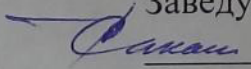


Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
 Г.В.Сакаш
подпись инициалы, фамилия
«15» «06» 2017г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

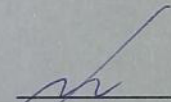
08.03.01.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»

код – наименование направления

Водоснабжение населённого пункта и промышленного предприятия из
поверхностного источника

тема


Руководитель


подпись, дата

доцент, канд. тех. наук
должность, ученая степень

Т.Я. Пазенко
инициалы, фамилия

Выпускник

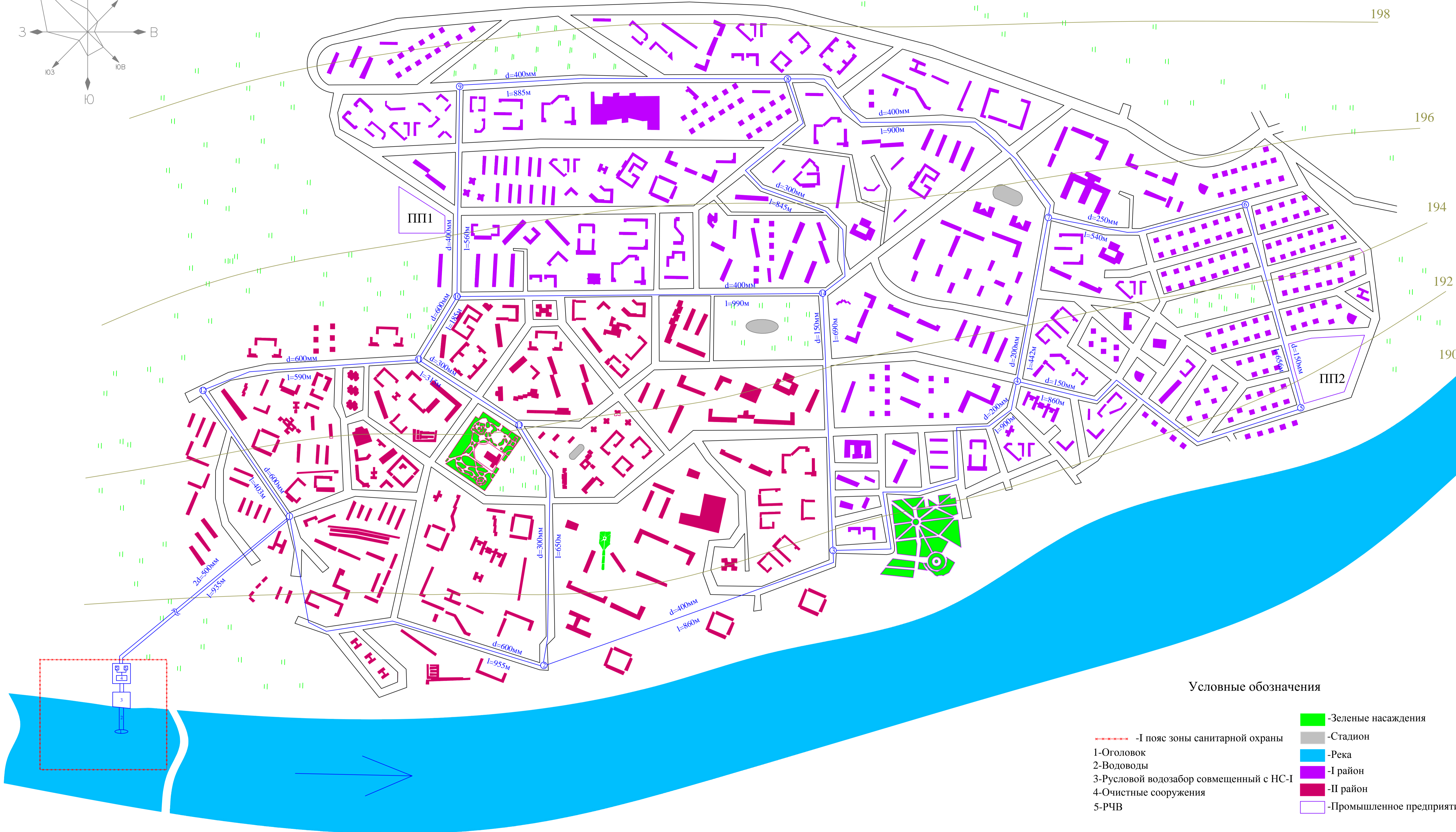
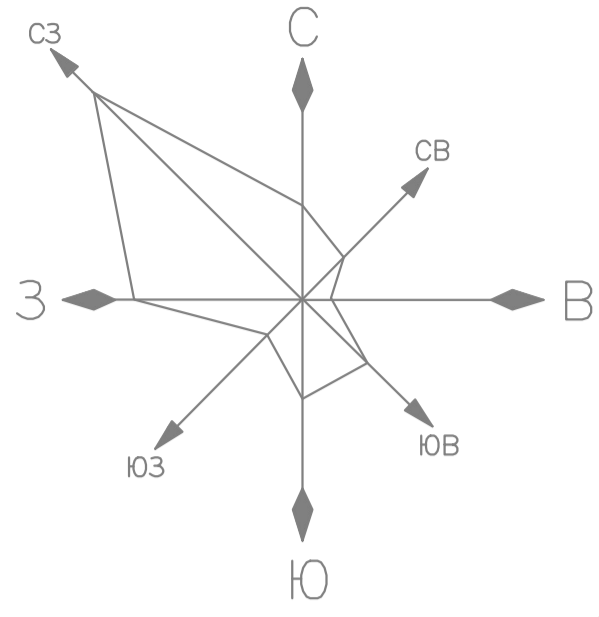

подпись, дата

13.06.2017г.

В.А. Король
инициалы, фамилия

Красноярск 2017

Генплан города М 1:5000

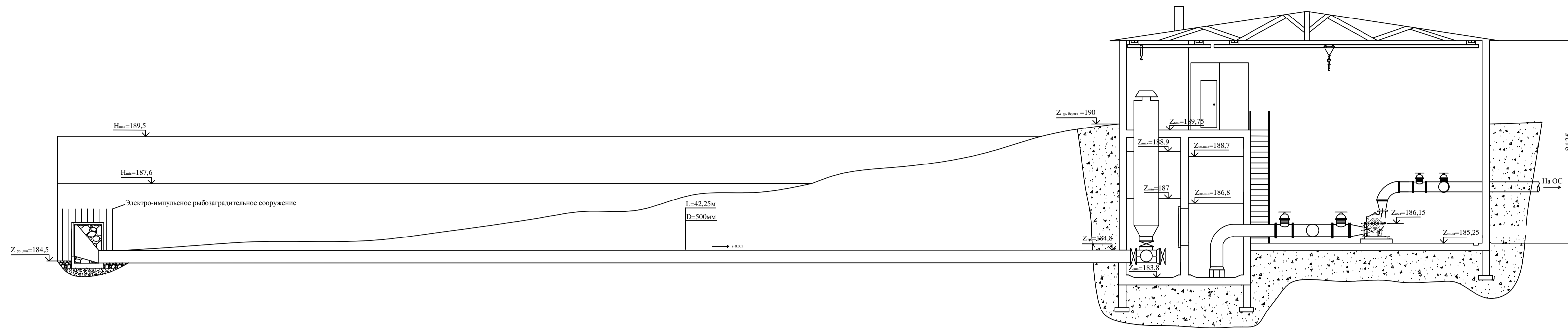


Условные обозначения

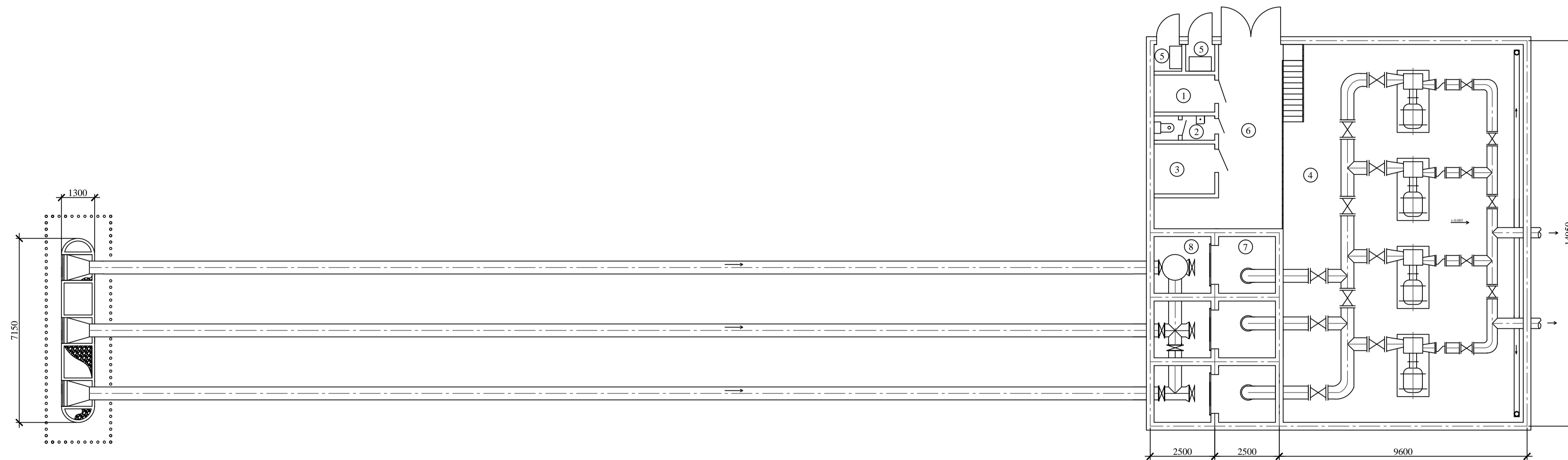
- - I пояс зоны санитарной охраны
- 1-Оголовок
- 2-Водоводы
- 3-Русловой водозабор совмещенный с НС-I
- 4-Очистные сооружения
- 5-РЧВ
- - Зеленые насаждения
- - Стадион
- - Река
- - I район
- - II район
- - Промышленное предприятие

				ВКР-08.03.01.00.06-2017				
				Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Водоснабжение города и промышленного предприятия из поверхностного источника	Стадия	Лист	Листов
			Король				1	6
			Руковод.	Пазенко				
			Консульт.	Пазенко				
И.Контр.	Пазенко				Генплан города М 1:5000			Кафедра ИСЗиС
Зав.каф.	Сакаш							

Продольный разрез руслового водозабора М1:100



План руслового водозабора М1:100



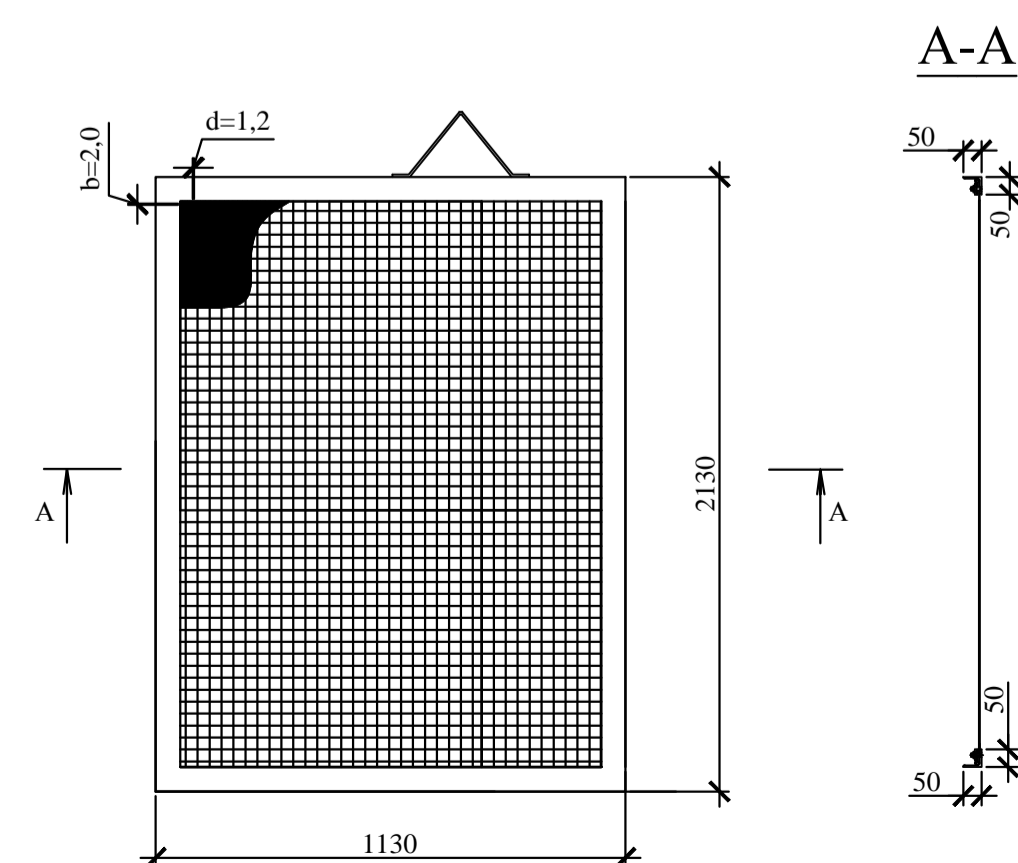
Экспликация помещений

№ п/п	Наименование помещений	Количество	Площадь, м ²
1	Склад-мех.маслерская	1	3,4
2	Туалет с умывальником	1	2,23
3	Диспетчерская	1	4,58
4	Машинный зал	1	136,15
5	Помещение КТП и ЦСУ	2	1,17
6	Монтажная площадка	1	20,8
7	Всасывающая камера	3	4,84
8	Водопримная камера	3	4,84

Спецификация

№ п/п	Наименование	Кол.	Масса, Кг	Примеч.
1	Трубы стальные всасывающие d=500 мм	148,5 м		
2	Трубы стальные напорные d=400 мм	21,5 м		
3	Задвижка d=400 мм BV-01-47	16 шт.		
4	Задвижка d=500 мм BV-04-47	7 шт.		
5	Клапан обратный d=500 мм AVKPN 40-16	4 шт.		
6	Насос NK 250-310/281	4 шт.		2 раб. и 2 рез.
7	Дренажный насос ГНОМ	2 шт.		
8	Ручная таль ГОСТ 7890-73	1 шт.		
9	Кран-балка ГОСТ 22045-89	1 шт.		

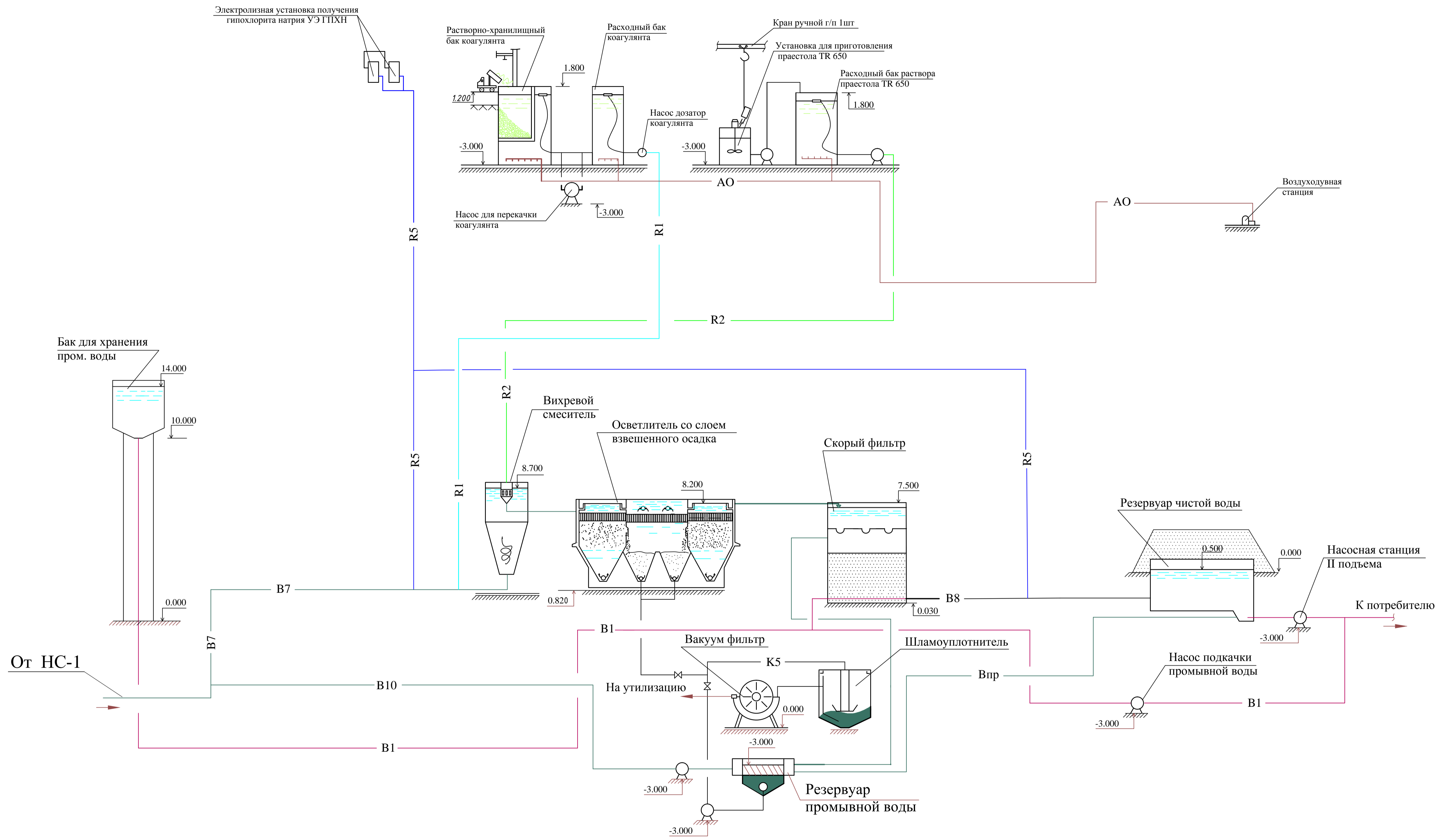
Плоская сетка М1:20



ВКР-08.03.01.00.06-2017

Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				Водоснабжение города и промышленного предприятия из поверхностного источника			
Изм.	Лист	№ докумен.	Подпись	Дата	Стadia	Лист	Листов
		Король				2	6
		Руковод.	Пазенко				
		Консульт.	Пазенко				
Н.Контр.	Пазенко				Продольный разрез руслового водозабора М1:100, План насосной станции НС-1 М1:100, Плоская сетка М1:20		
Зав.каф.	Сажаш				Кафедра ИСЭС		

Технологическая схема подготовки воды

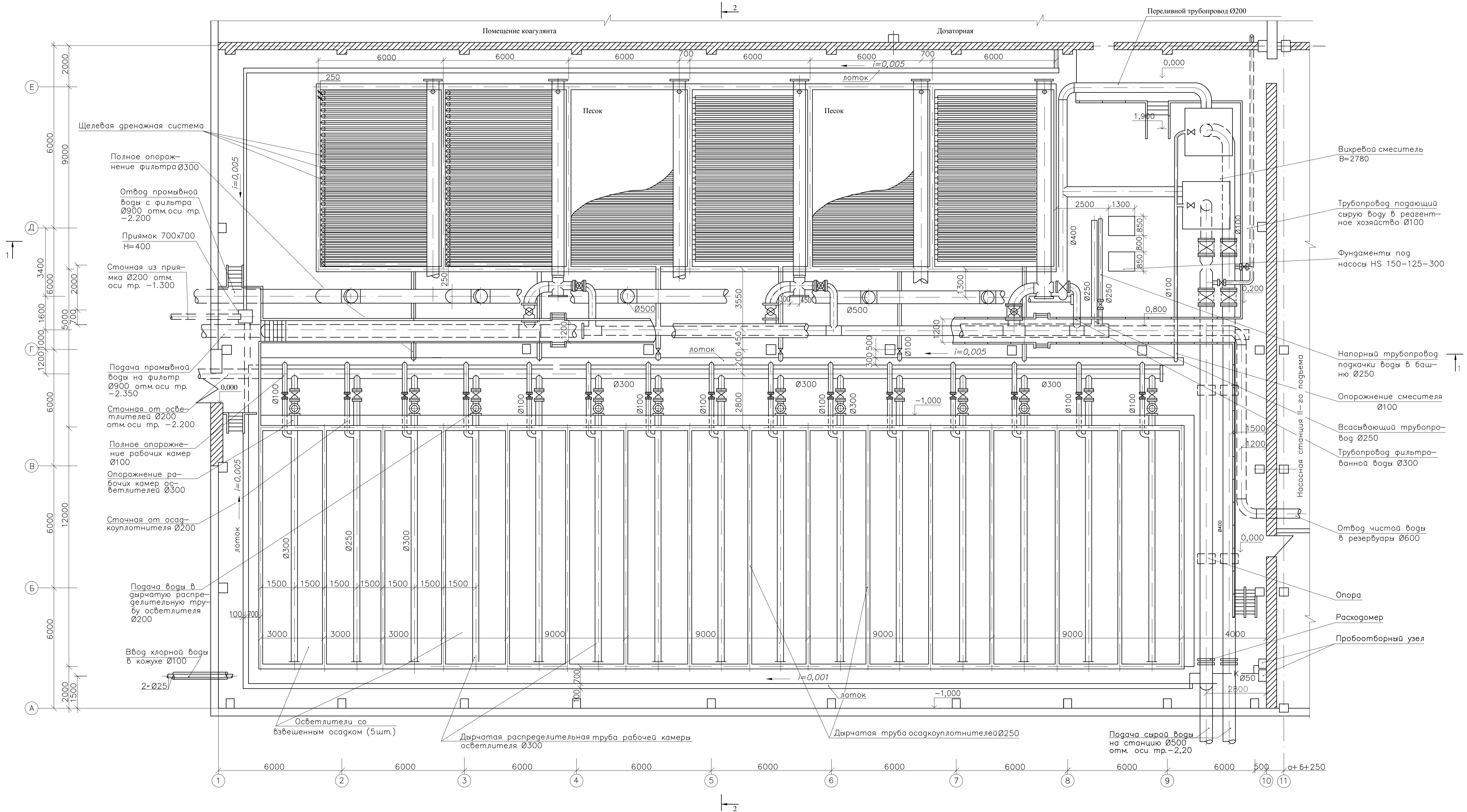


Условные обозначения

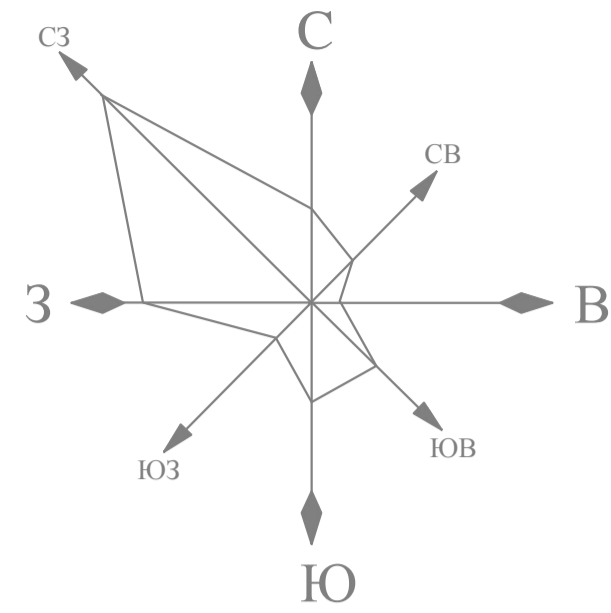
- B1 Трубопровод чистой воды на промыв фильтра
- B7 Трубопровод исходной воды
- B8 Трубопровод осветлённой воды
- B10 Трубопровод возврата осветленной воды в голову сооружений
- Впр Трубопровод промывной воды
- R1 Трубопровод раствора коагулянта
- R2 Трубопровод раствора флокулянта
- R5 Трубопровод хлорной воды
- АО Трубопровод сжатого воздуха
- K5 Трубопровод отвода осадка

				ВКР-08.03.01.00.06-2017		
				Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт		
Изм.	Лист	№ докумен.	Подпись	Дата	Водоснабжение города и промышленного предприятия из поверхностного источника	
Разраб.	Кароль				Стадия	Лист
Руковод.	Пазенко					3
Консульт.	Пазенко					6
Н.Контр.	Пазенко				Технологическая схема подготовки воды	
Зав.каф.	Сажаш				Кафедра ИСЗиС	

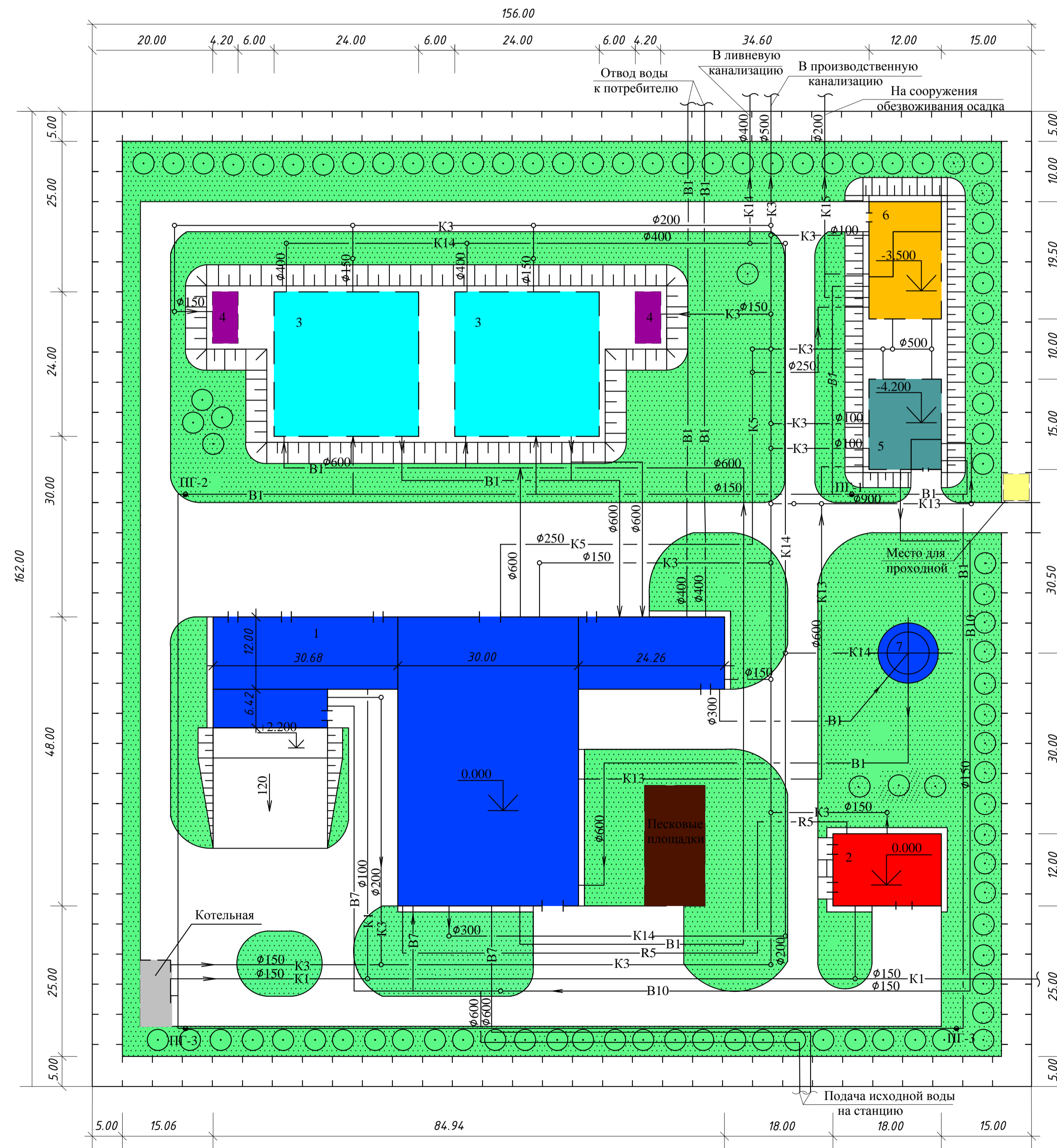
План осветителей и фильтров на отметке -1,000; 0,000; 0,800



ВКР-08.03.01.00.06-2017							
<i>Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт</i>							
Изм.	Лист	№ докумен.	Подпись	Дата			
Разраб.	Королев				Водоснабжение города и промышленного предприятия из поверхностного источника		
Руковод.	Пазенко						
Консульт.	Пазенко						
Н.Контр.	Пазенко				План осветителей и фильтров на отметке -1,000; 0,000; 0,800		
Зав.каф.	Сакаш						
					Стадия	Лист	Листов
					4	6	
					Кафедра ИСиС		



Генплан очистных сооружений М 1:500



Условные обозначения

- B1 — Хозяйственно-питьевой трубопровод
- B7 — Трубопровод исходной воды
- B10 — Трубопровод возврата осветленной воды в голову сооружений
- R5 — Трубопровод хлорной воды
- K1 — Трубопровод хозяйственно-бытовой канализации
- K3 — Трубопровод производственной канализации
- K5 — Трубопровод отвода осадка
- K13 — Трубопровод отвода промывной воды от фильтров
- K14 — Трубопровод переливов от сооружений

Экспликация зданий и сооружений

№ по плану	Наименование здания (сооружения)	Примечание
1	Главный корпус для станции очистки воды поверхностных источников мутностью до 140 мг/л производительностью 37063 тыс.м ³ /сут.	
2	Электролизная для обеззараживания хоз.-питьевых вод	
3	Резервуары для воды прямоугольные железобетонные сборные емкостью 3000 м ³	2 шт.
4	Фильтры поглоители для резервуаров чистой воды емкостью от 2500 до 3600 м ³	
5	Сооружения для повторного использования промывки	
6	Сооружения обработки осадка	
7	Башня для хранения промывной воды с баком емкостью 700м ³	

				ВКР-08.03.01.00.06-2017				
				Сибирский федеральный университет				
				Инженерно-строительный институт				
Изм.	Лист	№ докумен.	Подпись	Дата	Водоснабжение города и промышленного предприятия из поверхностного источника	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Карель						6	6
Руковод.	Пазенко					Генплан очистных сооружений М 1:500		
Консульт.	Пазенко							
Н.Контр.	Пазенко							
Зав.каф.	Сакаш							

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Водоснабжение населенного пункта и промышленного предприятия из поверхностного источника» содержит 72 страницы текстового документа, 27 приложение, 17 использованных источников, 6 листов графического материала.

