0,80
КК2-12	5	0	0,0544	5,054	22,57	14,56	1,57

Таблица 1.9 – Гидравлический и геодезический расчет водоотводящей сети поверхностного стока

№ участка	Длина участка l, м	Расход дождевых сточных вод q_{cal}, л/с	Диаметр D, мм	Уклон i	Скорость V, м/с	Падение на участке сети, Δh, м	Геодезические отметки, м				Глубина заложения, Н, м	
							поверхность земли, $Z_{п.з.}$		лотка трубы, $Z_л$			
							начало	конец	начало	конец	начало	конец
КК2-1-КК2-2	45	2	250	0,007	0,47	0,48	295,8	295,32	294,7	294,23	1,10	1,10
КК2-2-КК2-3	50	8,05	250	0,007	0,71	0,50	295,32	294,83	294,23	293,73	1,10	1,11
КК2-3-КК2-6	41	14,1	250	0,007	0,83	0,29	294,83	294,8	293,73	293,44	1,11	1,36
КК2-4-КК2-5	40	2,45	250	0,007	0,5	0,57	296,07	295,66	294,97	294,40	1,10	1,26
КК2-5-КК2-6	57	8,50	250	0,007	0,71	0,60	295,66	294,8	294,40	293,80	1,26	1,10
КК2-6-КК2-7	49	28,66	250	0,007	1	0,64	294,8	294,46	293,80	293,16	1,10	1,30
КК2-7-КК2-8	50	42,73	250	0,007	1,08	0,50	294,46	293,81	293,16	292,66	1,30	1,15
КК2-8-КК2-9	51	56,8	250	0,009	1,22	0,61	293,81	293,09	292,66	292,05	1,15	1,04
КК2-10-КК2-11	40	13,69	250	0,007	0,82	0,28	293,35	293,28	292,25	291,97	1,10	1,31
КК2-11-КК2-12	42	21,13	250	0,007	0,93	0,29	293,28	293,17	291,97	291,68	1,31	1,49
КК2-12-КК2-9	38	35,69	250	0,007	1,05	0,27	293,17	293,09	291,68	291,41	1,49	1,68
КК2-9-КК2-18	35	106,59	350	0,008	1,43	0,28	293,09	293,08	291,41	291,13	1,68	1,95
КК2-13-КК2-14	45	2,45	250	0,007	0,5	0,32	296,28	295,97	295,18	294,87	1,10	1,11
КК2-14-КК2-15	50	8,98	250	0,007	0,72	0,35	295,97	295,16	294,87	294,52	1,11	1,10
КК2-15-КК2-16	49	15,5	250	0,007	0,85	0,59	295,16	294,56	294,52	293,92	1,10	1,16
КК2-16-КК2-17	47	22,0	250	0,007	0,94	0,33	294,56	293,82	293,92	293,59	1,16	1,19
КК2-17-КК2-18	50	28,56	250	0,007	1	0,35	293,82	293,08	293,59	293,24	1,19	1,21
КК2-18-КК2-19	37	142,9	400	0,009	1,62	0,33	293,08	293,06	291,98	291,65	1,10	1,41
КК2-19-КК2-25	34	150,69	400	0,009	1,64	0,31	293,06	293,04	291,65	291,34	1,41	1,70
КК2-20-КК2-21	42	3,80	250	0,007	0,57	0,29	296,37	296,13	295,27	294,98	1,10	1,15
КК2-21-КК2-22	50	17,47	250	0,007	0,88	0,35	296,13	295,3	294,98	294,63	1,15	1,20
КК2-22-КК2-23	49	31,13	250	0,007	1,02	0,34	295,3	294,61	294,63	294,28	1,20	1,19

Окончание таблицы 1.9

№ участка	Длина участка l, м	Расход дождевых сточных вод q_{cal}, л/с	Диаметр D, мм	Уклон i	Скорость V, м/с	Падение на участке сети, Δh, м	Геодезические отметки, м				Глубина заложения, Н, м	
							поверхность земли, $Z_{п.з.}$		лотка трубы, $Z_л$			
							начало	конец	начало	конец	начало	конец
КК2-23-КК2-24	47	37,66	250	0,007	1,06	0,33	294,61	294	294,28	293,95	1,19	1,25
КК2-24-КК2-25	50	49,06	250	0,007	1,08	0,35	294	293,04	293,95	293,60	1,25	1,2
КК2-25-КК2-27	51	155,5	400	0,009	1,65	0,46	293,04	293,04	291,94	291,48	1,1	1,56
КК2-26-КК2-27	50	12,17	250	0,007	0,79	0,35	293,86	293,04	292,76	292,41	1,1	1,1
КК2-27-КК2-32	42	179,76	400	0,009	1,68	0,38	293,04	293,01	291,94	291,562	1,1	1,45
КК2-28-КК2-29	50	8,88	250	0,007	0,72	0,55	295,91	295,13	294,81	294,26	1,1	1,17
КК2-29-КК2-30	49	15,63	250	0,007	0,85	0,54	295,13	294,38	294,26	293,72	1,17	1,26
КК2-30-КК2-31	50	44,68	250	0,007	1,08	0,35	294,38	293,73	293,717	293,37	1,26	1,22
КК2-31-КК2-32	51	55,82	250	0,009	1,23	0,46	293,73	293,01	293,37	292,91	1,22	1,1
КК2-32-КК2-33	36	241,10	450	0,01	1,91	0,36	293,01	292,98	291,91	291,55	1,1	1,43
КК2-33-КК2-37	37	246,66	450	0,01	1,91	0,37	292,98	292,88	291,55	291,18	1,43	1,7
КК2-34-КК2-35	49	6,76	250	0,007	0,66	0,343	294,5	294,11	293,4	293,06	1,1	1,05
КК2-35-КК2-36	50	12,34	250	0,007	0,80	0,65	294,11	293,47	293,06	292,41	1,05	1,06
КК2-36-КК2-37	51	23,49	250	0,007	0,95	0,56	293,47	292,88	292,41	291,85	1,06	1,1
КК2-37-ЛОС	120	275,71	450	0,01	1,91	1,2	292,88	292	291,78	290,58	1,1	1,42

1.12 Станция очистки ливневых сточных вод

Очистные сооружения представлены в виде комбинированных сооружений.

Параметры станции:

- производительность, очистных сооружений 18 м^3/ч;
- модель – УОЛВ-5К;
- габаритные размеры станции (*Д*×*Ш*×*В*, м) – 6×2,4×2,3
- масса станции – 4,3 т;
- установленная мощность – 2 кВт;
- потребление энергии – 1,5 кВт/ч.

Комплектация станции:

1) блочно-комплексное укрытие;
2) ламинарный модуль;
3) модуль фильтрации 1 ступени;
4) модуль фильтрации 2 ступени;
5) накопительная емкость для сточных вод.

Ливневые воды с площади водосбора по коллекторам транспортируются на площадку очистных сооружений. Поступают самотеком в железобетонный аккумулирующий резервуар-накопитель для предварительной очистки ливневых вод. Предварительно очищенные ливневые воды подаются на станцию УОЛВ с помощью погружных насосов или низконапорной насосной станции.

Очистка воды включает в себя стадии ламинарного отстаивания, фильтрования первой и второй ступени. Высокая степень очистки достигается благодаря тонкослойному отстаиванию в ламинарном сепараторе-разделителе, представляющим собой металлическую емкость с конусообразной нижней частью, заполненную пластинчатой ламинарной загрузкой.

В качестве фильтрующих материалов первой ступени используются слои синтетических микроволокнистых либо природных сорбентов («Мегасорб», WSP1000 Spaghetti, активированный уголь). Осажденные в технологических емкостях загрязнения накапливаются и подлежат периодическому удалению с помощью шнекового насоса и обезвоживаются на установке мешкового гравитационного обезвоживания.

Для очистки ливневых стоков с мест складирования и полигонов опасных отходов, территорий больниц и тубдиспансеров, могильников и предприятий специального назначения применяется дополнительный блок УФ-обеззараживания очищенного стока, что позволяет снизить бактериологические показатели на выходе до безопасных нормативных значений.

Технологическая схема станции состоит из несколько стадий, показанных на рисунке 1.3.

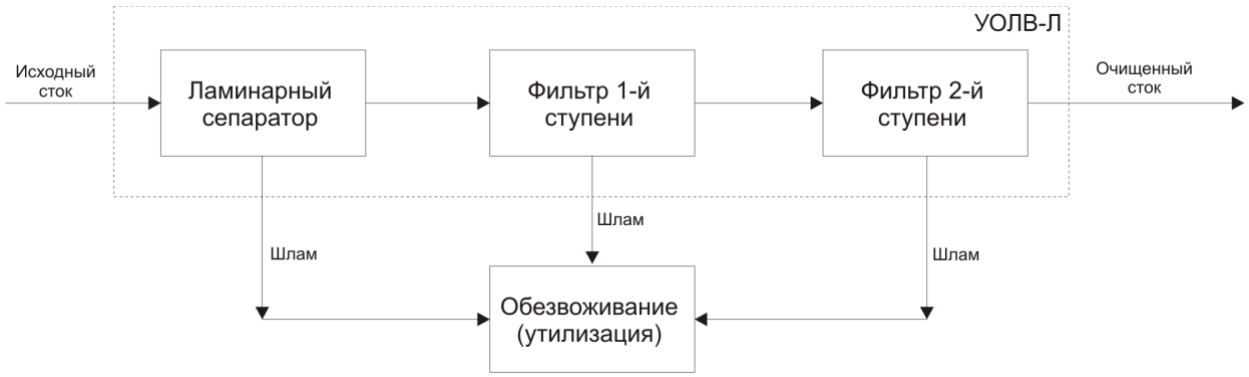


Рисунок 1.3 – Технологическая схема очистки

2 Охрана окружающей среды

Согласно СП 32.13330.2012 (п. 9.1.14) при проектировании станций очистки сточных вод необходимо предусматривать мероприятия по предотвращению загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и подземных вод.

Раздел дипломного проекта «Охрана окружающей природной среды» выполнен в соответствии:

- с действующими нормами и техническими условиями на проектирование систем водоотведения;
- с техническими требованиями пособия по составлению раздела проекта «Охрана окружающей природной среды».

В разделе отражены негативные воздействия проектируемого объекта на окружающую среду и проектные решения, которые обеспечат необходимые санитарно-гигиенические требования и сведут к минимуму отрицательные воздействия проектируемого производства на окружающую среду.

2.1 Характеристика проектируемого объекта

В дипломном проекте разработана система водоотведения коттеджного поселка численностью населения 2500 человек.

Жилые дома оборудованы внутренним водопроводом, канализацией и централизованным горячим водоснабжением. Норма водоотведения составляет 210 л/сут на одного человека.

Объектами водоотведения являются жилые, общественные здания и предприятие по производству молочной продукции.

Система водоотведения принята полная раздельная.

Отведение хозяйственно-бытовых сточных вод от населения и предприятия по производству молочной продукции осуществляется самотечными сетями. Канализационной насосной станцией перекачивается на модульно-блочную установку и сбрасываются в районную канализационную сеть, расположенную в 3-х км от коттеджного поселка.

2.2 Технологическая схема обработки сточных вод

Технологическая схема очистки хозяйственно-бытовых сточных вод включает несколько стадий:

1. Усреднение: хозяйственно-бытовые стоки поступают самотеком в резервуар-усреднитель для выравнивания расхода и концентрации загрязняющих веществ в сточной воде. Резервуар-усреднитель оборудуется насосной группой для напорной подачи стоков на станцию биологической очистки, поплавковым выключателем для автоматизации работы насосов.

2. Механическая очистка: сточная вода, поступающая на станцию биологической очистки, проходит через механическое сито с прозором 1 мм с автоматической системой промывки для эффективного удерживания мусора и частиц песка, поступающего со стоками. Уловленный мусор и песок сбрасывается в контейнер обезвоживания, оборудованный мешками из гидрофобного фильтрующего материала. После механической очистки вода поступает в биореактор для дальнейшей очистки.

3. Биологическая очистка: очистка стоков в аэробных условиях осуществляется в аэробной зоне сооружений биореактора, где происходит контакт со свободноплавающим активным илом. Для дыхания активного ила необходим кислород; для этого в аэротенке предусмотрена подача сжатого воздуха через систему мелкопузырчатой аэрации. В анаэробной зоне биореактора кислород отсутствует в свободном виде, однако он присутствует в химически связанном виде в форме нитратов, эта зона используется для обеспечения условий протекания процессов анаэробной стадии очистки сточных вод (денитрификации), в результате которых происходит окисление нитритов и нитратов до газообразного азота и углекислого газа.

4. Обеззараживание: очищенная вода проходит стадию обеззараживания (дезинфекции) для уничтожения содержащихся в них патогенных микробов и устранения опасности заражения водоема этими микробами при выпуске в него сточных вод. Процесс обеззараживания производится ультрафиолетом.

2.3 Описание технологического процесса очистки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду

В процессе очистки сточных вод образуются:

1) газоообразные отходы (от установки биологической очистки)
2) жидкие отходы технологические промывные воды и возвратная иловая вода
3) твердые (осадки выделенных загрязнений).

2.4 Оценка воздействия на атмосферный воздух

Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух происходят от следующих объектов системы водоотведения: модульно-блочной установки и предприятия по производству молочной продукции.

Расчеты показали, что выбросы вредных веществ от модульно-блочной установки очистки сточных вод не создают в атмосферном воздухе концентраций превышающих допустимых норм.

Основные технологические процессы и оборудования предприятия, вызывающие загрязнение воздушной среды представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Основные источники выбросов вредных веществ от основного и вспомогательного производства предприятия

Наименование объекта	Объем выброса, тыс. м^3/ч	Температура	Выбрасываемое вещество
Сушильные установки	2-100	70-85	Пыль сухих паров
Дозаторы сыпучих материалов	3-80*	70-85	Пыль сухих паров
Механическое оборудование	0,5-15	18-25	Пыль металлическая, пыль абразивная
Котельная	5-100	130-300	Оксиды азота, диоксид серы, оксид углерода, твердые частицы
Мойка тары и оборудования	2-70*	30-60	Тары щелочи, кислот, пыль моющих средств
*Объем выброса зависит от производительности аспирационной системы			

Анализ выбросов вредных веществ от предприятия, показывает, что загрязнение атмосферы происходит в основном от трех видов источников: выбросы от основного производства, выбросы от вспомогательного производства, автотранспорт.

Вентиляционные выбросы основных производственных цехов молочных предприятий относятся к категории условно-чистых и практически не загрязняют воздушную среду.

2.5 Расчет загрязнения атмосферного воздуха станции биологической очистки

Расчет загрязнения атмосферного воздуха станцией биологической очистки сводится к определению максимальной приземной концентрации компонентов биогаза, выделяемых из в процессе биологической очистки.

Производительность установки Q = 100 м^3/сут.

На станция биологической очистки поступают хозяйственно-бытовые сточные воды с БПК$_{полн}$ = 254 г/м^3, с концентрацией взвешенных веществ $C_{в\text{-}в}$ = 312 г/м^3.

Количество сухого вещества осадка, образующегося в отстойной части установки:

$$Q_{сух} = \frac{C_{В.В} \cdot Э \cdot К}{10^3} \cdot Q = \frac{312 \cdot 0{,}6 \cdot 1{,}1}{1000} \cdot 100 = 20{,}6 \text{ кг/сут},$$

где $Э$ – эффективность задержания взвешенных веществ, 60-70 %;

$К$ – коэффициент неравномерности, 1,1-2,2.

Количество сухого вещества, образующегося при анаэробном сбраживании в рабочей части биореактора:

$$U_{сух} = \frac{0,7 \cdot C_{В.В} \cdot (1 - Э) + \alpha \cdot БПК_{полн} - в}{1000} \cdot Q$$

где α – коэффициент прироста ила (0,2-0,4);
$в$ – вынос ила из отстойной части биореактора.

$$U_{сух} = \frac{0,7 \cdot 312 \cdot (1 - 0,6) + 0,35 \cdot 254 - 60}{1000} \cdot 100 = 78 \text{ кг/сут}.$$

Количество беззольного вещества:

$$Q_{без} = \frac{Q_{сух} \cdot (100 - З_0)}{100} = \frac{20,6 \cdot (100 - 30)}{100} = 23,1 \text{ кг/сут},$$

$$U_{без} = \frac{(U_{сух} \cdot 100 - З_И)}{100} = \frac{78 \cdot (100 - 28)}{100} = 56,2 \text{ кг/сут}$$

где $З_0$ и $З_И$ – соответственно зольность осадка отстойной части и осадка анаэробного сбраживания.

Предел сбраживания осадка:

$$y = (a_0 \cdot Q_{без} + a_И \cdot U_{без}) / (Q_{без} + U_{без})$$

где a_0 и $a_И$ – предел сбраживания осадка отстойной и рабочей части биофильтра.

$$y = (0,53 \cdot 23,1 + 0,44 \cdot 56,2) / (23,1 + 56,2) = 0,47$$

Суммарный выход биогаза:

$$Г = y' \cdot M_{без} = 0,466 \cdot 79,3 = 36,9 \text{ сут}$$

Результаты расчета параметров по рассеиванию вредных веществ в атмосферном воздухе приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Расчет максимальной приземной концентрации компонентов биогаза и размеры санитарно-защитной зоны

Параметры	Единицы измерения	Расчетная формула	Значение параметра
Суммарный выход биогаза	кг/сут	Г	36,9
Суммарный выход биогаза	г/с	М	0,43
Состав биогаза: -метан (70%) -аммиак (1,1%) -сероводород (0,3%) -оксид углерода (1,2%)	 г/с г/с г/с г/с	 $M(CH_4)$ $M(NH_3)$ $M(H_2S)$ M(CO)	 0,3 0,0043 0,0009 0,005
Высота отводящей трубы	м	Н	3
Диаметр	м	Д	0,3
Скорость выхода газовоздушной смеси, w_o	м/с	$4 \cdot M / \rho \cdot \pi \cdot Д^2$	5,07
Приведенная скорость, $v_м$	м/с	$1{,}3 \cdot \varpi_0 \cdot Д / H$	0,659
Коэффициенты: F A n $3K$	 - - - -	 - - $0{,}532V_м^2 - 2.13V_м + 3{,}13$ $A \cdot F \cdot Д / 8 \cdot V_1 \cdot H^{4/3}$	 1 200 1,96 9,42
Максимальная приземная концентрация компонентов биогаза, $C_{мi}$: -метана -аммиака -сероводорода -окиси углерода	мг/м^3	M_i К 0,3 К 0,0043 К 0,0009 К 0,005 К	 2,82 0,04 0,0089 0,0471
Предельно допустимые концентрации ($ПДК_i$): -метана -аммиака -сероводорода -окиси углерода	мг/м^3 - - - -	 - - - -	 5,0 0,04 0,008 1,0
Расстояние, на котором устанавливается максимальная приземная концентрация: $X_м$ d S_1	 м - -	 $d \cdot H$ $11{,}4 \cdot V_м$ $\frac{ПДК(H_2S)}{C_м(H_2S)}$	 22,53 7,51 0,89
Размер санитарно-защитной зоны, X	м	$X_м \sqrt{\frac{\left[\frac{1{,}3}{S_1} - 1\right]}{0{,}13}}$	42,5
Зона воздействия	м		330

При выходе биогаза из анаэробного реактора происходит нарушение качества атмосферного воздуха, т.к. максимальная приземная концентрация сероводорода превышает допустимые санитарные нормы.

В связи с этим размер защитной зоны должен быть увеличен до 42,5 м или биореактор должен быть оборудован устройством для улавливания сероводорода.

2.6 Определение размеров санитарно-защитной зоны (СЗЗ) для очистных сооружений

Санитарно-защитная зона для очистных сооружений принимается согласно СП 32.13330.2012 и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 с учетом состава очистных сооружений и производительности (100 м).

Согласно СП 32.13330.2012 (п. 9.1.15) в целях сокращения санитарно-защитной зоны от очистных сооружений рекомендуется предусматривать перекрытие поверхностей подводящих каналов, сооружений механической очистки, сооружений биологической очистки, а также обработки осадка. Вентиляционные выбросы из-под перекрытых поверхностей, а также из основных производственных помещений зданий механической очистки и обработки осадка следует подвергать очистке.

2.7 Жидкие отходы

Основной расход жидких отходов (очищенные сточные воды) не оказывают воздействие на водную среду, поскольку сбрасываются в городскую водоотводящую сеть.

Состав хозяйственно-бытовых сточных вод соответствует нормативным показателям общих свойств сточных вод и допустимые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, допущенных к сбросу в централизованные системы водоотведения, которые принимаются согласно приложению № 3 к постановлению правительства Российской Федерации от 29 июля 2013 г. № 644 «Об утверждении правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты правительства российской федерации».

Максимально допустимые значения показателей и (или) концентрации загрязняющих веществ в хозяйственно-бытовых сточных водах приведены в таблице 2.3.

Допустимый состав поверхностных сточных вод – в таблице 2.4.

Таблица 2.3 – Нормативные показатели общих свойств сточных вод и допустимые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, допущенных к сбросу в централизованные общесплавные и бытовые системы водоотведения

№ п/п	Показатели	Единицы измерения	Максимальное допустимое значение показателя и (или) концентрации в натуральной пробе сточных вод
1.	Реакция среды (pH)	ед.	6,0 - 9,0
2.	Температура	°С	+40
3.	Минерализация (плотный остаток)	мг/дм^3	3000
4.	Жиры (растворенные и эмульгированные)	мг/дм^3	50
5.	Нефтепродукты (растворенные и эмульгированные)	мг/дм^3	10
6.	Летучие органические соединения (ЛОС) (в том числе толуол, бензол, ацетон, метанол, бутанол, пропанол, их изомеры и алкилпроизводные)	мг/дм^3	20
7.	Сульфиды (S-H_2S+S2-)	мг/дм^3	1,5
8.	Кратность разбавления, при которой исчезает окраска в столбике 10 см	-	11
9.	Хлор и хлорамины	мг/дм^3	5,0
10.	Индекс токсичности	ед.	50
11.	Соотношение ХПК: БПК5	-	2,5 <*>
12.	Взвешенные вещества	мг/дм^3	300
13.	БПК5	мг/дм^3	300
14.	ХПК	мг/дм^3	500
15.	Азот (сумма азота органического и азота аммонийного)	мг/дм^3	50
16.	Фосфор общий ($P_{общ}$)	мг/дм^3	12
17.	СПАВ анионные	мг/дм^3	10
18.	Фенолы (сумма)	мг/дм^3	0,25
19.	Сульфаты	мг/дм^3	300
20.	Хлориды	мг/дм^3	1000
21.	Алюминий (Al)	мг/дм^3	3

Окончание таблицы 2.3.

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Максимальное допустимое значение показателя и (или) концентрации в натуральной пробе сточных вод
22	Железо (Fe)	мг/л	3
23	Марганец (Mn)	мг/л	1
24	Медь (Cu)	мг/л	0,5
25	Цинк (Zn)	мг/л	1,0
26	Хром общий (Cr(III) +Cr(VI))	мг/л	0,5
27	Хром Cr(VI)	мг/л	0,05
28	Никель (Ni)	мг/л	0,25
29	Кадмий (Cd)	мг/л	0,015
30	Свинец (Pb)	мг/л	0,25
31	Мышьяк (As)	мг/л	0,01
32	Ртуть (Hg)	мг/л	0,005
33	Стронций	мг/л	2,0

Таблица 2.4 – Нормативные показатели общих свойств сточных вод и допустимые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, допущенных к сбросу в централизованные дождевые системы водоотведения

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Максимальное допустимое значение показателя и (или) концентрации в натуральной пробе сточных вод
1	Реакция среды (pH)	ед.	6,5 - 8,5
2	Температура	°С	+40
3	Взвешенные вещества	мг/л	300
4	Сульфиды	мг/л	1,5
5.	Сульфаты	мг/л	100
6	Хлориды	мг/л	300
7	БПК5	мг/л	7,0
8	Азот аммонийный	мг/л	1,2
9	Нефтепродукты	мг/л	0,5

Также жидкими отходами являются технологические промывные воды и возвратная иловая вода. Жидкие отходы поступают в регулирующий резервуар.

2.8 Твёрдые отходы

На очистных сооружениях образуются отходы 2-х наименований 4 класса опасности (мусор и песок).

В соответствие с СанПиН 2.1.7.1322-03 (п. 3.6) условия сбора и накопления определяются классом опасности отходов, способом упаковки и отражаются в Техническом регламенте (проекте, паспорте предприятия) с учетом агрегатного состояния и надежности тары.

Проектом предусматривается временное хранение образующихся отходов в специальных герметичных контейнерах на асфальтобетонной площадке с навесом для защиты от атмосферных осадков.

Вывоз мусора и обезвоженного осадка на утилизацию производится по Договору между эксплуатирующей организацией и специализированной организацией, имеющей лицензию на вывоз промышленных и бытовых отходов.

Утилизация осадка по согласованию с Органами Государственного санитарного надзора и природоохранными организациями производится на специальном полигоне с гидроизоляцией дна и боковых стенок, либо вместе с ТБО в соотношении не более 30% от массы ТБО.

Расчет количества твердых отходов и способ их утилизации приведен в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Способ утилизации и размещения отходов

Узел технологической схемы, где образуются отходы	Количество твердых отходов		Плотность отходов	Способ утилизации или хранения
	$м^3$/год	т/год		
Очистные сооружения хозяйственно-бытовых сточных вод	128	102,4	800 кг/$м^3$	Хранение в специальных герметичных контейнерах
Очистные сооружения хозяйственно-бытовых сточных вод	117	175,5	1500 кг/$м^3$	Хранение в специальных герметичных контейнерах

2.9 Использование осадков в качестве удобрений

Обезвреженный и обеззараженный осадок может быть использован в качестве удобрения или для биологической рекультивации нарушенных земель.

В настоящее время разработан ГОСТ Р 17.4.3.07-2001, который устанавливает основные требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. Этот стандарт распространяется на осадки, образующиеся в процессе очистки хозяйственно-бытовых, городских (смеси хозяйственно-бытовых и производственных), а также близких к ним по составу производственных сточных вод и продукцию (удобрения) на основе осадков.

Требования стандарта обязательны для коммунальных служб муниципальных и ведомственных предприятий, имеющих право поставлять и использовать осадки в качестве удобрений в сельском хозяйстве, промышленном цветоводстве, зеленом строительстве, в лесных и декоративных питомниках, а также для биологической рекультивации нарушенных земель и для полигонов твердых бытовых отходов (ТБО).

Осадки, применяемые в качестве органических или комплексных органо-минеральных удобрений, должны соответствовать требованиям:

- по агрохимическим показателям (таблица 2.6);
- по санитарно-бактериологическим и санитарно-паразитологическим показателям (таблица 2.7).

Таблица 2.6 – Агрохимические показатели осадков

Наименование показателя	Норма	Метод определения
Массовая доля органических веществ, % на сухое вещество, не менее	20	ГОСТ 26213
Реакция среды ($pH_{сол}$)	5,5-8,5*	ГОСТ 26483
Массовая доля общего азота (N), % на сухое вещество, не менее	0,6	ГОСТ 26715
Массовая доля общего фосфора (P_2O_5), % на сухое вещество, не менее	1,5	ГОСТ 26717

Осадки, имеющие значение реакции среды (pH вытяжки) более 8,5, могут использоваться на кислых почвах в качестве известковых удобрений.

После обеззараживания осадок имеет следующие санитарно-бактериологические и санитарно-паразитологические показатели осадка.

Таблица 2.7 – Санитарно-бактериологические и санитарно-паразитологические показатели осадка после обеззараживания

Наименование показателя	Норма для осадков группы		Группа
	I	II	
Бактерии группы кишечной палочки, клеток/г осадка фактической влажности	100	1000	I
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, клеток/г	отсутствие	отсутствие	I
Яйца гельминтов и цисты кишечных патогенных простейших, экз./кг осадка фактической влажности, не более	отсутствие	отсутствие	I

Вывод: осадок, после обеззараживания по санитарно-бактериологическим и санитарно-паразитологическим показателям относится к I группе, т.к. в своем составе не содержит ионы тяжелых металлов.

Осадки I группы можно использовать под все виды сельскохозяйственных культур, кроме овощных, грибов, зеленных и земляники, а также в промышленном цветоводстве, зеленом строительстве, лесных и декоративных питомниках, для биологической рекультивации нарушенных земель и полигонов ТБО.

Применение осадков в качестве удобрений не должно приводить к ухудшению экологических и санитарно-гигиенических показателей окружающей среды, почвы, выращиваемых растений.

Не допускается применять осадки:

- в водоохранных зонах, зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах, а также в пределах особо охраняемых природных территорий;
- поверхностно в лесах, лесопарках, на сенокосах и пастбищах;
- на затопляемых и переувлажненных почвах;
- на территориях с резко пересеченным рельефом, а также на площадках, которые имеют уклон в сторону водоема более 3°.

2.10 Обустройство аварийных иловых площадок

Расчет аварийных иловых площадок произведен согласно СП 32.13330.2012.

Площадка складирования отходов соответствует следующим требованиям:

- санитарным правилам проектирования, строительства и эксплуатации полигонов не утилизированных отходов;
- имеет слабофильтрующиеся грунты при стоянии грунтовых вод не выше 2 м от дна емкости с уклоном на местности не более 1,5º в сторону водоема, сельскохозяйственных угодий, леса и пр.;
- размещается с подветренной стороны относительно населенного пункта

и ниже по направлению потока подземных вод;

- размещается на местности, не затапливаемой паводковыми и ливневыми водами;

- поверхностный сток с отвальных площадок не попадает в открытые водные объекты, предусматривается инженерная защита территории от подтопления и заболачивания мокрого хранения осадка;

- имеет ограждение и озеленение по периметру, подъездные пути с твердым покрытием.

2.11 Обоснование размера земельных участков

Общая площадь изымаемых земель 4372 м^2 (под очистные сооружения 204,5 м^2, на аварийные иловые площадки 357,7 м^2).

После прокладки водоводов предусматривается рекультивация земель:

- засыпка траншей;
- общая планировка полосы отвода;
- уборка строительного мусора;
- восстановление растительного покрова посевом травфитомелиорантов (тимофеевки луговой, овсяницы красной, клевера белого, костра безостого и др.).

Площадка очистных сооружений располагается на расстоянии 1200 м от границ зданий жилой застройки.

Площадка располагается с подветренной стороны для господствующих ветров теплого периода года по отношению к жилой застройке и ниже города по течению реки, на расстоянии 300 м от уреза воды. Нормативный размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 составляет 150 м.

Расположение проектируемого объекта не нарушает санитарных требований. Размеры водоохранной зоны для заданного водного объекта в соответствии со ст. 65 Водного кодекса составляют 50 м.

Площадка под строительство расположена на территории не затопляемой талыми водами, с низким уровнем грунтовых вод.

2.12 Перечень природоохранных мероприятий, направленных на снижение антропогенного воздействия проектируемой системы

Приведен перечень природоохранных мероприятий, направленных на снижение антропогенного воздействия проектируемой системы. Указаны природоохранные мероприятия технологического, строительно-технического, планировочного характера и другие.

Водоохранные мероприятия, разработанные в проекте, направлены на ра-

циональное использование, охрану от истощения и загрязнения водного объекта.

Водоохранные мероприятия носят комплексный характер и представлены:

- строительно-техническими мероприятиями;
- технологическими мероприятиями;
- технико-экономическим обоснованием.

Строительно-технические мероприятия:

- очистка сточных вод на установке контейнерного типа, состоящей из блока механической очистки, блока емкостей, установки обеззараживания стока и блока обработки осадка.

В проекте технологические мероприятия связаны с применением современных технологий, обеспечивающих глубокое окисление органических и неорганических веществ, удаление азота биологическим методом с использованием процессов нитрификации-денитрификации, реагентное удаление фосфора и биологическую дезинфекцию.

Принятая технология обеспечивает высокое качество очищенных сточных вод, соответствующее требованиям, предъявляемым к выпуску очищенных сточных вод в водоем рыбохозяйственного водопользования.

Для предупреждения загрязнения подземных вод в проекте предусмотрены следующие мероприятия:

- эффективный отвод поверхностных вод с территории и их очистка;
- искусственное повышение планировочных отметок территории;
- тщательное выполнение работ по строительству водонесущих инженерных сетей;
- обезвоживание осадка и организация его складирования (бетонированные площадки)
- организация водоохранных зон.

3 Безопасность жизнедеятельности

3.1 Техника безопасности и производственная санатория при эксплуатации установки очистки сточных вод

Персонал станции водоподготовки подвергается воздействию следующих опасных и вредных производственных факторов:

1) повышенный уровень шума и вибрации;
2) пониженная температура и повышенная влажность воздуха;
3) возможность поражения электрическим током.

Вредными производственными факторами называют те неблагоприятные факторы, которые при длительном воздействии могут вызывать у рабочих или служащих профессиональные заболевания.

3.1.1 Производственный шум

Источником шума на сооружениях водоснабжения являются насосные агрегаты, компрессоры, вентиляционные системы и другие механизмы. Сильный, продолжительный шум, действуя на все нервные окончания человека, является общебиологическим раздражителем. Поэтому расстраивается работа сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечной системы и общее состояние здоровья человека ухудшается. Шум и вибрация являются причиной снижения работоспособности, ослабления памяти, внимания, остроты зрения, что может привести к травматизму и авариям. Вибрация особенно неблагоприятно действует на женский организм.

Основой всех мер по снижению шума является его гигиеническое нормирование. В настоящее время действуют 2 нормативных документа:

- ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум, общие требования безопасности»
- СанПиН 10-124

Санитарные нормы устанавливают классификацию шумов, допустимые уровни шумов для рабочей зоны, при этом учитывается не только физиология человека, но и характер выполняемой работы; общие требования к измерению шумов, основные меры по снижению шума и профилактики профессиональных заболеваний.

В качестве характеристики шума принимаются уровни звукового давления, измеренные в актовых полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Измерение уровня звукового давления производят с помощью шумомера.

Если анализировать шум с учетом частот не требуется, а необходимо оценить общую шумовую картину, максимально приблизив ее к субъективному восприятию человека, то производится измерение уровня звука по специальной шкале «А» шумомера. В этом случае получается одно числовая характеристика шума, которая сравнивается с соответствующей допустимой и изме-

ряется в дБА, показатели приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Допустимые уровни звукового давления и уровень шума на рабочих

Уровни звукового давления, дБ									Уровень шума, дБа
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Если работа связана с повышенными требованиями к процессам наблюдения, дистанционного управления, с восприятием акустических сигналов, а также при работе с документами, то норма шума уменьшается. Нормы установлены из расчетов воздействия на человека шума в течение 8 ч. При меньшем времени воздействия, а также при наличии колеблющихся или импульсных шумов нормы могут быть увеличены в соответствии с ГОСТом. Если фактический уровень шума превышает нормы, то развивается тугоухость. При уровне шума равном 120 дБА возникает сильная боль в слуховом аппарате человека; при 130-140 дБА – механические повреждения барабанной перепонки.

Меры по снижению шума в рабочей зоне:

1) Технические:

а) выбор оборудования с минимальными шумовыми характеристиками.

б) своевременный профилактический ремонт и обслуживание оборудования.

в) дистанционное управление шумным оборудованием.

2) Строительно-акустические:

а) использование звукопоглощающих и отражающих материалов (штукатурки, пористый кирпич, древесина, пенопласт, гипсовые материалы).

б) звукоизоляционные кабины и экраны.

3) Индивидуальные средства защиты:

а) наушники (свыше 95 дБА)

б) шлемофон (свыше 120 дБА)

в) бирушы (снижают уровень шума на 10-15 дБА)

3.1.2 Производственная вибрация

Вибрация – колебания твердого тела около положения равновесия, возникающие при неуравновешенности силовых воздействий.

В соответствии с ГОСТ 12.1.012 – 90 ССБТ «Вибрационная безопасность» вибрация по способу передачи колебаний на тело человека бывает 2-х видов:

- общая, когда колебания через опорные части сидящего или стоящего человека распространяются по всему телу.

- локальная, когда колебания поступают непосредственно на руки при ра-

боте с ручным вибро-, электро- и пневмоинструментом.

Для каждого вида вибрации ГОСТом устанавливаются предельно-допустимые уровни (ПДУ) вибрации. Эти нормы учитывают как физиологию человека, так и характер труда.

Максимальная величина ПДУ устанавливается для персонала, обслуживающего производственное оборудование в помещениях, где есть источник вибрации. При работах, связанных с умственным напряжением ПДУ, имеет меньшее значение. Если фактическое значение вибрации превышает ПДУ, то развивается виброболезнь.

На первой стадии виброболезнь проявляется в виде общих признаков недомогания. На второй стадии начинаются деформации опорно-двигательного скелета и образуются тромбы крови, заканчивающиеся гипертонией или закупоркой вен. На третьей стадии виброболезнь приводит к инвалидности с утратой работоспособности. Наиболее опасны для человека колебания, совпадающие с частотой колебания внутренних органов.

Нормируемыми показателями постоянной вибрации являются среднеквадратичные значения виброускорения и виброскорости, измеряемые в октавных полосах частот или их логарифмические уровни, а также корректированные по частоте значения виброускорения и виброскорости и их логарифмические уровни. У насосов вибрация, воздействующая на персонал, является общей, категории 3, тип «а», то есть передающаяся от стационарного оборудования на рабочее место. Допустимое значение виброскорости составляет 92 дБ.

Меры по снижению вибрации в стационарном оборудовании:

1) технологические способы снижения вибрации;

2) уменьшение вибрации в источнике возникновения за счет усовершенствования конструкции оборудования и проведение своевременных профилактических ремонтов;

3) виброгашение – установка оборудования на дополнительный массивный фундамент, масса которого рассчитывается так, чтобы колебания на основании фундамента имели амплитуду <= 0,1 мм;

4) виброизоляция – уменьшение колебаний по пути передачи от источника к объекту, с помощью установки резиновых или пружинистых амортизаторов.

Также, как и при мероприятиях по снижению шума необходимы организационные и медико-профилактические меры, а также средства индивидуальные защиты.

3.1.3 Пониженная температура и повышенная влажность воздуха

Между телом человека и окружающей средой идет постоянный теплообмен. Несмотря на колебания параметров внешней среды, температура тела поддерживается на постоянном уровне благодаря реакциям терморегуляции. Но если параметры внешней среды длительно нарушены, то реакции терморегуляции работают с перегрузкой, у человека ухудшается самочувствие, падает работоспособность и может наступить перегрев или переохлаждение тела. Поэтому ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие требования к воздуху рабочей зоны» устанавливает требования к параметрам, характеризующим микроклимат в рабочей зоне.

К этим параметрам относятся 4 фактора: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения от нагретых поверхностей.

Эти параметры микроклимата должны поддерживаться в оптимальных или допустимых величинах в рабочей зоне.

Оптимальные микроклиматические условия – это сочетание показателей микроклимата, которое обеспечивает человеку ощущение теплового комфорта в течение 8 часовой рабочей смены без нарушения механизмов терморегуляции и не вызывает отклонений в здоровье. При этом создаются предпосылки для высокого уровня работ. Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8 часовой рабочей смены. Они не вызывают нарушений здоровья и механизмов терморегуляции. В помещениях очистных сооружений микроклимат должен поддерживаться в допустимых величинах.

Учитывая, что при обслуживании оборудования, работы, выполняемые персоналом, обычно относят к категории 2б (работы средней тяжести) параметры микроклимата должны находиться в следующих пределах:

Температура –15-21˚С

Относительная влажность – до 75%

Скорость движения воздуха – до 0,4 м/с

Меры по улучшению микроклимата рабочей зоны:

1) Для поддержания микроклимата производственных помещений во все периоды года осуществляются различные технические и гигиенические мероприятия.

2) Для предупреждения охлаждения работающих помещения оборудуют системами отопления, а в неотапливаемых помещениях предусматривают специальные кабины для обогрева. Чтобы предотвратить прорывы холодного воздуха в рабочие помещения, устраивают тамбуры и теплые завесы.

3.1.4 Защита от поражения электрическим током

Ток, проходя через тело человека оказывает термическое действие (нагрев сосудов и нервов). Все это приводит к 2-м видам поражений: электротравмам и электроударам.

Степени паражений:

– I степени – судорожное сокращение мышц, которое не приводит к потере сознания и нарушению дыхания и работы сердца;

– II степени – действие тока приводит к судорожному сокращению мышц с потерей сознания, но без нарушения дыхания и работы сердца;

– III степени – судорога мышц приводит к потере сознания и к нарушению дыхания и работы сердца;

– IV степени – остановка дыхания и работы сердца (т.е. клиническая смерть).

Факторы, которые определяют исход поражения человека током:

1) сила тока
2) время прохождения тока через тело человека
3) род и частота тока
4) индивидуальные свойства тела человека.
5) путь тока через тело человека

Меры защиты от поражения электрическим током:

1) применение надежной изоляции токопроводящих частей оборудования, при этом расчетное сопротивление должно быть более 500 Ом. В помещениях 3 класса опасности по поражению током изоляция должна быть двойной с рабочим и защитным слоем.

2) Соблюдение безопасных расстояний до токоведущих частей и их ограждение.

3) Заземление кожухов электрооборудования, при этом обязательному заземлению и занулению подлежат:

а) электроустановки напряжением более 380В~(440В) в помещениях при работах 1,2,3 классов опасности по поражению электрическим током.

б) электроустановки напряжением более 42В~(110В) – в помещениях 2,3 класса опасности.

в) все электроустановки независимо от напряжения во взрывоопасных помещениях.

4) Использование автоматического отключения электрооборудования от сети.

5) Применение предупреждающих надписей и сигнализации.

6) Использование индивидуальных средств защиты и приспособлений.

а) основные

б) ограждающие

в) дополнительные

7) Порядок выполнения работ в действующих электроустановках опреде-

ляется специальным документом ПТЭ (правила технической эксплуатации) и ПТБ (правила технической безопасности). Персонал, работающий с электрооборудованием должен иметь квалификационную группу отдельно по электробезопасности.

3.2 Анализ условий труда при эксплуатации объектов водоотведения

Опасные и вредные производственные факторы, которые могут появиться при эксплуатации объектов водоотведения, определены на основе опыта строительства аналогичных сооружений, а также на основе нормативных документов. По природе действия на людей производственные факторы подразделяются на следующие группы: физические, химические, биологические, психофизиологические. При эксплуатации сооружений и сетей канализации возможны действия следующих опасных факторов:

а) физические:

– отлетающие предметы при дроблении в решетках-дробилках;

– образование взрывоопасных смесей и газов;

– движущиеся элементы оборудования;

– повышение или понижение температуры воздуха в производственных помещениях;

– опасный уровень напряжения в электрической сети, замыкание которой может пройти через человека;

– повышение уровня шума и вибрации;

– недостаточное освещение рабочей зоны;

б) химические:

– газообразные вещества общетоксического действия и другого вредного воздействия;

– горючие примеси, попавшие в сточные воды;

– газы, выделяющиеся при утечке из баллонов;

в) биологические:

– патогенные микроорганизмы в сточных водах;

г) психофизиологические:

– физические перегрузки;

– нервно-психические перегрузки.