ВОДОПОДГОТОВКА, ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ, КОАГУЛЯНТ, ИСТОЧНИК ВОДОСНАБЖЕНИЯ, НАСОСЫ, НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ, ВОДОЗАБОРЫ.

Объект – Населенный пункт расположенный на территории Красноярского края

Цели:

- Выбор источника водоснабжения;
- Обеспечение водой населенного пункта и промышленных предприятий;
- Расчет необходимого количества и требуемого качества питьевой воды;
- Выбор метода подготовки воды питьевого качества и обеззараживания воды.

В результате работы были определены необходимые расходы воды на хозяйственно-питьевые, поливочные, противопожарные нужды населенного пункта, а также на технологические и хозяйственно-питьевые нужды промышленных предприятий. Был осуществлен выбор и произведен расчет параметров водозаборных сооружений из поверхностного и подземного источников. Произведен расчет параметров насосных станций и подобрано насосное оборудование. Проведено трассирование водопроводной сети и сделан ее гидравлический расчет. Подобран состав и сделан расчёт сооружений станций водоподготовки. Определено влияние проектируемых сооружений на окружающую среду. Определены объемы земляных масс. Подобраны машины и оборудование для прокладки участка кольцевой водопроводной сети.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Определение расчетных расходов воды. Гидравлический расчет водопроводной сети	6
1.1 Общие сведения об объекте водоснабжения	6
1.2 Характеристика промышленных предприятий	7
1.3 Определение расчетных расходов воды	7
1.4 Режим водопотребления в течение суток	12
1.5 Гидравлический расчет водопроводной сети	13
2 Расчет и проектирование руслового водозабора	15
2.1 Определение производительности водозабора	15
2.2 Расчет водоводов	17
2.3 Очистка водоводов	17
2.4 Экологические аспекты водозаборного сооружения	17
3 Расчет и проектирование насосных станций	18
3.1 Насосная станция I подъема	18
3.2 Определение требуемого напора насосов станции I подъема	18
3.3 Определение отметки оси насоса	18
3.4 Подбор насосов для НС I	20
3.5 Определение отметок резервуара	20
3.6 Определение диаметров всасывающих и напорных трубопроводов	21
3.7 Определение требуемого напора насосов станции II подъема	22
3.8 Расчет резервуаров чистой воды	23
3.9 Подбор насосов для НС II	23
3.10 Определение отметки оси насоса НС II	23
4 Расчет и проектирование очистных сооружений	25
4.1 Производительность очистных сооружений	25
4.2 Реагенты, вводимые в обрабатываемую воду	25
4.3 Воздуходувки и воздухопроводы	27
4.4 Суженный участок для ввода реагента	28
4.5 Склады реагентов	29
4.6 Дозирование растворов реагентов	30
4.7 Вертикальный (вихревой) смеситель	31
4.8 Сбор воды периферийным лотком	32
4.9 Осветлитель со взвешенным слоем осадка с вертикальным осадкоуплотнителем	33
4.10 Распределение воды	34
4.11 Сбор осветленной воды	35
4.12 Сбор осадка в осадкоуплотнитель	36
4.13 Отвод воды из осадкоуплотнителя	37
4.14 Отвод осадка из осадкоуплотнителя	39
4.15 Скорый фильтр с зернистой загрузкой	40
4.16 Распределительная система фильтра	40
4.17 Количество жидких отходов	44
4.18 Обеззараживание гипохлоритом натрия	44
4.19 Интенсификация работы осветлителя со взвешенным слоем осадка	49
4.20 Проектирование зон санитарной охраны	54
5 Технология и организация строительного производства	56
5.1 Определение объемов земляных работ	56
5.2 Определение объема земли, подлежащей вывозу в отвал за пределы стройки	59
5.3 Предварительный выбор комплекта машин	60
5.4 Выбор механизмов для обратной засыпки траншеи и ее планировки	63
5.5 Определение технико-экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин	64

5.6 Определение размеров забоя	67
5.7 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода	68
5.8 Календарный план производства	68
Заключение.....	69
Список использованных источников.....	70
Приложение А Показатели качества воды в реке	72
Приложение Б График водопотребления по часам суток; Ступенчатый рафик водопотребления по часам суток; Регулирующая емкость резервуара чистой воды	73
Приложение В Удельные отборы; Путевые отборы	75
Приложение Г Узловые отборы	76
Приложение Д Гидравлический расчет сети в час наибольшего водопотребления	77
Приложение Е Гидравлический расчет сети в час наибольшего водопотребления при пожаре	81
Приложение Ж Схема гидравлического расчета кольцевой сети в час наибольшего водоразбора; Схема гидравлического расчета кольцевой сети при пожаре в час наибольшего	87
Приложение З Экологические аспекты водозаборного сооружения	88
Приложение И Характеристика и габариты насоса для НС I	90
Приложение К Расчетная схема резервуара чистой воды	92
Приложение Л Характеристика и габариты насоса для НС II	93
Приложение М Количество образующихся твердых отходов	94
Приложение Н Подбор колодца.....	95
Приложение О Бланк объемов земляных масс; Техничко-экономические показатели	97
Приложение П Календарный план производства работ; График передвижения рабочей силы	98

ВВЕДЕНИЕ

Снабжение населения чистой водой в достаточном количестве имеет важное санитарно-гигиеническое значение, защищает людей от различных эпидемических заболеваний, которые распространяются через воду.

Состав инженерных систем, предназначенные для получения воды из природных источников, улучшения ее качества и передачи к потребителю, называют системой водоснабжения.

Для нужд современных городов и промышленных предприятий требуется огромное количество воды, отвечающей по своим качествам требованиям потребителей.

Проблема водоснабжения социально-экономического комплекса решается за счет регулирования и межбассейнового перераспределения стока рек. В настоящее время в России насчитывается - 2650 водохранилищ, в том числе 260 крупных и крупнейших суммарным объемом около 790 км³. Для межбассейновой и внутрибассейновой переброски речного стока используется 37 систем, которыми ежегодно перераспределяется 17 км³ воды.

Функционирующие в РФ водоочистные системы водоснабжения в большинстве своем были запроектированы, построены и пущены в эксплуатацию в первой половине прошлого века. В настоящее время стал хуже качественный состав природных вод, увеличились требования водопотребителей к качеству водопроводной воды, значительно стало выше общее водопотребление.

Таким образом следует, что вопросы модернизации существующих и разработки новых методов очистки воды, разработки высокоэффективных сооружений, инновационных технологий и установок, являются актуальной проблемой и задачей для благополучия населения и экологической обстановки мира.

1 Определение расчетных расходов воды. Гидравлический расчет водопроводной сети

1.1 Общие сведения об объекте водоснабжения

Район строительства объекта – город расположен на левом берегу реки. Рельеф территории предприятия относительно ровный, имеющий незначительный уклон в сторону реки. Абсолютные отметки поверхности земли в пределах 190-198 м над уровнем океана.

Грунты на площадке предприятия сложены в основном из аллювиальных суглинков четвертичного периода. Геологический разрез представлен следующими грунтами: (сверху – вниз)

- почвеннорастительный слой мощностью 0,2-0,3 м.
- слой легких суглинков мощностью 0,3-0,4 м.
- гравийно-галечный слой, состоящий из гравия, гальки и валунов.

Заполнитель – песок средний и мелкозернистый. Мощность слоя достигает 30 м и более.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунта составляет 2,6 м, вечно-мерзлых грунтов нет.

Грунтовые воды залегают на глубине 15 м от поверхности земли.

Климат в районе строительства – резко – континентальный. Средняя температура самого теплого месяца июля +18,7 °С, самого холодного месяца января -17,1°С. Абсолютно минимальная температура -53°С, абсолютно максимальная +38 °С. Продолжительность безморозного периода 117 дней. Средняя высота снежного покрова 15-20 см.

Источником водоснабжения является река. Расход воды в реке 106 м³/с.

Средняя скорость течения воды в реке 0,53 м/с.

Наивысший ГВВ – 189,5 м.

Наинизший ГПВ – 187,6 м.

Глубина реки:

- средняя глубина 3,8 м.
- наибольшая глубина 5 м

Вода в источнике относится к мало мутным и характеризуется следующими показателями качества воды, которые приведены в приложении А

Застройка жилого сектора создана из двух районов. Первый район состоит из пятиэтажных домов оборудованными водонагревателями и холодным водоснабжением, канализацией и центральным отоплением. Второй район застроен девятиэтажными домами, оборудованными горячим и холодным водоснабжением, канализацией и центральным отоплением.

Имеется сеть детских учреждений, общеобразовательные школы, общественно – торговые центры в I и II районе застройки, а также имеется больничный комплекс на 1800 коек, столовые, кафе, баня. На территории города расположен металлургический завод и завод по производству масла.

1.2 Характеристика промышленных предприятий

Проектируемый металлургический завод выплавляет чугун и сталь. В состав завода входят коксохимические, огнеупорные и другие производства, а также ТЭЦ и ПВС, механический и другие вспомогательные цеха. Система водоснабжения – оборотная, состоящая из двух циклов: «чистой» и «грязной» воды. «Грязная» вода перед повторным использованием осветляется на очистных сооружениях. Сброса сточных вод в водоем нет.

На маслодельных заводах производят в основном масло различных сортов и небольшое количество цельномолочных продуктов, таких как молоко, сметана и творог. Основное количество чистой воды (до 90% общего потребления) расходуется на производственные нужды: охлаждение молочных продуктов; мытье оборудования и тары. Система водоснабжения – прямоточная с повторным использованием отработавшей воды. В холодильных установках и теплообменниках используется оборотная вода. Отработавшая вода от охлаждения молочных продуктов используется повторно на горячее водоснабжение, питание котлов, полив территории и т.д. Вода, используемая для мытья оборудования, бутылок, фляг и банок, внутреннего мытья цистерн, хозяйственно-бытовых нужд должна быть питьевого качества. Вода, вступающая в контакт с продуктом, должна отвечать требованиям к питьевой воде. Сточные воды содержат органические загрязнения – белки, жиры, углеводы.

1.3 Определение расчетных расходов воды

Основное количество воды расходуется на:

- на хозяйственно – питьевые нужды;
- нужды промышленных предприятий;
- коммунальные нужды города (полив зеленых насаждений, мойка улиц);
- нужды местной промышленности;
- нужды пожаротушения.

Расход воды на хозяйственно – питьевые нужды населения

Уровень благоустройства и норма хозяйственно – питьевого водоснабжения в городе: здания снабжены внутренним водопроводом и канализацией, централизованным горячим водоснабжением.

В населенном пункте 2 района: I-ый и II-ой район.

Расчетное количество жителей 1-го района определяется

$$N_1 = \rho_1 \cdot F_1 = 250 \cdot 282,5 = 70625 \text{ чел.}, \quad (1.1)$$

где ρ_1 – плотность населения, 250 чел/га;

F_1 – площадь района, 282,5 га.

Расчетное число жителей 2-го района определяется

$$N_2 = \rho_2 \cdot F_2 = 300 \cdot 155 = 46500 \text{ чел.}, \quad (1.2)$$

где ρ_2 – плотность населения, 300 чел/га;

F_2 – площадь района, 155 га.

Общая численность населения

$$N = 70625 + 46500 = 117125 \text{ чел.}, \quad (1.3)$$

Необходимое количество воды для водоснабжения города характеризуется суточным расходом.

Суточный расход воды 1-го района находится по формуле

$$Q_{\text{ср.сут}} = \frac{q_{\text{ж}} \cdot N}{1000} = \frac{160 \cdot 70625}{1000} = 11300,0 \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (1.4)$$

где $q_{\text{ж}}$ – норма водопотребления, принимаемая согласно табл.1 по СП 31.13330.2012, в зависимости от уровня благоустройства жилого района;

N – расчетное число жителей в жилой застройке, 70625 чел.

Суточный расход воды 2-го района находим по формуле

$$Q_{\text{ср.сут}} = \frac{q_{\text{ж}} \cdot N}{1000} = \frac{230 \cdot 46500}{1000} = 10695,0 \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (1.5)$$

где $q_{\text{ж}}$ – норма водопотребления, принимаемая согласно (СП 31.13330.2012 по табл.1) в зависимости от уровня благоустройства жилого района;

N – расчетное количество жителей в жилой застройке, 46500 чел.

Общий средний суточный расход

$$Q_{\text{ср.сут}} = Q_{\text{сут}}^1 + Q_{\text{сут}}^2 = 11300,0 + 10695,0 = 21995,0 \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (1.6)$$

Расчетные расходы воды в сутки наибольшего водопотребления находятся по формулам

$$Q_{\text{сут. макс}} = K_{\text{сут. макс}} \cdot Q_{\text{ср.сут}} = 1,2 \cdot 21995,0 = 26394,0 \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (1.7)$$

где $K_{\text{сут. макс}}$ – коэффициент суточной неравномерности водопотребления, который учитывает уровень жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, принимаются равными: $K_{\text{сут. макс.}} = 1,1 \div 1,3$

Расчетные часовые расходы воды $q_{ч}$, м³/ч, определяются по формуле

$$q_{ч.макс} = K_{ч.макс} \cdot \frac{Q_{сут.макс.}}{24} = 1,4 \cdot \frac{26394,0}{24} = 1539,7 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.8)$$

где $K_{ч}$ – коэффициент часовой неравномерности, который определяется по формуле

$$K_{ч.макс.} = \alpha_{макс.} \cdot \beta_{макс.} = 1,3 \cdot 1,1038 \approx 1,4, \quad (1.9)$$

где α – коэффициент, который уровень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимается согласно СП 31.13330.2012; $\alpha_{макс.} = 1,2 \div 1,4$

β – коэффициент, который учитывает количество жителей в населенном пункте, принимается по табл. 2, СП 31.311330.2012 величина которого при численности жителей 117125 чел. составляет: $\beta_{макс.} = 1,1038$

Расход воды на нужды промышленных предприятий

Водопотребление промышленного предприятия находится как сумма расходов на бытовые, душевые и на производственные нужды

$$Q_{сут}^{III} = Q_{быт} + Q_{душ} + Q_{пр}, \quad (1.10)$$

Расход воды на металлургическом заводе

Количество рабочих, принимающих душ по сменам, представлено в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Общее количество рабочих по цехам принимающих душ

Смена	Кол-во работающих в смену	Часы суток	Кол-во рабочих в горячем цеху	Кол-во рабочих в холодном цеху	Кол-во людей принимающих душ
I	1000	8-16	400	600	600
II	1000	16-24	400	600	600
III	800	0-8	400	400	400

1-ая; 2-ая;

$$Q_{душ} = \frac{N \cdot 0,375}{a} = \frac{600 \cdot 0,375}{9} = 25 \text{ м}^3/\text{смену}, \quad (1.11)$$

3-я смена:

$$Q_{душ} = \frac{N \cdot 0.375}{a} = \frac{400 \cdot 0,375}{9} = 16,7 \text{ м}^3/\text{смену}, \quad (1.12)$$

где N-число рабочих принимающих душ, чел.;
а-кол-во людей на 1 душевую сетку.

Расход воды хозяйственно-питьевые нужды в холодном и горячем цеху
1-ая и 2-ая смена

$$Q_{хол} = \frac{25 \cdot N}{1000} = \frac{25 \cdot 600}{1000} = 15,0 \text{ м}^3/\text{смену}, \quad (1.13)$$

$$Q_{гор} = \frac{45 \cdot N}{1000} = \frac{45 \cdot 400}{1000} = 18,0 \text{ м}^3/\text{смену}, \quad (1.14)$$

3-я смена

$$Q_{хол} = \frac{25 \cdot N}{1000} = \frac{25 \cdot 400}{1000} = 10,0 \text{ м}^3/\text{смену}, \quad (1.15)$$

$$Q_{гор} = \frac{45 \cdot N}{1000} = \frac{45 \cdot 400}{1000} = 18,0 \text{ м}^3/\text{смену}, \quad (1.16)$$

где N-количество человек работающих в цеху, чел/смену.

Расход воды на маслодельном заводе

Количество рабочих, принимающих душ по сменам, представлено в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Общее количество рабочих по цехам принимающих душ

Смена	Кол-во работающих в смену	Часы суток	Кол-во рабочих в горячем цеху	Кол-во рабочих в холодном цеху	Кол-во людей принимающих душ
I	500	8-16	200	300	200
II	400	16-24	200	200	200

1-ая; 2-ая

$$Q_{душ} = \frac{N \cdot 0.375}{a} = \frac{200 \cdot 0,375}{9} = 8,3 \text{ м}^3/\text{смену}, \quad (1.17)$$

где N - число рабочих принимающих душ, чел.;
а - кол-во людей на 1 душевую сетку.

Расход воды хозяйственно-питьевые нужды в холодном и горячем цеху:
1-ая смена

$$Q_{хол} = \frac{25 \cdot N}{1000} = \frac{25 \cdot 300}{1000} = 7,5 \text{ м}^3/\text{смену}, \quad (1.18)$$

$$Q_{гор} = \frac{45 \cdot N}{1000} = \frac{45 \cdot 200}{1000} = 9,0 \text{ м}^3/\text{смену}, \quad (1.19)$$

2-ая смена

$$Q_{хол} = \frac{25 \cdot N}{1000} = \frac{25 \cdot 200}{1000} = 5,0 \text{ м}^3/\text{смену}, \quad (1.20)$$

$$Q_{гор} = \frac{45 \cdot N}{1000} = \frac{45 \cdot 200}{1000} = 9,0 \text{ м}^3/\text{смену}, \quad (1.21)$$

где N - количество человек работающих в цеху, чел/смену.

Расходы воды на коммунальные нужды населенного пункта

Среднесуточное потребление воды на полив находится в зависимости от покрытия территории, способа полива, вида насаждений, климатических и других условий (СП 31.13330.2012).

Расход воды на полив $Q_{\text{полив}}$, м³/сут, из расчета на одного жителя 50л/(чел/сут):

$$Q_{\text{полив}} = \frac{N \cdot q_{\text{полив}}}{1000} = \frac{117125 \cdot 50}{1000} = 5856,3 \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.22)$$

где N – количество жителей, чел.

Расходы воды на пожаротушение

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар) и количество одновременных пожаров в населенном пункте принимаем по табл. 5 и 7 СП 31.13330.2012.

Расход воды на нужды местной промышленности

Расход воды на местную промышленность находим по формуле

$$Q_{\text{м.пр}} = 0,1 \cdot Q_{\text{сут.макс.}} = 0,1 \cdot 26394 = 2639,4 \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.23)$$

1.4 Режим водопотребления в течение суток

Питьевая вода расходуется с большими колебаниями в различные часы суток.

Составляем таблицу водопотребления в течении суток, по данным таблицы чертим ступенчатый график водопотребления. По графику определяем регулируемую емкость бака РЧВ.

Таблица водопотребления, график водопотребления, таблица регулирующей емкости РЧВ приведено в приложении Б.

Полный объем резервуаров чистой воды, $W_{РЧВ}$, м³, определяется по формуле

$$W_{РЧВ} = W_{рег} + W_{соб.н} + W_{пож}, \quad (1.24)$$

где $W_{рег}$ – регулирующий объем воды в резервуаре;

$W_{пож}$ – неприкосновенный запас воды на тушение пожара;

$W_{соб.н}$ – объем воды на собственные нужды станции.

Объем регулирующей емкости резервуара составляет 5,34% суточного расхода воды:

$$W_{рег} = \frac{5,34 \cdot 35097,53}{100} = 1874,20 \text{ м}^3, \quad (1.25)$$

Неприкосновенный противопожарный объем $W_{пож}$ рассчитывается из условия тушения расчетного количества одновременных пожаров n в течение всего нормативного времени тушения пожара $T_{пож}$

$$W_{пож} = T_{пож} \cdot 3,6 \cdot \left(n_{н.п} \cdot q_{н.п} + n_{п.пр} \cdot q_{п.пр} \right) = 3 \cdot 3,6 \cdot (3 \cdot 40 + 1 \cdot 20) = 1512 \text{ м}^3, \quad (1.26)$$

где n – расчетное число пожаров в населенном пункте и на промышленном предприятии, принимается по СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения;

q – расход воды на тушение одного пожара, соответственно в населенном пункте и на промышленном предприятии л/с;

$T_{пож}$ – нормативное время тушения одного пожара, принимается 3 ч.

Объем регулирующей емкости резервуара на собственные нужды станции равен

$$W_{соб.н} = 0,05 \cdot Q_{от} = 0,05 \cdot 35097,53 = 1754,90 \text{ м}^3, \quad (1.27)$$

Полный объем резервуаров чистой воды

$$W_{pчв} = 1754,90 + 1512 + 1874,20 = 5114,10 \text{ м}^3.$$

Принимаем 2 типовых резервуара объемом 3000 м^3 . Размер типового резервуара – $30 \text{ м} \times 24 \text{ м} \times 4,8 \text{ м}$

1.5 Гидравлический расчет водопроводной сети.

Основные принципы трассировки водопроводной сети:

- 1) сеть должна охватывать всех потребителей;
- 2) подачу воды потребителям необходимо подавать по кратчайшим расстояниям;
- 3) должна быть обеспечена бесперебойная подача воды потребителям.

Бесперебойная подача воды потребителям обеспечивается устройством кольцевой сети. После проведенной трассировки сети магистральная сеть состоит из 5 колец. Делаем гидравлический расчет магистральной сети методом Лобачева–Кросса. В качестве материала труб водопроводной сети приняты чугунные трубы с шаровидным графитом (ВЧШГ ТУ 14-161-183-2000, класс Т)

Расчетная схема отдачи воды потребителю

Находим удельный отбор для этого режима

$$q_{уд} = \frac{(Q_{расч} - \sum Q_{сопр}) \cdot 1000}{\sum l \cdot 3600}, \quad (1.28)$$

где $Q_{расч}$ – расход, потребляемый городом, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$Q_{сопр}$ – расход, потребляемый всеми промышленными предприятиями города, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$\sum l$ – сумма длин всех участков сети, м.

Затем разделяем всю водопроводную сеть на участки и находим для каждого свой путевой отбор воды

$$q_i = q_{уд} \cdot l_i, \quad (1.29)$$

где l_i – длина данного участка, м.

Для определения узловых отборов нужно суммировать путевые отборы прилегающих к выбранному узлу участков и поделить их на 2

$$q_{уз} = \frac{\sum q_n}{2}, \quad (1.30)$$

где $\sum q_n$ – сумма путевых отборов прилегающих участков, л/с.

После нахождения узловых расходов чертим схему водоводов и сети, на которой указываем стрелками предварительное направление и распределение расходов по линиям сети, соблюдая баланс расходов в узлах.

Результаты расчета удельных и путевых отборов приведены в приложении В.

Результаты расчета узловых расходов приведены в приложении Г.

Удельный расход при максимальном водоразборе

$$q_{уд} = \frac{1875 - 109,975}{3,6 \cdot 12135} = 0,0428 \text{ л/(с}\cdot\text{м)} \quad (1.31)$$

Подготовка сети к гидравлическому расчету

Подготовка водопроводной сети к гидравлическому расчету – предварительное распределение расходов по участкам кольцевой сети. Изначально общий расход воды равномерно разделяем между параллельными магистралями.

При гидравлическом расчете находим диаметры трубопроводов, скорости движения воды и потери напора в сети.

Гидравлический расчет сети

По таблицам Ф.А. Шевелева определяем

– диаметры трубопроводов – D_y , мм;

– потери напора в водоводах и водопроводной сети – $1000i$, мм/м;

– скорость движения воды – v , м/с.

– В час наибольшего водопотребления.

Гидравлический расчет случая приведены в приложении Д;

– При пожаре в час наибольшего водопотребления.

Гидравлический расчет случая приведены в приложении Е.

Схемы гидравлического расчета приведены в приложении Ж.

2 Расчет и проектирование руслового водозабора

2.1 Определение производительности водозабора

Расчётный расход воды в одной секции водозабора для нормальных условий эксплуатации Q_p и для аварийных условий Q'_p определяют по формулам

$$Q_p = \frac{Q_{(\text{сут. макс})}}{n} = \frac{0,444}{2} = 0,222 \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.1)$$

Аварийные условия (форсированный)

$$Q'_p = \frac{k \cdot Q_p}{(n-1)} = \frac{0,8 \cdot 0,222}{(2-1)} = 0,177 \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.2)$$

где n – количество секций водозабора,

k – допускаемое уменьшение подачи воды в аварийном режиме.

Расчет площади водоприемного отверстия, площади сороудерживающей сетки и площади решетки оголовка, м^2 , производится по формуле

$$\Omega_{\text{бр}} = 1,25 \cdot Q_p \cdot K_{\text{ст}} / v_{\text{вт}}, \quad (2.3)$$

где 1,25 - коэффициент, который учитывает засорение отверстий;

Q_p - расчетный расход одной секции, $\text{м}^3/\text{с}$;

$v_{\text{вт}}$ - скорость втекания в водоприемные отверстия, $\text{м}/\text{с}$;

Находим размеры сеток

$$K_{\text{ст}} = ((a_{\text{ст}} + c_{\text{ст}}) / a_{\text{ст}})^2 - \text{для сеток}, \quad (2.4)$$

$$K_{\text{ст}} = ((2 + 1,2) / 2)^2 = 2,56;$$

где $a_{\text{ст}}$ – размер ячеек сетки в свету, принимается для плоских сеток – 2 мм;

$c_{\text{ст}}$ – диаметр проволоки сетки, принимается равным 1,2 мм.

$$\Omega_{\text{бр}} = 1,25 \cdot 0,222 \cdot 2,56 / 0,3 = 2,37 \text{ м}^2;$$

где $v_{\text{вт}}$ - скорость втекания в водоприемные отверстия; 0,2 – 0,4 м/с (для плоских сеток).