Размещение и устройство канализационных сооружений и сетей, производственных и вспомогательных зданий и помещений соответствует строительным нормам и обеспечивает безопасность труда работающих как в обычных условиях, так и при авариях.

Автоматическое и телемеханическое управление основных сооружений дублируется ручным управлением, которое обеспечивает безопасную эксплуатацию в случае выхода из строя элементов автоматики.

3.3 Техника безопасности

3.3.1 Мероприятия, обеспечивающие требования техники безопасности при эксплуатации оборудования

Желтый цвет предупреждает о возможности опасности, им окрашиваются строительные конструкции, производственное оборудование с повышенной опасностью и внутрицеховой транспорт. Движущиеся части оборудования, в данном случае двигатели насосов, снабжены защитным металлическим кожухом.

Оборудование распределено в рабочей зоне таким образом, чтобы им было легко и удобно управлять.

Органы аварийного отключения окрашиваются в красный цвет. Средства защиты приводятся в действие до начала включения оборудования и отключения после прекращения работы оборудования.

На НС и ОС ставятся сигнализирующие устройства, которые предупреждают об опасных и вредных факторах при работе оборудования, аварийное отключение оборудования при нарушении технологического процесса.

3.3.2 Организация обучения и проверка знаний обслуживающего персонала

Работники, связанные с канализацией, помимо инструктажа проходят курсовое обучение и сдают экзамен на знание отраслевых правил обучения технике безопасности при эксплуатации систем ВиК. Обучение проводят в срок не позднее 3-х дней со дня поступления на работу. Продолжительность обучения рабочих составляет 8 часов, имеющих контакт с водой и машинистов станции – 12 часов. Экзамен у всех ИТР принимают только комиссии предприятий. Руководители канализационных предприятий сдают экзамен вышестоящей организации после назначения на должность и затем не менее 1 раза в 3 года. Результаты проверок оформляются в журнал.

По характеру и времени проведения инструктаж делят на вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и текущий.

3.4 Обеспечение средствами индивидуальной защиты работников предприятий водоотведения

К индивидуальным средствам защиты работающих относятся изолирующие костюмы, спец. обувь, средства защиты органов дыхания, слуха, средства защиты головы, лица, рук.

Они предназначены для защиты работающих от вредного воздействия

среды, а также для работы в неблагоприятных условиях (температура и санитария).

Спецодежда предназначена главным образом, защищать тело от вредностей и создать нормальный тепло- и воздухообмен.

На предприятиях водоотведения также необходимы средства индивидуальной защиты. Так, например, операторы на песколовках и решетках оснащены комбинезоном, резиновым фартуком и сапогами, перчатками. Аппаратчик приготовления сернокислого глинозема снабжается респиратором, резиновыми сапогами, перчатками, спец. одеждой. Машинист насосной установки оснащается комбинезоном с водоотталкивающей пропиткой, галошами, диэлектрическими перчатками.

Для защиты органов дыхания от действия токсичных газов (хлор) и пыли применяют респиратор ШБ-1, «Лепесток-ПО», «Лепесток-5» или противогазы, правильно подобранные по размеру.

Для защиты глаз используют защитные очки.

Для защиты от шума используются заглушки, противовоздушные наушники, маски или тампоны из стерилизованной ваты.

3.5 Пожарная безопасность

Основные задачи пожарной безопасности решаются в процессе проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений. Они сводятся к комплексу профилактических мероприятий, направленных на предупреждение пожаров, ограничение сферы распространения огня в случае загорания, создание условий для эвакуации людей и материальных ценностей из горящего здания, а также для действий подразделений пожарной охраны по тушению пожаров.

Сооружения систем водоснабжения и водоотведения строят, как правило, из несгораемых материалов. Ввиду большой сырости в этих помещениях (насосные станции, очистные станции, водонапорные башни, КНС) стены делают из кирпича или бетона, перекрытия – из железобетона, полы – из бетона (в большинстве случаев покрывают металлическими плитами).

При разработке генеральных планов расположения основных узлов водопроводных сооружений учитывают требования пожарной безопасности: предусматривают противопожарные разрывы между отдельными зданиями или группами зданий, территория обеспечивается дорогами и подъездами.

Пожаро- и взрывоопасность помещения характеризуется совокупностью условий, способствующих вероятности появления и распространения пожара или взрыва.

Определяющими условиями для установления вероятности пожара или взрыва являются физико-химические свойства образующихся в технологических процессах веществ: температура вспышки жидкости, предел воспламене-

ния газа и пыли, возгораемость твердых веществ, скорость горения. Исходя их совокупности свойств веществ, применяемых и появляющихся в технологических процессах, разделяют на 5 категорий по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности:

1) категория А – это технологические процессы, в которых используются или выделяются горючие газы, пары легко воспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) с температурой вспышки менее 28°С включительно, образуются газовоздушные взрывоопасные смеси с возможным давлением взрыва пять и более кПа.

2) категория Б – это технологические процессы, в которых используются или выделяются горючие пыль и волокна, пары легко воспламеняющихся жидкостей с температурой вспышки более *28°С*, образуются газовоздушные взрывоопасные смеси с возможным давлением взрыва пять и более кПа.

3) категория В – это технологические процессы, в которых используются горючие жидкости и твёрдые горючие материалы, способные при взаимодействии друг с другом кислородом воздуха и водой гореть.

4) категория Г – это технологические процессы, в которых используются негорючие материалы в горячем, раскалённом или расплавленном состоянии, процессы, сопровождающиеся выделением искр, а также процессы утилизации твёрдых материалов сжиганием.

5) категория Д – это технологические процессы, в которых используются негорючие материалы в холодном состоянии

Категории производств определяли, исходя не из нормальных условий технологического процесса, когда все оборудование и аппараты исправны, а из аварийной ситуации, когда имеют место серьезное нарушение процесса, повреждения аппаратов, связанные с возможностью выхода пожароопасных веществ в помещения.

На территории сооружений водопроводно-канализационного хозяйства предусматривают систему противопожарного водоснабжения. Вдоль дорог на расстоянии не более 100 м один от другого устанавливают пожарные гидранты. Отапливаемые здания и производственные помещения оборудуют внутренними пожарными кранами.

В каждом помещении, где имеется опасность загорания и пожара, должен быть комплект ручного противопожарного инвентаря: лопата, ломы, крюки, багры, ящик с песком, бочки с водой, ведра, огнетушители, перезаряженные в установленные сроки, противопожарный инвентарь и огнетушители размещают в легкодоступных местах.

На случай пожара должен быть разработан план эвакуации персонала. План должен быть вывешен на видном месте.

Ответственность за обеспечение пожарной безопасности предприятия несет его руководитель, а на рабочих местах – мастер.

4 Технология и организация строительства трубопровода

4.1 Определение объёмов земляных работ при траншейной прокладке наружного трубопровода

Наименьшая глубина прокладки наружных водопроводных труб:

$$h_1 = H_{тр} + 0{,}5 \text{ , м} \tag{4.1}$$

где h_1 – наименьшая глубина прокладки трубопровода;
$H_{тр}$ – глубина сезонного промерзания.

$$h_1 = 2{,}6 + 0{,}5 = 3{,}1 \text{ м},$$

$$h_2 = h_1 + i \cdot L_{тр}, \tag{4.2}$$

где i – уклон трубопровода;
$L_{тр}$ – длина трубопровода, м.

$$h_2 = 3{,}1 + 0{,}002 \cdot 418 = 3{,}93 \text{ м},$$

$$h_{ср} = (h_1 + h_2)/2 = (3{,}1 + 3{,}93)/2 = 3{,}51 \text{ м}, \tag{4.3}$$

Объём выемки грунта:

$$V = \left(\frac{F_1 + F_2}{2}\right) \cdot L_{тр} \text{ ,} \tag{4.4}$$

где F_1, F_2 – соответственно площади поперечного сечения в начале и конце траншеи, м^2.

При трапециидальной форме поперечного сечения траншеи

$$F_1 = \frac{h_1(B + E_1)}{2} = h_1(B + m \cdot h_1) \text{ ,} \tag{4.5}$$

$$F_2 = \frac{h_2(B + E_2)}{2} = h_2(B + m \cdot h_2) \text{ ,} \tag{4.6}$$

где B – ширина траншеи по дну;
E_1, E_2 –соответственно ширина траншеи поверху в начале и конце траншеи;
m – коэффициент заложения откосов траншеи.

Значение коэффициента m для супеси с $h_{ср}$ = 3,51 м, принимаем равным 0,72.

В зависимости от материала труб и величины условного прохода приняты: толщина стенки 6,3 мм, масса 1 трубы 2,09 кг, длина трубы 12 м, наружный диаметр труб 116,3 мм.

Ширина траншеи по дну определяется в зависимости от материала, типа трубы и ее наружного диаметра по справочнику

$$B = 0{,}116 + 0{,}8 = 0{,}916 \text{ м}, \tag{4.7}$$

$$F_1 = 3{,}1\cdot(0{,}916 + 0{,}72\cdot 3{,}1) = 9{,}75 \text{ м}^2,$$

$$F_2 = 3{,}93\cdot(0{,}916 + 0{,}72\cdot 3{,}93) = 14{,}72 \text{ м}^2,$$

$$E_1 = B + 2m\cdot h_1, \tag{4.8}$$

$$E_2 = B + 2m\cdot h_2, \tag{4.9}$$

$$E_1 = 0{,}916 + 2\cdot 0{,}72\cdot 3{,}1 = 5{,}38 \text{ м},$$

$$E_2 = 0{,}916 + 2\cdot 0{,}72\cdot 3{,}93 = 6{,}57 \text{ м},$$

$$E_{ср} = \frac{E_1 + E_2}{2} = \frac{5{,}38 + 6{,}57}{2} = 5{,}97 \text{ м}, \tag{4.10}$$

$$V = \left(\frac{9{,}75 + 14{,}72}{2}\right)\cdot 418 = 5114{,}23 \text{м}^3, \tag{4.11}$$

$$F_{ср} = \frac{F_1 + F_2}{2} = \frac{9{,}75 + 14{,}72}{2} = 12{,}23 \text{ м}^2, \tag{4.12}$$

Весь объём грунта, подлежащий разработке:

$$V = V_м + V_р, \tag{4.13}$$

где $V_м$, $V_р$ – соответственно объём грунта, разрабатываемый механическим способом и вручную, м^3.

$$V_м = V^1_м + V^2_м, \tag{4.14}$$

где $V^1_м$, $V^2_м$ – соответственно объём грунта, разрабатываемый экскаватором при отрывке траншеи и котлованов под колодцы, м^3.

$$V_м^1 = \left(F_{ср} + \frac{m[(h_1 - 0,2) + (h_2 - 0,2)]^2}{12} \right) \cdot l_1, \quad (4.15)$$

где l_1 – длина трубопровода без суммарной длины котлованов под колодцы на всей трассе, м.

$$l_1 = L - a_1 \cdot N, \quad (4.16)$$

где a_1– длина котлована под колодец поверху, м;
N – количество котлованов, шт..

$$N = \frac{L}{100} + 1 = \frac{418}{100} + 1 = 5, \quad (4.17)$$

$$a_2 = a_1 + 2m \cdot h_{ср}, \quad (4.18)$$

где a_1 – длина котлована под колодец понизу.

Подбор колодца.
Требуемый размер рабочей камеры колодца в плане

$$T_{р.размер} = L_{зад} + 1 = 0,6 + 1 = 1,6 \text{ м}, \quad (4.19)$$

Фактический размер длины рабочей камеры в плане равен 2 м.
Требуемый размер высоты рабочей камеры колодца

$$H_{тр} = H_{зад} + 0,7 \geq 1,8 \text{ м}, \quad (4.20)$$

Материал задвижки: чугун ГОСТ 8437-75, $H_{зад}$ = 0,485 м, $M_{зад}$ = 21,8 кг.

$$H_{тр} = 0,485 + 0,7 = 1,185 \text{ м}, \quad (4.21)$$

Плита днища колодца: марка КЦД-15, d = 2 м, δ = 0,12 м, m = 940 кг.
Рабочая камера колодца состоит из 2-х колец марки КЦ-15-6, характеристики кольца: $d_{вн}$ = 1,5 м, $d_{нар}$ = 1,68 м, H = 0,6 м, δ = 0,09 м, m = 660 кг.
Плита перекрытия марки КЦП 1-15, $d_{вн.лаза}$ = 0,7 м, $d_{нар}$ = 1,68 м, δ = 0,15 м, расстояние между осями плиты перекрытия и лаза – 0,40 м, m = 680 кг.
Высота горловины:

$$H_{гор} = H_{ср} - (H^{ф}_{р.к.к.} + 0,15 + 0,3), \text{ м} \quad (4.22)$$
$$H_{гор} = 3,51 - (1,185 + 0,15 + 0,3) = 1,87 \text{ м},$$

Горловина состоит из двух колец: КЦ 7-9, $d_{вн}$ = 0,7 м, $d_{нар}$ = 0,84 м, H = 0,89 м, δ = 0,07м, m = 380 кг.

При составлении спецификации по колодцам необходимо определить общее количество сборных железобетонных элементов для колодцев.

Сверху для устойчивости кладется плита опорная марки КЦО-2:

$d_{вн}$ = 1 м, δ = 0,15 м, $l \times b$ = 1,7 ×1,7 м, m = 800 кг.

Кольцо опорное марки КЦО-1:

$d_{вн}$ = 0,58 м, $d_{нар}$ = 0,84 м, δ = 0,07 м, m = 50 кг.

Длина трубопровода без суммарной длины котлованов под колодцы на всей трассе:

$$l_1 = L - a_2 \cdot N, \tag{4.23}$$

$$a_2 = a_1 + 2m \cdot h_{ср} = 3{,}2 + 2 \cdot 0{,}72 \cdot 3{,}51 = 8{,}25\,м, \tag{4.24}$$

$$a_1 = b_1 = 3{,}2\,м,$$

$$l_1 = 418 - 8{,}25 \cdot 5 = 376{,}75\,м,$$

$$V_м^1 = \left(12{,}23 + \frac{0{,}72 \cdot [(3{,}1 - 0{,}2) + (3{,}93 - 0{,}2)]^2}{12}\right) \cdot 376{,}75 = 5601{,}3\,м^3,$$

Объём грунта, извлекаемый экскаватором для устройства котлованов под колодцы:

$$V_м^2 = h_{ср}([2a_1 + a_2] \cdot b_1 + [2a_2 + a_1] \cdot b_2) \cdot \frac{N}{6}, \tag{4.25}$$

$$V_м^2 = 3{,}51([2 \cdot 3{,}2 + 8{,}25] \cdot 3{,}2 + [2 \cdot 8{,}25 + 3{,}2] \cdot 8{,}25) \cdot \frac{5}{6} = 612{,}5\,м^3,$$

$$V_м = V^1_м + V^2_м = 5601{,}3 + 612{,}5 = 6213{,}8\ м^3, \tag{4.26}$$

Объём грунта, разрабатываемый вручную:

$$V_р = V^1_р + V^2_р,\ м^3 \tag{4.27}$$

где $V^1_р$ – объём грунта, разрабатываемый вручную при рытье недобора, м^3;

$V^2_р$ – объём грунта, разрабатываемый вручную при рытье приямков, м^3.

$$V_р^1 = h_{нед}(B \cdot l_1^Н + a_1 \cdot b_1 \cdot N), \tag{4.28}$$

где $h_{нед}$ – глубина недобора, равная 5-20 см, принимаем 0,2 м;

$l_1^н$ – длина трубопровода без суммарной длины под колоды, считая понизу, м.

$$l_1^н = L - a_1 \cdot N, \quad (4.29)$$

$$l_1^н = 418 - 3{,}2 \cdot 5 = 402 \text{ м},$$

$$V_р^1 = 0{,}2 \cdot (0{,}916 \cdot 402 + 3{,}2 \cdot 3{,}2 \cdot 5) = 83{,}88 \text{ м}^3,$$

$$V_р^2 = V_{пр} \cdot N_{пр}, \quad (4.30)$$

где $N_{пр}$ – количество приямков, шт.;

$V_{пр}$ – объём одного приямка, м^3.

$$N_{пр} = \frac{L - D_{к.вн} \cdot N}{l_{тр}}, \quad (4.31)$$

где $D_{к.вн}$ – внутренний диаметр рабочей камеры колодца, м.

$$N_{пр} = \frac{418 - 1{,}5 \cdot 5}{12} = 34,$$

$$V_{пр} = a' \cdot b' \cdot c', \quad (4.32)$$

где a', b', c' – соответственно длина, ширина и глубина приямка, м.

$a' = 0{,}6$ м,
$c' = 0{,}2$ м,
$b' = d_{нар} + 0{,}5 = 0{,}116 + 0{,}5 = 0{,}616$ м, (4.33)

$$V_{пр} = 0{,}6 \cdot 0{,}616 \cdot 0{,}2 \approx 0{,}1 \text{ м}^3,$$

$$V_р^2 = 0{,}1 \cdot 34 = 3{,}4 \text{ м}^3,$$

$V_р = 83{,}88 + 3{,}4 = 87{,}28$ м^3,

$V_м = V_м + V_р = 6213{,}8 + 87{,}28 = 6301$ м^3, (4.34)

4.2 Определение объема земли, подлежащего вывозу в отвал за пределы строительства

Основная часть грунта, извлекаемого при разработке траншеи и котлованов под колодцы понадобиться для обратной засыпки после монтажа и предварительного испытания трубопровода. Часть грунта окажется лишней, так как вытиснится смонтированным трубопроводом и колодцами. Избыточный грунт подлежит вывозу в отвал за пределы строительства.

$$V_0^{в} = \left(V_{тр} + V_{кол}\right) \cdot К_{пр}, \text{ м}^3 \qquad (4.35)$$

где $K_{пр}$ – коэффициент первоначального увеличения объема грунта при его рыхлении;

$V_{тр}$, $V_{кол}$ – соответственно объём грунта вытесняемый трубопроводом и колодцами, м^3.

В зависимости от типа грунта по справочнику определяем коэффициент увеличения объёма: для супеси $K_{пр}$ = 1,12-1,17, принимаем 1,15.

$$V_{тр} = \frac{\pi \cdot d_{нар}^2}{4} \cdot l_1 \cdot К_р, \qquad (4.36)$$

где l_1 – длина трубопровода за вычетом суммарной длины диаметров колодцев;

$K_р$ – коэффициент, учитывающий объём земли, вытесняемый раструбами или муфтами, равный 1.

$$l_1 = L - D_{кол.нар} \cdot N, \qquad (4.37)$$

$$l_1 = 418 - 1{,}68 \cdot 5 = 409{,}6 \text{ м},$$

$$V_{тр} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}116^2}{4} \cdot 409{,}6 \cdot 1 = 4{,}32 \text{ м}^3,$$

$$V_{кол} = \frac{\pi \cdot d_{кол.нар}^2}{4} \cdot h_к \cdot N, \qquad (4.38)$$

где $h_{кол}$ – средняя глубина колодца, м.

$$h_{кол} = h_{ср} + 0{,}15 = 3{,}51 + 0{,}15 = 3{,}66 \text{ м}, \qquad (4.39)$$

$$V_{кол} = \frac{3,14 \cdot 1,68^2}{4} \cdot 3,51 \cdot 5 = 38,88\,м^3,$$

$$V_0^в = (4,32 + 38,8) \cdot 1,15 = 49,58\,м^3,$$

Определенные объемы земляных работ сводены в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Баланс объёмов земляных работ

Виды работ	Основные параметры выемки				Объём грунта в плотном теле	
	ширина, м		глубина, м	длина, м	обозначение	количество, $м^3$
	поверху	понизу				
Механизированные земляные работы						
1 Разработка траншеи	$E_{ср}$ 5,97	B 0,916	$h_{ср}$ 3,51	$L - a_1N$ 402	$V_м^1$	5601,3
2 Разработка котлованов под колодцы	a_2 8,25	a_1 3,2	$h_{ср}$ + 0,2 3,71	a_1N 16	$V_м^2$	612,5
3 Вывоз избыточного грунта за пределы строительства	4,97	4,97	0,2	4,97	V_0^B	49,58
Ручные земляные работы						
1 Рытье недобора	B 0,916	B 0,916	0,2	L 418	V_p^1	83,88
2 Рытье приямков	b' 0,61	b' 0,61	c' 0,2	a' 0,6	V_p^2	3,4
3 Общий объём разработки	-	-	-	-	V	6437,86
механически	-	-	-	-	$V_м$	6301
ручной	-	-	-	-	V_p	87,28

4.3 Подбор комплекта машин для траншейной прокладки

Состав комплекта машин определяется видами работ, которые должны быть механизированы:

1) разработка грунта в траншеи и котлованов под колодцы,
2) вывоз избыточного грунта в отвал за пределы строительства,
3) обратная засыпка траншей и котлованов под колодцы,
4) планировка грунта в отвале за пределами строительства и на месте укладки трубопровода.

Ведущей машиной в комплекте является экскаватор.

4.3.1 Методика подбора экскаватора

Для отрывки траншеи котлована применяют одноковшовые экскаваторы, оборудованные обратной лопатой или экскаватор драглайн.

Оптимальной продолжительности строительства трубопровода по СН 440-75, в зависимости от назначения трубопровода (водопровод или канализация), материала труб, длины, диаметра трубопровода и сменности.

Рекомендуемый срок строительства заданного трубопровода по СН 440-75 равен 1,6 месяца при трехсменной работе.