Размеры сетки: $H=1130$ мм; $L=2130$ мм;

Размер отверстия: $H=1000$, $L=2000$ мм;

Масса $m=107,3$ кг.

$$K_{\text{ст}} = ((a_{\text{ст}} + c_{\text{ст}}) / a_{\text{ст}}) - \text{для решеток}, \quad (2.5)$$

Определяем размеры решеток

$$K_{ст} = ((10 + 50)/50) = 1,2 ;$$

где $a_{ст}$ – расстояние между стержнями в свету, принимается– 5-10 см;
 $c_{ст}$ –толщина стержней, принимается равным от 0,6 до 1,0 мм.

$$\Omega_{бр} = 1,25 \cdot 0,222 \cdot 1,12/0,25 = 1,24 \text{ м}^2,$$

где $v_{вт}$ -скорость втекания в водоприемные отверстия =0,1– 0,3 м/с.

Принимаю типовые решетки, площадь решетки брутто $1,25 \text{ м}^2$, нетто $1,08 \text{ м}^2$.

Размеры водоприемного окна: L=1000 мм; H=1250 мм

Основные размеры решетки, мм: B=1120, H=1330, H₁=1580, h=80,
 $\delta \times b = 10 \times 50$

Масса решетки: m=94 кг

Расчет камер берегового колодца

Отметка водоприемной камеры

$$Z_{\max} = H_{\max} - \sum h_{п} = 5 - 0,6 = 4,4 \text{ м}, \quad (2.6)$$

$$\sum h_{п} \text{ для РВС} \approx \sum h_{\text{решетки}} + h_{\text{водовод}} = 0,5 + 0,08 = 0,58 \approx 0,6 \text{ м}, \quad (2.7)$$

где $\sum h_{\text{решетки}} = 0,5$ м-потери напора на решетках;

Потери напора в водоводе считаются по формуле

$$h_{\text{водовод}} = i \cdot l = 0,002 \cdot 42,25 = 0,08 \text{ м}, \quad (2.8)$$

где i-уклон водовода 0,002;

l-длина водовода.

Отметки водоприемной камеры

$$Z_{\max} + (0,3 - 0,5) + 0,35 = 4,4 + 0,5 + 0,35 = 5,25 \text{ м}, \quad (2.9)$$

$$Z_{\min} = H_{\min} - \sum h_{п} = 3,1 - 0,6 = 2,5 \text{ м}, \quad (2.10)$$

где H_{\min} - минимальный уровень воды в водоприемной камеры;

1) Отметки всасывающей камеры

$$Z_{\text{всmax}} = Z_{\max} - \sum h_{\text{сетки}} = 4,4 - 0,2 = 4,2 \text{ м}, \quad (2.11)$$

где $\sum h_{\text{сетки}} = 0,2$ потеря напора на сетках.

$$Z_{\text{всmin}} = Z_{\min} - \sum h_{\text{сетки}} = 2,5 - 0,2 = 2,3 \text{ м}, \quad (2.12)$$

2.2 Расчет водоводов

Расчет водоводов находим по формуле
Диаметр самотечной трубы

$$D=1,13 \sqrt{\frac{Q}{V_T}} = 1,13 \sqrt{\frac{0,222}{1,1}} = 0,507 \approx 500 \text{ мм} \quad (2.13)$$

2.3 Очистка водоводов

Очистка водоводов производится импульсным методом для этого в водоприемном колодце на выходе из самотечной линии монтируют герметически закрывающийся затвор. Перед ним подсоединяют к линии напорную колонну. В колонне создается разрежение с помощью вакуум-насоса.

Вода в колонне поднимается до уровня, равного степени разрежения, и при срыве вакуума в колонне направляется в самотечную линию и обратным током промывает ее.

Диаметр колонны

$$d_{к.в.}=2 \cdot d_B=0,5 \cdot 2=1 \text{ м}, \quad (2.14)$$

где d_B -диаметр водоводов.

Объем колонны необходимый для создания вакуума и гарантированной промывки

$$S_{кам}=(\pi d^2) / 4=(3,14 \cdot 1^2) / 4=0,785 \text{ м}^2 \quad (2.15)$$

$$V_{кам}=S_{кам} \cdot H=0,785 \cdot 5=3,9 \text{ м}^3 \quad (2.16)$$

где $S_{кам}$ -площадь камеры.

2.4 Экологические аспекты водозаборного сооружения

Экологические аспекты водозаборного сооружения приведены в приложении 3.

3 Расчет и проектирование насосных станций

3.1 Насосная станция I подъема

Насосные станции систем водоснабжения представляет собой сложный комплекс сооружений и оборудования, обеспечивающих подачу воды в соответствии с нуждами потребителя.

Спроектирована насосная станция I подъема совмещенного типа, которая входит в состав сооружений водозабора руслового типа, предназначенного для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения города и завода.

3.2 Определение требуемого напора насосов станции I-го подъема

Требуемый напор насосов НС-I при подаче воды на очистные сооружения находится по формуле

$$H = H_{\Gamma} + h_{wвс.л} + h_{wh.л} + 1 \text{ м}, \quad (3.1)$$

где H_{Γ} – геометрическая высота подъема воды (разность отметок уровней воды в смесителе очистных сооружений и во всасывающей камере), м;

$h_{wвс.л}$ – потери напора во всасывающем трубопроводе, принимаем 1,5 м;

$h_{wh.л}$ – потери напора в напорных коммуникациях и в водоводе от насосной станции до очистных сооружений, принимаем 2,0 м;

1,0 – запас напора, м.

Геометрическая высота подъема рассчитывается как разность воды в напорном баке воды очистных сооружений при полном его затоплении и самого низкого уровня воды во всасывающей камере берегового колодца, по формуле

$$H_{\Gamma} = z_{o.c} - z_{вс.к} = 195 - 186,8 = 8,2 \text{ м}, \quad (3.2)$$

где $z_{o.c}$ – отметка уровня воды в напорном баке, м;

$z_{вс.к}$ – отметка наинизшего уровня воды во всасывающей камере берегового колодца, м.

$$H = 8,2 + 1,5 + 2 + 1 = 12,7 \text{ м}.$$

3.3 Определение отметки оси насоса НС-I

Геодезическая отметка размещения рабочего колеса насоса выбирается из условий обеспечения быстрого надежного запуска насоса и безкавитационной его работы во всех или большинстве встречающихся режимах эксплуатации станции; при этом, учитываются требования экономики.

Геометрическая высота всасывания не должна быть выше допустимой вакуумметрической высоты.

Отметка оси насоса находится из условия откачки воды из водозаборного колодца, для станций первого подъема, до дна и не должна превышать величину

$$Z_{o.n} < Z_d + H_s = M, \quad (3.3)$$

где H_s – максимальная высота всасывания насоса, определяемая по формуле

$$H_s = 10 - \Delta h_{доп} - h_{нас} - h_{w.вс} = 10 - 3 - 0,12 - 1,5 = 5,38, \text{ м}, \quad (3.4)$$

где $\Delta h_{доп} = 3$ – допустимая высота всасывания, которая принимается по характеристике выбранного насоса на соответствующую подачу, м;

$h_{нас} = 0,12$ – напор, соответствующий давлению насыщенных паров, м,;

$h_{w.вс} = 1,5$ – потери во всасывающей линии, м.

Для улучшения надежности, а также, с целью упрощения запуска насосных агрегатов, корпус насоса располагаем под заливом от расчетного минимального уровня в водозаборном колодце $Z_{к.мин}$. В этом случае отметка оси насоса не должна быть больше величины

$$Z_{он} < Z_{к.мин} - (B + 0,2) = 186,8 - (0,45 + 0,2) = 186,15, \text{ м} \quad (3.5)$$

где $B = 0,45$ – расстояние от оси насоса до верха корпуса, которое принимается в соответствии с габаритными размерами насоса.

Отметка оси насосов принимается наименьшей из вычисленных. Тогда отметка фундамента под насос определяется по формуле

$$Z_{ф} = Z_{o.n} - a = 186,15 - 0,7 = 185,45, \text{ м}, \quad (3.6)$$

где a – расстояние от оси насоса до подошвы лап, м.

Отметка пола машинного зала насосов соответственно составит

$$Z_{пол} = Z_{ф} - h_{ф} = 185,45 - 0,2 = 185,25, \text{ м}, \quad (3.7)$$

где $h_{ф} = 0,2$ – возвышение фундамента над полом, м.

3.4 Подбор насосов для НС-1

Принимаем горизонтальный насос двустороннего входа: НК 250-310/281

Характеристики насоса и габариты приведены в приложении И.

Всасывающий трубопровод

Число всасывающих линий на насосных станциях первой и второй категории, независимо от количества групп насосов, включая, пожарные, должно быть не менее двух. При установке крупных насосных агрегатов число всасывающих труб принимается равным числу насосов.

Диаметр водоводов назначается по скорости движения воды в них (0,7-1,2 м/с) и расходу при нормальном режиме работы водозабора

$$D = \sqrt{\frac{Q_{C1}}{0,785 \cdot v_m}} = \sqrt{\frac{0,222}{0,785 \cdot 1,13}} = 0,5 \text{ м} = 500 \text{ мм}; \quad (3.8)$$

Напорный трубопровод

Определяется по 100% расчетному расходу при нормальном режиме работы водозабора и скорости движения воды в трубах принимаемой равной 1,2 -2,0 м/с (большие скорости принимаются для коротких труб).

$$D = \sqrt{\frac{Q_p}{0,785 \cdot v_m}} = \sqrt{\frac{0,222}{0,785 \cdot 1,76}} = 0,4 \text{ м} = 400 \text{ мм}; \quad (3.9)$$

3.5 Определение отметок резервуара

Заглубление резервуара принимается из условия минимальной выемки грунта котлована под сооружение, равное половине высоты резервуара.

Отметку дна резервуара находим по формуле

$$Z_D = Z - H / 2 = 192,1 - (4,8 / 2) = 189,7 \text{ м}, \quad (3.10)$$

где Z – отметка земли у резервуара, $Z = 192,1$ м;

H – высота резервуара, $H = 4,8$ м.

Максимальный уровень воды в резервуаре определяем по формуле

$$Z_{\max} = Z_D + h_{\max} = 189,7 + 3,55 = 193,25 \text{ м}, \quad (3.11)$$

где h_{\max} – максимальная высота слоя воды в резервуаре, определяем по формуле

$$h_{\max} = W_{\text{рчв}} / F_{\text{рчв}} = 5114,1 / (720 \cdot 2) = 3,55 \text{ м}, \quad (3.12)$$

где $W_{\text{рчв}}$ – полный объем резервуаров чистой воды;

$F_{\text{рчв}}$ – площадь резервуаров.

Отметку слоя воды противопожарного запаса определяем по формуле

$$Z_{\Pi} = Z_{Д} + h_{\Pi} = 189,7 + 1,05 = 190,75 \text{ м}, \quad (3.13)$$

где h_{Π} – максимальная высота слоя противопожарного запаса воды, определяется по формуле

$$h_{\Pi} = W_{\Pi} / F_{\text{рчв}} = 1512 / 720 \cdot 2 = 1,05 \text{ м}, \quad (3.14)$$

где $F_{\text{рчв}}$ – площадь резервуара;

W_{Π} – неприкосновенный противопожарный объем в одном резервуаре, находим по формуле

$$W_{\Pi} = W_{\text{пож}} / N = 1512 / 2 = 756 \text{ м}^3, \quad (3.15)$$

где $W_{\text{пож}}$ – неприкосновенный противопожарный объем;

N – число резервуаров, $N = 2$.

Расчетная схема резервуара чистой воды представлена в приложении К.

3.6 Определение диаметров всасывающих и напорных трубопроводов

Принимаем три всасывающие линии.

Диаметр всасывающего трубопровода определяем по скорости движения воды в нем ($V_{\text{вс.л}} = 1,05 \text{ м/с}$) и расходу

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{3,14 \cdot V_T}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,406}{3,14 \cdot 1,05}} = 0,7 \text{ м} \quad (3.16)$$

Диаметр напорного трубопровода определяем по скорости движения воды в нем ($V_{\text{н.л}} = 2,1 \text{ м/с}$) и расходу

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{3,14 \cdot V_m}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,406}{3,14 \cdot 2,1}} = 0,5 \text{ м} \quad (3.17)$$

3.7 Определение требуемого напора насосов станции II подъема

Геометрическую высоту подъема воды находим по формуле

$$H_{\Gamma} = H_Z = Z_{\text{дт}} - Z_{\Pi} = 198,3 - 190,75 = 7,55 \text{ м}, \quad (3.18)$$

где H_Z – разность отметок слоя воды противопожарного запаса и диктующей точки.

Полную высоту подъема воды насосов находим по формуле

$$H_{\Pi} = (H_{\Gamma} + h_{w_{bc.l}} + h_{w_{h.l}}) + H_{CB} = (7,55 + 1,5 + 2) + 42 = 53,05 \text{ м}, \quad (3.19)$$

где $h_{w_{bc.l}}$ – потери напора во всасывающем трубопроводе;

$h_{w_{h.l}}$ – потери напора в напорных коммуникациях;

H_{CB} – требуемый свободный напор над поверхностью земли в диктующей точке.

Потери напора во всасывающем трубопроводе находим по формуле

$$h_{w_{bc.l}} = S_{0 \text{ вс.л}} \cdot L_{bc.l} \cdot Q_{bc.l}^2 + h_{k \text{ вс}} \quad (3.20)$$

$$h_{w_{bc.l}} = 0,009119 \cdot 10^{-6} \cdot 80 \cdot 0,406 + 1,5 = 1,5 \text{ м}$$

где $h_{k \text{ вс}}$ – потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, на всасывающей линии $h_{k \text{ вс}} = 1,5 \text{ м}$;

$L_{bc.l}$ – длина всасывающего трубопровода, $L_{bc.l} = 80 \text{ м}$;

$S_{0 \text{ вс.л}}$ – удельные сопротивления труб, $S_{0 \text{ вс.л}} = 0,009119 \cdot 10^{-6}$, согласно таблицам Ф. А. Шевелева;

$Q_{bc.l}$ – расчетные расходы всасывающих линии, $Q_{bc.l} = 0,406 \text{ м}^3/\text{с}$.

Потери напора в напорных коммуникациях определяем по формуле

$$h_{w_{h.l}} = h_{k \text{ н}} = 2 \text{ м}, \quad (3.21)$$

где $h_{k \text{ н}}$ – потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, на напорной линии $h_{k \text{ н}} = 2,0 \text{ м}$.

Требуемый свободный напор над поверхностью земли в диктующей точке определяем по формуле

$$H_{CB} = 4 \cdot (n - 1) + 10 = 4 \cdot (9 - 1) + 10 = 42 \text{ м}, \quad (3.22)$$

где n – число этажей самого высокого здания в населенном пункте, $n=9$;

10 – запас напора необходимый для обеспечения подачи воды в здание.

3.8 Расчет резервуаров чистой воды

Объем резервуаров чистой воды $W_{рчв}$ при насосной станции второго подъема в системах объединённого хоз-питьевого и противопожарного, а также производственного водоснабжения равняется $5114,1 \text{ м}^3$.

Принимаем 2 типовых резервуара объемом 3000 м^3 . Размер типового резервуара – $30 \text{ м} \times 24 \text{ м} \times 4,8 \text{ м}$

3.9 Подбор насосов для НС-II

Подбор марки насосов производится по требуемой подаче $Q_H = 1461,6$ м³/час и напору $H_{\text{п}} = 53,05$ м. По сводному графику рабочих зон насосов предварительно назначается марка насоса. Если требуемый напор в большую сторону от напора выбранного насоса не более 2 м, то избыток может быть отнесен к резервному запасу. Если напор развиваемый подобранным насосом, значительно превышает расчетный, то следует изменить скорость вращения рабочего колеса, или изменить его геометрические размеры, т.е. уменьшить его диаметр путем обточки.

Принимаем горизонтальный насос двустороннего входа: НК 200-400/392.

Основные характеристики и параметры насоса приведены в приложении Л.

3.10 Определение отметки оси насоса НС-II

Отметка оси насоса находится из условия откачки воды из РЧВ, для насосных станций второго подъема, не должна превышать величину

$$Z_{\text{о.н}} < Z_{\text{д}} + H_{\text{с}} = 189,7 + 5,38 = 195,08 \text{ м}, \quad (3.23)$$

где $H_{\text{с}}$ – максимальная высота всасывания насоса, определяемая по формуле

$$H_{\text{с}} = 10 - \Delta h_{\text{доп}} - h_{\text{нас}} - h_{\text{w.вс}} = 10 - 3 - 0,12 - 1,5 = 5,38 \text{ м}, \quad (3.24)$$

где $\Delta h_{\text{доп}} = 3$ – допустимая высота всасывания, принимающаяся по характеристике выбранного насоса на соответствующую подачу, м;

$h_{\text{нас}} = 0,12$ – напор, соответствующий давлению насыщенных паров, м.

$h_{\text{w.вс}} = 1,5$ – потери во всасывающей линии, м.

Для увеличения надежности, а также, с целью упрощения запуска насосных агрегатов, корпус насоса располагаем под заливом от расчетного уровня напорного запаса $Z_{\text{н}}$ в РЧВ. В этом случае отметка оси насоса не должна превышать величины

$$Z_{\text{о.н}} < Z_{\text{н}} - (B + 0.2) = 190,75 - (0.4 - 0.2) = 190,55 \text{ м}, \quad (3.25)$$

где $B = 0,6$ – расстояние от оси насоса до верха корпуса, которое принимается в соответствии с габаритными размерами насоса.

Отметка оси насосов принимается наименьшей из вычисленных. Тогда отметка фундамента под насос определяется по формуле

$$Z_{\text{ф}} = Z_{\text{о.н}} - a = 190,55 - 0,6 = 189,95 \text{ м}, \quad (3.26)$$

где a – расстояние от оси насоса до подошвы лап, м.

Отметка пола машинного зала насосов соответственно составит

$$Z_{\text{пол}} = Z_{\text{ф}} - h_{\text{ф}} = 189,95 - 0,2 = 189,75 \text{ м}, \quad (3.27)$$

где $h_{\text{ф}}=0,2$ – возвышение фундамента над полом, м.

4 Расчет и проектирование очистных сооружений

4.1 Производительность очистных сооружений

Расчетная производительность очистных сооружений

$$Q_{oc} = \alpha \cdot q_{\max.сут} + q_{доп}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (4.1)$$

где α - коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды очистной станции, $\alpha=1,05$.

$q_{\max.сут}$ - расчетной расход воды в сутки максимального водопотребления, 35097,53 м³/сут

$q_{доп}$ – дополнительный расход воды на пожаротушение, 1512 м³/сут

$q_{пож}$ и $q'_{пож}$ - расход воды, л/с, на один пожар соответственно в населенном пункте и на предприятии, принимается СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения

$$Q_{oc} = 1,05 \cdot 35097,53 + 1512 = 38364,4 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Расчетные расходы воды представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Расчетный расход воды

$q_{сут}, \text{ м}^3/\text{сут}$	$q_{час}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$q_c, \text{ м}^3/\text{с}$
38364,4	1598,5	0,444

4.2 Реагенты, вводимые в обрабатываемую воду

Полиоксихлорида алюминия (ПОХА) Аква-Аурат™18, ТУ 2163-069-00205067-2007

ПОХА - водный раствор основных солей хлорида алюминия, полученный обработкой металлического алюминия соляной кислотой

Находим необходимые дозы реагентов:

Доза безводного коагулянта ПОХА, мг/л

$$D_k = 4 \cdot \sqrt{Ц} = 4 \cdot \sqrt{42} = 26 \text{ мг/л}, \quad (4.2)$$

где Ц – цветность, град. Ц=42град.

$D_k = 30$ мг/л-принимая в качестве коагулянта ПОХА дозу безводного коагулянта.

Количество щелочи для подщелачивания, мг/л

$$D_{щ} = k \cdot \left(\frac{D_k}{e} - Щ + 1 \right) = 28 \cdot \left(\frac{30}{57} - 1,9 + 1 \right) = -10,46 \text{ мг/л}, \quad (4.3)$$

где k - эквивалентный вес щелочи, мг/л, $k=28$ мг/л;

e - эквивалентный вес коагулянта, мг/мг - экв, $e = 57$ мг/мг - экв;

$Щ$ - щелочность воды, мг-экв/л, равна карбонатной жесткости.

Т.к. $D_{щ}$ отрицательное, то подщелачивание не требуется.

Доза PraestoTR-650: подбираем на основе анализов исходной воды
 $D_{пр}=0,1$ мг/л

Производительность мешалки для приготовления раствора праестола,
кг/ч

$$q_m = \frac{Q_{ос} \cdot D_{ПАА}}{24 \cdot 1000} = \frac{38364,4 \cdot 0,1}{24 \cdot 1000} = 0,16 \text{ кг/ч}, \quad (4.4)$$

емкость растворного бака

$$W_p = \frac{q_u \cdot n \cdot D_k}{10000 \cdot B_p \cdot \gamma} = \frac{1598,5 \cdot 10 \cdot 30}{10000 \cdot 10 \cdot 1} = 4,8 \text{ м}^3, \quad (4.5)$$

где Q_u - расход воды, м³/час;

D_k - доза коагулянта в пересчете на безводный продукт, г/м³;

n - время, на которое заготавливают раствор коагулянта, ч;

B_p - концентрация раствора коагулянта в растворном баке, % (10-17%);

γ - объемный вес раствора коагулянта, т/м³, принимается равным 1,00.

Число растворных баков 2, число расходных баков 4

Емкость расходного бака, м³

$$W = \frac{W_p \cdot B_p}{B} = \frac{4,8 \cdot 10}{5} = 9,6 \text{ м}^3 \quad (4.6)$$

где W_p - емкость растворного бака, м³;

B_p - концентрация раствора коагулянта в расходном баке, % (4-10%).

Принимаем: 2 растворных бака, 4 расходных бака и 1 запасной (равный емкостью расходному баку).

Подбираем размеры баков

растворного: $h = 1,2$ м; $l = 2$ м; $b = 2$ м.

Тогда емкость растворного бака будет

$$W_p = 1,2 \cdot 2 \cdot 2 = 4,8 \text{ м}^3 \quad (4.7)$$

расходного: $h = 1,2\text{ м}$; $l = 3,0\text{ м}$; $b = 2,7\text{ м}$.
Тогда емкость расходного бака будет

$$W = 1,2 \cdot 3,0 \cdot 2,7 = 9,7\text{ м}^3 \quad (4.8)$$

Размер растворного бака в плане 4 м^2 , расходного $5,7\text{ м}^2$.

4.3 Воздуходувки и воздухопроводы

Находим общий расход воздуха

$$Q_B = F_1\omega_1 + F_2\omega_2 = 8 \cdot 8 + 5,7 \cdot 5 = 92,5\text{ л/с} = 5,55\text{ м}^3/\text{мин} \quad (4.9)$$

где $\omega_1 = 8\text{ л/с} \cdot \text{м}^2$ и $\omega_2 = 5\text{ л/с} \cdot \text{м}^2$ – интенсивности подачи воздуха в растворный и расходный баки.

По результату подбираем воздуходувку ВК-6 (кольцевая, простого действия со следующими параметрами:

производительность $3\text{ м}^3/\text{мин}$,

размеры (1500x1190x950),

мощность электродвигателя 22 кВт .

Предусматриваем, кроме того, резервную воздуходувку ВК-6.

Находим скорость движения воздуха в трубопроводе, м/с

$$V = \frac{W}{60(p+1) \cdot 0,785 \cdot d^2} = \frac{6,0}{60(1,5+1) \cdot 0,785 \cdot 0,08^2} = 7,96\text{ м/с} (15\text{ м/с}), \quad (4.10)$$

где W – производительность воздуходувки, $\text{м}^3/\text{мин}$;

p – давление в трубопроводе, равное $1,5\text{ кгс/с}^2$;

d – диаметр трубопровода, м.

Находим вес воздуха, проходящего через трубопровод в течение часа

$$G = W \cdot 60 \cdot \gamma = 6 \cdot 60 \cdot 1,9 = 684\text{ кг/ч} \quad (4.11)$$

где γ – удельный вес сухого воздуха, равный $1,9\text{ кг/м}^3$.

Определяем потери давления воздуха

$$P_1 = \frac{12,5 \cdot \beta \cdot G^2 \cdot l}{\gamma \cdot d^5} = \frac{12,5 \cdot 1,09 \cdot 684^2 \cdot 20}{1,9 \cdot 80^5} = 0,02\text{ кгс/с}^2 = 0,002\text{ атм} \quad (4.12)$$

где β – коэффициент сопротивления, принимаем $1,2$;

l – длина трубопровода, м.

Определяем потери напора в фасонных частях, мм.вод.ст

$$P_2 = 0,063 \cdot V^2 \cdot \Sigma \zeta = 0,063 \cdot 7,96^2 \cdot 9 = 35,92 \text{ мм.вод.ст} = 0,004 \text{ атм} \quad (4.13)$$

где V – скорость движения воздуха в трубопроводе;

$\Sigma \zeta$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений,

$\Sigma \zeta = 1,5 \cdot n = 1,5 \cdot 6 = 9$ (n – число колен, равное числу растворного и расходных баков)

Тогда

$$\Sigma P = P_1 + P_2 = 0,002 + 0,004 = 0,006 \text{ атм} \quad (4.14)$$

4.4 Суженный участок для ввода реагента

Определяем диаметр одного подводящего водовода:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,444}{3,14 \cdot 1,15}} = 0,7 \text{ м} \quad (4.15)$$

где q – расход воды в водоводе, м³/с

V -скорость движения воды 1,1 м/с

Принимаем диаметр одного подводящего водовода 700 мм.

Диаметр суженного участка равен 450 мм V -скорость движения воды 2,79, м/с

Динамичное давление воды в водоводе, м

$$h_{\text{дин1}} = \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = \frac{1,15^2}{2 \cdot 9,81} = 0,067 \text{ м} \quad (4.16)$$

Динамичное давление воды в суженном участке

$$h_{\text{дин2}} = \frac{V_2^2}{2 \cdot g} = \frac{2,79^2}{2 \cdot 9,81} = 0,4 \text{ м} \quad (4.17)$$

Потери напора в суженном участке

$$h_c = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{2,79^2 - 1,15^2}{2 \cdot 9,81} = 0,33 \text{ м} \quad (4.18)$$

где V_2 и V_1 - скорости движения воды в трубе нормального сечения и в суженной части трубопровода.

Что удовлетворяет условию $h_c = 0,3 \div 0,4$ м.

Площадь поперечного сечения водовода, м²

$$f_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,7^2}{4} = 0,38 \text{ м}^2; \quad (4.19)$$

Площадь поперечного сечения суженного участка, м²

$$f_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,45^2}{4} = 0,16 \text{ м}^2; \quad (4.20)$$

Отношение площадей сечений

$$m_1 = \frac{f_1}{f_2} = \frac{0,38}{0,16} = 2,4 \text{ м}^2 \quad (4.21)$$

Разность отметок уровней воды в пьезометрах, м

$$\sqrt{h} = \frac{q_c \sqrt{m_1 - 1}}{\mu \cdot f_1 \cdot \sqrt{2g}} = \frac{0,214 \sqrt{2,4^2 - 1}}{0,98 \cdot 0,38 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} = 0,3 \quad (4.22)$$

где $\mu = 0,98$ – коэффициент расхода.

4.5 Склады реагентов

Для хранения коагулянта и флокулянта нужен склад, рассчитанный на 15-30 суточную потребность в реагентах.

Площадь склада коагулянтов, м²

$$F_{скл}^к = \frac{Q_{oc} \cdot D_{к} \cdot T \cdot \alpha}{P_c^к \cdot 10000 \cdot h_{к} \cdot G_0^к} = \frac{38364,4 \cdot 30 \cdot 15 \cdot 1,15}{33,5 \cdot 10000 \cdot 2 \cdot 1,1} = 26,93 \text{ м}^2, \quad (4.23)$$

где $T = 15$ сут – продолжительность хранения коагулянта на складе;

$\alpha = 1,15$ – коэффициент учета дополнительной площадки проходов;

$P_c^к = 33,5\%$ – содержание безводного продукта в коагулянте;

$h_{к} = 2 \text{ м}$ – высота слоя коагулянта;

$G_0^к = 1,1 \text{ т} / \text{м}^3$ – объемный вес коагулянта при загрузке склада навалом.

Площадь склада флокулянта

$$F_{скл}^ф = \frac{Q_{oc} \cdot D_{ф} \cdot T \cdot \alpha}{10000 \cdot \rho_c^ф \cdot h_c^ф \cdot G_0^ф} = \frac{38364,4 \cdot 0,1 \cdot 15 \cdot 1,15}{10000 \cdot 50 \cdot 1,5 \cdot 1} = 0,09 \text{ м}^2, \quad (4.24)$$

где - $\rho_c^\phi = 50\%$; $h_c^\phi = 1,5\text{м}$; $G_0^\phi = 1\text{м} / \text{м}^3$.

Общая площадь склада составляет 27 м^2

4.6 Дозирование растворов реагентов

Емкость шайбового дозатора, м

$$W = 0,1 \frac{n \cdot q_v \cdot D_k}{B \cdot \gamma} = 0,1 \frac{6 \cdot 1598,5 \cdot 30}{10 \cdot 1,07} = 2,8\text{м}^3 \quad (4.25)$$

где $n = 6$ - число часов непрерывного действия дозатора;

$B = 4-10\%$ - концентрация растворов реагента;

γ - удельный вес раствора реагента.

Максимальная высота слоя раствора реагента в дозаторе, м

$$H_1 = \sqrt[3]{5,1 \cdot W} = \sqrt[3]{5,1 \cdot 2,8} = 2,43\text{м} \text{ принимаем } 2500\text{мм} \quad (4.26)$$

Диаметр корпуса дозатора, м

$$d = \frac{H_1}{2} = \frac{2,43}{2} = 1,21\text{м} \text{ принимаем } 1200 \text{ мм}. \quad (4.27)$$

Перепад давления, создаваемый дроссельной шайбой, м вод.ст.

$$\begin{aligned} \Delta h &= (\gamma - 1) \cdot \left(H + \frac{100H_1}{K} \right) + 3 \cdot \Sigma h \zeta = \\ &= (1,08 - 1) \cdot \left(5,5 + \frac{100 \cdot 2,43}{10} \right) + 3 \cdot 0,15 = 2,76\text{м.вод.ст} \end{aligned} \quad (4.28)$$

где $H = 5,5\text{м}$ – высота подачи раствора из дозатора в трубопровод исходной воды;

$K = 10\%$ - точность дозировки;

$\Sigma h \zeta = 0,15\text{м.вод.ст}$ - гидравлическое сопротивление.

Диаметр шайбы, мм:

$$d_{ш} = 4,27 \cdot \sqrt{\frac{Q_v}{\alpha \cdot \sqrt{\Delta h}}} = 4,27 \cdot \sqrt{\frac{1598,5}{0,6 \cdot \sqrt{2,76}}} = 171\text{мм} = 170\text{мм} \quad (4.29)$$

где $\alpha = 0,6$ – коэффициент истечения.

4.7 Вертикальный (вихревой) смеситель

Принимаем два смесителя с расходом $Q_{\text{ч}} = 799,25 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Площадь горизонтального сечения в верхней части смесителя, м^2

$$f_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{ч}}}{V_{\text{в}}} = \frac{799,25}{100} = 7,99 \text{ м}^2, \quad (4.30)$$

где $V_{\text{в}} = 90 \div 100 \text{ м/ч}$ – скорость восходящего движения воды.

Сторона квадратной верхней части смесителя, м

$$e_{\text{в}} = \sqrt{f_{\text{в}}} = \sqrt{7,99} = 2,83 \text{ м} \quad (4.31)$$

Диаметр подводящего трубопровода, м

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{с}}}{\pi \cdot V_{\text{н}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,222}{3,14 \cdot 1,13}} = 0,5 \text{ м, принимаем } 500 \text{ мм} \quad (4.32)$$

$$D = d + 30 = 500 + 30 = 530 \text{ мм} = 0,53 \text{ м} \quad (4.33)$$

Площадь нижней части смесителя, м

$$f_{\text{н}} = D^2 = 0,53^2 = 0,28 \text{ м}^2. \quad (4.34)$$

Высота нижней части смесителя, м

$$h_{\text{н}} = 0,5(B_{\text{в}} - B_{\text{н}}) \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = 0,5(2,83 - 0,53) \operatorname{ctg} \frac{40}{2} = 3,16 \text{ м} \quad (4.35)$$

где $\alpha = 45^\circ$ – величина центрального угла в смесителе;

$B_{\text{н}} = D$.

Объем пирамидальной части смесителя, м^3

$$W_{\text{н}} = \frac{1}{3} h_{\text{н}} (f_{\text{в}} + f_{\text{н}} + \sqrt{f_{\text{в}} \cdot f_{\text{н}}}) = \frac{1}{3} \cdot 3,16 \cdot (7,99 + 0,28 + \sqrt{7,99 \cdot 0,28}) = 10,3 \text{ м}^3 \quad (4.36)$$

Полный объем смесителя, м^3

$$W = \frac{Q_{\text{ч}} \cdot t}{60} = \frac{799,25 \cdot 1,5}{60} = 19,98 \text{ м}^3 \quad (4.37)$$

где $t = 1,5 \text{ мин.}$ – продолжительность смешения.

Объем верхней части смесителя, м³

$$W_B = W - W_n = 19,98 - 10,3 = 9,68 \text{ м}^3 \quad (4.38)$$

Высота верхней части смесителя, м

$$h_B = \frac{W}{f_B} = \frac{19,98}{7,99} = 2,5 \text{ м}. \quad (4.39)$$

Полная высота смесителя, м

$$h_c = h_n + h_B = 3,16 + 2,5 = 5,66 \text{ м} \quad (4.40)$$

4.8 Сбор воды периферийным лотком

Сбор воды осуществляется в верхней части смесителя периферийным лотком через затопленные отверстия.

Расход воды в лотке, м³/ч

$$Q_l = \frac{Q_u}{2} = \frac{799,25}{2} = 399,6 \text{ м}^3 / \text{ч}. \quad (4.41)$$

Площадь живого сечения лотка, м²

$$\omega_l = \frac{Q_l}{V_l \cdot 3600} = \frac{399,6}{0,6 \cdot 3600} = 0,19 \text{ м}^2, \quad (4.42)$$

где $V_l = 0,6 \text{ м/с}$ – скорость движения воды в лотке.

Высота слоя воды в лотке, м

$$h_l = \frac{\omega_l}{B_l} = \frac{0,19}{0,27} = 0,68 \text{ м}, \quad (4.43)$$

где $B_l = 0,27 \text{ м}$ – ширина лотка.

Площадь затопленных отверстий в стенках лотка, м²

$$F_o = \frac{Q_u}{V_o \cdot 3600} = \frac{799,25}{1 \cdot 3600} = 0,22 \text{ м}^2, \quad (4.44)$$

где $V_o = 1 \text{ м/с}$ – скорость движения воды через отверстия.

Площадь одного отверстия, м²

$$f_o = \frac{\pi \cdot d_o^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4} = 0,00503 \text{ м}^2, \quad (4.45)$$

где $d_o = 80 \text{ мм}$ – диаметр отверстия.

Количество отверстий, шт

$$n_o = \frac{F_o}{f_o} = \frac{0,22}{0,00503} = 44 \text{ шт.} \quad (4.46)$$

Внутренний периметр лотка, м

$$P_l = 4 \cdot [(B_e - 2 \cdot (B_l + 0,06))] = 4 \cdot [2,83 - 2(0,27 + 0,06)] = 8,68 \text{ м} \quad (4.47)$$

Шаг отверстий, м

$$l_o = \frac{P_l}{n_o} = \frac{8,68}{44} = 0,19 \text{ м} \quad (4.48)$$

Расстояние между отверстиями, м

$$l = l_o - d_o = 0,19 - 0,08 = 0,12 \text{ м} = 120 \text{ мм.} \quad (4.49)$$

4.9 Осветлитель со взвешенным слоем осадка с вертикальным осадкоуплотнителем

Максимальная концентрация взвешенных веществ поступающих в осветлитель, мг/л

$$C = M + K \cdot D_k + 0,25 \cdot Ц, \quad (4.50)$$

где M – мутность в исходной воде, $M = 140 \text{ мг/л}$; $K = 0,55$ – переводной коэффициент для очищенного сернокислого алюминия;

$D_k = 30$ – доза коагулянта, мг/л;

$Ц = 42$ град – цветность воды.

$$C = 140 + 0,55 \cdot 30 + 0,25 \cdot 42 = 167 \text{ мг/л.}$$

Количество воды, теряемое при сбросе осадка, %

$$q_{oc} = \frac{K_p \cdot (C - m)}{\delta_{cp}} \cdot 100\% = \frac{1,5 \cdot (167 - 8)}{26000} \cdot 100\% = 0,91\%, \quad (4.51)$$

где $K_p = 1,2 \div 1,5$ – коэффициент взвеси в воде после 3 – 12 ч;

δ_{cp} – концентрация взвешенных веществ, г/м³;

m – количество взвеси в воде, выходящей после обработки в осветлителе,

$m = 8 \div 12$ мг/л.

Площадь зоны осветления, м²

$$F_{з.о.} = \frac{K_{р.в} \cdot Q_p}{3,6 \cdot v_{з.о.}} = \frac{0,8 \cdot 1598,5}{3,6 \cdot 0,8} = 444 \text{ м}^2, \quad (4.52)$$

где $K_{р.в}$ – коэффициент распределения воды 0,8;

$v_{з.о.}$ – скорость в зоне осветления 0,8 м/с.

Площадь зоны отделения, м²

$$F_{з.отд} = \frac{(1 - K_{р.в}) \cdot Q_p}{3,6 \cdot \alpha \cdot v_{з.о.}} = \frac{(1 - 0,8) \cdot 1598,25}{3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 123,32 \text{ м}^2, \quad (4.53)$$

где $\alpha = 0,9$ – коэффициент снижения в зоне осветления осадка.

Общая площадь осветления, м²

$$F_{осв} = F_{з.о.} + F_{з.отд} = 444 + 123,32 = 567,32 \text{ м}^2 \quad (4.54)$$

Количество осветлителей

$$N = F_{осв} / f = 567,32 / 108 = 5 \text{ шт.} \quad (4.55)$$

где $f = 100 \div 150$ м² площадь осветлителя.

По типовому проекту принимаем ширину коридора - 3 м, длину коридора - 12 м.

4.10 Распределение воды

Распределительный дырчатый коллектор, м³/ч

$$q_{кол} = \frac{Q_c}{N \cdot 2} = \frac{1598,25}{5 \cdot 2} = 159,83 \text{ м}^3 / \text{ч} = 44,39 \text{ л / с.} \quad (4.56)$$

Диаметр коллектора, м

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{кол}}}{\pi \cdot v_{\text{кол}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,044}{3,14 \cdot 0,5}} = 0,3 \text{ м} = 300 \text{ мм}, \quad (4.57)$$

где $v_{\text{кол}} = 0,5 \div 0,6$ м/с – скорость движения воды в коллекторе.

Так как во второй половине дырчатого коллектора скорость становится $< 0,5$ м/сек, выбираем коллектор телескопической формы сваренной из трех труб диаметрами 300 мм, 250 мм и 200 мм равной длины по 4 м. Скорость движения воды в начале 250-мм участка при расходе воды 29 л/сек равна 0,6 м/сек, а в начале 200-мм участка при расходе 14,9 л/сек равна 0,48 м/сек. Скорость выхода из отверстий должна быть 1,5-2 м/сек.

Тогда площадь отверстий распределительного коллектора будет, см^2

$$\Sigma f_0 = q_{\text{кол}} / v_0 = 0,044 / 1,8 = 0,024 \text{ м}^2 = 240 \text{ см}^2 \quad (4.58)$$

где $v_0 = 1,5 \div 2$ м/с – скорость воды из отверстия.

Количество отверстий в коллекторе, шт

$$n_0 = \Sigma f_0 / f_0, \quad (4.59)$$

где f_0 – площадь отверстий

$$f_0 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4} = 0,000314 \text{ м}^2; \quad (4.60)$$

где $d = 10 \div 20$ мм – диаметр отверстия.

$$n_0 = 240 / 3,14 = 76 \text{ шт.}$$

Шаг отверстия, м

$$l_0 = \frac{2 \cdot l_{\text{кор}}}{n_0} = \frac{2 \cdot 12}{72} = 0,32 \text{ м.} \quad (4.61)$$

4.11 Сбор осветленной воды

Вода собирается водосборными желобами с затопленными отверстиями. Желоба находятся в зоне освещения, в верхней части его, вдоль боковых стен коридоров.

Расход воды в водосборном желобе, м³/ч

$$q_{жс} = \frac{K \cdot Q_{ч}}{N \cdot 2 \cdot 2} = \frac{0,7 \cdot 1598,25}{5 \cdot 2 \cdot 2} = 55,94 \text{ м}^3 / \text{ч} = 0,015 \text{ м}^3 / \text{с}, \quad (4.62)$$

где $K = 0,7$ – коэффициент распределения воды.

Ширина желоба, м

$$e_{жс} = 0,9 \cdot q_{жс}^{0,4} = 0,9 \cdot 0,015^{0,4} = 0,16 \text{ м} = 16 \text{ см}. \quad (4.63)$$

Глубина желоба в его начале, см

$$h_{нач} = 7 + 1,5 \frac{e_{жс}}{2} = 7 + 1,5 \frac{16}{2} = 19 \text{ см}. \quad (4.64)$$

Глубина желоба в его конце, см

$$h_{кон} = 7 + 2,5 \frac{e_{жс}}{2} = 7 + 2,5 \frac{16}{2} = 27 \text{ см}. \quad (4.65)$$

Площадь отверстий в желобе, см²

$$\Sigma f_{отв} = \frac{q_{жс}}{\mu \cdot \sqrt{2gh}} = \frac{0,015}{0,65 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,05}} = 0,0234 \text{ м}^2 = 200 \text{ см}^2, \quad (4.66)$$

где $\mu = 0,65$ – коэффициент расхода;

$h = 0,05$ см – разность уровней воды в осветлителе и желобе.

Количество отверстий в желобе при диаметре каждого отверстия 20 мм и его площади $f_{отв} = 3,14$ см².

Количество отверстий в желобе, шт

$$n = \Sigma f_{отв} / f_{отв} = 200 / 3,14 = 64 \text{ шт}. \quad (4.67)$$

Шаг оси отверстий, м

$$l = l_{кор} / n = 12 / 64 = 0,19 \text{ м} = 19 \text{ см} \quad (4.68)$$

4.12 Сбор осадка в осадкоуплотнитель

Расход воды, поступающей в осадкоуплотнитель с избыточным осадком, м³/ч

$$Q_{ок} = (1 - K)Q_p = (1 - 0,7) \cdot 319,65 = 95,9 \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (4.69)$$

Площадь осадкоприемных окон, м²

$$f_{ок} = Q_{ок}/v_{ок} = 95,9/54 = 1,77\text{м}^2 \quad (4.70)$$

где $v_{ок} = 36 \div 54$ м/с.

Длина окон, м

$$l_{ок} = f_{ок}/h_{ок} = 1,77/0,2 = 8,9 \text{ м} \quad (4.71)$$

где $h_{ок} = 0,2$ м – высота окон.

4.13 Отвод воды из осадкоуплотнителя

Расход воды через сборную дырчатую трубу, м³/ч:

$$Q_{сб} = \frac{(1 - K) \cdot Q_p - Q_{ос}}{2} = \frac{(1 - 0,7) \cdot 319,65 - 7,35}{2} = 44,3\text{м}^3/\text{ч} = 12,3 \text{ л/с} \quad (4.72)$$

где $Q_{ос}$ – потери воды при продувке осветлителя, м³/ч:

Диаметр сборной трубы, м

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{сб}}{n \cdot v_{сб}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,012}{3,14 \cdot 0,39}} = 0,2 \text{ м} \quad (4.73)$$

Площадь отверстий в сборной трубе, м²

$$\Sigma f_0 = \frac{q_{сб}}{v_0} = \frac{0,012}{1,5} = 0,008\text{м}^2 = 80 \text{ см}^2 \quad (4.74)$$

Диаметр отверстия принимается $d_0 = 15\text{-}20$ мм при диаметре отверстия каждого отверстия 20 мм и его площади $f_0 = 3,14 \text{ см}^2$

Число отверстий

$$n_0 = \frac{\Sigma f_0}{f_0} = \frac{80}{3,14} = 26 \text{ шт} \quad (4.75)$$

Шаг отверстий, м

$$l_0 = \frac{l_{кор}}{n_0} = \frac{12}{26} = 0,46 \text{ м} \quad (4.76)$$

Фактическая скорость входа воды в отверстия

$$v_{\text{отв}} = \frac{q_{\text{сб}}}{f_0 \cdot n} = \frac{0.012}{0.000314 \cdot 26} = 1.47 \quad (4.77)$$

Высота осветлителя, м

$$H_{\text{осв}} = \frac{B_{\text{кор}} - 2 \cdot e_{\text{жс}}}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{3 - 2 \cdot 0.16}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{30}{2}} = 5.15 \text{ м} \quad (4.78)$$

где $B_{\text{кор}}$ – ширина коридора осветлителя;

$e_{\text{жс}}$ – ширина одного желоба.

Высота пирамидальной части осветлителя, м

$$h_{\text{пир}} = \frac{l_{\text{кор}} - a}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{3 - 0.4}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{60}{2}} = 2.3 \text{ м} \quad (4.79)$$

где $a = 0.4$ м ширина коридора понизу;

$\alpha = 60^\circ - 90^\circ$ - наклон стенок к горизонту.

Высота зоны взвешенного осадка вдоль вертикальных стенок, м

$$h_{\text{верт}}' = H_{\text{осв}} - h_{\text{пир}} - h_{\text{защ}} = 5.15 - 2.3 - 1.5 = 1.35 \text{ м} \quad (4.80)$$

Общая высота зоны взвешенного осадка, м

$$h_{\text{з.в.о}} = h_{\text{верт}}' + \frac{h_{\text{пир}}}{2} = 1.35 + \frac{2.3}{2} = 2.5 \text{ м} \quad (4.81)$$

Объем осадкоуплотнителя, м³

$$W = l_{\text{кор}} \left[e_{\text{о.у}} \cdot h_{\text{верт}}' + 2 \left(\frac{h_{\text{пир}} \cdot 0.5 \cdot e_{\text{о.у}}}{2} \right) \right] = 12 \left[3 \cdot 1.35 + 2 \cdot \left(\frac{2.3 \cdot 0.5 \cdot 3}{2} \right) \right] = 90 \text{ м}^3 \quad (4.82)$$

где $e_{\text{о.у}}$ – ширина осадкоуплотнителя, м.

Количество осадка, поступающего в осадкоуплотнитель, кг/ч

$$Q_{\text{ос}} = C \cdot Q_p = 0.167 \cdot 319.65 = 53.4 \text{ кг/ч} \quad (4.83)$$

где C – максимальная концентрация взвешенных веществ.

Продолжительность пребывания осадка в осадкоуплотнителе, ч.

$$T = \frac{W \cdot \delta_{cp}}{Q_{oc}} = \frac{90 \cdot 26}{53,4} = 43,8 \text{ ч} \quad (4.84)$$

4.14 Отвод осадка из осадкоуплотнителя

Расход через осадкосборную трубу, м³/ч

$$Q_{oc} = \frac{W}{2 \cdot t} = \frac{90}{2 \cdot 0,25} = 180 \text{ м}^3 / \text{ч} = 0,05 \text{ м}^3 / \text{с} = 50 \text{ л} / \text{с} \quad (4.85)$$

где $t = 0,3$ ч – время отведения осадка.

Диаметр трубы, м

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{oc}}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,05}{3,14 \cdot 1}} = 0,25 \text{ м} = 250 \text{ мм} \quad (4.86)$$

где $v \geq 1$ м/с – скорость движения воды в конце трубы.

Принимаем $d = 250$ мм.

Площадь отверстия в трубе, м²

$$\Sigma f_0 = \frac{q_{oc}}{v_0} = \frac{0,05}{3} = 0,0167 \text{ м}^2 = 167 \text{ мм}^2 \quad (4.87)$$

где $v_0 = 3$ м/с – скорость воды в отверстиях труб.

Число отверстий, шт

$$n_0 = \frac{\Sigma f_0}{f_0} = \frac{167}{3,14} = 54 \text{ шт} \quad (4.88)$$

Шаг отверстий, м

$$l_0 = \frac{l_{кор}}{n_0} = \frac{12}{54} = 0,22 \text{ м} \quad (4.89)$$

4.15 Скорый фильтр с зернистой загрузкой

Суммарная площадь фильтров, м²:

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T \cdot V_{\text{р.н}} - 3,6 \cdot n \cdot w \cdot t_1 - n \cdot t_2 \cdot V_{\text{р.н}}} =$$
$$= \frac{38364,4}{24 \cdot 6 - 3,6 \cdot 0,1 \cdot 12,5 \cdot 2 - 2 \cdot 0,33 \cdot 6} = 292,7 \quad (4.90)$$

где $T=24$ ч – время работы станции в течении суток;

$w = 12,5$ л/м² – интенсивность промывки;

$t_1=0,1$ ч – продолжительность промывки;

$t_2=0,33$ часа – время простоя фильтра в связи с промывкой;

$n = 2$ – число промывок фильтрации в сутки;

$V_{\text{р.н.}} = 6$ м/ч – скорость фильтрования при нормальном режиме.

В соответствии с типовым проектом число фильтров принимаем 5.

Принимаем фильтры размером в плане 9 м на 6 м площадью 54 м²

Скорость фильтрования при форсированном режиме, м/с

$$V_{\text{р.ф.}} = V_{\text{р.н.}} \cdot \frac{N}{N - N_1} = 6 \cdot \frac{5}{5 - 1} = 7,5 \text{ м/с}, \quad (4.91)$$

где $N_1=1$ количество осветлителей, находящихся в ремонте.

Подбор состава загрузки фильтра

В качестве фильтрующей загрузки берем кварцевый песок месторождения горы Хрустальной г. Екатеринбург.

Высота фильтрующего слоя $h_{\text{ф}}=1000$ мм с минимальным диаметром зерен 0,7 мм и максимальным 1,6 мм. Эквивалентный диаметр зерен $d_3=1$ мм, а коэффициент неоднородности $K_n=1,7$.

4.16 Распределительная система фильтра

Распределительная система состоит из ряда параллельно уложенных щелевых труб, которые находятся в толще фильтрующей загрузки фильтра на глубине 500-600 мм от поверхности песка.

Расстояние между распределительными трубами принимаем $l=500$ мм = 0,5 м.

Тогда количество труб в одном отделении фильтра

$$n_{\text{др}} = 9/0,5 = 18 \text{ шт.} \quad (4.92)$$

Надежность работы фильтров и качество очищенной воды связаны с дренажно-распределительной системой.

Площадь фильтра, $f=54 \text{ м}^2$

Общая площадь щелей составляет 1,5% от рабочей площади фильтра

$$f_{\text{щел}} = \frac{54}{100} \cdot 1.5 = 0,4554 \cdot 1,5/100 = 0,81 \text{ м}^2 \quad (4.93)$$

Расход воды на промывку

$$q_{\text{пр}} = 54 \cdot 14 = 756 \text{ л/с} = 0,756 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.94)$$

Диаметр подводящего коллектора

$$d_{\text{кол}} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{пр}}}{\pi \cdot V_{\text{КОЛ}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,756}{3,14 \cdot 1,18}} = 0,9 \text{ м}, \quad (4.95)$$

где $V_{\text{КОЛ}} = 0,8 - 1,2 \text{ м/с}$

Наружный диаметр коллектора $D = 900 \text{ мм}$

Расстояние между щелями принимаем $20 \text{ мм} = 0,02 \text{ м}$.

Площадь одной щели:

$$f_1 = 0,0004 \cdot 0,08 = 0,000032 \text{ м}; \quad (4.96)$$

где $b = 0,0004$ – ширина щели;

$L = 0,08$ – длина щели.

Длина одного ответвления:

$$l_{\text{отв}} = [(9 - 0,92)/2] - 0,05 = 4 \text{ м}, \quad (4.97)$$

Количество щелей на одно ответвление:

$$n = (4/0,02) - 2 = 198 \text{ шт.} \quad (4.98)$$

где $L = 4$ – длина одной стороны трубы;

$l_1 = 0,02$ – расстояние между щелями с двух сторон.

Площадь щелей на одном ответвлении

$$f = 0,000032 \cdot 396 = 0,0126 \text{ м}^2 \quad (4.99)$$

Количество лучей в фильтре

$$n_{\text{луч}} = (0,81/0,0126)/3 = 22 \text{ шт.} \quad (4.100)$$

Отвод воды при промывке фильтров

Ширина желоба, м

$$B = K_5 \sqrt{\frac{q_{ж}^2}{(1,57 + a)^3}} = 2,5 \sqrt{\frac{0,252^2}{(1,57 + 1,5)^3}} = 0,6 \text{ м}, \quad (4.101)$$

где $K_5=2,0$ – для желоба с полукруглым лотком;

$a=1-1,5$ отношение высоты прямоугольной части желоба к половине его высоты.

Расход воды на один желоб, л/с

$$q_{ж} = \frac{q_{пр}}{П_{ж}} = \frac{756}{3} = 252 \text{ л/с} = 0,252 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.102)$$

где $П_{ж}=3$ – количество желобов.

Высота кромки желоба над поверхностью загрузки, м

$$\Delta h_{ж} = \frac{H_{\phi} \cdot l}{100} + 0,3 = \frac{1 \cdot 30}{100} + 0,3 = 0,3 \text{ м} \quad (4.103)$$

где H_{ϕ} – высота фильтрующего слоя;

l – относительное расширение фильтрующей загрузки.

Расчет воды на промывку фильтра, %

$$P = \frac{\omega \cdot f \cdot t_1 \cdot 60 \cdot N}{Q_{ч} \cdot T_p \cdot 1000} \cdot 100\% = \frac{14 \cdot 54 \cdot 60 \cdot 6 \cdot 5}{1598,25 \cdot 7,4 \cdot 1000} \cdot 100\% = 11,5\% \quad (4.104)$$

Время работы фильтра между промывками частей, ч

$$T = T_0 - (t_1 + t_2 + t_3) = 12 - (0,1 + 0,33 + 0,17) = 11,4 \text{ ч}, \quad (4.105)$$

где $t_1=0,1$ ч – продолжительность промывки;

$t_2=0,33$ часа – простой фильтра в связи с промывкой;

$t_3=0,17$ часа – продолжительность сброса первого фильтра в сток;

$T_0=8-12$ рабочий фильтроцикл.

Расстояние от дна желоба до дна сборного канала, м

$$H_{кан} = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{q_{кан}^2}{q \cdot e_{кон}^2}} + 0,2 = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,756^2}{9,81 \cdot 0,7^2}} + 0,2 = 1,05 \text{ м} \quad (4.106)$$

где $q_{кан} = q_{пр} = 0,756 \text{ м}^3/\text{с}$;

$B_{\text{кан}} = 0,7$ м – ширина сборного канала.

Площадь сечения, м^2

$$f_{\text{кан}} = B_{\text{кан}} \cdot H_{\text{кан}} = 0,7 \cdot 1,05 = 0,735 \text{ м}^2 \quad (4.107)$$

Скорость движения воды в канале, м/с

$$V_{\text{кан}} = \frac{q_{\text{кан}}}{f_{\text{кан}}} = \frac{0,756}{0,735} = 1,02 \text{ м/с} \quad (4.108)$$

Потери напора при промывке фильтра.