Рекомендуемый объём ковша берется по справочнику в зависимости от месячного объёма механизированных земляных работ

$$V_{М}^{мес} = \frac{V_{М}}{Рек.срок.стр-ва} = \frac{6301}{0,9} = 7001,11\,м^3, \qquad (4.40)$$

$V_к = 0,65$ м^3,

Основываясь на рекомендуемом объёме ковша экскаватора, по справочнику выбирают марку, и выписывают основные параметры экскаватора с обратной лопатой и экскаватора драглайна, приведенные в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Параметры экскаватора и драглайна

Основные параметры экскаватора	Вариант	
	Обратная лопата	Драглайн
Марка экскаватора	ЭО-4121А	Э-652 Б
Объём ковша, м^3	0,65	0,65
Наибольшая глубина копания, $H_к$, м	7,1	5,8
Наибольшая высота выгрузки, $H_в$, м	5,2	3,1
Наибольший радиус выгрузки, $R_в$, м	10,2	7,8
Наибольший радиус резания, $R_р$, м	10,2	7,8

После предварительного выбора двух марок экскаваторов оцениваем техническую возможность их применения, то есть сравниваем возможности экскаватора с требуемой глубиной копания

$$H_к \geq h_2, \qquad (4.41)$$

Вывод: по техническим возможностям подходят оба экскаватора.

4.3.2 Выбор марки средств для транспортирования избыточного грунта в отвал за пределы строительства

Наиболее оптимальным средством для транспортирования грунта на расстояние более чем на 0,5 км является автосамосвал. Выбор марки автосамосвала производится с учетом следующих требований:

1) высота борта кузова самосвала должна соответствовать марке экскаватора (быть не меньше, чем на 0,3 м меньше высоты выгрузки экскаватора), вместимость кузова самосвала должна быть не менее трех объёмов ковшей экскаватора.

Методика выбора самосвала:

1. Определяется рекомендуемая грузоподъёмность самосвала по справочнику в зависимости от расстояния транспортирования и объёма ковша экскаватора.

Расстояние транспортирования грунта принято 3 км.

Рекомендуемая грузоподъёмность самосвала – 10 т.

2. По справочнику в зависимости от рекомендуемой грузоподъёмности самосвала выписывают марку самосвала.

КАМАЗ 5511, высота борта самосвала – 2,7 м.

$H_В^{ОЛ} \geq 2{,}7 + 0{,}3 = 3$ м

$H_В^{ОЛ} = 5{,}2$ м > 3 м

$H_В^{Др} \geq 2{,}7 + 0{,}3 = 3$ м

$H_В^{Др} = 3{,}51$ м > 3 м

Количество ковшей экскаватора необходимое для загрузки самосвала:

$$n = \frac{G}{\gamma \cdot V_k \cdot K_н}, \qquad (4.42)$$

где G – грузоподъёмность самосвала, т;

γ – плотность грунта, равный 1,3 т/м^3;

$V_к$ – объём ковша, м^3;

$K_н$ – коэффициент наполнения ковша, равный 0,85.

$$n = \frac{10}{1{,}3 \cdot 0{,}65 \cdot 0{,}85} = 14 > 3 \text{ ковшей}, \qquad (4.43)$$

Длительность погрузки одного самосвала:

$$t_{пог} = \frac{n}{n_ц \cdot К_т}, \quad (4.45)$$

где $n_ц$ – число циклов эксплуатации в минуту, принято 1:

$К_т$ – коэффициент, учитывающий условия подачи самосвала в забой, равный 0,85.

$$t_{пог} = \frac{14}{1 \cdot 0{,}85} = 17 \text{ мин},$$

Количество рейсов самосвала в смену:

$$П_р = \frac{t_{см} \cdot 60}{t_{пог} + 2l \cdot 60/V + t_р + t_м}, \quad (4.46)$$

где $t_р$ – время разгрузки самосвала, равное 1 мин;

$t_м$ – длительность маневрирования машины, равное 3 мин;

l – расстояние транспортирования грунта;

$t_{см}$ – продолжительность смены, равная 8 ч;

V – средняя скорость движения самосвала, равная 25 км/ч.

$$П_р = \frac{8 \cdot 60}{17 + 2 \cdot 3 \cdot 60/25 + 1 + 3} = 37 \text{ рейсов},$$

Производительность самосвала в смену:

$$П_{ас} = \frac{G}{\gamma} \cdot П_р = \frac{10}{1{,}3} \cdot 37 = 284{,}6 \text{ м}^3\text{/смену}, \quad (4.47)$$

Для обратной засыпки трубопроводов используется грунт, находящийся в отвале. Для обратной засыпки используют бульдозер средней мощности ДЗ - 117, марка базового трактора Т - 130М - Г.1.

Продолжительность работы бульдозера:

$$Т_б = \frac{S \cdot Н_{вр}}{1000 \cdot t_{см}}, \quad (4.48)$$

где S – площадь планируемой поверхности, м^2;

$Н_{вр}$ – время на планировку 1000 м^2, равное 1,2 ч.

$$S = S_1 + S_2,$$

(4.49)

где S_1 – площадь планируемой поверхности на месте траншеи, м^2;

S_2 – площадь планируемой поверхности на месте вывоза избыточного грунта, м^2.

$$S_1 = (E_{ср} + B + 2) \cdot L, \quad (4.50)$$

где B – ширина отвала понизу, м.

$$B = 2 \cdot H_0, \quad (4.51)$$

$$H_0 = \sqrt{F_0}, \quad (4.52)$$

$$F_0 = F_{ср} \cdot K_{пр} \cdot K, \quad (4.53)$$

$$K = \frac{(V - V_0^B)}{V}, \quad (4.54)$$

$$K = \frac{(6437,86 - 49,58)}{6437,86} = 0,99, \quad (4.55)$$

где *K* – коэффициент, учитывающий уменьшение поперечного сечения отвала в случае вывозки избыточного грунта.

F_0 = 12,23 · 1,15 · 0,99 =13,92 м^3

$$H_0 = \sqrt{13,92} = 3,73 \text{ м}$$

B = 2·3,73 = 7,46 м

S_1 = (5,97 + 7,46 +2) · 418 = 6449,74 м^2,

$$S_2 = \frac{V_0^B}{0,2} = \frac{49,58}{0,2} = 247,9 \text{ м}^2,$$

S = 6449,74 + 247,9 = 6697,64 м^2,

$$T_Б = \frac{6697,64 \cdot 1,2}{1000 \cdot 8} = 1 \text{ смена}$$

4.3.3 Определение технико-экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин

Продолжительность работы экскаватора

$$T_э^{ол} = \frac{V_м}{П_э^{ол}}, \quad (4.56)$$

$$T_э^{Др} = \frac{V_м}{П_э^{Др}}, \quad (4.57)$$

где $П_э$ – нормативная производительность экскаватора в смену.

$$П_э^{ол} = t_{см} \cdot 100\left(\frac{1-P}{H_{вр1}^{ол}} + \frac{P}{H_{вр2}^{ол}}\right), \quad (4.58)$$

$$П_э^{Др} = t_{см} \cdot 100\left(\frac{1-P}{H_{вр1}^{Др}} + \frac{P}{H_{вр2}^{Др}}\right), \quad (4.59)$$

где $H_{вр1}$, $H_{вр2}$ – нормы времени для механизированной разработки грунта экскаватором при работе в отвал и при погрузке в транспорт, по ЕНиР «Земляные работы» определяем для $I_м$ группы грунта значения:

-для обратной лопаты $H_{вр1}$ = 2,2 м, $H_{вр2}$ = 2,9 м

-для драглайна $H_{вр1}$ = 2,3 м, $H_{вр2}$-= 2,9 м.

P – количество избыточного грунта, вывозимого за пределы строительства (за единицу принимают весь объём грунта, разрабатываемый экскаватором).

$$\begin{matrix} 1 - V_м \\ P - V_о^в \end{matrix} \Rightarrow \frac{1}{V_м} = \frac{P}{V_о^в} \Rightarrow P = \frac{V_о^в}{V_м} = \frac{49,58}{6301} = 0,007, \quad (4.60)$$

$$П_э^{ол} = 8 \cdot 100 \cdot \left(\frac{1-0,007}{2,2} + \frac{0,007}{2,9}\right) = 121,9 \text{ м}^3\text{/смену},$$

$$T_э^{ол} = \frac{6301}{121,9} = 52 \text{ смены},$$

$$П_э^{Др} = 8 \cdot 100 \cdot \left(\frac{1 - 0,007}{2,3} + \frac{0,007}{2,9} \right) = 346 \text{ м}^3\text{/смену},$$

$$Т_э^{Др} = \frac{6301}{346} = 19 \text{ смены},$$

Себестоимость разработки грунта:

$$С_{тр}^{ОЛ/Др} = \frac{1,08\left(\sum С_{маш-см} \cdot Т_i\right) + 1,5 \cdot \sum Зр}{V}, \quad (4.61)$$

где $C_{маш-см}$ – себестоимость машино-смен отдельных машин;
T_i – продолжительность работы отдельных машин в сменах;
$З_р$ – расценка на разработку 1 м^3 грунта вручную;
V – общий объём разработки, м^3.

$$\sum З_р = З_р \cdot V_р, \quad (4.62)$$

$З_р$=1,75 р/м^3,

$$С_{тр}^{ол} = \frac{1,08 \cdot \left(5,29 \cdot 8 \cdot Т_э^{ол} + 4,6 \cdot 8 \cdot Т_э^{ол} + 6,07 \cdot 8 \cdot Т_б\right) + 1,5 \cdot \sum Зр}{V},$$

$$С_{тр}^{ол} = \frac{1,08 \cdot \left(5,29 \cdot 8 \cdot 52 + 4,6 \cdot 8 \cdot 52 + 6,07 \cdot 8 \cdot 1\right) + 1,5 \cdot (1,75 \cdot 87,28)}{6437,87} = 0,731 \text{ руб./м}^3,$$

Трудоемкость отрывки грунта

$$М_{тр} = \frac{\sum М_м + \sum М_р}{V}, \quad (4.63)$$

где $\Sigma M_м$ – затраты труда по управлению и обслуживанию машин;
$\Sigma M_р$ – затраты труда на ручные операции.

$$\Sigma M_р = V_р \cdot H_{вр}, \quad (4.64)$$

где $H_{вр}$ – норма времени на разработку грунта вручную, равная 2,5 ч.

$$М_{тр}^{ОЛ} = \frac{2,65 + 1,48 + 1,79 + (87,28 \cdot 2,5)}{6437,87} = 0,035 \text{ ч/м}^3,$$

$$M_{тр}^{Др} = \frac{2,62+1,48+1,79+(87,28\cdot 2,5)}{6437,87} = 0,035 \text{ ч/м}^3,$$

Техно-экономические показатели машин приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Технико-экономические показатели

Наименование показателей	Драглайн	Обратная лопата
Продолжительность работы, смен	19	52
Себестоимость, руб./м^3	0,731	0,731
Трудоемкость отрывки, ч/м^3	0,035	0,035

Рассмотрев технико-экономические показатели, выбран экскаватор драглайн Э-652 Б.

Расстояние от бровки траншеи до основания отвала

$$A = h_2 \cdot (1 - m), \text{ м} \quad (4.65)$$

$$A = 3,93 \cdot (1 - 0,28) = 2,82 \text{ м}$$

Общая ширина забоя:

$$A = E_{ср} + a + b = 5,97 + 2,82 + 7,46 = 16,25 \text{ м}, \quad (4.66)$$

Положение оси движения экскаватора может совпадать с осью траншеи или может быть смещена на некоторое расстояние в сторону отвала.

Выбирается первый случай, если выполняется условие:

$$R_В \geq A_1, \quad (4.67)$$

$$A_1 = \frac{E_{ср}}{2} + a + b = \frac{5,97}{2} + 2,82 + 7,46 = 13,26 \text{ м}, \quad (4.68)$$

$$R_В^{ОЛ} = 10,2\text{м} < A_1 = 13,26\text{м}, \quad (4.69)$$

$$R_В^{Др} = 7,8\text{м} < A_1 = 13,26\text{м}, \quad (4.70)$$

Так как условие не выполняется, значит, ось движения экскаватора смещается от оси траншеи в сторону отвала на расстояние S равное:

$$S = A_1 - R_в = 13,26 - 10,2 = 3,06 \text{ м}, \quad (4.71)$$

При этом необходимо соблюдать условие:

$$R_р \geq \frac{E_2}{2} + S, \quad (4.72)$$

Для обратной лопаты: 10,2 м > (6,57/2) + 3,06 = 6,34 м,

Для драглайна: 7,8 м > (6,57/2) + 3,06 = 6,34 м,

Условие выполнено. Принята боковая проходка.

4.4 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода, колодцев и арматуры

Для укладки трубопровода, сборки железобетонных колодцев, установки арматуры в основном используются автомобильные или пневмоколесные краны.

При выборе кранового оборудования учитывают массы всех монтируемых элементов, выбирают самую большую и с учетом массы грузозахватных приспособлений определяют требуемую грузоподъемность крана.

Требуемая грузоподъемность крана:

$$G = M \cdot K_{гр} \quad (4.73)$$

где *М* – масса самого тяжелого элемента, т;

$K_{гр}$ – коэффициент, учитывающий массу грузозахватных приспособлений, равный 1,1.

$$G = 1{,}47 \cdot 1{,}1 = 1{,}62 \text{ т},$$

Вторым условием подбора крана является определение требуемого вылета стрелы.

Перед определением требуемого вылета стрелы намечают рабочее положение крана по отношению к траншее и монтируемым элементам. Кран располагают на свободной от отвала стороне траншеи.

Требуемый вылет стрелы:

$$L_{стр} = \frac{B}{2} + 1{,}2 \cdot m \cdot h_2 + a_1^{'} + \frac{Б_{кр}}{2} + a_2^{'}, \quad (4.74)$$

где $Б_{кр}$ – база крана, ширина колеи крана, 2,5 м;

a_1 – ширина места занимаемого монтируемыми элементами, 2,5 м;
a_2 – расстояние от монтируемых элементов до крана, 1 м.

$$L_{стр} = \frac{0,916}{2} + 1,2 \cdot 0,72 \cdot 3,93 + 1 + \frac{2,5}{2} + 2,5 = 6,1 м,$$

Выбран кран марки КС 3573 А с максимальной грузоподъемностью 10 т, грузоподъемность при максимальном вылете стрелы 1,5 т,

Вылет крюка (стрелы) равен 4-14,6 м.

Марка базового автомобиля ЗИЛ-133/ТЛ.

5 Автоматизация

5.1 Технико-экономическое обоснование систем автоматического управления

При технико-экономическом обосновании систем автоматического управления (САУ), приведенная на рисунке 6.1, необходимо четко определить, за счет чего первоначальные капиталовложения в систему окупятся. Окупаемость САУ обычно обуславливается следующим:

1) снижением расхода энергоресурсов;

2) уменьшением количества обслуживающего персонала (экономией на заработной плате);

3) повышением производительности (уменьшением размера заработной платы в расчете на единицу продукции);

4) повышением надежности функционирования технологического процесса (снижением ущерба от перерывов технологического процесса);

5) уменьшением штрафных выплат за загрязнение окружающей среды;

6) повышением качества продукции и другими факторами, зависящими от вида автоматизируемого технологического процесса.

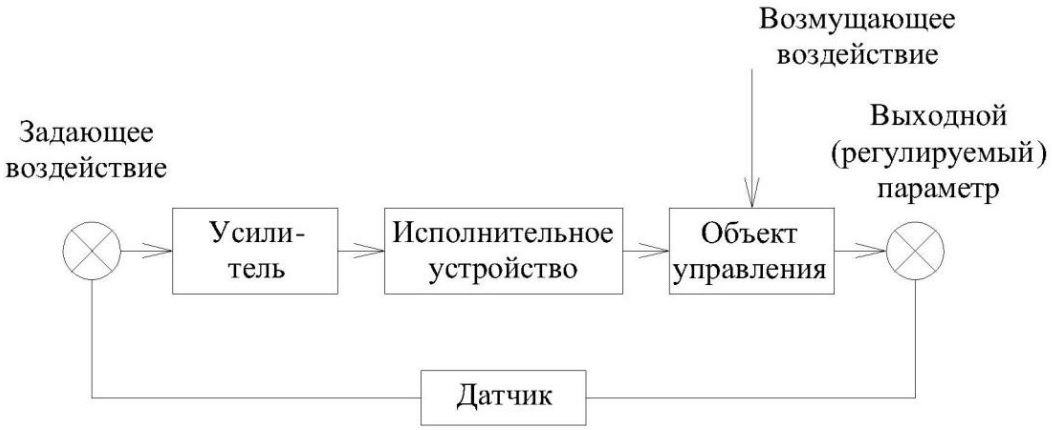


Рисунок 5.1 − Структурная схема замкнутой САУ

При создании систем автоматизации разрабатывают функциональные и принципиальные схемы.

Функциональные схемы (ФС) отображают функционально-блочную структуру автоматизируемой установки или процесса и содержат общую информацию об используемых приборах и средствах автоматизации.

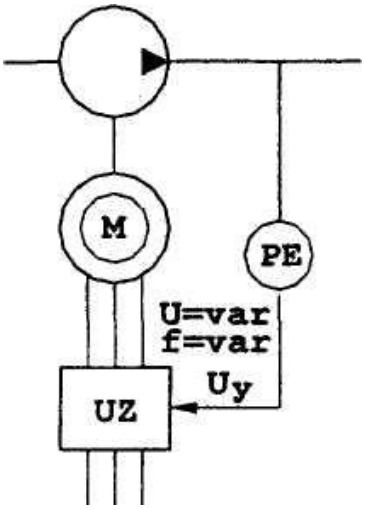
ФС являются основой для разработки принципиальных схем, дающих полное представление об алгоритме функционирования системы автоматизации.

5.2 Энергосбережение в насосных установках

В структуре себестоимости промышленной продукции затраты на потребление энергоресурсы составляют значительную часть. Уменьшить расход электроэнергии в насосных агрегатах возможно посредством регулирования частоты вращения (числа оборотов в минуту) насосов в функции расхода воды. Частота переменного напряжения f в электрических сетях энергосистем страны постоянна и равна 50 Гц, что достаточно для вращения электродвигателей насосов с номинальной частотой n (об/мин).

Чтобы изменить частоту переменного напряжения, подводимого к электродвигателю насоса, необходимо подключить электродвигатель к индивидуальному преобразователю частоты, присоединенному в свою очередь к электрической сети с частотой переменного напряжения f = 50 Гц. В зависимости от величины сигнала управления, поступающего от соответствующего датчика на вход преобразователя частоты, частота переменного напряжения на выходе может изменяться в интервале 5-50 Гц, что обеспечивает возможность десятикратного уменьшения частоты вращения насосного агрегата.

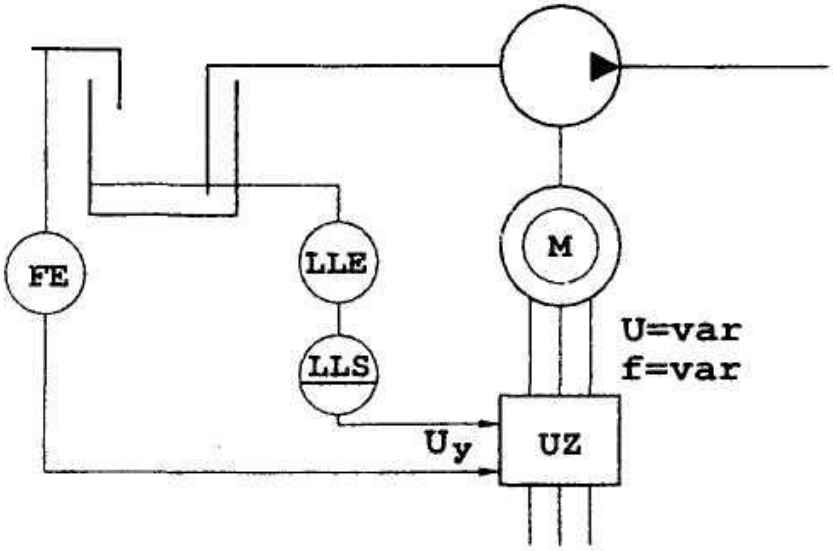
Функциональная схема автоматического регулирования частоты вращения насосного агрегата, работающего на сеть водоотведения, представлена на рисунке 5.2, а для откачивающего насосного агрегата − на рисунке 5.3.



U = 380 В = const
F = 50 Гц = const

Рисунок 5.2 − Функциональная схема регулирования скорости вращения сетевого насоса

Эффективность регулирования частоты вращения насосного агрегата, работающего на сеть водоотведения, обусловливается следующим.



U = 380 В = const
F = 50 Гц = const

Рисунок 5.3 − Функциональная схема регулирования скорости вращения откачивающего насоса

Откачивающие насосные агрегаты подают равное (постоянное) количество воды, автоматически включаясь и отключаясь в зависимости от ее уровня в резервуаре. Производительность насоса определяют максимальным притоком воды в приемный резервуар в течение часа. Если в течение какого-то промежутка времени приток меньше максимального, то посредством преобразователя частоты можно снизить частоту вращения насоса до значения, при котором подача насоса будет равна значению притока. При автоматическом регулировании подача насоса в функции значения притоков приемный резервуар, несмотря на непрерывность работы насоса, за счет уменьшения развиваемого им напора потребление электроэнергии электродвигателем насоса уменьшается по сравнению с вариантом периодической работы насоса с неизменной частотой вращения.

Условные графические обозначения основных элементов принципиальных схем.

FU – плавкие предохранители. Предназначены для защиты цепей управления от токов короткого замыкания. Если ток в цепях управления превысит величину тока плавкой вставки, то ставка перегорает, и цепь управления отключается от сети, что обуславливает прекращение функционирования системы автоматизации и отключение электродвигателя соответствующей технологической установки.

QF– автоматический воздушный выключатель (автомат). Предназначен для защиты электрических цепей от коротких замыканий и перегрузки по току.