Потери напора в распределительной системе фильтра, м

$$h_{p.c.} = \left(\frac{2,2}{\alpha^2} + 1 \right) \cdot \frac{V_{\text{кол}}^2}{2g} + \frac{V_{p.m.}^2}{2g} = \left(\frac{2,2}{1,22^2} + 1 \right) \cdot \frac{1,18^2}{2 \cdot 9,81} + \frac{1,7^2}{2 \cdot 9,81} = 0,31 \text{ м} \quad (4.109)$$

Потери напора в фильтрующем слое, м

$$h_{\phi} = (a + b \cdot w) \cdot H_{\phi}, \quad (4.110)$$

где $a = 0,76$

$b = 0,017$

w – интенсивность промывки.

$$h_{\phi} = (0,76 + 0,017 \cdot 14) \cdot 1 = 1 \text{ м}$$

Потери напора в подводящем трубопроводе, м

$$h_{n.m} = i \cdot l = 0,00176 \cdot 100 = 0,176 \text{ м}, \quad (4.111)$$

где $i = 0,00176$ – гидравлический уклон;

Потери в трубопроводах напора, м

$$h_{o.в} = \frac{V^2}{2 \cdot g} = \frac{2,85^2}{2 \cdot 9,81} = 0,41 \text{ м} \quad (4.112)$$

Потери напора в местных сопротивлениях, м

$$h_{m.c.} = \sum \zeta \frac{V_{\text{кол}}^2}{2g} = 2,664 \cdot \frac{1,8^2}{2 \cdot 9,81} = 0,6 \text{ м}, \quad (4.113)$$

где $V_{\text{кол}}=1,8$ м/с;

$\sum \zeta = 2 \cdot \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + \zeta_4$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений;

$\zeta_1 = 0,984$ для колена;

$\zeta_2 = 0,26$ для задвижки;

$\zeta_3 = 0,5$;

$\zeta_4 = 0,92$ для тройника.

Сумма потерь напора, м

$$\sum h = h_{p.c.} + h_{\phi} + h_{n.m.} + h_{o.c.} + h_{m.c.} = 0,31 + 1 + 0,176 + 0,41 + 0,6 = 2,49 \text{ м} \quad (4.114)$$

Геометрическая высота подъема воды от дна резервуара чистой воды до желоба, м

$$h_{\Gamma} = \Delta h_{\text{ж}} + H_{\phi} + 4,5 = 0,7 + 1 + 3 = 4,7 \text{ м} \quad (4.115)$$

Напор насоса, м

$$H = h_{\Gamma} + \sum h + h_{з.н.} = 4,7 + 2,49 + 1,5 = 8,7 \text{ м} \quad (4.116)$$

По значению $H = 8,7$ м и $q = 272,16$ м³/ч выбираем насос марки HS150-125-300/233. Скорость вращения 1486 об/мин⁻¹, мощность электродвигателя 10.2 кВт. Также устанавливается один резервный агрегат.

4.17 Количество жидких отходов

Жидкие отходы – промывные воды после промывки фильтров. Количество промывных вод принимается по технологическим расчетам и составляет 7560 м³/сут.

В работе принята следующая схема оборота промывных вод:

- промывные воды подаются в отстойник-накопитель промывных вод;
- осветление воды происходит в отстойнике и подается в голову сооружений;
- осадок уплотняется в шламо-накопителе;
- обезвоживание осадка на вакуум-фильтрах и вывоз на шламовые площадки.

Вывод: жидкие отходы в виде промывных вод не оказывают воздействия на водный объект.

4.18 Обеззараживание гипохлоритом натрия

Расход хлора, кг/ч

$$Q_{\text{хл}}^{\text{II}} = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot D_{\text{хл}}^{\text{II}}}{24 \cdot 10000} = \frac{38364,4 \cdot 3}{24 \cdot 10000} = 0,479 \text{ кг/ч} \quad (4.117)$$

Подбираем установку:

Установка электролизная ГПХН 12-9 НПФ РУТТЕХ:

Средняя производительность по активному хлору: 0,508;

Расход соли на 1 кг активного хлора: 6 кг/ч;

Расход электроэнергии на 1 кг активного хлора: 7-9 кВт·ч;

Производительность по активному хлору за один цикл: 2,4-2,6 кг;

Рекомендуемое число циклов за 1 сутки: 2.

Оценка воздействия на атмосферный воздух

В результате обеззараживания воды гипохлоритом натрия происходит попадание в атмосферный воздух вредных газообразных компонентов.

Расчет загрязнения атмосферы выбросами произведен по Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД-86. ГОСКОМГИДРОМЕТ.

При расчете рассчитаны следующие показатели:

- валовые выбросы загрязняющих веществ (потери при технологическом процессе);
- максимальную приземную концентрацию;
- расстояние, на котором устанавливается максимальная приземная концентрация;
- расстояние, на котором устанавливается приземная концентрация, не превышающая санитарных норм;
- нормативный размер санитарно-защитной зоны;
- концентрацию загрязнений на границе санитарно-защитной зоны;
- зону воздействия.

Расчет валовых выбросов загрязняющих веществ

Масса выбрасываемого вредного вещества (М) принимается из учета нормативных потерь. Нормативные потери при озонировании и обеззараживании гипохлоритом натрия при электролитическом получении составляют 5% от расхода хлора (г/ч).

Для обеззараживания воды по технологии выбираем гипохлорит натрия, получаемый электролитическим путем, который может попадать в атмосферный воздух с выбросами вентиляционной системы хлораторной.

Расход хлора – 0,479 кг/ч.

Потери хлора:

$$M_x = 5 \cdot P_x / 100 = 5 \cdot 0,479 / 100 = 0,023 \text{ кг/ч} = 0,0064 \text{ г/с} \quad (4.118)$$

Расчет максимальной приземной концентрации

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества мг/м³, при неблагоприятных метеорологических условиях

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (4.119)$$

где A – коэффициент, который зависит от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания веществ, с^{2/3} мг град^{1/3}/г (для неблагоприятных метеорологических условий районов Сибири = 200);

M – масса выбрасываемого вредного вещества, г/с;

F – безразмерный коэффициент, который учитывает скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе, для газообразных веществ, 1;

m, n – коэффициенты, которые учитывают условия выхода газовой смеси из устья источника выбросов;

V_1 – расход газовой смеси, м³/с;

Объем выброса принимаем из расчета 6-ти кратного вентиляционного воздухообмена, м³/ч.

Объем электролизной (V_x) принимается по типовому проекту в зависимости от производительности по хлору.

При требуемом расходе хлора 0,463 кг/ч объем хлораторной составляет 450 м³, площадь помещения 9×6 м.

Объем вентиляционного выброса (V) из расчета 6-ти кратного воздухообмена в электролизной:

$$V_1 = 6 \cdot 450 = 2700 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,75 \text{ м}^3/\text{с} \quad (4.120)$$

Высота источника выбросов (H) принимается из условия, что газовой выбросная труба превышает конек крыши хлораторной на 1,5-2 м :

$$H = 8,33 + 2 = 10,33 \text{ м.} \quad (4.121)$$

Коэффициент m определяется в зависимости от K :

$$K = 10^3 \cdot \frac{w_0 \cdot D_{\text{э}}}{H^2} = 14,92 \quad (4.122)$$

где $D_{\text{э}}$ – эквивалентный диаметр устья источника выбросов, м. Диаметр устья выброса (D) – принимается 600-800мм;

w_0 - скорость выхода газовой смеси, м/с;

$$w_0 = \frac{4 \cdot V_1}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,75}{3,14 \cdot 0,6^2} = 2,65 \text{ м/с} \quad (4.123)$$

при $K < 100$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{k} + 0,34\sqrt[3]{k}} = 0,53 \quad (4.124)$$

Коэффициент n определить в зависимости от V_m :

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} = 0,54, \quad (4.125)$$

при $0,5 \leq V_m < 2$;

$$n = 0,532 \cdot V_m^2 - 2,13 \cdot V_m + 3,13 \quad (4.126)$$

$$n = 0,532 \cdot 0,54^2 - 2,13 \cdot 0,54 + 3,13 = 2,14$$

Максимально приземная концентрация хлора:

$$C_m = \frac{200 \cdot 0,0064 \cdot 0,53 \cdot 2,14}{10,33^2 \cdot \sqrt[3]{0,75 \cdot 8}} = 0,0075 \text{ мг/м}^3 < 0,03 \text{ мг/м}^3$$

ПДК_{МР} для хлора равна 0,1 мг/м³; среднесуточная – 0,03 мг/м³

Вывод: наибольшая приземная концентрация не превышает санитарные нормы и обезвреживание вентиляционных выбросов хлораторной или других мероприятий по снижению выбросов не требуется.

Расстояние, на котором устанавливается максимальная приземная концентрация

$$X_m = d \cdot H, \quad (4.127)$$

где d – безразмерный коэффициент при $K < 100$, найти по формуле при $0,5 < V_m \leq 2$

$$d = 4,95 V_m \cdot (1 + 0,28\sqrt[3]{k}), \quad (4.128)$$

Для хлора

$$d = 4,95 \cdot 0,75 \cdot \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{14,92}\right) = 6,25.$$

Для выбросов хлора

$$X_m = 6,25 \cdot 10,33 = 64,56 \text{ м.}$$

В результате рассеивания выбросов не нарушается качество воздуха, максимальные приземные концентрации составляют: для хлора $0,0075 \text{ мг/м}^3$;

Нормативный размер санитарно-защитной зоны.

Нормативный размер санитарно-защитной зоны принят согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов". (Новая редакция от 1.03.2008). При использовании в технологической схеме озонирования и электролизной установки получения гипохлорита натрия размер СЗЗ составляет 500 м.

Расчет концентрации загрязнений на границе санитарно-защитной зоны

Концентрация хлора на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ)

$$C = S_1 \cdot C_m = 0,58 \cdot 0,0075 = 0,0044 \text{ мг/л,} \quad (4.129)$$

где S_1 определен по формуле

$$S_1 = \frac{1,3}{0,13 \cdot \left(\frac{X}{X_m}\right)^2 + 1}, \quad (4.130)$$

где X – размер СЗЗ по границе промышленной площадки

Для хлора S_1 :

$$S_1 = \frac{1,3}{0,13 \cdot \left(\frac{200}{64,56}\right)^2 + 1} = 0,58$$

Вывод: на границе промышленной площадки концентрация хлора составляет $0,0044/0,1 = 0,044 \text{ ПДК}_{м.р}$ и $0,0064/0,03 = 0,21 \text{ ПДК}_{с.с}$; т.е. на границе

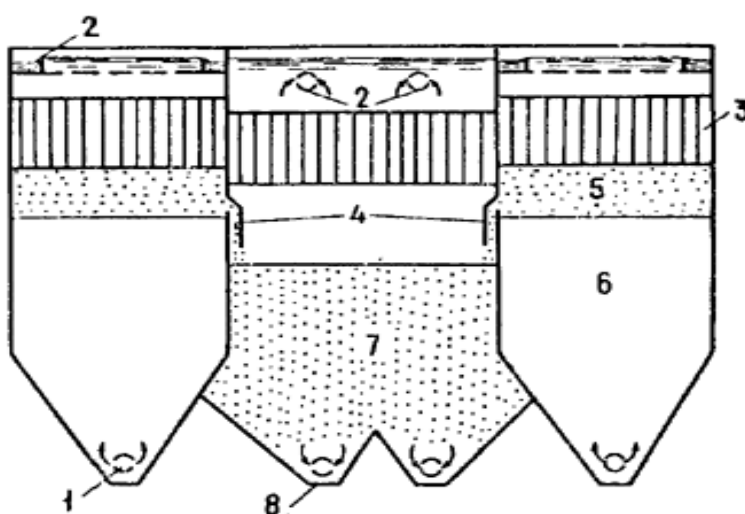
СЗЗ устанавливаемые при рассеивании концентрации не нарушат санитарных норм. Учитывая рассеивание, обезвреживание выбросов не требуется

4.19 Интенсификация работы осветлителя со взвешенным слоем осадка

Для улучшения работы осветлителя со слоем взвешенного осадка предлагается использовать тонкослойные камеры хлопьеобразования.

Тонкослойные элементы представляют собой сотоблоки из полиэтиленовой пленки.

На рисунке 4.9 показан осветлитель, оборудованный тонкослойными блоками.



1 - подача исходной воды; 2 - отвод осветленной воды; 3 - тонкослойные блоки; 4 - окна для отвода осадка; 5 - зона сползания осадка; 6 - зона взвешенного осадка; 7 - зона накопления осадка; 8 - удаление осадка.

Рисунок 4.9 – Осветлитель, оборудованный тонкослойными блоками

Осветлители со взвешенным осадком, оснащенные тонкослойными элементами, предназначены для осветления природных поверхностных вод малой и средней мутности и цветности на станциях водоочистки систем хозяйственного и промышленного водоснабжения.

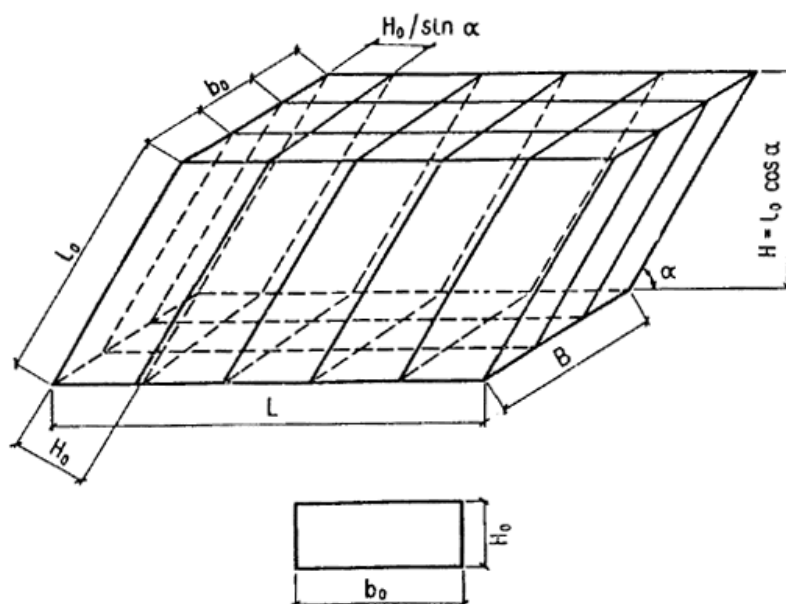
В сооружениях тонкослойного осветления осаждение взвеси происходит в наклонных элементах малой высоты. При этом происходит быстрое выделение взвеси и ее сползание по наклонной плоскости элементов в зоны хлопьеобразования и осадкоуплотнения.

Работа осветлителя.

Исходная вода, обработанная реагентами, попадает в зоны предварительного хлопьеобразования (взвешенного осадка) и потом через распределительную зону и зону сползающего осадка попадает в тонкослойные элементы. Осветленная вода, пройдя тонкослойные элементы, поступает в

сборные устройства и отводятся из сооружения. Осадок из зоны накопления удаляется через перфорированные трубы.

Тонкослойные элементы или блоки показанные на рисунке 4.10 могут быть сделаны из мягких или полужестких полимерных пленок, соединенных в сотовую конструкцию, или из жестких листовых материалов в виде отдельных полок.



L_0 - длина тонкослойного элемента; b_0 - ширина тонкослойного элемента; H_0 - высота тонкослойного элемента; H - высота тонкослойного сотоблока; L - длина тонкослойного сотоблока; B - ширина тонкослойного сотоблока

Рисунок 4.10– Конструктивные параметры тонкослойных элементов в блоке

Размеры в плане отдельных блоков для удобства их монтажа и эксплуатации следует принимать 1×1 — $1,5 \times 1,5$ м с учетом размеров сооружения. Высоту поперечного сечения тонкослойного ячеистого элемента рекомендуется принимать равной $0,03$ - $0,05$ м. Ячейки могут быть сделаны любой формы, которая исключает накопление в них осадка. Угол наклона элементов нужно принимать 50 - 60° (меньшие значения - для более мутных вод, большие - для маломутных цветных). Длину тонкослойных элементов следует определять расчетом и принимать $0,9$ - $1,5$ м.

Установка отдельных блоков в отстойниках и осветлителях осуществляется с помощью специальных несущих конструкций, находящихся под или над ними, либо их креплением к элементам сборной системы (желобам, лоткам, трубам) и промежуточным стенкам сооружений. При этом могут быть применены стальные или полимерные трубы, дерево, арматурная проволока, профилированные конструкции и т.д.

Сбор осветленной воды из тонкослойных сооружений следует выполнять по желобам с затопленными отверстиями или открытыми водосливами, например, треугольного профиля, расположенными на расстоянии не более 2 м один от другого.

Расчет технологических и конструктивных параметров сооружений, а также отдельных тонкослойных элементов следует производить по зависимости

$$l_o = \varphi \cdot K_\phi \cdot H_o \cdot \left[\frac{V_n}{u_o \cos \alpha K_{ar} \beta} - K_{cm} (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{ctg} \alpha) \right] \quad (4.131)$$

Для удобства расчета формула (4.131) приведена к виду:

$$V_n = \frac{u_o \cdot \beta \cdot K_{ar}}{K_1} \left(\frac{l_o}{K_2 H_o} + 1 \right), \quad (4.132)$$

или

$$l_o = K_2 H_o \left(\frac{V_n K_1}{u_o \beta K_{ar}} - 1 \right), \quad (4.133)$$

$$\text{где } K_1 = \frac{1}{K_{cm} \cdot K_{o.u} \cdot K_\kappa}; \quad (4.134)$$

$$K_2 = \frac{\varphi \cdot K_\phi \cdot K_{cm-\square}}{\sin \alpha \cos \alpha}, \quad (4.135)$$

где φ - коэффициент, который учитывает влияние гидродинамических условий потока в тонкослойных элементах;

K_ϕ - коэффициент, который учитывает форму поперечного сечения тонкослойных элементов;

H_o - высота тонкослойного элемента, м;

v_o - средняя скорость потока в тонкослойных элементах, м/ч;

u_o - расчетная скорость осаждения взвеси, м/ч;

α - угол наклона тонкослойных элементов к горизонту, град;

β - коэффициент, который учитывает стесненное осаждение взвеси под тонкослойными элементами;

K_{ar} - коэффициент агломерации, который учитывает влияние осадка, выделяющегося из тонкослойных элементов, на интенсификацию хлопьеобразования;

K_{CT} - коэффициент, который учитывает стеснение сечения потока в тонкослойном элементе сползающим осадком;

V_n - удельная нагрузка или производительность сооружения в расчете на площадь зеркала воды, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ или м/ч;

K_1, K_2 - обобщенные расчетные коэффициенты;

l_o - длина тонкослойного элемента, м;

$K_{o.u}$ - коэффициент, который учитывает гидравлическое совершенство тонкослойного сооружения и степень его объемного использования - отношение фактического к расчетному времени пребывания воды;

K_k - конструктивный коэффициент, равный отношению фактической открытой для движения воды площади тонкослойных элементов к общей площади зеркала воды отстойного сооружения.

Значения конструктивного коэффициента и коэффициента объемного использования принимаем соответственно $K_k = 0,7$ и $K_{o.u} = 0,6$.

С учетом реконструкции существующих осветлителей и их фактических размеров установлено, что нагрузка на сооружения не может быть более 6 м/ч, а высота тонкослойных элементов — 1,2 м.

$$V_H = \frac{1,44 \cdot 1,3}{0,57 \cdot 0,82} \left(\frac{1,2}{2,15 \cdot 0,05} + 1 \right) = 0,63 \cdot 12,2 = 7,6 \text{ м/ч};$$

$$l_o = 2,15 \cdot 0,05 \left(\frac{6 \cdot 3,0}{1,44 \cdot 1,3} - 1 \right) = 0,107 \cdot 8,7 = 0,94 \text{ м};$$

$$K_1 = \frac{1}{0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,7} = 3,0;$$

$$K_2 = \frac{1,25 \cdot 1 \cdot 0,8}{0,57 \cdot 0,82} = 2,15.$$

Принимаем удельную нагрузку равной 6 м/ч и длину тонкослойных элементов 1,0 м.

Расчет количества твердых отходов

Твердые отходы—шламы водоподготовки (гидроокисные осадки с извлеченными загрязнениями).

Количество твердых отходов на станции водоподготовки

$$P = \frac{(C_{вх} - C_{вых}) \cdot Q}{10^6}, \text{ т/год}, \quad (4.136)$$

где $C_{вх}$ – концентрация взвешенных веществ, которые поступают в осветлитель со слоем взвешенного осадка, мг/л (определена в технологических расчетах);

$C_{вых}$ – концентрация взвешенных веществ на выходе из осветлителя, 8 мг/л;

Q – производительность станции водоподготовки, м³/год (определена в технологических расчетах)

$$C = 167 \text{ мг/л}$$

Количество твердых отходов которые образуются на осветлителях со взвешенным слоем осадка

$$P = \frac{(167-8) \cdot 38364,4 \cdot 365}{10^6} = 2226,48 \text{ т/год} \quad (4.137)$$

Количество твердых отходов образующихся на скорых фильтрах

$$P = \frac{(8-1,5) \cdot 38364,4 \cdot 365}{10^6} = 91,0 \text{ т/год} \quad (4.138)$$

Данные по количеству твердых отходов приведены в приложении М.

Осадок образуется в осветлителях со слоем взвешенного осадка, влажностью 99%.

$$V_{oc} = \frac{P \cdot 100}{(100-W) \cdot \rho} = \frac{2226,48 \cdot 100}{(100-99) \cdot 1,01} = 222423,76 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (4.139)$$

где W – влажность, 99 %,

ρ – плотность осадка, 1,01.

Осадок образуется в промывных водах фильтров, влажностью 99%.

$$V_{oc} = \frac{P \cdot 100}{(100-W) \cdot \rho} = \frac{91 \cdot 100}{(100-99) \cdot 1,01} = 9009,9 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (4.140)$$

где W – влажность, 99 %, ρ – плотность осадка, 1,01. Объем осадка составляет

Осадок поступает в шламоуплотнитель, где его влажность снижается до 96%, 1,03 т/м³

$$V_{oc} = \frac{P \cdot 100}{(100-W) \cdot \rho} = \frac{2329,99 \cdot 100}{(100-96) \cdot 1,03} = 56553,16 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (4.141)$$

Затем осадок поступает на вакуум-фильтры, при этом его влажность снижается до 70%, плотность осадка 1,1 т/м³, а объем осадка составляет 7060,6 м³/год.

$$V_{oc} = \frac{P \cdot 100}{(100 - W) \cdot \rho} = \frac{2329,99 \cdot 100}{(100 - 70) \cdot 1,1} = 7060,6 \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.142)$$

Размер шламовых площадок

$$S_i = \frac{V_{oc}}{h_{ш} \cdot 10^4} \cdot 1,5 \cdot 3 \quad (4.143)$$

где V_{oc} - объем образующегося осадка,

$h_{ш}$ - глубина шламовых площадок, 2-3 м;

1,5 - коэффициент, который учитывает увеличение общей площади шламовых площадок за счет устройства подъездных путей;

3 - срок накопления осадка, год.

$$S_i = \frac{7060,6}{3 \cdot 10^4} \cdot 1,5 \cdot 3 = 1,06 \text{ га}$$

4.20 Проектирование зон санитарной охраны

Для достижения санитарно эпидемиологической надежности системы водоснабжения запроектированы зоны санитарной охраны:

- источника хозяйственно-питьевого назначения.
- водопроводных сооружений
- водопроводов

Зоны санитарной охраны источника водоснабжения в месте забора воды запроектированы из трех поясов: первого - строгого режима, второго и третьего - режимов ограничения.

Первый пояс зоны санитарной охраны источника

Границы первого пояса зоны санитарной охраны водотока установлены на расстоянии от водозабора:

- Вверх по течению - 200 м.
- Вниз по течению - 100 м.
- По прилегающему к водозабору берегу - 100 м от линии уреза воды летне-осенней межени.
- По акватории-100 м

Все здания канализованы. Предусмотрен отвод поверхностных вод за пределы первого пояса. Допускается только санитарная рубка леса.

Территория первого пояса санитарной охраны ограждена и озеленена. Запроектирована сторожевая сигнализация. Границы акватории первой зоны

санитарной охраны обозначены предупредительными наземными знаками и буями.

Второй пояс санитарной охраны источника

Границы второго пояса санитарной охраны источника установлены следующих размеров:

- вверх по течению, исходя из пятисуточного времени протекания воды водотока от границы пояса и равной

$$L = 5 \cdot v \cdot 3600 \cdot 24 = 5 \cdot 0,53 \cdot 3600 \cdot 24 = 228,96 \text{ км} \quad (4.144)$$

Боковые границы (от уреза воды в водотоке) при равнинном рельефе-500 м.

Третья зона санитарной охраны.

Границы третьего пояса зоны санитарной охраны:

- вверх – 228,96 км;
- вниз – 250 м;
- боковые границы проходят по линии водоразделов.

Мероприятия по организации третьего пояса зоны санитарной охраны такие же как и проводимые во втором поясе в пределах 3-5 км.

Зоны санитарной охраны водопровода

Зоны санитарной охраны проектируются в целях санитарно-эпидемиологической надежности водопровода.

Они состоят из зоны источника водоснабжения в месте забора воды (включая водозаборные сооружения), зоны и санитарно-защитной полосы водопроводных сооружений и санитарно-защитной полосы водоводов.

Зона санитарной охраны водопроводных сооружений состоит из первого пояса и санитарно-защитной полосы.

Граница первого пояса совпадает с ограждением площадки сооружений и предусмотрена на расстоянии: от стен РЧВ не менее 30 м; от стен стальных сооружений – не менее 15 м.

Так как водопроводные сооружения находятся в пределах второго пояса зоны санитарной охран, то санитарно-защитная полоса (не менее 100 м) не предусмотрена.

Ширина санитарно-защитной полосы водоводов принята:

- В незастроенной территории от крайних водоводов при прокладке в сухих грунтах – 10 м, при прокладке в мокрых грунтах – 20 м (диаметр водоводов до 1000 мм);
- В застроенной территории – по согласованию с органами СЭС.

5 Технология и организация строительного производства

5.1 Определение объемов земляных работ

Объемы земляных работ определены для участков 11-12-1 кольцевой сети водопровода. Длина трубопровода составляет 993 м. Участки спроектированы из высокопрочного чугуна ТУ 14-161-183-2000, класс Т; $d_y = 600$ мм. Масса 1 м трубы 244,8 кг.

Грунт на участке строительства – супесь. Сезон строительства – лето. Наименьшая глубина h_1^B заложения трубопровода водопроводных систем для труб с условным проходом до 800 мм включительно принимается равной глубине h_{np} , м, сезонного промерзания грунта плюс 0,5 м, считая понизу.

В начале участка (точка 11)

$$h_1 = h_{np} + 0,5 = 2,6 + 0,5 = 3,1 \text{ м}, \quad (5.1)$$

где h_{np} – глубина промерзания грунта, 2,6 м;

Глубина h_2 прокладки труб в конце участка (точка 2):

$$h_2 = h_1 + i_{np} \cdot L = 3,1 + 0,003 \cdot 993 = 6,08 \text{ м}, \quad (5.2)$$

Средняя глубина траншеи:

$$h_{cp} = (3,1 + 6,08) : 2 = 4,59 \text{ м}, \quad (5.3)$$

Ширина B траншеи по дну находится в зависимости от материала труб и их наружного диаметра (при наружном диаметре до 0,5 м) по формуле

$$B = d_{нар} + 0,5 = 0,635 + 0,5 = 1,135 \text{ м}, \quad (5.4)$$

Ширина траншеи поверху в точке 11:

$$E_1 = B + 2 \cdot m \cdot h_1 = 1,135 + 2 \cdot 0,85 \cdot 3,1 = 6,405 \text{ м}, \quad (5.5)$$

Ширина траншеи поверху в точке 1:

$$E_2 = B + 2 \cdot m \cdot h_2 = 1,135 + 2 \cdot 0,85 \cdot 6,08 = 11,471 \text{ м}, \quad (5.6)$$

Средняя ширина траншеи поверху:

$$E_{cp} = B + 2 \cdot m \cdot h_{cp} = 1,135 + 2 \cdot 0,85 \cdot 4,59 = 8,938 \text{ м}, \quad (5.7)$$

Для подсчета объемов земляных работ по разработке траншей определяем площади поперечного сечения траншеи на пикетах.

При трапецидальной форме сечения траншеи площадь сечения поперечника находится по формуле

$$F_{cp} = \frac{h \cdot (B + E)}{2} = h_{cp} \cdot (B + m \cdot h), \quad (5.8)$$

где h – глубина траншеи, м;

E – ширина траншеи поверху, м;

m – коэффициент откоса (для супеси $m = 0,85$);

B – ширина траншеи по дну, м.

$$F_{cp} = 4,59 \cdot (1,135 + 0,85 \cdot 4,59) = 23,12 \text{ м}^2,$$

Разработку грунта в траншеях одноковшовыми экскаваторами следует вести без нарушения естественной структуры грунта в основании с недобором, принимаемым равным 0,2 м и отрываемым вручную.