SA – переключатель режимов (ключ) управления. Предназначен для выбора режима. Характерными режимами управления являются:

1) режим местного управления, при котором включение и отключение технологической установки осуществляется эксплуатационном персоналом;

2) режим автоматического управления, при котором включение и отключение технологической установки осуществляется автоматически в соответствии с алгоритмом управления;

3) режим ввода резерва, при котором некоторая технологическая установка нормально отключена, а при необходимости автоматически включается в работу;

4) режим опробования, при котором возможно кратковременное включение и отключение отдельных механизмов технологической установки ремонтным персоналом для проверки работоспособности этих механизмов.

Конструктивно ключи управления выполняются в виде набора секций, замыкание или размыкание контактов которых осуществляется установкой рукоятки ключа в одно из возможных положений.

В зависимости от типа ключа управления количество секций может быть более трех, количество возможных положений рукоятки тоже не всегда равно трем. Обычно на принципиальных схемах положения рукоятки ключа обозначают не цифрами, а буквами: М – режим местного управления, А – автоматическое управление, Вр – режим ввода резерва, О – режим опробования.

SB1 – кнопка управления (обычно красного цвета) или кнопка отключения. Предназначена для отключения технологических установок персоналом по эксплуатации.

SB2 – кнопка управления (обычно черного цвета) или кнопка включения. Предназначена для включения технологических установок персоналом по эксплуатации.

K1 – реле. Предназначены для реализации логических функций алгоритма управления. Под реле понимается техническое устройство, имеющее два устойчивых состояния. Причем переход из одного в другое возможен только при приложении (или прекращении) внешнего воздействия.

KK – тепловое реле. Предназначены для защиты электродвигателей от перегрузки. При возникновении перегрузки электродвигателя контакт KK теплового реле, включаемый в цепь управления, размыкается, что обусловливает отключение двигателя от электрической сети.

QS – путевые (конечные) выключатели. Предназначены для формирования сигнала, о достижении какой-либо геометрической координаты предельного значения. Контакты конечных выключателей размыкаются при полностью открытых или закрытых задвижках, оставаясь замкнутыми в промежуточных положениях.

KM – магнитные пускатели (контакторы). Предназначены для подключения электродвигателей к электрической сети при подаче напряжения на катушку магнитного пускателя.

5.3 Автоматизация работы насосных станций

Основными процессами, которые могут выполняться на насосных станциях автоматически, являются:

1) возникновение и передача импульсов на пуск и остановку насосов;

2) включение одного или нескольких насосов в установленной последовательности;

3) создание и поддержание необходимого разрежения во всасывающем трубопроводе и насосе, если он находится не под заливом, перед пуском;

4) открытие и закрытие задвижек в определенные моменты при пуске и остановке;

5) отключение работающего насоса при неисправности и включение резервного агрегата;

6) защита насосов от работы в недопустимых режимах;

7) передача сигналов о работе на диспетчерский пункт;

8) отопление и вентиляция здания;

9) включение и выключение дренажных насосов.

Контролю должны подвергаться следующие основные технологические параметры: расход жидкости, уровни в приемном резервуаре и в дренажном приямке, давление в напорных трубопроводах, давление у каждого насосного агрегата.

Главной целью автоматического управления насосными станциями является поддержание в заданных пределах уровня жидкости в приемном резервуаре. Для контроля основного параметра (уровня жидкости в резервуаре) применяют поплавковые или электродные датчики уровня. Сигнал от датчика поступает в релейную схему управления насосами.

Комплексная схема автоматизации насосного агрегата обычно состоит из следующих отдельных частей:

1) схема автоматизации залива насоса – управляет работой вакуум-насоса для залива;

2) схема автоматизации напорной задвижки;

3) схема автоматизации электропривода насоса – управляет работой электродвигателя;

4) схема взаимосвязи – обеспечивает последовательность действия системы в целом и осуществляет необходимые блокировки и автоматическую защиту агрегата, и сигнализацию.

Основой схем автоматизации насосных станций является применение реле и датчиков различного типа.

Реле представляет собой устройство, осуществляющее скачкообразное изменение управляемой величины при определенных значениях управляющей величины.

Управляемой величиной служит, как правило, электрическое напряжение или ток.

Управляющими величинами могут быть электрические сигналы от датчиков давления, температуры, уровня и механические перемещения, промежутки времени.

Датчики – устройства, воспринимающие контролируемую величину (например, давление или уровень воды в баке) и преобразующие ее в сигнал, удобный для передачи на расстояние. Для автоматизации насосной станции необходимы датчики расхода, давления, уровня, температуры, влажности и вязкости.

В настоящее время происходит переход от релейно-контактных схем автоматизации насосных станций к электронным схемам управления на основе компьютеров. Преимущества – высокая надежность, быстрота реагирования, легкая гибкость и перестраиваемость схем, низкая стоимость.

5.4 Характеристика объекта

Силовое электрооборудование.

По степени надежности электроснабжения насосная станция относится к потребителям второй или третьей категории, согласно ПУЭ. Электроснабжение насосной станции осуществляется по двум (рабочий и резервный) или одному вводу напряжением ~ 380/220 В. При двух вводах каждый рассчитывается на полную нагрузку. Переключение вводов ручное.

Параметры насосов Электрические нагрузки, установленных насосов показаны в таблице 6.1.

Мощность электродвигателя – 3,0 кВт

Установленная мощность – 6,86 кВт

Потребляемая мощность – 3,4 кВт

Расчетный ток – 9,3А

Тип шкафа управления – Ш5940-2Г74

5.5 Автоматизация и технологический контроль

В автоматическом режиме насосы могут работать поочередно от первого рабочего уровня или включаться от второго рабочего уровня.

Второй режим предусматривается только на случае ремонта одного из насосов.

Для вытяжного вентилятора предусматривается автоматическая работа по заданной программе при температуре наружного воздуха +5˚С. Суммарное время работы вентилятора устанавливается не менее 16 часов в сутки.

Предусматривается также учет времени работы насосов с помощью счетчиков моточасов. При аварийном отключении насосов или вентилятора предусматривается сигнализация.

Аппаратура управления, контроля и сигнализации устанавливается в шкафу управления.

Предусматривается передача со шкафа управления нерасшифрованного аварийного сигнала и сигнала о затоплении приемного резервуара в помещение с постоянным обслуживающим персоналом на объекте привязки.

5.6 Принципиальная схема управления насосными агрегатами

Схема автоматизации насосной станции предусматривает возможность включения и отключения насосов как дежурным персоналом (режим местного управления - М), так и автоматически в зависимости от уровня воды в резервуаре.

На чертеже представлена схема управления электродвигателями двух насосов насосной станции второго подъема.

Настоящая схема предусматривает автоматическое включение резервного насоса, если по каким-либо причинам уровень в приемном резервуаре превысит отметку, соответствующую уровню включения резервного насоса. Рассматриваемая схема допускает как автоматическое, так и местное управление, что определяется установкой ключа 1SA1 в соответствующее положение. В частности, при установке ключа 1SA1 в правое положение А (режим автоматического управления) секция 1-2 ключа в цепи 3 и секция 3-4 в цепи 8 замкнуты.

Выбор номера рабочего насоса осуществляется ключом 2SA1. При установке рукоятки ключа 2SA1 в левое положение (1 раб) рабочим является первый насос, и при этом замыкаются секции 5-6 в цепи 3 и 7-8 в цепи 8. Секции 1-2 в цепи 5 и 3-4 в цепи 10 при этом разомкнуты. Соответственно, при установке ключа 2SA1 в правое положение (2 раб) рабочим будет второй насос. Секции 5-6 в цепи 3 и 7-8 в цепи 8 ключа 2SA1 при этом разомкнуты, а секции 1-2 в цепи 5 и 3-4 в цепи 10 – замкнуты.

Если в качестве рабочего выбран насос №1, при достижении уровня в резервуаре, соответствующего уровню включения рабочего насоса, замыкаются контакты KSL1 в цепях 3 и 10. Контакты KSL1 после своего замыкания разомкнутся только после снижения уровня в резервуаре ниже отметки, соответствующей уровню отключения насосов.

Замыкание KSL1 в цепи 3 обусловит подачу напряжения на катушку контактора 1КМ по цепи: фазный провод электрической сети, включенный автоматический выключатель 1QF, предохранитель 1FU, замкнувшийся контакт KSL1 в цепи 3, замкнутые секции 5-6 ключа управления 2SA1 и 1-2 ключа управления 1SA1 в цепи 3, замкнутый контакт теплового реле 1КК в цепи 2, катушка контактора 1КМ, нулевой провод электрической сети.

Контактор 1КМ срабатывает, его контакты в силовой цепи электродвигателя замыкаются, что обусловливает подачу напряжения на электродвигатель и включение насоса № 1 в работу. Одновременно замкнутся контакты 1КМ в цепи 4, назначение которых будет рассмотрено далее.

Отметим, что замыкание контакта KSL1 в цепи 10 не приведет к включению насоса № 2, так как секция 3-4 ключа управления 2SA1 в цепи 10 разомкнута, если рабочим является насос №1. Если после включения насоса № 1 уровень в резервуаре продолжает повышаться, то при его достижении отметки, соответствующей уровню включения насоса № 2, замыкаются.

Замыкание контактов KSL2 в цепи 8 обусловит подачу напряжения на катушку контактора 2КМ по цепи: фазный провод электрической сети, включенный автоматический выключатель 2QF, предохранитель 2FU в цепи 7, замкнувшийся контакт KSL2 в цепи 8, замкнутые секции 7-8 и 3-4 ключей управления 2SA1 и 1SA1 в цепи 8, замкнутый контакт теплового реле 2КК в цепи 7, катушка контактора 2КМ, нулевой провод электрической сети.

Последнее обусловливает замыкание контактов 2КМ в силовой цепи электродвигателя и, следовательно, включение в работу насоса №2, а также замыкание контактов 2КМ в цепи 9.

После включения насоса №2 уровень в резервуаре понижается и как только он станет ниже отметки включения резервного насоса, контакты KSL2 в цепях 5 и 8 разомкнутся. Но отключение насоса №2 при этом не произойдет, так как цепь подачи напряжения на катушку 2КМ сохраняется, вследствие замкнутости контактов KSL1 в цепи 10 и контактов 2КМ в цепи 9.

В момент замыкания контактов KSL2 цепь подачи напряжения на катушку контактора 2КМ формировалась автоматическим выключателем 2QF, предохранителем 2FU, замкнутым контактом KSL2 в цепи 8 и замкнутыми секциями ключей управления 2SA1 и 1SA1 в цепи 8, замкнутым контактом теплового реле 2КК в цепи 7.

После размыкания контакта KSL2 в цепи 8 цепь подачи напряжения на катушку 2КМ формируется автоматическим выключателем 2QF, предохранителем 2FU, ранее замкнувшийся контакт KSL1 в цепи 10 и контакт 2КМ в цепи 9 (так как на катушку контактора 2КМ уже подано напряжение), замкнутые секции ключей управления 2SA1 и 1SA1 в цепи 8, замкнутый контакт теплового реле 2КК в цепи 7, катушка контактора 2КМ, нулевой провод электрической сети.

Отключение обоих насосов произойдет после размыкания контактов KSL1 в цепях 3 и 10, то есть после снижения уровня в резервуаре ниже отметки отключения насосов.

Если в качестве рабочего насоса избран насос №2 (секции 3-4 и 1-2 ключа управления 2SA1 в цепях 5 и 10 замкнуты). При замыкании контактов KSL1 в цепях 3 и 10 подается напряжение на катушку контактора 2КМ и лишь после замыкания KSL2 в цепях 5 и 8 – на катушку контактора 1КМ.

6. Технико-экономические расчёты

6.1 Сметная документация

Сметную документацию, составляемую на различных стадиях строительного производства, можно разделить на две группы.

Первая группа – это документы, составляемые для определения сметной стоимости строительства, т.е. суммы денежных средств, необходимых для осуществления строительства (ремонта, реконструкции, технического перевооружения) объекта в соответствии с проектными материалами и являющейся основой для определения размера капитальных вложений, финансирования строительства, формирования договорных цен на строительную продукцию, расчетов за выполненные подрядные (строительно-монтажные, ремонтно-строительные и др.) работы, оплаты расходов по приобретению оборудования и доставке его на стройки, а также возмещения других затрат за счет средств, предусмотренных сводным сметным расчетом.

Вторая группа – это документы, составляемые для расчетов за выполненные работы.

Основные документы, относящиеся к первой группе:

- локальные сметы
- локальные сметные расчеты
- объектные сметы
- объектные сметные расчеты
- сметные расчеты на отдельные виды затрат
- сводный сметный расчет стоимости строительства
- сводка затрат

Локальные сметы являются первичными сметными документами и составляются на отдельные виды работ и затрат по зданиям и сооружениям или по обще площадочным работам на основе объемов, определившихся при разработке рабочей документации (РД), рабочих чертежей.

Локальные сметные расчеты составляются в случаях, когда объемы работ и размеры затрат окончательно не определены и подлежат уточнению на основании рабочей документации (РД), или в случаях, когда объемы работ, характер и методы их выполнения не могут быть достаточно точно определены при проектировании и уточняются в процессе строительства.

Объектные сметы объединяют в своем составе на объект в целом данные из локальных смет и являются сметными документами, на основе которых формируются договорные цены на объекты.

Объектные сметные расчеты объединяют в своем составе на объект в целом данные из локальных сметных расчетов и локальных смет и подлежат уточнению, как правило, на основе РД.

Сметные расчеты на отдельные виды затрат составляются в тех случаях, когда требуется определить, как правило, в целом по стройке размер (лимит)

средств, необходимых для возмещения тех затрат, которые не учтены сметными нормативами (напри мер: компенсации в связи с изъятием земель под застройку; расходы, связанные с применением льгот и доплат, установленных правительственными решениями, и т.п.).

Отдельно следует выделить входящий в эту группу важный вид сметной документации – сметы на проектно-изыскательские работы (ПИР). Они составляются с целью определения размера средств, необходимых на выполнение всех стадий проектных работ, а также необходимых изыскательских работ (инженерно-геологические работы, инженерно-геодезические работы, обмерные работы, обследование зданий и сооружений и др. виды изысканий).

Сводные сметные расчеты стоимости строительства предприятий, зданий и сооружений (или их очередей) составляются на основе объектных сметных расчетов, объектных смет и сметных расчетов на отдельные виды затрат. В сводном сметном расчете мы видим полную сметную стоимость строительства. Таким образом, он является основой для определения размера капитальных вложений, финансирования строительства, формирования договорных цен на строительную продукцию, расчетов за выполненные подрядные (строительно-монтажные, ремонтно-строительные и др.) работы, оплаты расходов по приобретению оборудования и доставке его на стройки, а также возмещения других затрат.

Сводка затрат – это сметный документ, определяющий стоимость строительства предприятий, зданий, сооружений или их очередей в случаях, когда наряду с объектами производственного назначения составляется проектно-сметная документация на объекты жилищно-гражданского и другого назначения.

6.2 Локальный сметный расчёт земляных работ

Локальный сметный расчет на общестроительные работы, прокладке трубопровода в районе города, расположенного в южной части Красноярского края. Расчет составлен с применением территориальных единичных расценок (далее – ТЕР) на строительно-монтажные работы ТЕР-2001 и территориального сборника сметных цен (далее ТСЦ) 2001 года. Локальная смета рассчитана на 1-й квартал 2016 года с применением индексов по статьям затрат для перевода в текущий уровень цен. Объемы работ определены по данным записки, и чертежам.

Величина прямых затрат определяется по установленным сметным нормам (расценкам) и ценами и пропорциональна объему работ. Расценки сгруппированы в 47 сборников в зависимости от вида строительных работ и конструктивных элементов зданий и сооружений.

Сборники, принятые для расчета сметы:

ТЕР01 – Земляные работы

ТЕР23 – Канализация – наружные сети.

Размеры лимитированных затрат приняты согласно ГЭСН-81-05-01-2001 «Сборник сметных норм затрат на строительство временных зданий и сооружений при производстве строительно-монтажных работ» (1,5%) и ГЭСН-81-05-02-2001.

В рамках реализации полномочий Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации в области сметного нормирования и ценообразования в сфере градостроительной деятельности Минстрой России сообщает прогнозные индексы изменения стоимости строительства, индексы измнения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексы изменения сметной стоимости пусконаладочных работ, индексы изменения сметной стоимости прочих работ и затрат, а также индексы изменения сметной стоимости оборудования на I квартал 2016 года.

Указанные индексы разработаны к сметно-нормативной базе 2001 года с использованием данных ФАУ «Федеральный центр ценообразования в строительстве и промышленности строительных материалов», ОАО «ПНИИИС», регеональных органов по ценообразованию в строительстве за IV квартал 2014 года с учетом прогнозного уровня инфляции и учетом положений письма Госстроя от 27 ноября 2012 г. № 2536-ИП/12/ГС.

Индексы предназначены для формирования начальной (максимальной) цены закупок при подготовке конкурсной документации, общеэкономический расчетов в инвестиционной сфере для объектов капитального строительства, финансирование которых осуществляется с привлечением средств федерального бюджета.

В смете применены индексы к ОЗП, равный 14,37%, к ЭМ, равный 5,05%, к ЗПМ, равный 14,37%, к МАТ, равный 5,72%, к перевозке СМР, равный 4,91%.

Локальный сметный расчет на общестроительные работы, по прокладке трубопровода, представлен в приложении А.

В результате подсчетов объемов работ и соответствующему применению расценок сборников ТЕР применения лимитированных затрат и НДС, кроме благоустройства, озеленения территории, строительство очистных сооружений, определена стоимость строительно-монтажных работ по прокладке трубопроводов 1409,32 тыс. руб. по состоянию на 1 квартал 2016 года.

Средства на оплату труда составили 10,9 тыс. руб.

Сметная трудоёмкость – 839,55 тыс. руб.

При протяжённости хозяйственно-бытовой водоотводящей сети 2199 м, стоимость прокладки одного метра трубопровода составила 641 руб.

Структуры локально-сметного расчета по разделам элементам и видам работ представлены на рисунках 6.1-6.3.

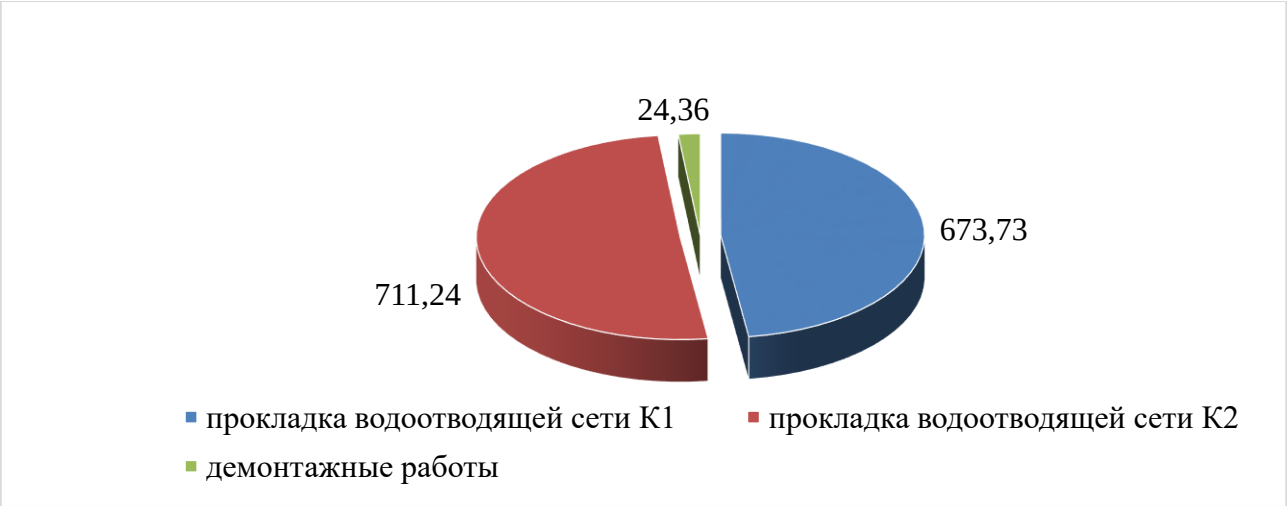


Рисунок 6.1 – Структура локально-сметного расчета по разделам

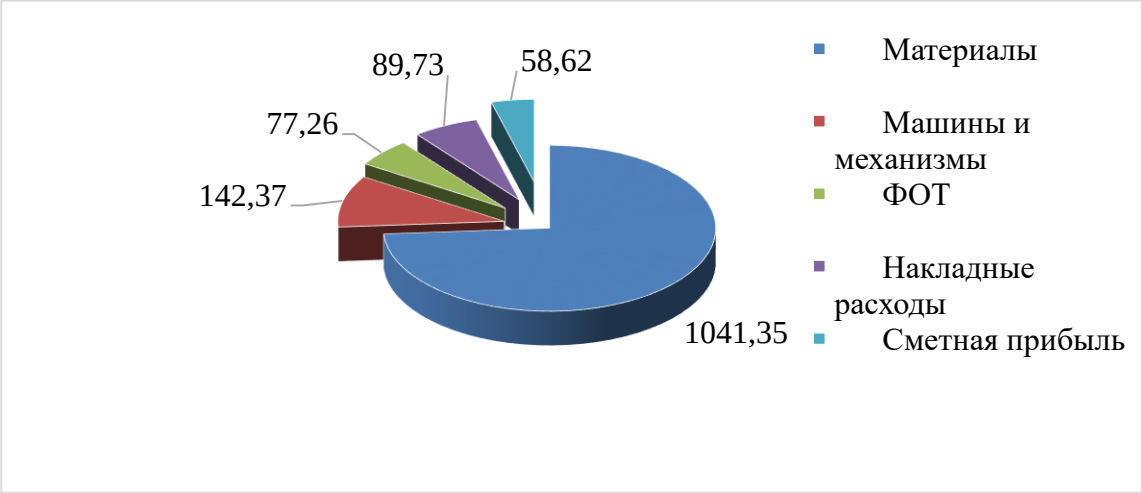


Рисунок 6.2 – Структура локально-сметного расчета по элементам

Рисунок 6.3 – Структура локально-сметного расчета по видам работ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 32.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения». (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. № 635/11).
2. СП 31.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения (с изменением 1)» (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. № 635/14).
3. СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий. М.: ГУИЦПП, 1998. – 60 с.
4. СП 30.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП «Внутренний водопровод и канализация зданий» (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. № 626).
5. СП 129.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 3.05.04-85*. «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации».
6. СП 131.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* Строительная климатология (с Изменением № 1).
7. Проектирование водоотводящих сетей и сооружений на них (теоретические основы и примеры расчета): учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению 653500 «Стр-во»/И. В. Журавлева, В. Ф. Бабкин, В. Д. Журавлев.- Воронеж : ВГАСУ, 2003.- 245 с.
8. Водоотведение и очистка сточных вод. Водоотведение поверхностного стока с территории населенных пунктов и площадок промышленных предприятий [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие /Сиб. федер. ун-т, Инж.-строит. ин-т; сост.: Л.В. Приймак, О.Г. Дубровская.- Электрон. текстовые дан.- Красноярск: СФУ, 2015.- 43 с.
9. Водоснабжение и водоотведение: учеб. пособие / А.Ф. Колова, Т. Я. Пазенко. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 148 с.
10. Водоотведение и очистка сточных вод. Методические указания к выполнению курсового проекта №1: «Водоотведение населенного пункта»; сост. В.К. Витер / СФУ. – Красноярск, 2008. – 24 с.
11. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и докеров по формуле акад. Н. Н. Павловского. Справочник. Лукиных А. А., Лукиных Н. А. 2014.
12. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых водопроводных труб – М; Стройиздат. 2014.
13. Расчет сооружений по очистке городских сточных вод и обработке осадков. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 290800 – «Водоснбжение и водоотведение»; сост. А.Ф. Колова, А.Г. Пчелкин, Е.Н. Тимофеева / КрасГАСА. – Красноярск, 2001. – 95 с.