Объем грунта, подлежащий разработке, V , м^3

$$V = V_m + V_p, \quad (5.9)$$

где V_m – объем грунта, который разрабатывается механизированным способом, м^3 ;

V_p – объем грунта, который разрабатывается вручную, м^3 .

Объем грунта разрабатываемый экскаватором:

$$V_m = V_m^1 + V_m^2, \quad (5.10)$$

где V_m^1 – объем грунта, извлекаемого экскаватором при отрывке из траншеи под трубопровод, м^3 ;

V_m^2 – объем грунта, извлекаемого экскаватором для устройства котлованов под колодцы, м^3 .

Объем грунта, извлекаемого экскаватором из траншеи под трубопровод, определяется по формуле

$$V_m^1 = \left(F_{cp} + \frac{m \cdot [(h_1 - 0,2) + (h_2 - 0,2)]^2}{12} \right) \cdot l_1, \quad (5.11)$$

где 0,2 м – высота недобора грунта при работе одноковшового экскаватора;

l_1 – длина трубопровода без суммарной длины котлована под колодцы по всей трассе трубопровода.

$$\ell_1 = L - a_2 \cdot N = 993 - 11,84 \cdot 11 = 862,8 \text{ м}, \quad (5.12)$$

$$V_M^1 = \left(23,12 + \frac{0,85 \cdot [(3,1 - 0,2) + (6,08 - 0,2)]^2}{12} \right) \cdot 862,8 = 24659,2 \text{ м}^3$$

Объем грунта, извлекаемый экскаватором для устройства котлованов под колодцы, определяется по формуле

$$\begin{aligned} V_M^2 &= \frac{h_{cp} \cdot [(2a_1 + a_2) \cdot b_1 + (2a_2 + a_1) \cdot b_2]}{6} \cdot N = \\ &= \frac{4,79 \cdot [(2 \cdot 3,7 + 11,5) \cdot 3,7 + (2 \cdot 11,5 + 3,7) \cdot 11,5]}{6} \cdot 11 = 3310,5 \text{ м}^3, \end{aligned} \quad (5.13)$$

где h_{cp} – средняя глубина траншеи за вычетом недобора грунта, 4,79 м;

a_1 и b_1 – размеры котлована под колодец понизу, 3,7 м;

a_2, b_2 – размеры котлована под колодец поверху, м;

N – количество котлованов под колодцы, 11 шт.

Размеры котлована под колодец поверху:

$$a_2 = b_2 = a_1 + 2 \text{ м} \cdot h_{cp} = 3,7 + 2 \cdot 0,85 \cdot 4,79 = 11,84 \text{ м}, \quad (5.14)$$

Средняя глубина траншеи за вычетом недобора грунта:

$$h_{cp} = 4,59 + 0,2 = 4,79 \text{ м}, \quad (5.15)$$

Объем грунта, разрабатываемый экскаватором:

$$V_M = 24659,2 + 3310,5 = 27969,7 \text{ м}^3$$

Объем грунта, разрабатываемого вручную:

$$V_P = V_P^1 + V_P^2, \text{ м}^3, \quad (5.16)$$

Объем грунта, извлекаемого при разработке недобора:

$$V_P^1 = h_{нед} \cdot (B \cdot l_1^H + a_1 \cdot b_1 \cdot N), \quad (5.17)$$

где N – число колодцев, 11;

l_1^H – длина трубопровода без суммарной длины котлованов под колодцы, считая по низу;

B – ширина траншеи понизу.

Длина трубопровода без суммарной длины котлованов под колодцы

$$\ell_1^H = L - a_1 N = 993 - 3,7 \cdot 11 = 952,3 \text{ м}, \quad (5.18)$$

$$V_p^1 = 0,2 \cdot (1,135 \cdot 952,3 + 3,7 \cdot 3,7 \cdot 11) = 246,29 \text{ м}^3$$

Объем грунта, извлекаемого при устройстве прямков:

$$V_p^2 = V_{пр} \cdot N_1 = 0,454 \cdot 161 = 73,09 \text{ м}^3, \quad (5.19)$$

где $V_{пр}$ – объем одного прямка,
 N_1 – количество прямков.

$$N_1 = \frac{L - D_{кол} \cdot N}{l_{пр}} - 1 = \frac{993 - 2 \cdot 11}{6} - 1 = 161 \text{ шт.} \quad (5.20)$$

Размер прямков для трубы $d_{p.к.} = 2$ м:

длина $a^1 = 1,0$ м;

ширина $b^1 = 0,635 + 0,5 = 1,135$ м;

глубина $c^1 = 0,4$ м.

Подбор колодца

Определение параметров и состав конструкций для построения колодца представлены в приложении Н.

5.2 Определение объёма земли подлежащей вывозу в отвал за пределы стройки.

Основная часть грунта, который извлекается при разработке траншеи, будет нужна для обратной засыпки после монтажа и предварительного испытания трубопровода. Часть грунта окажется лишней, так как вытиснится трубопроводом и колодцами. Этот объем земли вывозится в отвал за пределы строительства. После того, как закончатся земляные работы по разработке траншеи осуществляют монтаж трубопровода.

Объем грунта, вывозимого в отвал за пределы строительства:

$$V_{отв} = (V_{пр} + V_{кол}) \cdot K_{пр}, \quad (5.21)$$

где $K_{пр}$ – коэффициент первоначального увеличения объема грунта при его рыхлении, для супеси 1,15.

Объем грунта, вытесняемый трубопроводом, $V_{тр}$, м³:

$$V_{тр} = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} \cdot \ell_1 \cdot K_p = \frac{3,14 \cdot 0,635^2}{4} \cdot 971 \cdot 1,05 = 322,72 \text{ м}^3, \quad (5.22)$$

где K_p – коэффициент, учитывающий объём земли, вытесняемый раструбами или муфтами, для раструбных и муфтовых труб $K_p = 1,05$

ℓ_1 – длина трубопровода за вычетом суммарного диаметра всех колодцев.

$$\ell_1 = L - D_n^{кол} \cdot N = 993 - 2 \cdot 11 = 971 \text{ м}, \quad (5.23)$$

где $D_n^{кол}$ – наружный диаметр колодца, 2 м;

N – количество колодцев.

Объем грунта, вытесняемый колодцами

$$V_{кол} = \frac{\pi \cdot D_k^2}{4} \cdot h_{кол} \cdot N = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 4,84 \cdot 11 = 167,17 \text{ м}^3, \quad (5.24)$$

где $h_{кол}$ – глубина колодца, м.

$$V_{отв} = (322,72 + 167,17) \cdot 1,15 = 563,37 \text{ м}^3$$

Результаты расчета объемов земляных работ приведены в приложении О.

5.3 Предварительный выбор комплекта машин.

Состав комплекта машин выбирается в зависимости от вида работ, которые должны быть механизированы. К ним относятся следующие: разработка грунта в траншее и котлованов под колодцы; вывоз лишнего грунта в отвал за пределы строительства; разгрузка труб, элементов колодцев, арматуры, монтаж трубопровода и арматуры в проектное положение, разравнивание грунта в отвале; обратная засыпка траншеи и котлованов под колодцы; планировка траншеи. Принимаем одноковшовый экскаватор типа обратная лопата, марки ЭО 4121А.

Основные характеристики:

- емкость ковша $V_k - 0,65 \text{ м}^3$;
- наибольшая глубина копания $H_k - 7,1 \text{ м}$;
- наибольшая глубина выгрузки $H_b - 5,2 \text{ м}$;
- наибольший радиус выгрузки $R_b - 10,2 \text{ м}$;
- наибольший радиус резания $R_p - 10,2 \text{ м}$.

Марка драглайна ЭО-411В. Основные характеристики:

- емкость ковша $V_k - 0,65 \text{ м}^3$;
- наибольшая глубина копания $H_k - 7,3 \text{ м}$;
- наибольшая глубина выгрузки $H_b - 3,5 \text{ м}$;
- наибольший радиус выгрузки $R_b - 10 \text{ м}$;
- наибольший радиус резания $R_p - 11,1 \text{ м}$

Сравним наибольшую глубину копания экскаватора H_k и наибольшую глубину траншеи h_2 : $H_k \geq h_2$.

$$H_k^{Др} \geq h_2$$

$$7,3 > 6,08$$

$$H_k^{Обр. лап.} \geq h_2$$

$$7,1 > 6,08 \text{ условие выполняется.}$$

Наиболее приемлемым средством для транспортирования грунта на расстояние более 0,5 км являются автосамосвалы. Выбор марки автосамосвала происходит с учетом следующих требований: технические данные автомобиля должны соответствовать марки экскаватора; емкость кузова должна обеспечивать погрузку не менее трех ковшей экскаватора. Грузоподъемность самосвала при расстоянии транспортирования более 1 км и ковша экскаватора $0,65 \text{ м}^3$ принимается равной 10 т.

На основании этого подбираем марку автосамосвала: КАМАЗ - 5511.

Количество ковшей экскаватора, необходимое для загрузки самосвала

$$n = \frac{G}{\gamma \cdot \varepsilon \cdot K_n} = \frac{10}{1,4 \cdot 0,65 \cdot 0,85} = 12,9, \quad (5.25)$$

где G – грузоподъемность самосвала, 10 т;

γ – плотность грунта, $1,4 \text{ т/м}^3$; ε – емкость ковша экскаватора, $0,65 \text{ м}^3$;

K_n – коэффициент наполнения ковша, 0,85.

Длительность погрузки одного самосвала

$$t_{\text{пор}} = \frac{n}{n_y \cdot K_T} = \frac{12,9}{1 \cdot 0,85} = 15,2 \approx 16 \text{ мин} \quad (5.26)$$

где n_y – число циклов экскавации в минуту;

K_T – коэффициент, учитывающий условия подачи самосвала в забой, 0,85.

Количество рейсов самосвалов в смену

$$P_p = \frac{t_{\text{см}} \cdot 60}{t_{\text{пор}} + \frac{2 \cdot L}{V \cdot 60} + t_p + t_m} = \frac{8 \cdot 60}{16 + \frac{2 \cdot 3}{30 \cdot 60} + 1 + 3} = 24 \text{ рейса} \quad (5.27)$$

где L – дальность перевозки грунта, км;

V – средняя скорость движения, км/ч;

t_p – длительность разгрузки, 1 мин;

t_m – длительность маневрирования машины, 3 мин;

$t_{см}$ – продолжительность смены, ч.

Производительность самосвала в смену, выраженная в m^3 грунта в плотном теле

$$P_a = \frac{G}{\gamma} \cdot P_p = \frac{10}{1,4} \cdot 24 = 171,42 m^3 \quad (5.28)$$

Для перевозки избыточного грунта принимаем 1 самосвал, вывоз грунта будет осуществляться две смены.

Производительность работы автосамосвала T_a принимаем равной продолжительности работы экскаватора $T_э$ и равна 8 ч.

Объем грунта $V_{см}$ вывозимого самосвалом за смену равен

$$V_{см} = V_{отв} \cdot T_a = 563,37/8 = 70,42 m^3 \quad (5.29)$$

Количество самосвалов N_a , необходимых для транспортировки избыточного грунта определяется

$$N_a = V_{см} : P_a = 70,42 : 171,42 = 0,41 \quad (5.30)$$

Принимаем 1 самосвал марки КАМАЗ-5511.

При работе экскаватора поочередно в транспорт и навывмет требуемое количество самосвалов определяется по формуле

$$N_a = V_{см} \cdot P_a \cdot K_{оч}, \quad (5.31)$$

где $K_{оч}$ – коэффициент, учитывающий поочередную работу экскаватора навывмет и в транспорт.

Значение $K_{оч}$ определяется по формуле

$$K_{оч} = (P_{нав} \cdot P_{трансп}) : [(V_{нав} : V_{трансп}) + (P_{нав} \cdot P_{трансп})], \quad (5.32)$$

где $P_{нав}$ и $P_{трансп}$ – соответственно производительность при работе навывмет и в транспорт;

$V_{нав}$ и $V_{трансп}$ – объемы грунта, разрабатываемого навывмет и в транспорт.

Производительность экскаватора при работе навывмет определяется по формуле

$$P_{нав} = t_{см} \cdot 100 \cdot (1 - P) : H_{вр1}, \quad (5.33)$$

где P – количество избыточного грунта, погружаемого в транспорт, в долях единицы (за единицу принят весь объем грунта, который разрабатывается экскаватором, т.е.: $P = V_{\text{отв}} : V_{\text{м}} = 563,37 : 24659,2 = 0,023$);

$H_{\text{вр1}}$ – норма времени на разработку грунта экскаватором при работе навывет, 1,8

$$P_{\text{нав}} = 8 \cdot 100 \cdot (1 - 0,023) : 1,8 = 434,22$$

Производительность экскаватора при работе в транспорт определяем по формуле

$$P_{\text{транп}} = t_{\text{см}} \cdot 100 \cdot P \cdot H_{\text{вр2}} \quad (5.34)$$

где $H_{\text{вр2}}$ – норма времени на разработку грунта экскаватором при погрузке в транспорт, 2,4

$$P_{\text{транп}} = 8 \cdot 100 \cdot 0,023 : 2,4 = 7,66$$

Значение объема $V_{\text{нав}}$ грунта, разрабатываемого навывет, нужно определять по формуле

$$V_{\text{нав}} = V - V_{\text{р}} - V_{\text{отв}} = 24978,6 - 319,4 - 563,37 = 24095,83 \text{ м}^3 \quad (5.35)$$

$$K_{\text{оч}} = (434,22 : 7,66) : [(24095,83 : 563,37) + (434,22 : 7,66)] = 0,57$$

$$N_{\text{а}} = 70,42 : 171,42 \cdot 0,57 = 0,23 \approx 1 \text{ самосвал}$$

5.4 Выбор механизмов для обратной засыпки траншеи и ее планировки.

Обратная засыпка траншеи выполняется после проведения положительных предварительных испытаний трубопровода.

Для обратной засыпки используют грунт, который находится в отвале. После засыпки траншеи производят планировку поверхности. Для обратной засыпки целесообразно использовать бульдозер. Принимаем бульдозер ДЗ-117.

Продолжительность работ по обратной засыпке траншеи и планировке траншеи и отвала

$$T_{\delta} = \frac{F_{\text{пл}} \cdot H_{\text{вр}}}{1000 \cdot T_{\text{см}}} \quad (5.36)$$

где $F_{\text{пл}}$ – площадь планируемой поверхности, м^2 ,

Площадь планируемой поверхности

$$F_{\text{пл}} = F_{\text{пл1}} + F_{\text{пл2}}, \quad (5.37)$$

$$F_{\text{пл1}} = [E_{\text{ср}} + b + h_2 \cdot (1 - m)] \cdot L = [8,938 + 9,96 + 6,08 \cdot (1 - 0,85)] \cdot 993 = 19671,1 \text{ м}^2, \quad (5.40)$$

где $E_{\text{ср}}$ – средняя ширина траншеи по верху, м;

b – ширина отвала, м;

h_2 – глубина прокладки в конце трубопровода, м;

m – коэффициент откоса траншеи, 0,85

Ширина отвала

$$b = 2 \cdot H_{\text{отв}} = 2 \cdot 4,98 = 9,96 \text{ м}, \quad (5.38)$$

Высота отвала

$$H_{\text{отв}} = F_{\text{отв}}^{0,5} = 4,98 \text{ м}, \quad (5.39)$$

Площадь планируемой поверхности на месте свалки избыточного грунта

$$F_{\text{пл2}} = \frac{V_{\text{отв}}}{h} = \frac{563,37}{0,2} = 2816,85 \text{ м}^2 \quad (5.40)$$

где h – толщина слоя отсыпки, равная 0,1-0,2 м

$$F_{\text{пл}} = 19761,1 + 2816,85 = 22577,95 \text{ м}^2$$

$$T_{\text{д}} = \frac{22577,95 \cdot 1,2}{1000 \cdot 8} = 3,38 = 4 \text{ см.}$$

5.5 Определение технико-экономических показателей для окончательного выбора комплекта машин.

Окончательный выбор комплекта машин производится на основе трех технико-экономических показателей: продолжительности земляных работ, себестоимости разработки 1 м³ грунта и трудоемкости разработки 1 м³ грунта.

Продолжительность работы экскаватора по отрывке траншеи $T_{\text{э}}$ определяется по формуле

$$T_{\text{э}} = \frac{V_{\text{м}}}{P_{\text{э}}} = \frac{24659,2}{440} = 56,04 \text{ см}, \quad (5.41)$$

где $V_{\text{м}}$ – объем грунта, вырабатываемого механизированным способом, м³;

Π_3 – нормативная производительность экскаватора в смену.
 Продолжительность работы драглайна по отрывке траншеи:

$$T_{\text{Д}} = \frac{24659,2}{415} = 59,42 \text{ см}, \quad (5.42)$$

Нормативная производительность экскаватора в м³/смену

$$\Pi_3 = t_{\text{см}} \cdot 100 \cdot \left(\frac{1-P}{H_{\text{вр}^1}} + \frac{P}{H_{\text{вр}^2}} \right), \text{ м}^3/\text{смен}, \quad (5.43)$$

где $t_{\text{см}}$ – продолжительность смены, 8 ч;

P – количество избыточного грунта, который погружается в транспорт в долях ед.

$H_{\text{вр}1}$, $H_{\text{вр}2}$ – соответственно норма времени на разработку экскаватором при работе в отвал и при погрузке в транспорт

$$P = \frac{V_{\text{отв}}^e}{V_{\text{м}}} = \frac{563,37}{24659,2} = 0,023, \quad (5.44)$$

$$\Pi_3 = 8 \cdot 100 \cdot \left(\frac{1-0,023}{1,8} + \frac{0,023}{2,4} \right) = 442 \text{ м}^3/\text{см}$$

Нормативная производительность драглайна в смену

$$\Pi_{\text{Д}} = 8 \cdot 100 \cdot \left(\frac{1-0,023}{1,9} + \frac{0,023}{2,5} \right) = 419 \text{ м}^3/\text{см}$$

Себестоимость отрывки 1 м³ грунта траншеи

$$C_{\text{тр}} = \frac{1,08 \cdot \sum C_{\text{маш.ч}} \cdot T_i + 1,5 \cdot \sum \Sigma_3}{V}, \quad (5.45)$$

где $C_{\text{маш.ч}}$ – производственная себестоимость машино-часа отдельных машин, входящих в комплект (экскаватор, бульдозер, самосвал);

T_i – продолжительность работы отдельных машин на стройке в сменах;

Σ_3 – заработная плата рабочих, выполняющих ручные работы

$$\sum C_{\text{маш}}^{\text{э}} \cdot T = 42,64 \cdot 4,3 + 48,56 \cdot 2 + 36,8 \cdot 1 = 317,27 \text{ руб. ч} \quad (5.46)$$

$$\sum C_{\text{маш}}^{\text{д}} \cdot T = 42,64 \cdot 4,58 + 48,56 \cdot 2 + 36,8 \cdot 1 = 317,27 \text{ руб. ч} \quad (5.47)$$

$$\Sigma Z_p = Z_p \cdot V_p = 0,544 \cdot 319,4 = 173,75 \text{ руб.} \quad (5.48)$$

где Z_p – расценка на разработку 1 м³ грунта;

V_p – объём грунта который подлежит выемке при прокладке трубопровода.
Себестоимость отрывки 1 м³ грунта траншеи драглайном

$$C_э = \frac{1,08 \cdot 317,27 + 1,5 \cdot 173,75}{24978,6} = 0,024 \text{ руб./м}^3$$

Себестоимость отрывки 1 м³ грунта траншеи драглайном

$$C_{др} = \frac{1,08 \cdot 317,27 + 1,5 \cdot 173,75}{24978,6} = 0,024 \text{ руб./м}^3$$

Трудоёмкость отрывки 1 м³ грунта

$$M_{тр} = \frac{\Sigma M_m + \Sigma M_p}{V} \quad (5.49)$$

где ΣM_m – затраты труда по управлению и обслуживанию машин, чел.-ч/маш.-ч;
 ΣM_p – затраты труда на ручные операции, чел.-ч/маш.-ч.

$$\Sigma M_m^э = M_э + M_б + M_a = 2,65 \cdot 448,32 + 1,48 \cdot 16 + 1,79 \cdot 8 = 1226,0 \text{ чел.-ч/маш.-ч.} \quad (5.50)$$

$$\Sigma M_m^д = M_д + M_б + M_a = 2,81 \cdot 475,36 + 1,48 \cdot 16 + 1,79 \cdot 8 = 1373,8 \text{ чел.-ч/маш.-ч.} \quad (5.51)$$

$$\Sigma M_p = H_{вр} \cdot V_p = 0,9 \cdot 319,4 = 287,5 \text{ чел.-ч/маш.-ч.} \quad (5.52)$$

где $H_{вр}$ – норма времени на ручную разработку 1 м³ грунта, равна 0,9;

$$M_{тр}^э = \frac{1226,0 + 287,5}{24978,6} = 0,06 \text{ чел.-ч/маш.-ч.}$$

$$M_{тр}^д = \frac{1373,8 + 287,5}{24978,6} = 0,066 \text{ чел.-ч/маш.-ч.}$$

Проведен технико-экономический расчет, результаты которого приведены в приложении О.

5.6 Определение размеров забоя

Размеры забоя рассчитывают исходя из рабочих параметров экскаватора и размеров траншеи. При этом находят местоположение оси движения экскаватора относительно оси траншеи, площадь поперечного сечения и размер отвала, месторасположение отвала относительно бровки траншеи, ширину забоя.

Расстояние от бровки траншеи до основания отвала

$$a=h_2 \cdot (1-m)=6,08 \cdot (1-0,85)=0,91 \text{ м} \quad (5.53)$$

где h_2 – наибольшая глубина траншеи, 6,08 м.

Общая ширина забоя, включая отвал

$$A=E_{cp}+a+b=8,938+0,91+9,96=19,80 \text{ м} \quad (5.54)$$

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

Первый случай выбирается, если выполняется условие:

$$R_b \geq A_1 \quad (5.55)$$

где R_b – наибольший радиус выгрузки экскаватора, 10,2 м;

A_1 – расстояние, определяемое по формуле

$$A_1 = \frac{E_{cp}}{2} + a + \frac{b}{2} = \frac{8,938}{2} + 0,91 + \frac{9,96}{2} = 10,36 \text{ м} \quad (5.56)$$

Условие для драглайна выполняется: $11,1 > 10,36$ м.

Условие для экскаватора не выполняется: $10,2 < 10,36$ м значит, ось движения экскаватора смещается от оси траншеи в сторону отвала на расстояние S равное

$$S=A_1-R_b=10,36-10,2=0,16 \text{ м}, \quad (5.57)$$

при этом необходимо соблюдать условие:

Для обратной лопаты:

$$10,2 \text{ м} > (9,9/2)+0,16=5,11 \text{ м} \quad (5.58)$$

Условие выполнено. Выбираем боковую проходку экскаватора.

5.7 Выбор кранового оборудования

Для укладки труб, монтажа элементов колодцев и арматуры, размещаемой в колодцах, используют автомобильные или пневмоколесные краны. При выборе кранового оборудования учитываем массу самого тяжелого элемента, массу грузозахватных приспособлений и требуемый вылет стрелы крана. Самым тяжелым элементом является кольцо стеновое КЦ-20-12 с массой $m=1960$ кг.

Требуемая грузоподъемность крана

$$G=Q \cdot K_{гр}=1960 \cdot 1,1=2156 \text{ кг}, \quad (5.59)$$

где Q – масса самого тяжелого элемента при монтаже трубопровода, кг;

$K_{гр}$ – коэффициент, который учитывает массу грузозахватных приспособлений, 1,1.

Кран располагается на противоположной от отвала стороне не ближе 1 м от бровки траншеи. Кран размещен ближе к бровке траншеи, а заготовки труб и другие элементы за ним. Ось движения крана параллельна от траншеи.

Требуемый вылет стрелы крана

$$L_c = \frac{b_1}{2} + 1,2 \cdot m \cdot h_2 + \frac{B_{кр}}{2} + = \frac{3,7}{2} + 1,2 \cdot 0,85 \cdot 6,08 + \frac{2,5}{2} = 9,30 \text{ м} \quad (5.60)$$

где b_1 – ширина котлована по низу, м;

m – заложение откосов траншеи;

h – максимальная глубина траншеи, м;

$B_{кр}$ – ширина базы крана (ширина колеи), м.

Основываясь на требуемой грузоподъемности и вылете стрелы крана, подбираем марку монтажного крана КС-3573А на базе ЗИЛ-133/ТЛ. Максимальная грузоподъемность 10 т, грузоподъемностью при максимальном вылете стрелы – 1,5 т, длина основной стрелы – 10 м.

Изготовитель – Дрогобычский завод автомобильных кранов.

Окончательный вариант комплекта машин:

-экскаватор обратная лопата ЭО4121А, объем ковша 0,65 м³;

-автосамосвал марки КАМАЗ 5111, грузоподъемность 10 т;

-бульдозер ДЗ 117;

-кран КС-3573А.

5.8 Календарный план производства работ

Календарный план производства работ и график передвижения рабочей силы приведены в приложении П.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе рассмотрено водоснабжение населенного пункта. Источником водоснабжения являются поверхностные воды.

Запроектирована кольцевая водопроводная сеть из чугунных труб с шаровидным графитом (ВЧШГ ТУ 14-161-183-2000, класс Т). Рассчитан русловой водозабор в составе насосной станции I, предназначенный для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения города и завода. Спроектирована насосная станция II, подобраны насосы марки «Grundfos».

Подобраны очистные сооружения, реагенты, вводимые в обрабатываемую воду. Применена система улучшения фильтра со слоем взвешенного осадка путем использования тонкослойных камер хлопьеобразования.

Разработана схема прокладки чугунного трубопровода диаметром 600 мм и длиной 993 м на участке 11-12-1 кольцевой водопроводной сети. Подобраны оборудование и механизмы, определены объёмы земляных масс, составлен календарный план производства работ, график передвижения рабочей силы.

Кроме того дана оценка воздействия проектируемых объектов водоснабжения на природно – окружающую среду. Определены зоны санитарной охраны источника водоснабжения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СанПиН 2.1.5.980–00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», Минздрав России 2000 г.
- 2 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.
- 3 ГОСТ 2761–84* «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора» от 27 ноября 1984 г. N 4013.
- 4 СанПиН 2.1.4.1074–01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. контроль качества». Минздрав России. М.: 2002г., 103 с.
- 5 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД–86. ГОСКОМГИДРОМЕТ
- 6 СанПиН 2.2.1./2.1.1 1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». (Новая редакция от 1.03.2008).
- 7 СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*; введ. 01.01.2013. – Москва: Минрегион России, 2012. – 156 с.
- 8 Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник/Б.Н. Репин. – М.: Высш. шк., 1995. – 431 с.
- 9 Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб/Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
- 10 Оборудование водопроводно-канализационных сооружений/Под ред. А.С. Москвитина. – М.: Стройиздат, 1979. – 430 с.
- 11 Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т 1. Системы водоснабжения. Водозаборные сооружения / Научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. Вологда – Москва: ВоГТУ, 2001. – 209 с.
- 12 Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т 2. Очистка и кондиционирование природных вод / Научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. Вологда – Москва: ВоГТУ, 2001. – 324 с.
- 13 Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т 1. Системы распределения и подачи воды / Научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. Вологда – Москва: ВоГТУ, 2001. – 188 с.
- 14 СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения Госкомсанэпиднадзор РФ, 2002 г.

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

16 СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования; введ. 01.05.2009 – Москва 2009. – 102 с.