14. Водоотведение и очистка сточных вод; Методические указания к выполнению курсового проекта: «Очистные сооружения городской канализации»/А. Ф. Колова, 2008.

15. СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения. Госкомсанэпиднадзор РФ, 2002 г. (с изменениями на 25 сентября 2014 года).

16. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод. М.: Минздрав России 2000 г.

17. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: Учебник для вузов: учеб. М.: АСВ, 2002. 704 с.

18. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М.: Минздрав России, 2003.

19. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М.: Изд-во ВНИРО, 1999.

20. Постановление №1404 от 23.11.1996 «Об утверждении положения о водохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах».

21. СанПиН 2.1.7. 1322-03. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. М.: Минздрав РФ, 2003 г.

22. СП 2.1.7.1386-03. Санитарные правила установления класса опасности токсических отходов производства и потребления.Минздрав РФ, 2003 г.

23. СанПиН 2.1.7.1038-01.Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов. Минздрав РФ, 2001 г.

24. Приказ МПР РФ от 17 декабря 2007 года № 333 «Об утверждении методики разработки нормативов допустимых сбросов и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей».

25. Постановление № 344 от 12.06.2003 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, за размещение отходов производства и потребления».

26. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Минздрав России, 2003 г.

27. СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий Минздрав России, 2003 г.

28. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения: Справочник/ под ред. Б.Н. Репина. М.: Высш. шк., 1995.

29. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения/А.А. Рульнов, К.Ю. Евстафьев.

30. Кивран В.К. Схемы автоматизации систем водоснабжения и водоотведения/Методическое указание по выполнению курсового и дипломного проектирования. Самара, 2009.

31. Фролов А.В. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда в строительстве: учебное пособие для вузов/ А.В.Фролов, В.А. Лепихова, Н.В. Ляшенко, С.Л. Пушенко, Н.Н. Чибинев, А.С. Шевченко;/под общей редакцией А.В. Фролова. – Ростов-на-Дону, 2009.

32. Беляков С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для вузов. – М.: Юрайт, 2010.

33. Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / Н.Г. Занько, К.Р. Малаян, О.Н. Русак. – СПб.: Лань 2010.

34. ГОСТ 21.205-93 Система проектной документации для строительства. Условные обозначения элементов санитарно-технических систем

35. ГОСТ 21.206-93 Система проектной документации для строительства. Условные обозначения трубопроводов

36. ГОСТ 21.110-95 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов.

37. ГОСТ 2.316-2008 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения

38. ГОСТ 21.501-2011 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений

39. ГОСТ 21.601-2011. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации внутренних систем водоснабжения и канализации

40. ГОСТ 21.704-2011 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации наружных сетей водоснабжения и канализации.

41. ГОСТ 2.304-81*. Шрифты чертежные. М., 2000.

42. Алексеев М.И., Дмитриев В.Д., Баховский Е.М. Справочник строителя: «Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации» /под редакцией А.К. Перешивкина. М: Стройиздат, 1988.

43. ЕНиР. Земляные работы. Сборник Е2.Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы. Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1988. 224 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение А

Расстояния по горизонтали (в свету) от водоотводящих сетей поверхностного стока до инженерных конструкций и коммуникаций

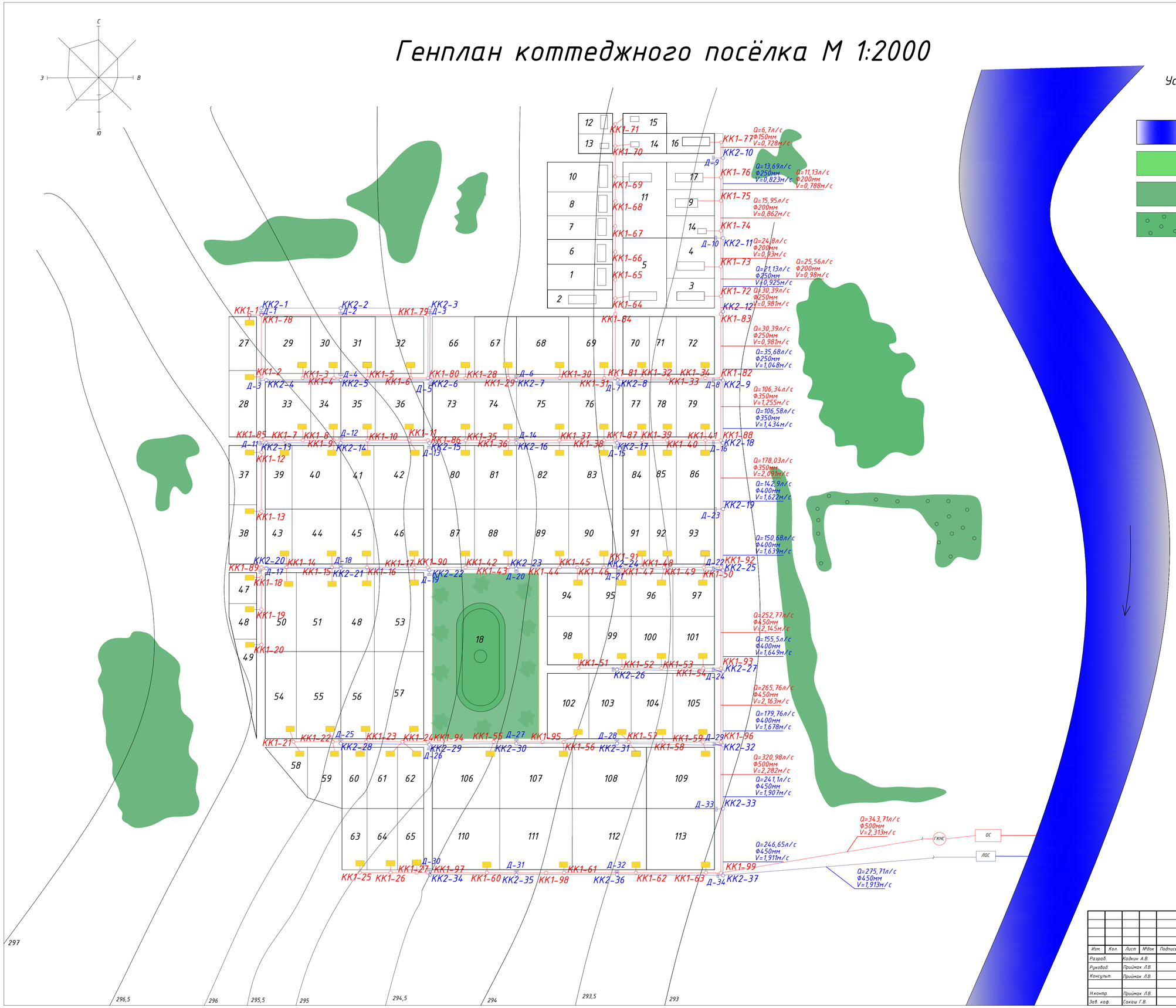
(СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*)

Виды инженерных конструкций и коммуникаций	Расстояние (м) при устройстве	
	самотечной водоотводящей сети	напорной водоотводящей сети
Фундаменты зданий и сооружений	3	5
Фундаменты ограждений предприятий, эстакад, опор контактной сети и связи, железных дорог	1,5	3
Ось крайнего пути железных дорог для колеи 1520 мм	4	
то же для колеи 750 мм и трамвая	2,8	
Кромка проезжей части	1,5	2
Наружная бровка кювета или подошвы насыпи дороги	1	
Фундаменты опор воздушных линий электропередачи наружного освещения, контактной сети трамваев и троллейбусов при напряжении до 1 кВ	1	
то же при напряжении 1-35 кВ	2	
то же при напряжении 35-110 кВ и выше	3	
Водопроводные сети	1,5	
Хозяйственно-бытовые водоотводящие сети	0,4	
Силовые кабели и кабели связи	0,5	
Тепловые сети	1	

Приложение Б

Локальный сметный расчёт

Генплан коттеджного посёлка М 1:2000

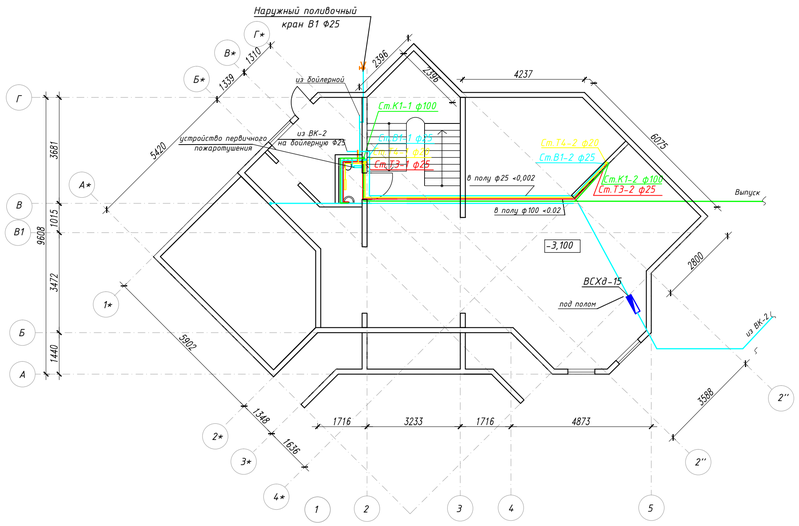


Экспликация зданий и сооружений

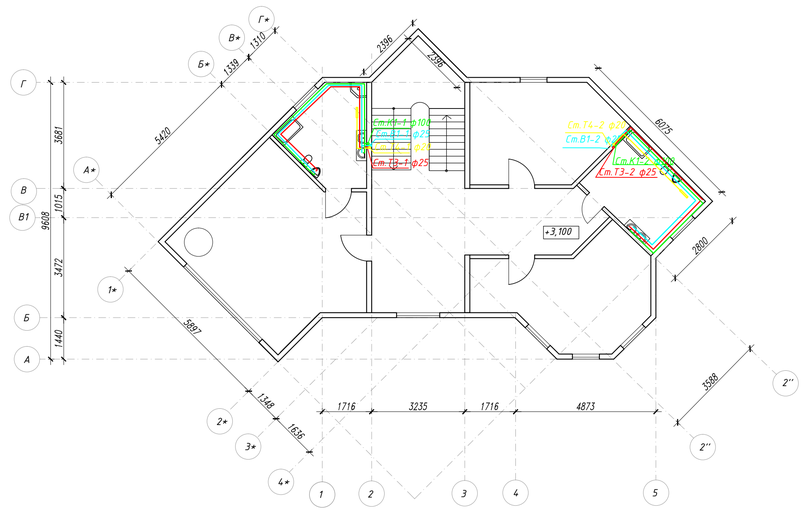
Поз.	Наименование
1	Общеобразовательная школа
2	Администрация поселка
3	Библиотека
4	Детский сад
5	Административное здание
6	Столовая
7	Почта
8	Сберкасса
9	Поликлиника
10	Гостиница
11	Административно-бытовой комплекс
12	Парикмахерская
13	Аптека
14	Магазин
15	Прачечный комплекс
16	Крытый рынок
17	Дом культуры
18	Стадион

Изм.	Кол.	Лист	№док	Подпись	Дата	ДП-270112.65-2016 ГП		
						Сибирский Федеральный Университет Инжнерно-строительный институт		
Разраб.		Кадкин А.В.				Система водоотведения коттеджного поселка	Стадия	Лист	Листов
Руковод.		Прийтах Л.В.					У	1	9
Консульт.		Прийтах Л.В.							
Н.контр.		Прийтах Л.В.				Генплан коттеджного поселка М1:2000	Кафедра ИСЗиС	
Зав. каф.		Сакаш Г.В.						

План цокольного этажа



План 2-го этажа



План 1-го этажа

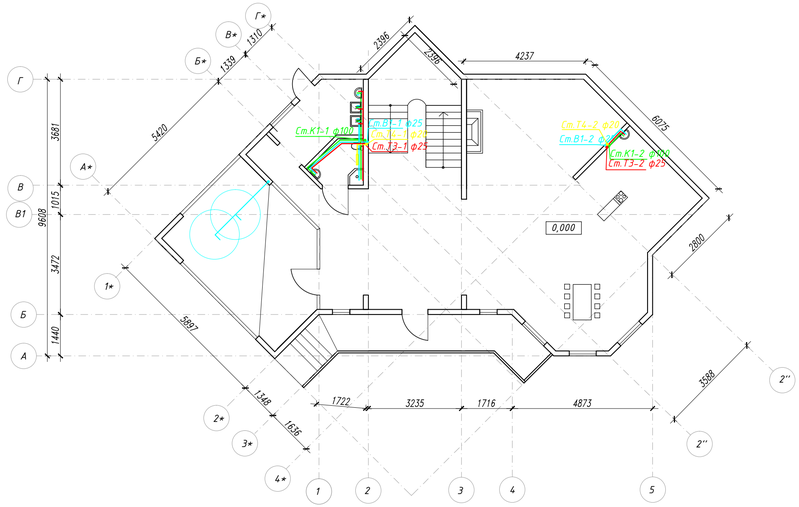
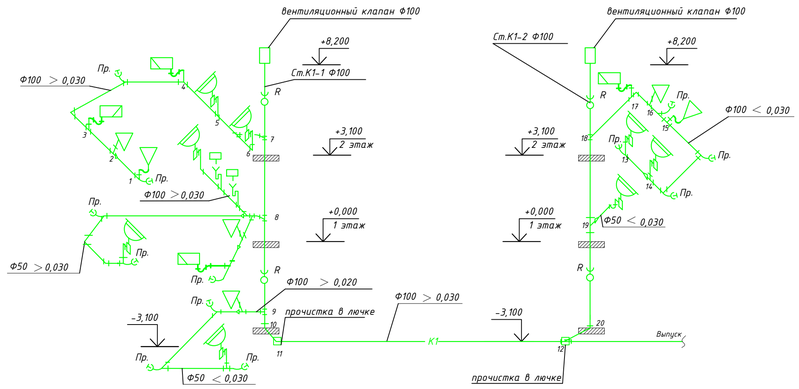


Схема системы К1

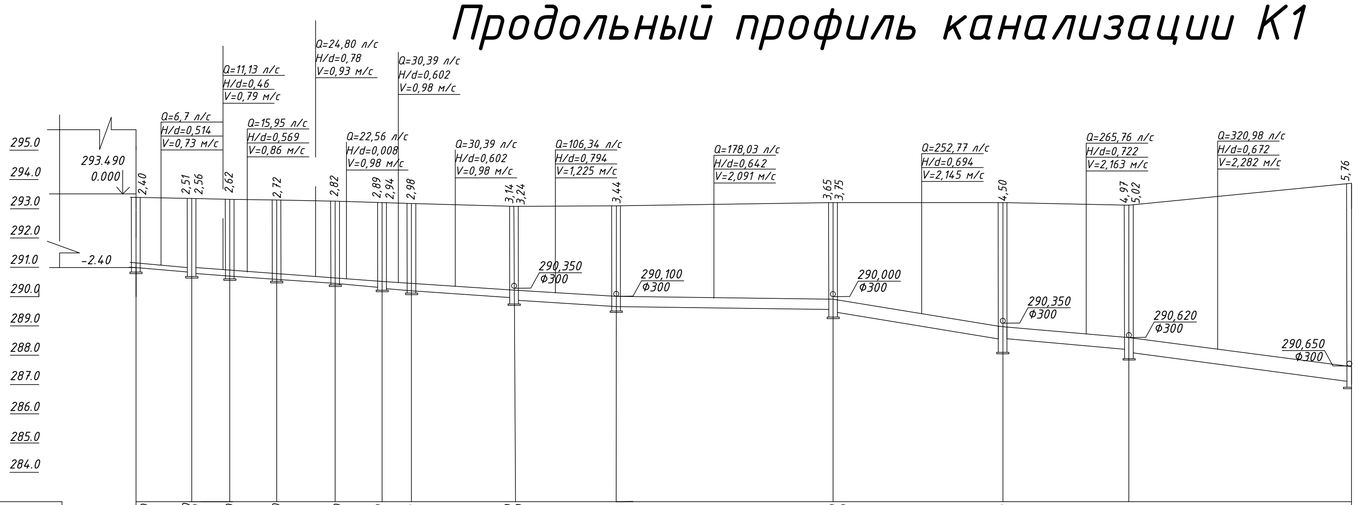


Условные обозначения

- В1 — холодное водоснабжения
- К1 — канализация
- Т3 — горячее водоснабжение
- Т4 — циркуляционный водопровод

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	ДП-270112.65-2016 ВС
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт
Разраб.		Кадкин А.В.				Система водоотведения коттеджного поселка
Руковод.		Прийчак Л.В.				Стадия: У; Лист: 2; Листов: 9
Консульт.		Прийчак Л.В.				
Н.контр.		Прийчак Л.В.				Планы коттеджа (цокольный этаж, план 1-го этажа, план 2-го этажа), Аксонометрическая схема К1
Зав. каф.		Саваш Г.В.				Кафедра ИСЗиС

Продольный профиль канализации К1

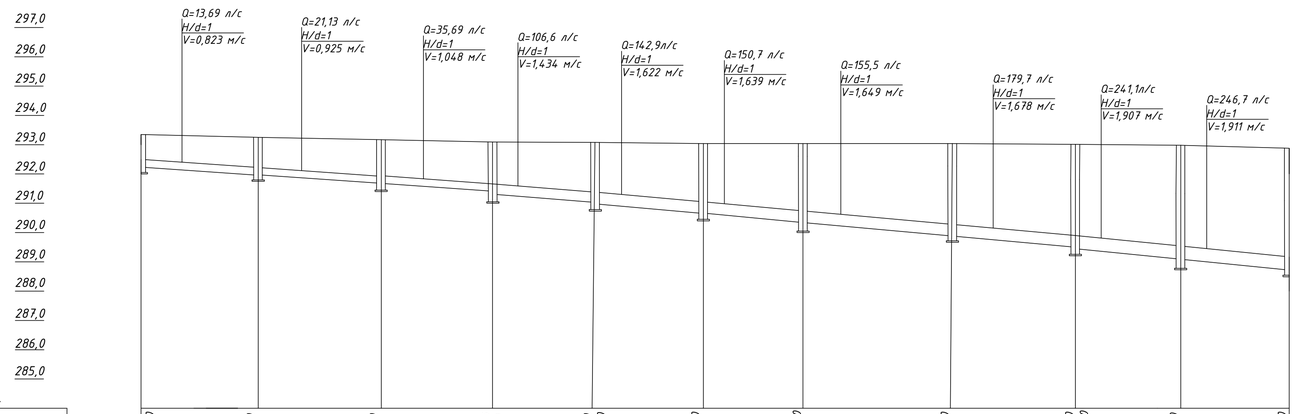


МВ 1:100
Мг 1:2000

283.0
ур.усл.г.