17 СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Организация учета и хранения документов. – введ. 09.01.14. – Красноярск: ИПК СФУ, 2014. – 60 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Показатели качества воды в реке

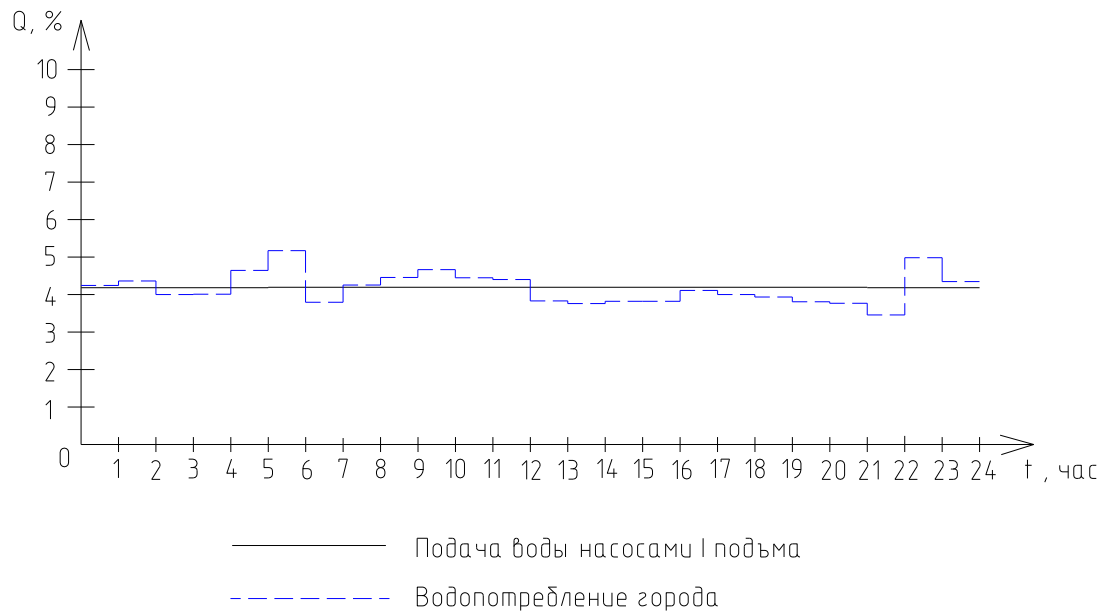
Наименование природных примесей	Показатели качества исходной воды	Нормативы (ПДК по СанПиН 2.1.4.1074-01)
Мутность, мг/л	140	1,5
Цветность, град.	42	20
Щелочность, мг – экв/л	1,9	не норм.
БПК ₅ , мг О ₂ /л	1,8	не норм.
Минерализация, мг/л	262,8	1000
Железо общее	0,54	0,3
Медь	0,009	1,0
Фосфаты	0,022	3,5
Хлориды	14,5	350
Сульфаты	22,1	500
Фенолы	0,003	0,001
СПАВ	0,02	0,5
Марганец	0,005	0,1
Никель	0,001	0,02
Цинк	0,04	1
Фтор	0,6	1,5
Азот нитритный	0,05	3
Азот нитратный	0,02	45
Азот аммонийный	0,25	1,5

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

График водопотребления по часам суток

Часы суток	Водопотребление											
	Жилой зоны			Местная пром.	Промышленное предприятие 1		Промышленное предприятие 2			суммарное		
	хоз-пит. К _{час} =1,4		Полив.		хоз-пит.м ³		душ.м ³	хоз-пит.м ³		душ.м ³	м ³	%
	%	м ³			хол	гор		хол	гор			
0-1	2,5	659,85	732,0375	109,975	-		25				1526,86	4,35
1-2	2,65	699,44	732,0375	109,975	1,42	2,57					1545,44	4,40
2-3	2,2	580,67	732,0375	109,975	1,42	2,57					1426,67	4,06
3-4	2,25	593,87	732,0375	109,975	1,42	2,57					1439,87	4,10
4-5	3,2	844,61	732,0375	109,975	1,42	2,57					1690,61	4,82
5-6	3,9	1029,37	732,0375	109,975	1,42	2,57					1875,37	5,34
6-7	4,5	1187,73		109,975	1,42	2,57					1301,70	3,71
7-8	5,1	1346,09		109,975	1,42	2,57					1460,06	4,16
8-9	5,35	1412,08		109,975	-		16,7			8,3	1547,05	4,41
9-10	5,85	1544,05		109,975	2,14	2,57		1,29	1,19		1661,21	4,73
10-11	5,35	1412,08		109,975	2,14	2,57		1,29	1,19		1529,24	4,36
11-12	5,25	1385,69		109,975	2,14	2,57		1,29	1,19		1502,85	4,28
12-13	4,6	1214,12		109,975	2,14	2,57		1,29	1,19		1331,29	3,79
13-14	4,4	1161,34		109,975	2,14	2,57		1,29	1,19		1278,50	3,64
14-15	4,6	1214,12		109,975	2,14	2,57		1,29	1,19		1331,29	3,79
15-16	4,6	1214,12		109,975	2,14	2,57		1,29	1,19		1331,29	3,79
16-17	4,9	1293,31		109,975			25			8,3	1436,58	4,09
17-18	4,8	1266,91		109,975	2,14	2,57		0,71	1,19		1383,50	3,94
18-19	4,7	1240,52		109,975	2,14	2,57		0,71	1,19		1357,10	3,87
19-20	4,5	1187,73		109,975	2,14	2,57		0,71	1,19		1304,32	3,72
20-21	4,4	1161,34		109,975	2,14	2,57		0,71	1,19		1277,92	3,64
21-22	4,1	1082,15		109,975	2,14	2,57		0,71	1,19		1198,74	3,42
22-23	3,6	950,18	732,0375	109,975	2,14	2,57		0,71	1,19		1798,81	5,13
23-24	2,7	712,64	732,0375	109,975	2,14	2,57		0,71	1,19		1561,26	4,45
Σ	100	26394,0	5856,30	2639,40	39,90	53,97	66,70	14,00	16,66	16,60	35097,53	100

Ступенчатый график водопотребления населенного пункта и промышленного предприятия по часам суток



Расчет регулирующей емкости резервуара чистой воды

Часы суток	Поддача воды Водопотребление, %	Поддача воды НС-I подъема, %	Поступление воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды Остаток в РЧВ, %
0-1	4,35	4,16		-0,19	1,93
1-2	4,40	4,16		-0,24	1,69
2-3	4,06	4,16	0,10		1,78
3-4	4,10	4,16	0,06		1,84
4-5	4,82	4,16		-0,66	1,18
5-6	5,34	4,16		-1,18	0,00
6-7	3,71	4,16	0,45		0,45
7-8	4,16	4,16	0,00		0,45
8-9	4,41	4,17		-0,24	0,21
9-10	4,73	4,17		-0,56	-0,35
10-11	4,36	4,17		-0,19	-0,54
11-12	4,28	4,17		-0,11	-0,65
12-13	3,79	4,17	0,38		-0,27
13-14	3,64	4,17	0,53		0,25
14-15	3,79	4,17	0,38		0,63
15-16	3,79	4,17	0,38		1,01
16-17	4,09	4,17	0,08		1,08
17-18	3,94	4,17	0,23		1,31
18-19	3,87	4,17	0,30		1,62
19-20	3,72	4,17	0,45		2,07
20-21	3,64	4,17	0,53		2,60
21-22	3,42	4,17	0,75		3,35
22-23	5,13	4,17		-0,96	2,40
23-24	4,45	4,17		-0,28	2,12
Итого	100,00	100,00	4,61	-4,61	

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Определение удельных отборов

Режим водопотребления	Максимальный водоразбор
Расход воды в расчетный час Q , м ³ /ч	1875,37
Суммарная длина участков сети Σl , м	12135
Удельный отбор $q_{уд}$, л/с на 1 м	0,0428

Определение путевых отборов

№ участков	Расчетная длина участка, м	Путевые отборы воды, л/с,	
		при максимальном водоразборе	при пожаре
1-2	955	41,07	41,07
2-3	860	36,98	36,98
3-4	900	38,70	38,70
4-5	860	36,98	36,98
5-6	565	24,30	24,30
6-7	540	23,22	23,22
7-8	900	38,70	38,70
8-9	885	38,06	38,06
9-10	560	24,08	24,08
10-11	185	7,96	7,96
11-12	590	25,37	25,37
12-1	403	17,33	17,33
2-13	650	27,95	27,95
13-11	315	13,55	13,55
3-14	690	29,67	29,67
14-10	990	42,57	42,57
14-8	845	36,34	36,34
4-7	442	19,01	19,01
Итого	12135	520,94	520,94

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Узловые расходы

№ узла	№ участка, примыкающего к узлу	Путевой расход, л/с, в час максимального водоразбора	Расчетный узловой расход, л/с, в час максимального водоразбора
1	1-2,1-12	58,39	29,20
2	1-2,2-3,2-13	106,00	53,00
3	2-3,3-4,3-14	105,35	52,68
4	3-4,4-5,4-7	94,69	47,34
5	4-5,5-6	61,28	30,64
6	5-6,6-7	47,52	23,76
7	6-7,7-8,7-4	80,93	40,46
8	7-8,8-9,8-14	113,09	56,55
9	8-9,9-10	62,14	31,07
10	9-10,10-11,10-14	74,61	37,30
11	10-11,11-12,13-11	46,87	23,44
12	11-12,12-1	42,70	21,35
13	11-13,13-2	41,50	20,75
14	10-14,8-14,3-14	108,58	54,29
Итого		1041,88	520,94

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Гидравлический расчет сети в час наибольшего водопотребления

№ кольца	№ участка	l, м	q, л/с	d, мм	v, м/с	δ	S ₀	$S = \frac{S_0 \cdot \delta \cdot l}{10^6}$	S · q	h = S · q ²
Предварительное распределение										
I	1-2	955	241,74	600	0,854	1,025	0,0208	0,000020361	0,0049	-1,19
	2-13	650	88,74	300	1,217	0,963	0,8250	0,000516409	0,0458	-4,07
	13-11	315	67,99	300	0,93	1,015	0,8250	0,000263773	0,0179	-1,22
	11-12	590	228,65	600	0,807	1,045	0,0208	0,000012824	0,0029	0,67
	12-1	403	250	600	0,88	1,026	0,0208	0,000008600	0,0022	0,54
									0,0738	Σ -5,27
II	2-13	650	88,74	300	1,217	0,963	0,8250	0,000516409	0,0458	4,07
	13-11	315	67,99	300	0,93	1,015	0,8250	0,000263773	0,0179	1,22
	11-10	185	273,2	600	0,966	1,007	0,0208	0,000003875	0,0011	0,29
	10-14	990	100	400	0,79	1,05	0,1760	0,000182952	0,0183	1,83
	14-3	690	20	150	1,1	0,988	33,4900	0,022830803	0,4566	-9,13
	3-2	860	100	400	0,79	1,05	0,1760	0,000158928	0,0159	-1,59
									0,5556	Σ -3,32
III	10-9	560	135,9	400	1,079	0,991	0,1760	0,000097673	0,0133	1,80
	9-8	885	104,83	400	0,828	1,04	0,1760	0,000161990	0,0170	1,78
	8-14	845	65,71	300	0,904	1,02	0,8250	0,000711068	0,0467	-3,07
	14-10	990	100	400	0,79	1,05	0,1760	0,000182952	0,0183	-1,83
									0,0953	Σ -1,32
IV	3-14	690	20	150	1,1	0,988	33,4900	0,022830803	0,4566	9,13
	14-8	845	65,71	300	0,904	1,02	0,8250	0,000711068	0,0467	3,07
	8-7	900	113,99	400	0,9	1,021	0,1760	0,000161726	0,0184	2,10
	7-4	442	33,53	200	1,04	0,995	6,8680	0,003020478	0,1013	3,40
	4-3	900	27,37	200	0,847	1,035	6,8680	0,006397542	0,1751	-4,79
									0,7982	Σ 12,91
V	4-7	442	33,53	200	1,04	0,995	6,8680	0,003020478	0,1013	-3,40
	7-6	540	40	250	0,8	1,047	2,0440	0,001155637	0,0462	1,85
	6-5	656	16,24	150	0,89	1,024	33,4900	0,022496707	0,3653	5,93
	5-4	860	13,56	150	0,742	1,065	33,4900	0,030673491	0,4159	-5,64
									0,9288	Σ -1,25

Продолжение приложения

№ кольца	№ участка	Δq	$\Delta q_{\text{см}}$	$q_{\text{испр.}}$	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
Первое исправление						
I	1-2	-35,71		206,03	0,004194958	-0,86
	2-13	-35,71	2,98	56,01	0,028924054	-1,62
	13-11	-35,71	2,98	35,26	0,00930064	-0,33
	11-12	35,71		264,36	0,003390216	0,90
	12-1	35,71		285,71	0,002457204	0,70
					0,048267072	Σ -1,21
II	2-13	2,98	-35,71	56,01	0,02892657	1,62
	13-11	2,98	-35,71	35,26	0,00930064	0,33
	11-10	2,98		276,18	0,00107018	0,30
	10-14	2,98	-6,9	96,08	0,017578028	1,69
	14-3	-2,98	-8,09	8,93	0,203879069	-1,82
	3-2	-2,98		97,02	0,015419195	-1,50
					0,276173682	Σ 0,62
III	10-9	6,90		142,80	0,013948166	1,99
	9-8	6,90		111,73	0,018099187	2,02
	8-14	-6,90	-8,09	50,72	0,036065344	-1,83
	14-10	-6,90	2,98	96,08	0,017578028	-1,69
					0,085690725	Σ 0,50
IV	3-14	-8,09	-2,98	8,93	0,203976551	1,82
	14-8	-8,09	-6,9	50,72	0,036065344	1,83
	8-7	-8,09		105,90	0,017126826	1,81
	7-4	-8,09	-0,67	24,77	0,074817233	1,85
	4-3	8,09		35,46	0,226856839	-8,04
					0,558842793	Σ -0,73
V	4-7	-0,67	-8,09	24,77	0,074802538	-1,85
	7-6	0,67		40,67	0,046999745	1,91
	6-5	0,67		16,91	0,380419308	6,43
	5-4	-0,67		12,89	0,395381299	-5,10
					0,89760289	Σ 1,40

Второе исправление						
I	1-2	-12,58		193,46	0,003938907	-0,76
	2-13	-12,58	-1,12	42,31	0,021849254	-0,92
	13-11	-12,58	-1,12	21,56	0,005686949	-0,12
	11-12	12,58		276,94	0,003551545	0,98
	12-1	12,58		298,29	0,002565396	0,77
					0,037592051	Σ -0,06
II	2-13	-1,12	-12,58	42,32	0,021854127	0,92
	13-11	-1,12	-12,58	21,56	0,005686949	0,12
	11-10	-1,12		275,06	0,00106584	0,29
	10-14	-1,12	2,89	97,85	0,017901853	1,75
	14-3	1,12	0,65	10,70	0,24428959	-2,61
	3-2	1,12		98,14	0,015597194	-1,53
					0,306395553	Σ -1,05

Продолжение приложения

III	10-9	0,00		142,80	0,013948166	1,99
	9-8	0,00		111,73	0,018099187	2,02
	8-14	2,89		54,26	0,038585275	-2,09
	14-10	2,89	0,65	97,85	0,017901853	-1,75
					0,088534481	Σ 0,17
IV	3-14	0,65		10,70	0,244372333	2,62
	14-8	0,65	-1,12	54,26	0,038582523	2,09
	8-7	0,65	2,89	106,55	0,017231948	1,84
	7-4	0,65		26,20	0,079136516	2,07
	4-3	-0,65	0,78	34,81	0,222698437	-7,75
					0,602021756	Σ 0,87
V	4-7	0,78		26,19	0,079113666	2,07
	7-6	-0,78	0,65	39,89	0,046098349	-1,84
	6-5	-0,78		16,13	0,362871877	-5,85
	5-4	0,78		13,67	0,419306622	5,73
					0,907390508	Σ 0,11
Третье исправление						
I	1-2	0,00		193,46	0,003938907	-0,76
	2-13	-0,80	1,72	43,23	0,022323533	-0,97
	13-11	-0,80	1,72	22,48	0,00592962	-0,13
	11-12	0,00		276,94	0,003551545	0,98
	12-1	0,00		298,29	0,002565396	0,77
					0,038309002	Σ -0,11
II	2-13	1,72	-0,8	43,24	0,02232777	0,97
	13-11	1,72	-0,8	22,48	0,00592962	0,13
	11-10	1,72		276,78	0,001072505	0,30
	10-14	1,72	0,95	100,52	0,018390335	1,85
	14-3	-1,72	-0,72	8,26	0,188582431	-1,56
	3-2	-1,72		96,42	0,015323838	-1,48
					0,251626499	Σ 0,21
III	10-9	0,00		142,80	0,013948166	1,99
	9-8	0,00		111,73	0,018099187	2,02
	8-14	0,95	-0,72	54,50	0,038750381	-2,11
	14-10	0,95	1,72	100,52	0,018390335	-1,85
					0,089188069	Σ 0,05
IV	3-14	-0,72	-1,72	8,26	0,188673628	1,56
	14-8	-0,72	0,95	54,49	0,038746068	2,11
	8-7	-0,72		105,83	0,017115505	1,81
	7-4	-0,72	-0,06	25,42	0,076780544	1,95
	4-3	0,72		35,53	0,227304667	-8,08
					0,548620412	Σ -0,64
V	4-7	-0,06	-0,72	25,41	0,076752316	-1,95
	7-6	0,00		39,89	0,046098349	1,84
	6-5	0,00		16,13	0,362871877	5,85
	5-4	0,00		13,67	0,419306622	-5,73
					0,905029164	Σ 0,01

Окончание приложения

Четвертое исправление						
I	1-2	0,00		193,46	0,003938907	-0,76
	2-13	-1,46	-0,42	41,35	0,021354975	-0,88
	13-11	-1,46	-0,42	20,60	0,005433726	-0,11
	11-12	0,00		276,94	0,003551545	0,98
	12-1	0,00		298,29	0,002565396	0,77
					0,03684455	Σ -0,01
II	2-13	-0,42	-1,46	41,36	0,021359448	0,88
	13-11	-0,42	-1,46	20,60	0,005433726	0,11
	11-10	0,00		276,78	0,001072505	0,30
	10-14	-0,42	0,3	100,40	0,018368381	1,84
	14-3	0,42	0,59	9,27	0,211641542	-1,96
	3-2	0,00		96,42	0,015323838	-1,48
					0,27319944	Σ -0,30
III	10-9	0,00		142,80	0,013948166	1,99
	9-8	0,00		111,73	0,018099187	2,02
	8-14	0,30	0,59	55,39	0,039384165	-2,18
	14-10	0,30	-0,42	100,40	0,018368381	-1,84
					0,089799899	Σ -0,01
IV	3-14	0,59	0,42	9,27	0,211632788	1,96
	14-8	0,59	0,3	55,38	0,039378918	2,18
	8-7	0,59		106,42	0,017210923	1,83
	7-4	0,59	0,01	26,02	0,07859283	2,04
	4-3	-0,59		34,94	0,223530117	-7,81
					0,570345577	Σ 0,21
V	4-7	0,01	0,59	26,01	0,078550649	-2,04
	7-6	0,00		39,89	0,046098349	1,84
	6-5	0,00		16,13	0,362871877	5,85
	5-4	0,00		13,67	0,419306622	-5,73
					0,906827496	Σ -0,08

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Гидравлический расчет сети в час наибольшего водопотребления при пожаре

№ кольца	№ участка	l, м	q, л/с	d, мм	v, м/с	δ	S ₀	$S = \frac{S_0 \cdot \delta \cdot l}{10^6}$	S · q	$h = S \cdot q^2$
Предварительное распределение										
I	1-2	955	291,74	600	1,029	0,977	0,0208	0,000019407	0,0057	-1,65
	2-13	650	108,74	300	1,491	0,928	0,8250	0,000497640	0,0541	-5,88
	13-11	315	87,99	300	1,21	0,964	0,8250	0,000250520	0,0220	-1,94
	11-12	590	268,65	600	0,952	1,01	0,0208	0,000012395	0,0033	0,89
	12-1	403	290	600	1,025	0,977	0,0208	0,000008190	0,0024	0,69
									0,0875	Σ -7,89
II	2-13	650	108,74	300	1,491	0,928	0,8250	0,000497640	0,0541	5,88
	13-11	315	87,99	300	1,21	0,964	0,8250	0,000250520	0,0220	1,94
	11-10	185	333,2	600	1,171	0,972	0,0208	0,000003740	0,0012	0,42
	10-14	990	160	400	1,27	0,955	0,1760	0,000166399	0,0266	4,26
	14-3	690	40	150	2,19	0,872	33,4900	0,020150263	0,8060	-32,24
3-2	860	120	400	0,95	1,01	0,1760	0,000152874	0,0183	-2,20	
									0,9284	Σ -21,94
III	10-9	560	135,9	400	1,079	0,991	0,1760	0,000097673	0,0133	1,80
	9-8	885	104,83	400	0,828	1,04	0,1760	0,000161990	0,0170	1,78
	8-14	845	105,71	300	1,456	0,932	0,8250	0,000649721	0,0687	-7,26
	14-10	990	160	400	1,27	0,955	0,1760	0,000166399	0,0266	-4,26
									0,1256	Σ -7,94
IV	3-14	690	40	150	2,19	0,872	33,4900	0,020150263	0,8060	32,24
	14-8	845	105,71	300	1,456	0,932	0,8250	0,000649721	0,0687	7,26
	8-7	900	153,99	400	1,22	0,962	0,1760	0,000152381	0,0235	3,61
	7-4	442	33,53	200	1,1	0,988	6,8680	0,002999228	0,1006	3,37
	4-3	900	67,37	200	2,091	0,879	6,8680	0,005433275	0,3660	-24,66
									1,3648	Σ 21,83
V	4-7	442	33,53	200	1,1	0,988	6,8680	0,002999228	0,1006	-3,37
	7-6	540	80	250	1,59	0,918	2,0440	0,001013252	0,0811	6,48
	6-5	656	16,24	150	0,89	1,024	33,4900	0,022496707	0,3653	5,93
	5-4	860	13,56	150	0,742	1,065	33,4900	0,030673491	0,4159	-5,64
									0,9629	Σ 3,41

Продолжение приложения

№ кольца	№ участка	Δq	$\Delta q_{см}$	$q_{испр.}$	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
Первое исправление						
I	1-2	-45,09		246,65	0,004786824	-1,18
	2-13	-45,09	11,82	75,47	0,037556891	-2,83
	13-11	-45,09	11,82	54,72	0,013708427	-0,75
	11-12	45,09		313,74	0,003888719	1,22
	12-1	45,09		335,09	0,002744255	0,92
					0,062685116	Σ -2,36
II	2-13	11,82	-45,09	75,47	0,037555794	2,83
	13-11	11,82	-45,09	54,72	0,013708427	0,75
	11-10	11,82		345,02	0,001290463	0,45
	10-14	11,82	-31,6	140,22	0,023332496	3,27
	14-3	-11,82	-8,00	20,18	0,406632311	-8,21
	3-2	-11,82		108,18	0,016537866	-1,79
					0,499057357	Σ -2,69
III	10-9	31,60		167,50	0,016360478	2,74
	9-8	31,6		136,43	0,02210035	3,02
	8-14	-31,6	-8,00	66,11	0,042953022	-2,84
	14-10	-31,6	11,82	140,22	0,023332496	-3,27
					0,104746347	Σ 0,36
IV	3-14	-8,00	-11,82	20,18	0,406707465	-8,21
	14-8	-8,00	-31,6	66,11	0,042953022	-2,84
	8-7	-8,00		145,99	0,022246073	-3,25
	7-4	-8,00	1,77	27,30	0,081878928	-2,24
	4-3	8,00		75,37	0,409505922	30,86
					0,963291409	Σ 14,33
V	4-7	1,77	-8,00	27,30	0,081874879	2,24
	7-6	-1,77		78,23	0,079266679	-6,20
	6-5	-1,77		14,47	0,325527344	-4,71
	5-4	1,77		15,33	0,470224617	7,21
					0,956893519	Σ -1,47

Второе исправление						
I	1-2	-20,94		225,71	0,004380383	-0,99
	2-13	-20,94	2,70	57,23	0,028479937	-1,63
	13-11	-20,94	2,70	36,48	0,009138951	-0,33
	11-12	20,94		334,68	0,004148265	1,39
	12-1	20,94		356,03	0,002915745	1,04
					0,049063282	Σ -0,53
II	2-13	2,70	-20,94	57,23	0,028478192	1,63
	13-11	2,70	-20,94	36,48	0,009138951	0,33
	11-10	2,70		347,72	0,001300562	0,45
	10-14	2,70	-1,70	141,22	0,023498895	3,32
	14-3	-2,70	7,44	24,92	0,502144559	-12,51
	3-2	-2,70		105,48	0,016125107	-1,70
					0,580686267	Σ -8,48

Продолжение приложения

III	10-9	1,70		169,20	0,016526522	2,87
	9-8	1,70		138,13	0,022375734	3,17
	8-14	-1,70	7,44	71,85	0,046683673	-3,48
	14-10	-1,70	2,70	141,22	0,023498895	-3,50
					0,109084825	Σ -0,79
IV	3-14	7,44	-2,70	24,92	0,502211224	14,08
	14-8	7,44	-1,70	71,85	0,046682418	3,48
	8-7	7,44		153,43	0,023379786	3,85
	7-4	7,44	0,77	35,51	0,106502591	4,26
	4-3	-7,44		67,93	0,369082357	-27,20
					1,047858376	Σ 1,83
V	4-7	0,77	7,44	35,51	0,106489421	4,26
	7-6	-0,77		77,46	0,078486475	-6,71
	6-5	-0,77		13,70	0,30820488	-3,86
	5-4	0,77		16,10	0,493843205	8,06
					0,987023981	Σ 1,43
Третье исправление						
I	1-2	-5,36		220,35	0,00427644	-0,94
	2-13	-5,36	7,30	59,17	0,029445359	-1,74
	13-11	-5,36	7,30	38,42	0,009624959	-0,37
	11-12	5,36		340,04	0,004214701	1,43
	12-1	5,36		361,39	0,002959641	1,07
					0,0505211	Σ -0,55
II	2-13	7,30	-5,36	59,17	0,029444667	1,74
	13-11	7,30	-5,36	38,42	0,009624959	0,37
	11-10	7,30		355,02	0,001327866	0,47
	10-14	7,30	-3,60	144,92	0,024114572	3,49
	14-3	-7,30	0,87	18,49	0,372578367	-6,89
	3-2	-7,30		98,18	0,01500913	-1,47
					0,452099561	Σ -2,28
III	10-9	3,60		172,80	0,01687829	2,92
	9-8	3,60		141,73	0,022958899	3,25
	8-14	-3,60	0,87	69,12	0,044909936	-3,10
	14-10	-3,60	7,30	144,92	0,024114572	-3,49
					0,108861698	Σ -0,43
IV	3-14	0,87	-7,30	18,50	0,372727013	-6,89
	14-8	0,87	-3,60	69,12	0,044908681	-3,10
	8-7	0,87		154,30	0,023512357	-3,63
	7-4	0,87	-0,72	35,66	0,106952475	-3,81
	4-3	-0,87		67,06	0,364355408	24,43
					0,912455934	Σ 6,99
V	4-7	-0,72	0,87	35,65	0,106926294	-3,81
	7-6	0,72		78,18	0,079216016	6,19
	6-5	0,72		14,42	0,324402509	4,68
	5-4	-0,72		15,38	0,471758292	-7,26
					0,982303111	Σ -0,20

Продолжение приложения

Четвертое исправление						
I	1-2	-5,46		214,89	0,004170485	-0,90
	2-13	-5,46	2,53	56,24	0,027987274	-1,57
	13-11	-5,46	2,53	35,49	0,008890937	-0,32
	11-12	5,46		345,50	0,004282376	1,48
	12-1	5,46		366,85	0,003004357	1,10
					0,048335428	Σ -0,20
II	2-13	2,53	-5,46	56,24	0,02798485	1,57
	13-11	2,53	-5,46	35,49	0,008890937	0,32
	11-10	2,53		357,55	0,001337329	0,48
	10-14	2,53	-1,97	145,48	0,024207756	3,52
	14-3	-2,53	3,83	19,79	0,398773709	-7,89
	3-2	-2,53		95,65	0,01462236	-1,40
					0,47581694	Σ -3,40
III	10-9	1,97		174,77	0,017070706	2,98
	9-8	1,97		143,70	0,02327802	3,35
	8-14	-1,97	3,83	70,98	0,046120125	-3,27
	14-10	-1,97	2,53	145,48	0,024207756	-3,52
					0,110676607	Σ -0,47
IV	3-14	3,83	-2,53	19,80	0,398964525	7,90
	14-8	3,83	-1,97	70,98	0,046117161	3,27
	8-7	3,83		158,13	0,024095976	3,81
	7-4	3,83	-0,10	39,39	0,118139596	4,65
	4-3	-3,83		63,23	0,343545966	-21,72
					0,930863224	Σ -2,09
V	4-7	-0,10	3,83	39,38	0,118113037	-4,65
	7-6	0,10		78,28	0,079317342	6,21
	6-5	0,10		14,52	0,326652179	4,74
	5-4	-0,10		15,28	0,468690942	-7,16
					0,9927735	Σ -0,86