Отметка низа или лотка трубы	290,990	290,840 290,790	290,700	290,590	290,450	290,320 290,270	290,200	289,970 289,870	289,660	289,560 289,460	289,710	288,150 288,100	287,110
Проектная отметка земли													
Натуральная отметка земли	293,390	293,350	293,320	293,300	293,260	293,210	293,180	293,110	293,100	293,210	293,210	293,120	293,870
Обозначение трубы и тип изоляции	ГОСТ 6942-98 Трубопровод из полиэтиленовых гофрированных труб с двухслойной стенкой "Прагма РосПайп" тип В PP-B U DN/OD200 SN10												
Основание	Ф150	Ф200/227				Ф250/285		Ф350		Ф450			Ф500
Уклон, ‰	Естественное									Естественное			
Длина	19,00	0,008	65,00	0,007	16,00	0,008	45,00	0,0065	35,00	0,006	74,00	0,015	58,00	0,013	43,00	0,013	76,00	0,013
Расстояние	19,00	13,00	16,00	20,00	16,00	10,00	35,00		35,00		74,00		58,00		43,00		76,00	
Номер колодца,точки, угол поворота	КК77	КК76	КК75	КК74	КК73	КК72	КК83	КК82	КК88	КК92	КК93	КК96	КК99

Продольный профиль канализации К2



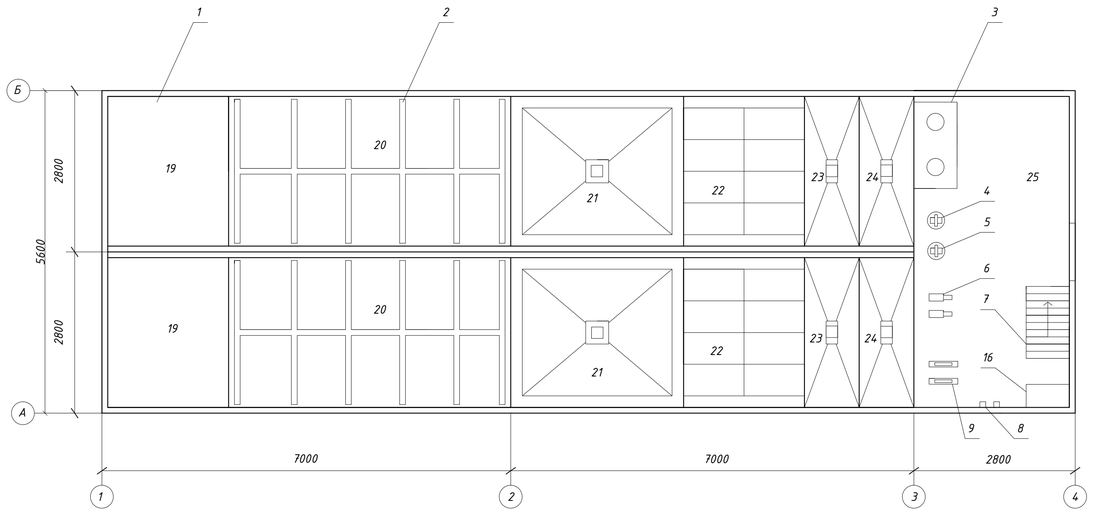
МВ 1:100
Мг 1:2000

284.0
ур.усл.г.

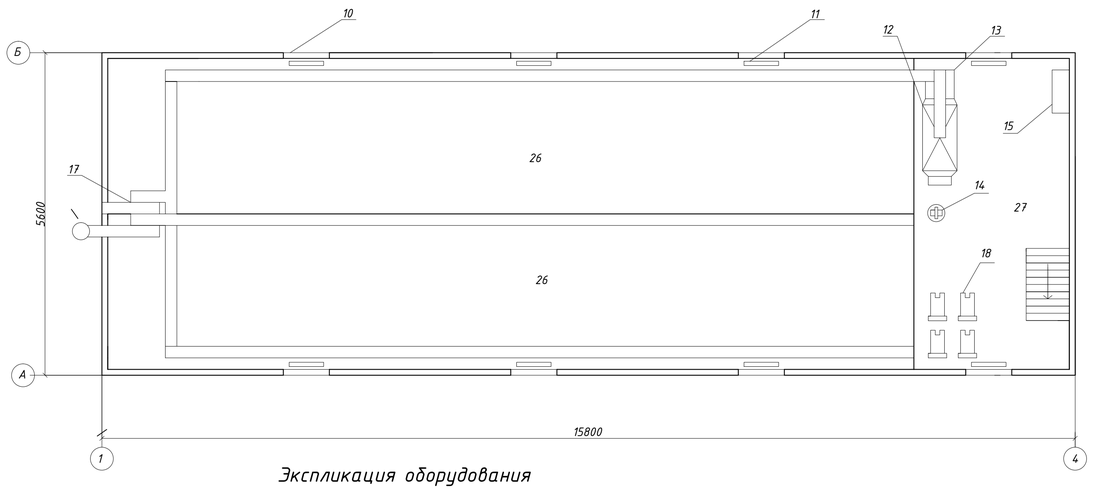
Отметка низа или лотка трубы	292,250	291,970	291,680	291,410 291,310	291,030 290,980	290,650	290,340	289,880	289,500 289,450	289,090	288,720
Проектная отметка											
Натуральная отметка земли	293,350	293,280	293,170	293,090	293,080	293,060	293,040	293,040	293,010	292,980	292,880
Обозначение трубы и тип изоляции	ГОСТ 6942-98 Трубопровод из полиэтиленовых гофрированных труб с двухслойной стенкой "Прагма РосПайп" тип В PP-B U DN/OD200 SN10										
Основание	Ф250/285			Ф350/343		Ф400/343			Ф450/343		
Уклон, ‰	Естественное					Естественное					
Длина	120,00	0,007	35,00	0,008	164,00		0,009	73,00	0,01		
Расстояние	40,00	42,00	38,00	35,00	37,00	34,00	51,00	42,00	36,00	37,00	
Номер колодца,точки, угол поворота	КК2-10	КК2-11	КК2-12	КК2-9	КК2-18	КК2-19	КК2-25	КК2-27	КК2-32	КК2-33	КК2-37

						ДП-270112.65-2016 ПП			
Изм.	Кол.	Лист	№док	Подпись	Дата	Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Разраб.		Кадкин А.В.				Система водоотведения коттеджного поселка	Стадия	Лист	Листов
Руковод.		Прийтак Л.В.					У	3	9
Консульт.		Прийтак Л.В.							
Н.контр.		Прийтак Л.В.				Продольный профиль канализации К 1 Продольный профиль канализации К 2	Кафедра ИСЭиС		
Зав. каф.		Сакаш Г.В.							

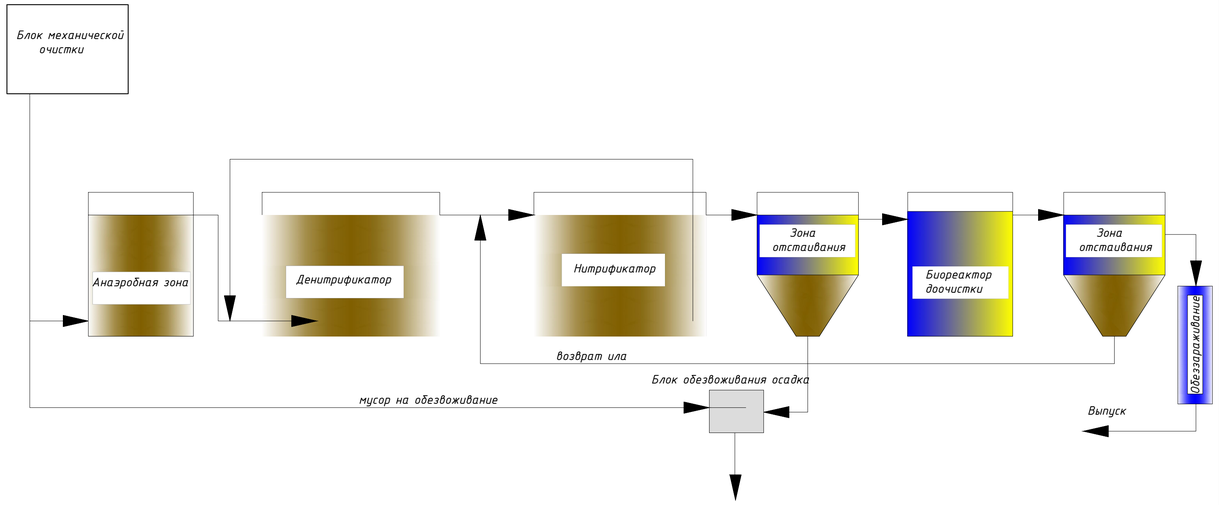
План 1-го этажа станции М1:50



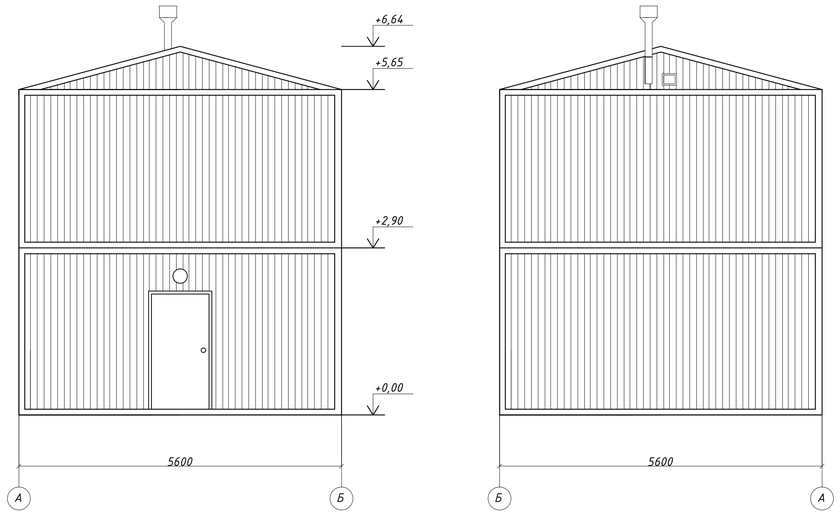
План 2-го этажа станции М1:50



Технологическая схема очистки хозяйственно-бытовых сточных вод



Габаритный чертеж станции М1:50



Экспликация оборудования

Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Погружная мешалка	1	
2	Система аэрации	1	
3	Установка обезвоживания и мусора	1	
4	Дозатор флоккулянта	1	
5	Дозатор дезинфектанта	1	
6	Насосы отведения очищенного стока	1	
7	Лестница	1	
8	Щит управления УФ	1	
9	УФ-обеззараживатель	1	
10	Окно	1	
11	Конвектор	1	
12	Вытяжной зонд	1	
13	Механическая решетка	1	
14	Дозатор коагулянта	1	
15	Щит управления	1	
16	Щит вводно-распределительный с АВР	1	
17	Вентиляционная установка	1	
18	Компрессор	1	

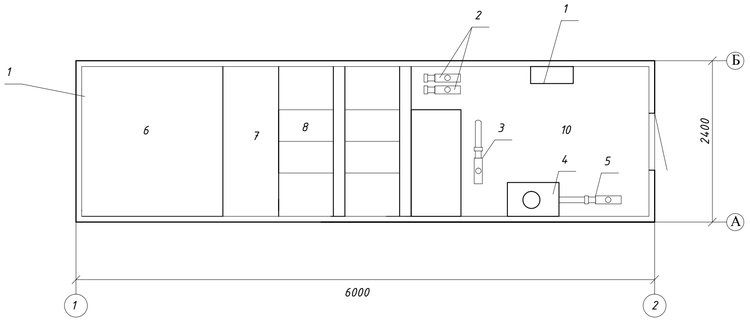
Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
19	Денитрификатор	1	
20	Аэротенк	1	
21	Отстойник	1	
22	Блок доочистки	1	
23	Вторичный отстойник	1	
24	Емкость очищенной воды	1	
25	Технологический блок 1-го этажа	1	
26	Зона обслуживания емкостей	1	
27	Блок механической очистки	1	

Эффекты очистки станцией стоков поселка

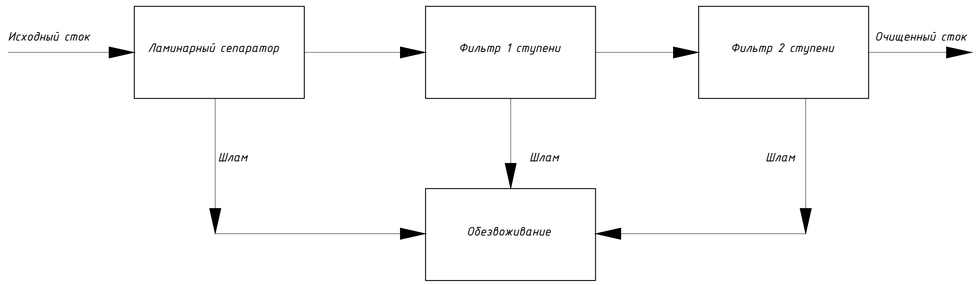
Показатель	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация на выходе, мг/л	Эффект очистки, %
БПК	254	45,7	82
Взвешенные вещества	312	280,6	10
ХПК	750	300	60
Азот аммонийный	39,93	7,32	99
Фосфаты	15	0,15	99
Жиры	300	3	99
pH	7,4	6,5	87
СПАВ	10,46	2,3	78

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	ДП-270112.65-2016 ЛОС		
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт		
Разраб.		Кафкин А.В.				Система водоотведения коттеджного поселка	Стадия	Лист	Стадия
Руковод.		Приймак Л.В.					У	4	9
Консульт.		Приймак Л.В.							
Н.контр.		Приймак Л.В.				Планы станции (1-й и 2-ой этажи станции М 1:50), Технологическая схема очистки	Кафедра ИСЭиС		
Зав. каф.		Сакаш Г.В.							

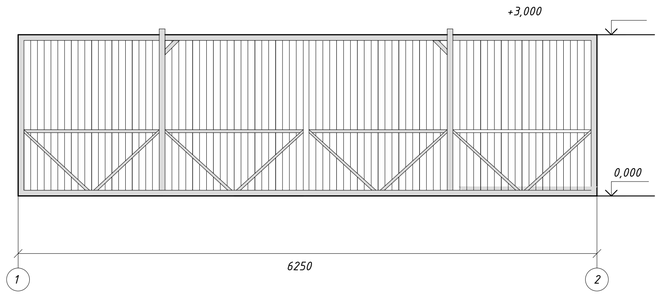
Компоновка установки очистки поверхностных сточных вод М1:50

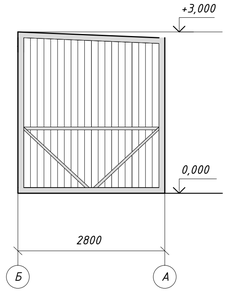


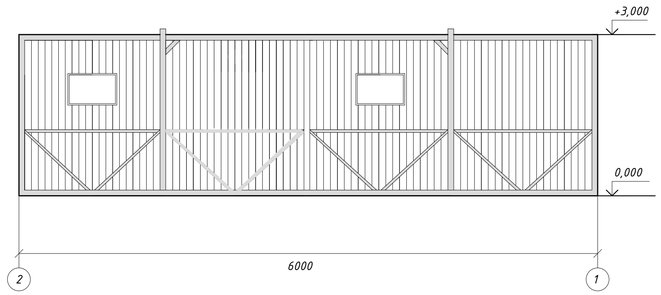
Технологическая схема очистки поверхностных сточных вод

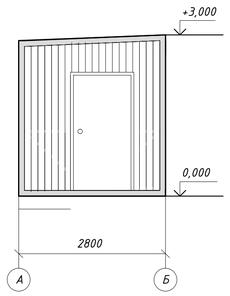


Габаритный чертеж установки М1:50









Спецификация оборудования

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Щит управления станцией	1	
2	Насос напорного водоотведения	1	
3	Насос подачи осадка на обезвоживание	1	
4	Установка гравитационного обезвоживания	1	
5	Насос откачки фильтра	1	
6	Ламинарный сепаратор	1	
7	Коалесцентный сепаратор	1	
8	Сорбционный фильтр 1 ступени	1	
9	Сорбционный фильтр 2 ступени	1	
10	Емкость чистой воды	1	
11	Технологический блок	1	

						ДП-270112.65-2016НВ		
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт		
Разраб.		Кадкин А.В.				Система водоотведения коттеджного поселка	Стадия	Лист	Стадия
Руковод.		Прийчак Л.В.					У	5	9
Консульт.		Прийчак Л.В.							
Н.контр.		Прийчак Л.В.				Компоновка станции очистки поверхностных сточных вод М 1:50, Габаритный чертеж станции М 1:50, Технологическая схема очистки	Кафедра ИСЭиС		
Зав. каф.		Сакаш Г.В.							

Схема производства работ при прокладке полиэтиленового трубопровода d=110мм, l=418м М1:100

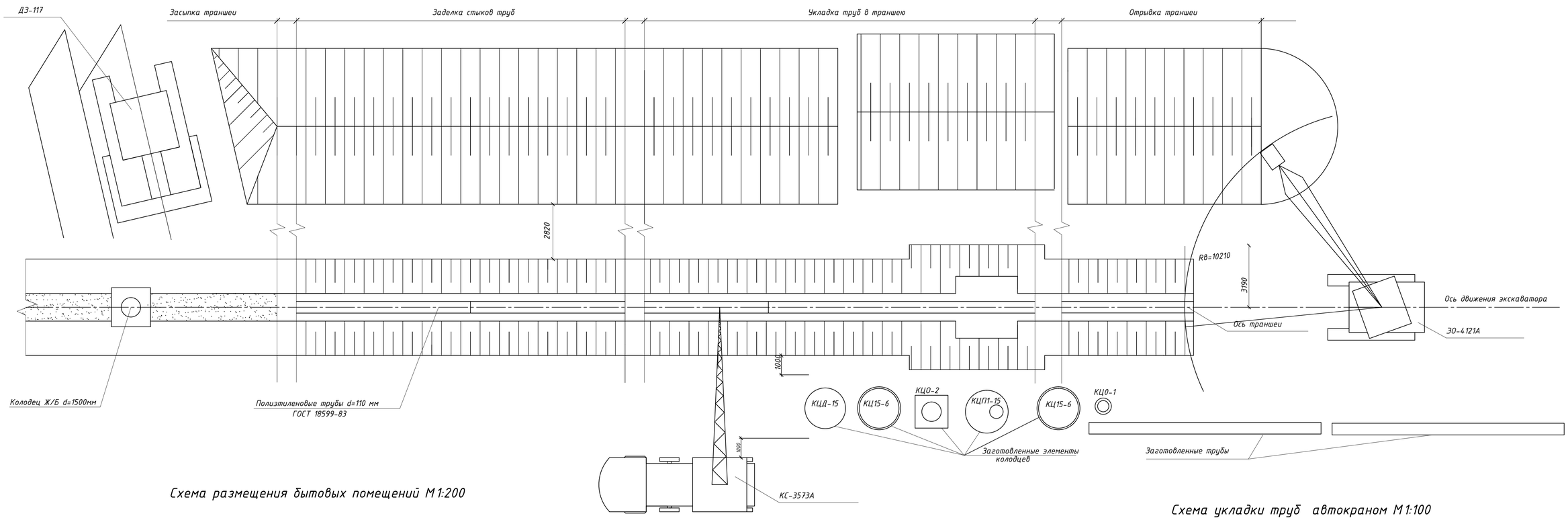
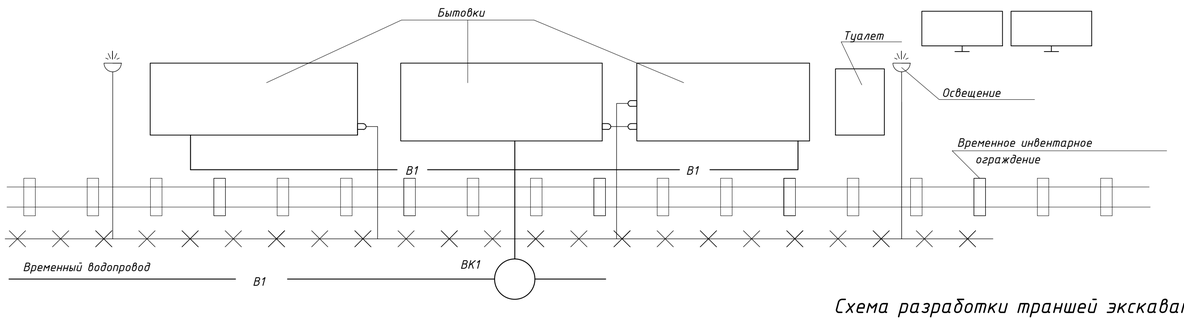


Схема размещения бытовых помещений М1:200

Схема укладки труб автокраном М1:100



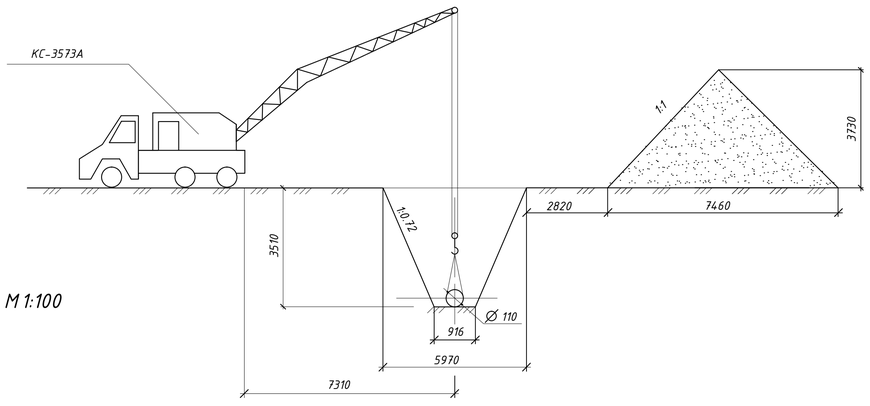
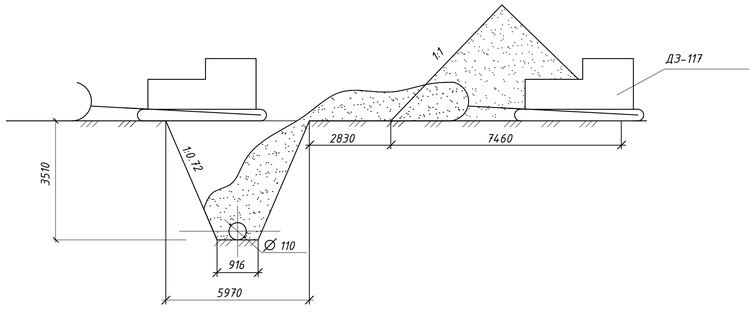
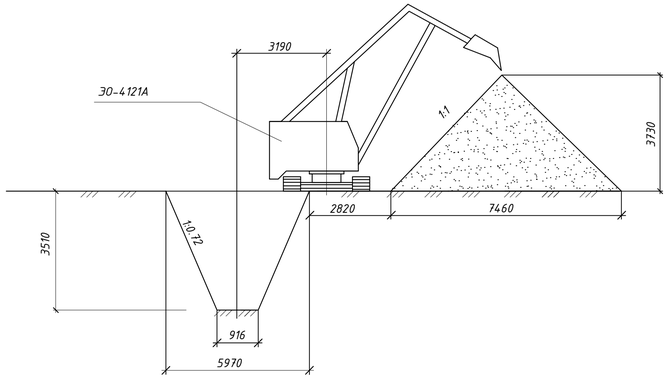


Схема разработки траншей экскаватором с обратной лопатой М1:100

Схема засыпки траншеи бульдозером М1:100

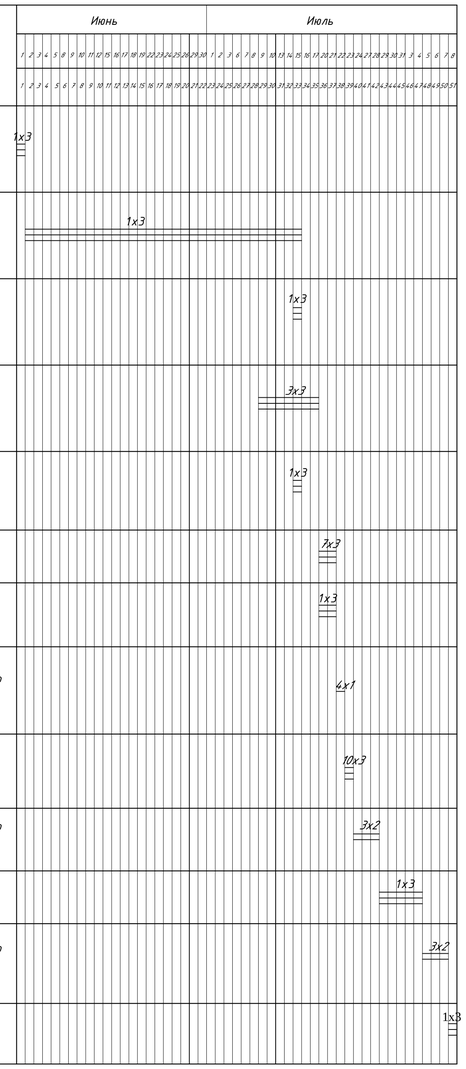




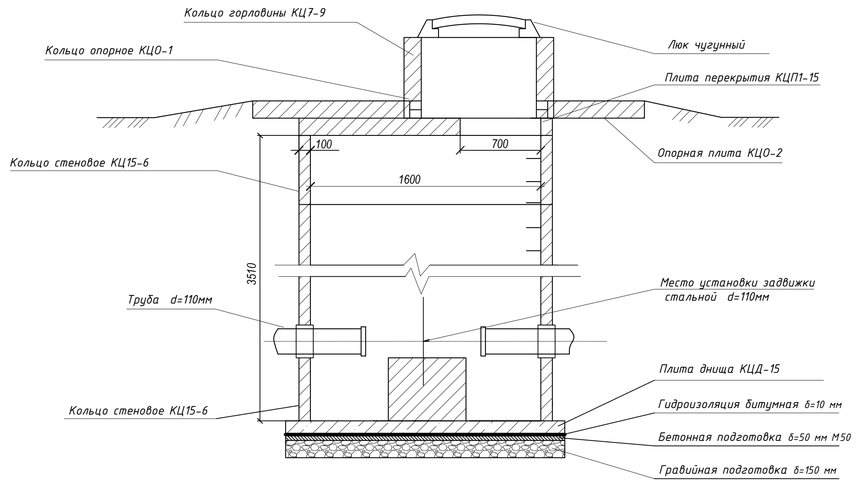
Изм.	Кол.	Лист	№док	Подпись	Дата	ДП-270112.65-2016 СПР
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт
Разраб.		Кадкин А.В.				Система водоотведения коттеджного поселка
Руковод.		Прийтах Л.В.				Стадия: У; Лист: 6; Листов: 9
Консульт.		Прийтах Л.В.				
Н.контр.		Прийтах Л.В.				Схема производства работ при прокладке полиэтиленового трубопровода Ф110, L=418м
Зав. каф.		Сакаш Г.В.				Кафедра ИСЭиС

Календарный план производства работ

№	Наименование работ	Объем работ		Норма времени, чел*час	Трудоемкость, чел*час	Наименование машинных механизмов	Продолжительность работ, сутки	Кол-во смен	Кол-во рабочих в смену	Состав бригады
		Ед.изм.	Кол-во							
1	Срез растительного слоя грунта бульдозером	1000м³	0,53	0,66	0,35	ДЗ-117	1	1	1	Машинист 6 разряд
2	Разработка траншеи экскаватором драглайном в отвал	100м³	62,52	1,60	100,04	ЭО-4121А	32	3	1	Машинист 6 разряд
3	Разработка траншеи экскаватором в транспорт	100м³	0,49	2,30	1,13	ЭО-4121А	1	3	1	Машинист 6 разряд
4	Доработка траншеи и разработка приямков вручную	1м³	87,28	0,90	78,55	вручную	7	3	2 1	Землекоп 3 разряд Землекоп 1 разряд
5	Вывоз грунта на 3 км КАМАЗ 5113, G=10т	100м³	0,49	2,00	0,98	КАМАЗ 5113	1	3	1	Шофер II-кл
6	Укладка труб с помощью крана	1п.м.	418	0,30	125,4	КС 3573А	2	3	1,2,3,4	Монтажники 6,4,3,2 разряда
7	Работа крана на монтаже труб	машина смена	-	0,20	-	КС 3573А	2	3	1	Машинист 6 разряд
8	Монтаж колодцев с помощью крана	шт	2	0,50	1,00	КС 3573А	1	1	1,2,1	Монтажники наружного трубопровода 5,3,2 разряда
9	Засыпка грунтом пазуха трубопровода с трамбованием	1м³	25,23	2,50	63,07	вручную	1	3	4 6	Землекоп 3 разряд Землекоп 1 разряд
10	Предварительное гидравлическое испытание	1км	0,48	130	62,4	-	3	2	1,1,1	Монтажники наружного трубопровода 5,3,2 разряда
11	Засыпка траншеи бульдозером	100м³	62,13	0,23	14,28	ДЗ-117	5	3	1	Машинист 6 разряд
12	Приемочное гидравлическое испытание	1км	0,48	130	62,4	-	3	2	1,1,1	Монтажники наружного трубопровода 5,3,2 разряда
13	Планировка площади бульдозером	1000м²	0,66	0,20	0,13	ДЗ-117	1	3	1	Машинист 6 разряд



Колодец из сборных ж/б элементов М1:25



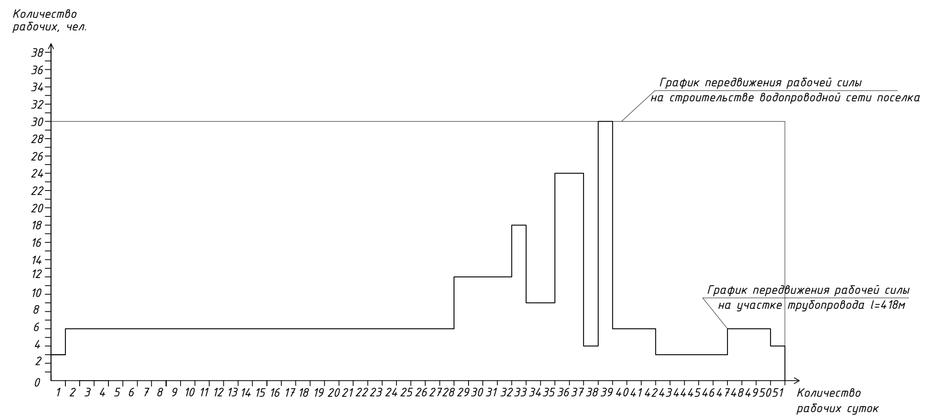
Спецификация оборудования и материалов

№	Наименование	Марка, ГОСТ	Кол-во	Примечание
1	Труба полиэтиленовая Ф110	18599-83	35	масса 2,09кг
2	Задвижка чугунная Ф110	8437-75	2	масса 21,08кг
3	Экскаватор драглайн	ЭО-4121А	1	V=0,65м³
4	Автосамосвал	КАМАЗ 5113	1	G=10т
5	Бульдозер	ДЗ-117	1	Т-130М-Г.1
6	Кран	КС 3573А	1	G=10т
7	Элементы колодцев			
7.1	Плита днища	КЦД-15	2	масса 940кг
7.2	Кольцо стеновое	КЦД15-6	4	масса 660кг
7.3	Кольцо перекрытия	КЦП1-15	2	масса 680кг
7.4	Кольцо опорное	КЦО-1	2	масса 50кг
7.5	Кольцо опорное	КЦО-2	2	масса 800кг
7.6	Кольцо горловины	КЦ7-9	4	масса 380кг

Баланс объемов земляных масс

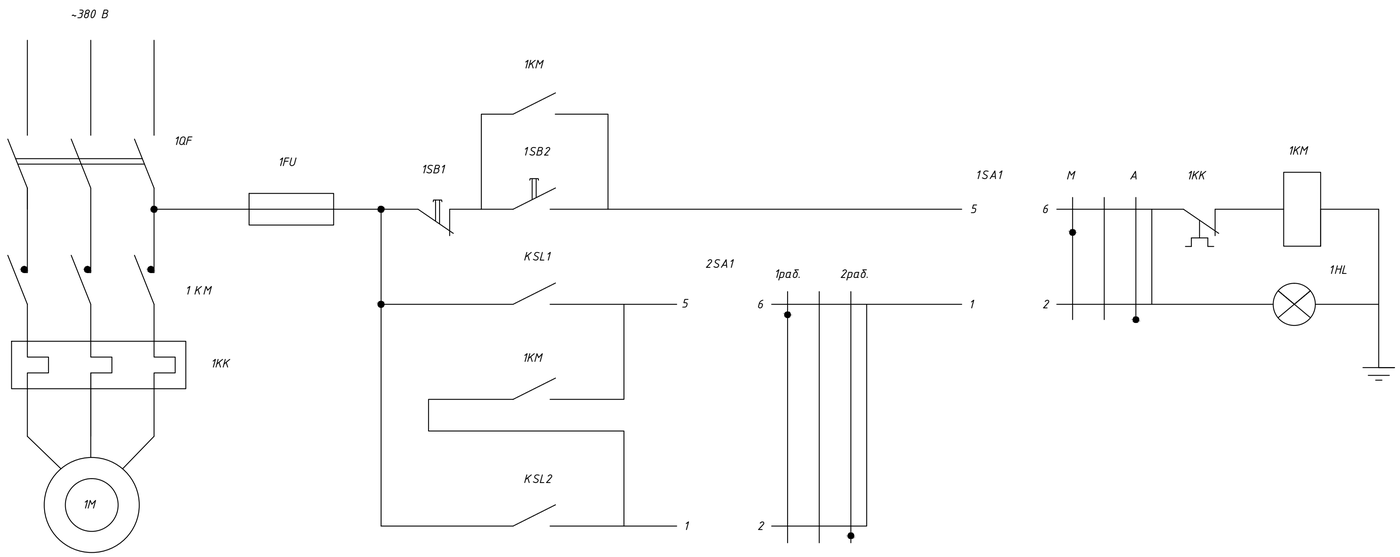
Вид работы	Основные параметры выемки				Объем грунта в плотном теле	
	Ширина,м		Глубина, м	Длина, м	Обозначение	Количество
	поверху	понизу				
Механизированные земляные работы						
Разработка траншеи	5,97	0,916	3,51	402	$V^1_м$	5601,3
Разработка котлованов под колодцы	8,25	3,20	3,71	16	$V^2_м$	612,5
Вывоз грунта в отвал за пределы строительства	4,97	4,97	0,20	4,97	$V^в_о$	49,58
Ручные земляные работы						
Рытье недобора	0,916	0,916	0,20	418	$V^1_р$	83,88
Рытье приямков	0,61	0,61	0,20	0,60	$V^2_р$	3,4
Общий объем разработки	-	-	-	-	V	6437,86
в том числе механизированный	-	-	-	-	$V_м$	6301
в том числе ручной	-	-	-	-	$V_р$	87,28

График передвижения рабочей силы

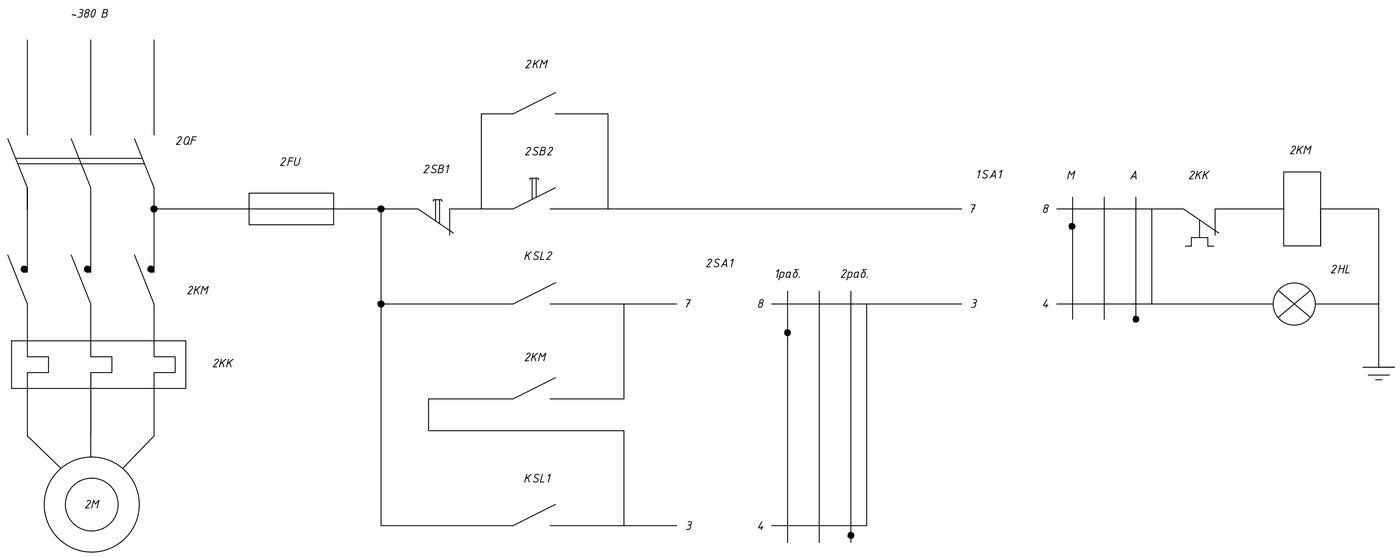


Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подпись	Дата	ДП-270112.65-2016 КПР		
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт		
Разраб.		Кабкин А.В.				Система водоотведения коттеджного поселка	Стадия	Лист	Листов
Руковод.		Прийтах Л.В.					У	7	9
Консульт.		Прийтах Л.В.							
Н.контр.		Прийтах Л.В.				Календарный план производства работ, график передвижения рабочей силы, колодец из сборных ж/б элементов	Кафедра ИСЗиС	
Зав. каф.		Сакаш Г.В.						

Схема управления двумя насосами



1	Цепи пуска
2	
3	Сигнализация включения
4	Включение рабочего насоса
5	Включение резервного насоса



6	Цепи пуска
7	
8	Сигнализация включения
9	Включение резервного насоса
10	Включение рабочего насоса

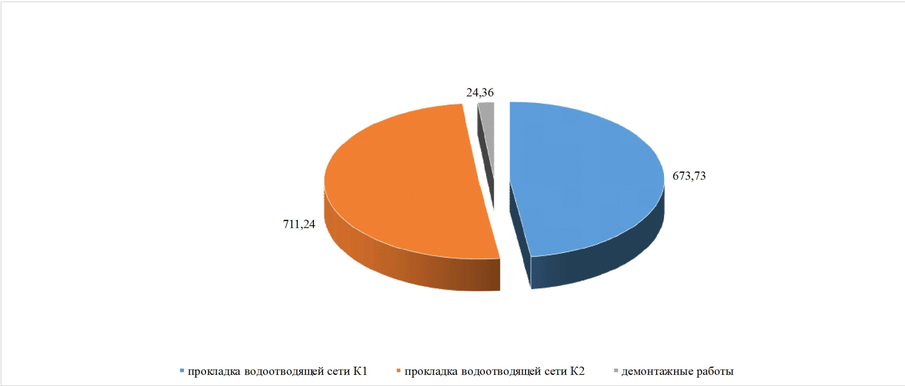
Спецификация оборудования и материалов

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
	Насос маркой KND 50-250	2	
1SA1;2SA1	Переключатель режимов управления	4	
1FU;2FU	Плавкие предохранители	2	
1QF;2QF	Автоматический воздушный выкл.	2	
1SB1;2SB1	Кнопка отключения (красная)	2	
1SB2;2SB2	Кнопка включения (черная)	2	
1KK;2KK	Тепловые реле	4	
1KM;2KM	Магнитные пускатели (контакторы)	8	

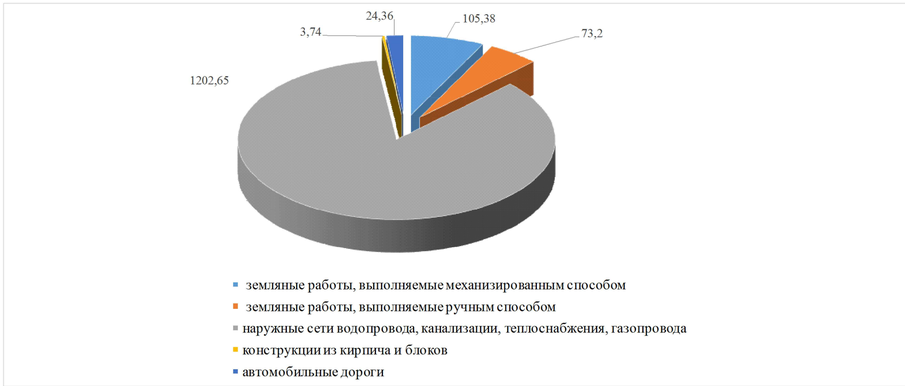
						ДП-270112.65-2016 СУ			
						Сибирский Федеральный Университет Инжнерно-строительный институт			
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подпись	Дата				
Разраб.		Кадкин А.В.				Система водоотведения коттеджного поселка	Стадия	Лист	Листов
Руковод.		Прийтак Л.В.					У	8	9
Консульт.		Прийтак Л.В.							
Н.контр.		Прийтак Л.В.				Схема управления двумя насосами	Кафедра ИСЗиС		
Зав. каф.		Сакаш Г.В.							

Технико-экономические показатели

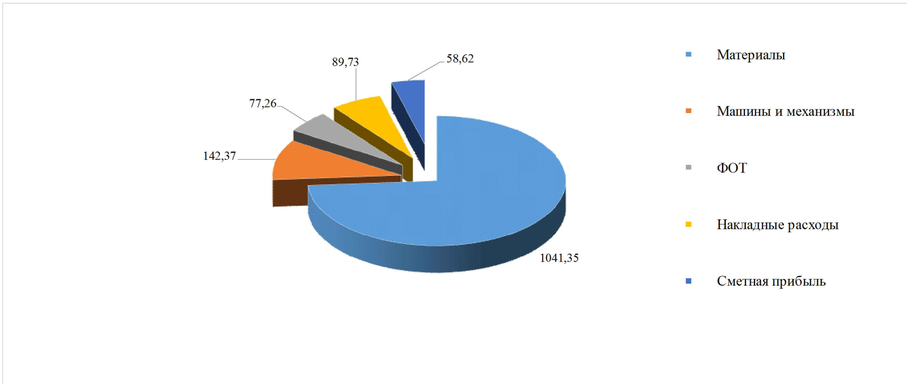
Структура локального сметного расчета по разделам



Структура локального сметного расчета по видам работ



Структура локального сметного расчета по элементам



Показатели локального сметного расчёта

По разделам	
Прокладка водоотводящей сети К1, тыс. руб.	673,73
Прокладка водоотводящей сети К2, тыс. руб.	711,24
Демонтажные работы , тыс. руб.	24,36
По видам работ	
Земляные работы, тыс. руб.	24,36
Монтаж наружных сетей, тыс. руб.	1202,65
Устройство автомобильных дорог, тыс. руб.	24,36
По элементам	
Материалы, тыс. руб.	1041,35
Машины и механизмы, тыс. руб.	142,37
Сметная прибыль, тыс. руб.	58,62
Накладные расходыг, тыс. руб.	89,73
Средства на оплату труда, тыс. руб.	10,9
Сметная трудоёмкость, чел. час	839,55
Сметная стоимость прокладки водоотводящей сети, тыс. руб.	1409,32
Протяжённость водопроводной сети, м	2199
Стоимость прокладки 1 метра трубопровода, руб.	641

						ДП-270112.65-2016 ЛОС			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата				
Разраб.		Кадкин А.В.				Система водоотведения коттеджного поселка	Стадия	Лист	Стадия
Руковод.		Прийтах Л.В.					У	9	9
Консульт.		Категорская Т.П.							
Н.контр.		Прийтах Л.В.				Технико-экономические показатели	Кафедра ИСЗиС		
Зав. каф.		Сакаш Г.В.							