Пятое исправление						
I	1-2	0,00		214,89	0,004170485	-0,90
	2-13	-2,11	3,57	57,70	0,028713451	-1,66
	13-11	-2,11	3,57	36,95	0,009256696	-0,34
	11-12	0,00		345,50	0,004282376	1,48
	12-1	0,00		366,85	0,003004357	1,10
					0,049427364	Σ -0,31
II	2-13	3,57	-2,11	57,70	0,028713418	1,66
	13-11	3,57	-2,11	36,95	0,009256696	0,34
	11-10	3,57		361,12	0,001350681	0,49
	10-14	3,57	-2,11	146,94	0,024450698	3,59
	14-3	-3,57	1,12	17,34	0,349405564	-6,06
	3-2	-3,57		92,08	0,014076601	-1,30
					0,427253658	Σ -1,28
III	10-9	0,00		174,77	0,017070706	2,98
	9-8	0,00		143,70	0,02327802	3,35
	8-14	-2,11	1,12	69,99	0,045476902	-3,18
	14-10	-2,11	3,57	146,94	0,024450698	-3,59
					0,110276327	Σ -0,45

Продолжение приложения

IV	3-14	1,12	-3,57	17,35	0,349604826	6,07
	14-8	1,12	-2,11	69,99	0,045473938	3,18
	8-7	1,12		159,25	0,024266642	3,86
	7-4	1,12	-0,43	40,08	0,120209063	4,82
	4-3	-1,12		62,11	0,337460698	-20,96
					0,877015167	Σ -3,03
V	4-7	-0,43	1,12	40,07	0,120171496	-4,81
	7-6	0,43		78,71	0,07975304	6,28
	6-5	0,43		14,95	0,336325763	5,03
	5-4	-0,43		14,85	0,455501341	-6,76
					0,99175164	Σ -0,27

Шестое исправление						
I	1-2	0,00		214,89	0,004170485	-0,90
	2-13	-3,17	1,49	56,02	0,027877416	-1,56
	13-11	-3,17	1,49	35,27	0,008835823	-0,31
	11-12	0,00		345,50	0,004282376	1,48
	12-1	0,00		366,85	0,003004357	1,10
					0,048170456	Σ -0,19
II	2-13	1,49	-3,17	56,02	0,02787874	1,56
	13-11	1,49	-3,17	35,27	0,008835823	0,31
	11-10	1,49		362,61	0,001356254	0,49
	10-14	1,49	-2,03	146,40	0,024360843	3,57
	14-3	-1,49	1,73	17,58	0,354241627	-6,23
	3-2	-1,49		90,59	0,013848819	-1,25
					0,430522106	Σ -1,55
III	10-9	0,00		174,77	0,017070706	2,98
	9-8	0,00		143,70	0,02327802	3,35
	8-14	-2,03	1,73	69,70	0,045283075	-3,16
	14-10	-2,03	1,49	146,40	0,024360843	-3,57
					0,109992644	Σ -0,39
IV	3-14	1,73	-1,49	17,59	0,354377058	6,23
	14-8	1,73	-2,03	69,69	0,045279022	3,16
	8-7	1,73		160,98	0,024530261	3,95
	7-4	1,73	-0,14	41,67	0,124977836	5,21
	4-3	-1,73		60,38	0,328061132	-19,81
					0,877225309	Σ -1,26
V	4-7	-0,14	1,73	41,66	0,124946255	-5,74
	7-6	0,14		78,85	0,079894895	6,99
	6-5	0,14		15,09	0,339475302	4,85
	5-4	-0,14		14,71	0,451207053	-6,57
					0,995523505	Σ -0,42

Седьмое исправление						
I	1-2	0,00		214,89	0,004170485	-0,90
	2-13	-1,95	1,80	55,87	0,027803021	-1,55
	13-11	-1,95	1,80	35,12	0,008798245	-0,31
	11-12	0,00		345,50	0,004282376	1,48
	12-1	0,00		366,85	0,003004357	1,10
					0,048058482	Σ -0,18

Окончание приложения

II	2-13	1,80	-1,95	55,87	0,027804426	1,55
	13-11	1,80	-1,95	35,12	0,008798245	0,31
	11-10	1,80		364,41	0,001362987	0,50
	10-14	1,80	-1,79	146,41	0,024362507	3,57
	14-3	-1,80	0,72	16,50	0,332479343	-5,49
	3-2	-1,80		88,79	0,013573647	-1,21
					0,408381154	Σ -0,50
III	10-9	0,00		174,77	0,017070706	2,98
	9-8	0,00		143,70	0,02327802	3,35
	8-14	-1,79	0,72	68,63	0,044587874	-3,06
	14-10	-1,79	1,80	146,41	0,024362507	-3,57
					0,109299107	Σ -0,30
IV	3-14	0,72	-1,80	16,51	0,332621589	5,49
	14-8	0,72	-1,79	68,62	0,044583821	3,06
	8-7	0,72		161,70	0,024639975	3,98
	7-4	0,72	-0,21	42,18	0,126507442	5,34
	4-3	-0,72		59,66	0,324149175	-19,34
					0,852502002	Σ -0,50
V	4-7	-0,21	0,72	42,17	0,126472945	-5,33
	7-6	0,21		79,06	0,080107678	6,33
	6-5	0,21		15,30	0,34419961	5,27
	5-4	-0,21		14,50	0,44476562	-6,45
					0,995545853	Σ -0,18

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Схема гидравлического расчета кольцевой сети в час наибольшего водоразбора

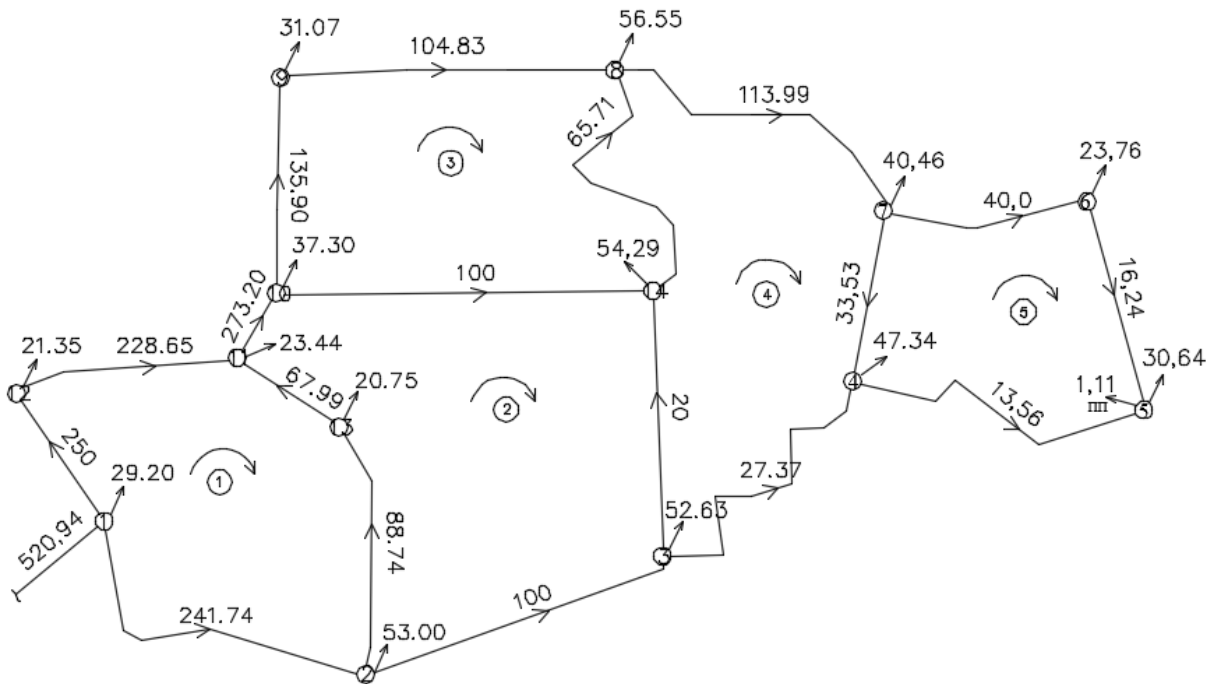
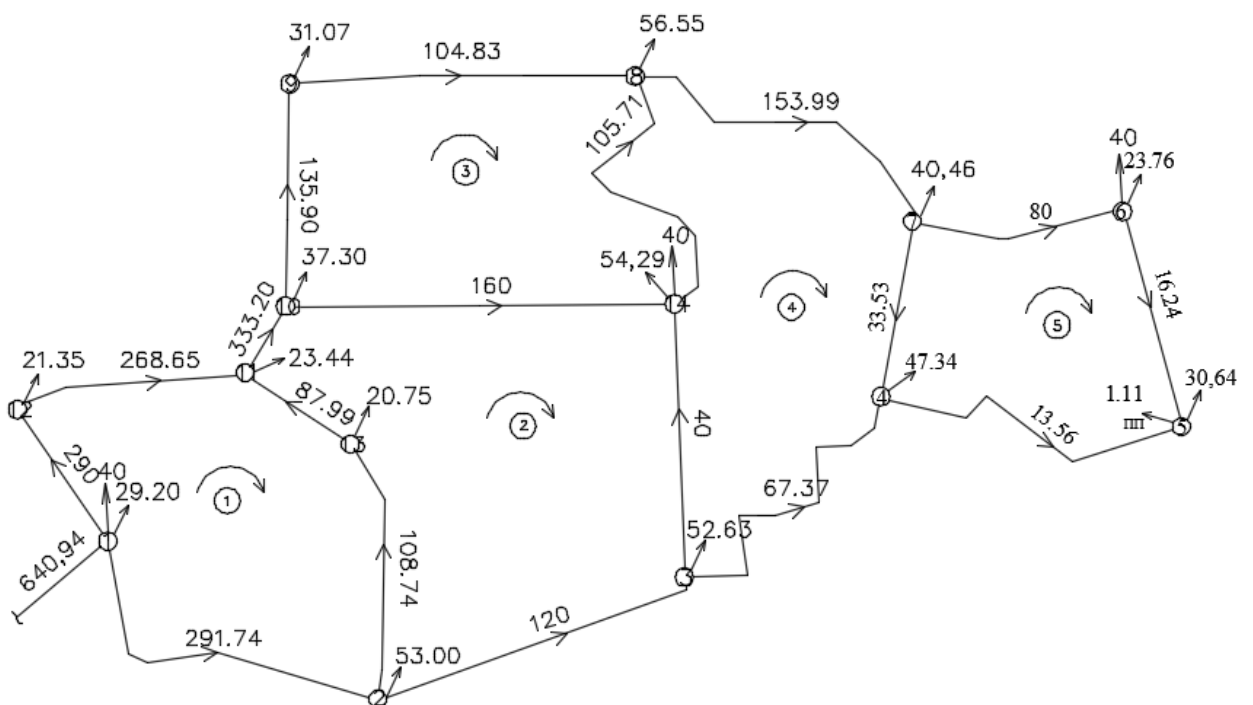


Схема гидравлического расчета кольцевой сети при пожаре в час наибольшего водоразбора



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Экологические аспекты водозаборного сооружения

- 1) Рыбозащита
- 2) Берегоукрепление

1) РЗУ экранного типа: проницаемый экран (электро-импульсное заграждение).

В основе работы электрических рыбозаградителей лежит воздействие на рыб электрических полей высокого напряжения. Рыба в электрическом поле стремится от катода к аноду, причем чем меньше рыба, тем большее напряжение нужно для ее отпугивания. Реакция на электрическое поле зависит и от вида рыбы; некоторые донные рыбы не чувствительны к его воздействию.

Электрорыбозаградитель состоит из системы электродов противоположной полярности, питающихся постоянным, переменным или импульсным постоянным током. Заградители различных типов различаются разным расположением электродов и использованием для питания постоянного или переменного тока.

2) Берегоукрепление:

Берегоукрепление в составе водозаборных сооружений предназначено для защиты береговых сооружений от подмыва течением и волнением воды, для закрепления и сохранения нужной формы и положения русла рек, обеспечивающих транзитное движение донных наносов, шуголедовых масс и сора, а также необходимую глубину воды в месте расположения водоприемника.

Фильтровая подготовка необходима для защиты основания от выноса (суффозии) из него мелких частиц и устраивается из одного слоя разнородного песчано-гравийного грунта толщиной 30 см или по типу обратного фильтра из 2...3 слоев различных по крупности материалов.

Покрытия из каменной наброски выполняют из рваного камня плотных изверженных, осадочных и метаморфических морозоустойчивых пород. Размер камня наброски определяют в зависимости от глубины и скорости течения потока, высоты и длины волн.

Покрытие из железобетонных плит рассчитывают на прочность и устойчивость и осуществляют с омоноличиванием уложенных на откосе сборных железобетонных плит в укрупненные карты (размером до 80 м вдоль уреза воды и до 20 м по откосу)

Деформационные швы между картами заполняют асфальтобетоном.

Гидравлическая нагрузка на водный объект должна составлять 20-25 % расхода реки

$$P_{\text{гид}} = (Q_p - Q_v) / Q_p \cdot 100 \%$$

где Q_p – минимальный среднемесячный расход речной воды, м³/с;
 Q_v – производительность водозаборных сооружений, м³/с.

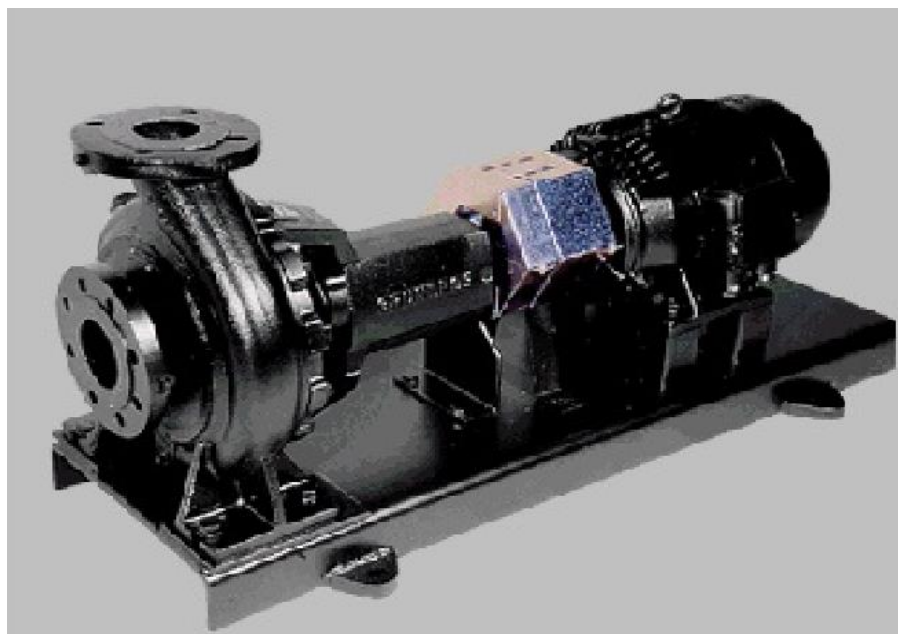
$$P_{\text{гид}} = (106 - 0,444) / 106 \cdot 100 \% = 99,59 \%$$

Вывод: гидравлическая нагрузка на водный объект составляет 0,41 % и не превышает допустимых норм по санитарному пропуску воды.

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Характеристика и габариты насоса для НС-I

Принимаем горизонтальный насос двустороннего входа: НК 250-310/281



Насос НК 250-310/281

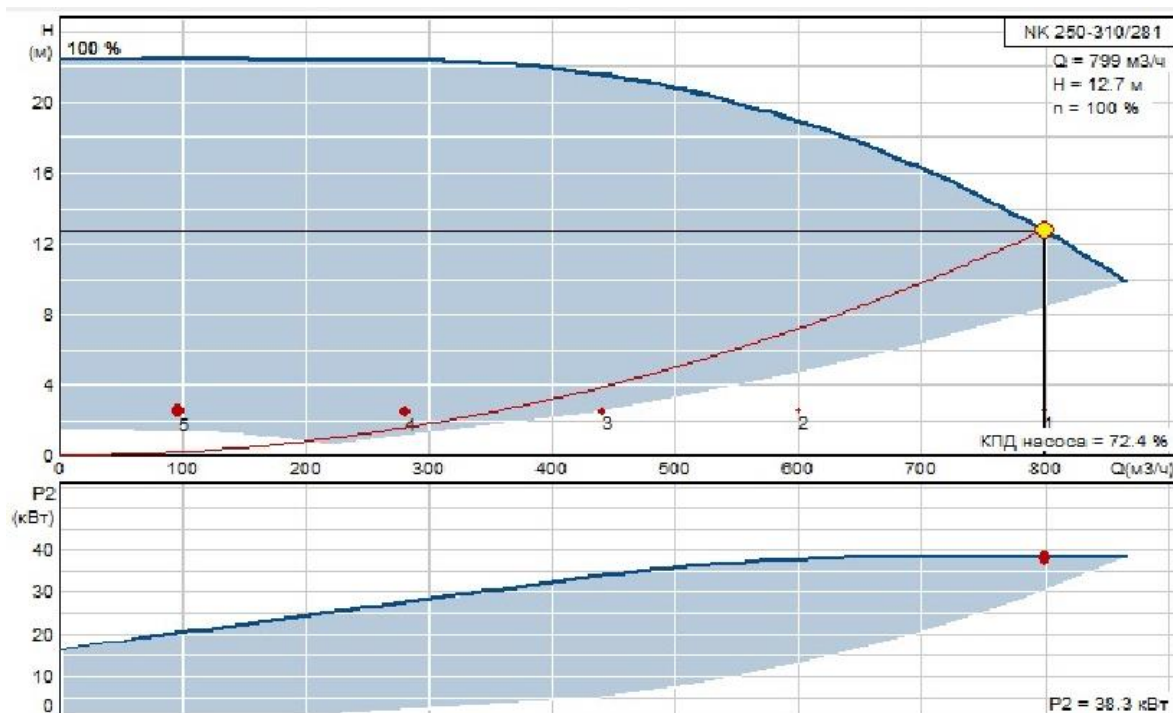
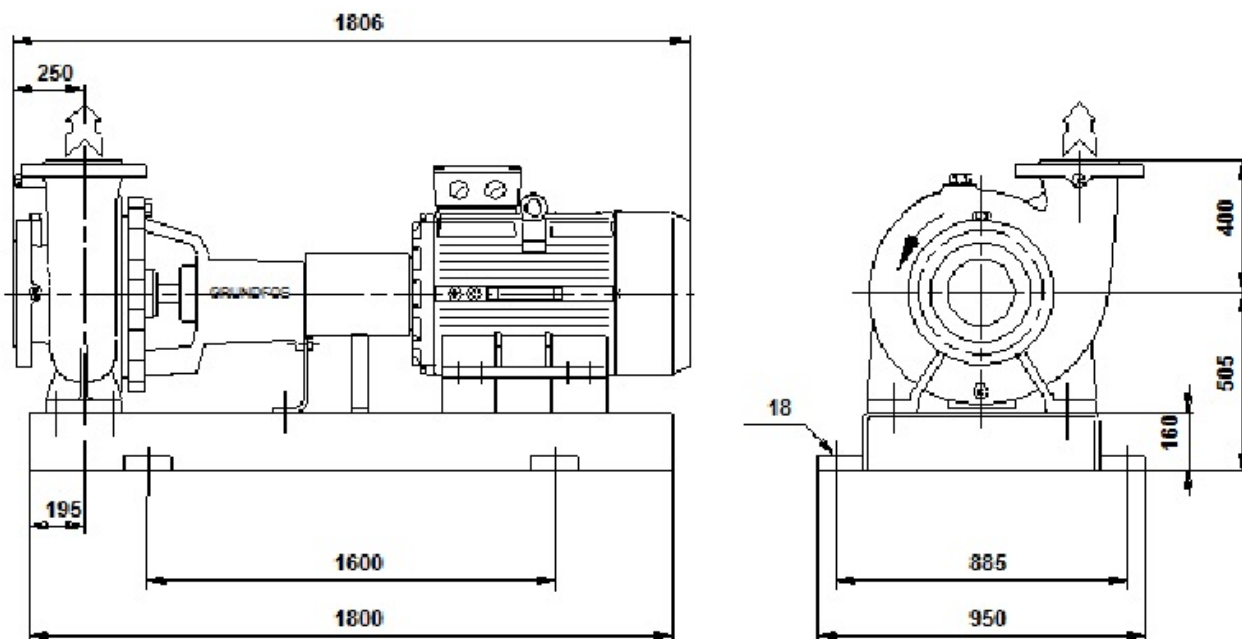


График характеристик насосов



Габариты насоса

Технические характеристики насоса – НК 250-310/281:

Одноступенчатый центробежный насос с нормальным всасыванием для перекачивания чистых или слегка замутненных, неагрессивных по отношению к материалу жидкостей, без абразивных или длиноволокнистых включений.

Насос и электродвигатель монтируются как отдельные узлы и соединяются посредством муфты.

Рабочее колесо динамически сбалансировано и гидравлически разгружено. Уплотнение вала – торцевое или сальниковое.

Насос поставляется в смонтированном состоянии и состоит из насосной части, плиты основания, муфты с защитным кожухом и электродвигателем.

Жидкость:

Диапазон температур жидкости: 0 .. 120 °С

Технические данные:

Текущий рассчитанный расход: 799 м³/ч

Общий гидростатический напор насоса: 12.7 м

Текущий диаметр рабочего колеса: 281 мм

Уплотнение вала: ВАQE

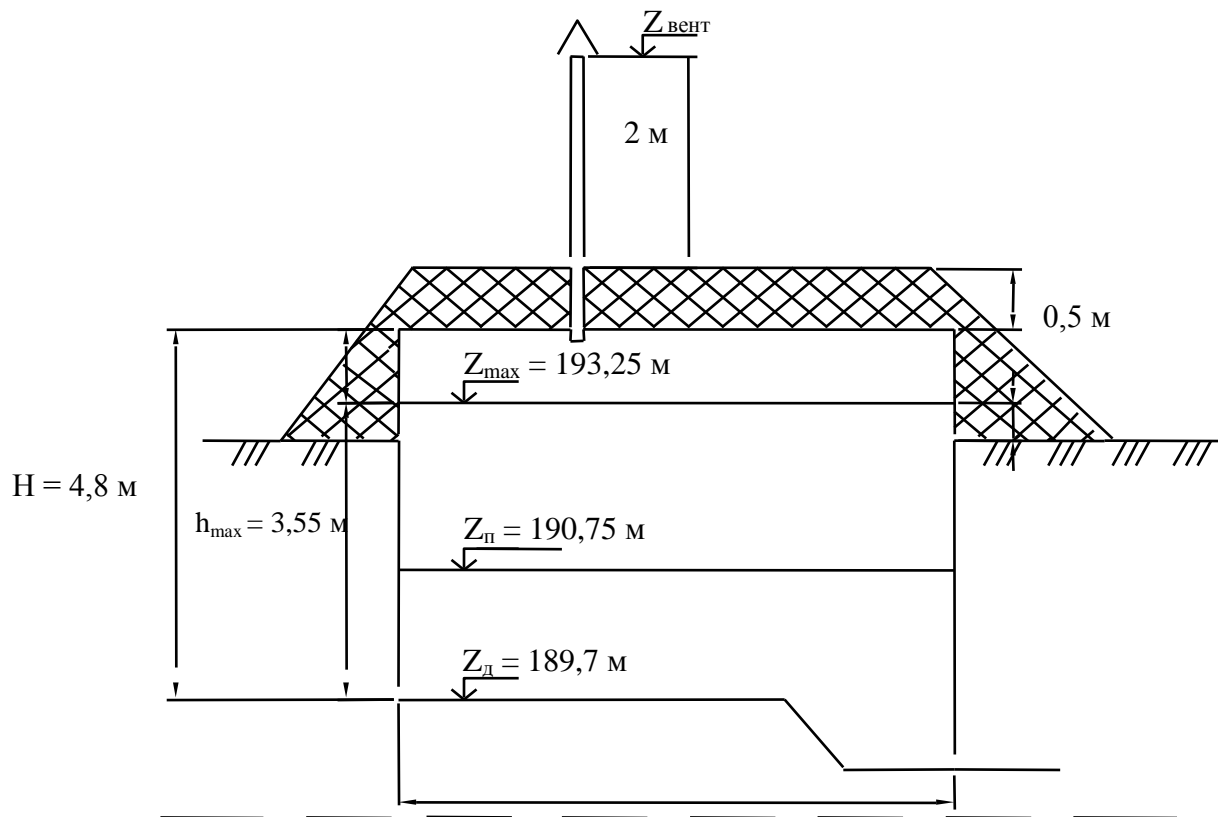
Материалы:

Корпус насоса: Чугун
EN-JL 1040 DIN-W.-Nr.
Class 35-40 ASTM

Рабочее колесо: Чугун
EN-JL 1040 DIN-W.-Nr.
Class 35-40 ASTM

ПРИЛОЖЕНИЕ К

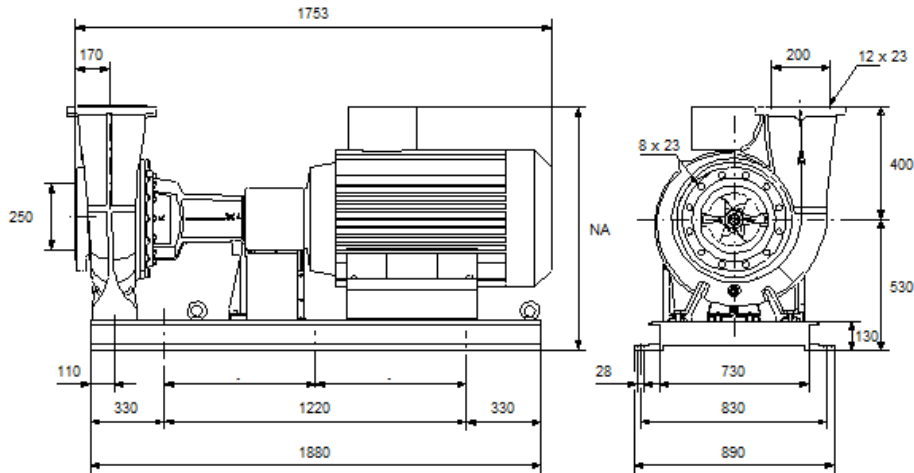
Расчетная схема резервуара чистой воды



ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Характеристика и габариты насоса для НС-II

Принимаем горизонтальный насос двустороннего входа: НК 200-400/392.



Габариты насоса

Несамовсасывающий одноступенчатый центробежный насос НК в соответствии с EN 1092-2. Насос предназначен для перекачивания маловязких, чистых и химически неагрессивных жидкостей, не содержащих твердых включений или волокон. Рабочее колесо гидравлически и динамически сбалансировано.

Технические характеристики насоса – НК 200-400/392

Жидкость:

Диапазон температур жидкости: 0 .. 120 °C

Текущий рассчитанный расход: 1461,6 м³/ч

Общий гидростатический напор насоса: 53,05 м

Текущий диаметр рабочего колеса: 392 мм

Уплотнение вала: ВАQE

Материалы:

Корпус насоса: Чугун
EN-GJL-250
ASTM A48-40 B

Рабочее колесо: Чугун
EN-GJL-200
ASTM A48-30 B

ПРИЛОЖЕНИЕ М

Количество образующихся твердых отходов

Узел технологической схемы, где образуется отход	Количество твердых отходов		Физико-химические свойства отходов (влажность, зольность, плотность)	Способ утилизации или хранения
	м ³ /год	т/год		
Осветлитель со взвешенным слоем осадка	222423,76	2226,48	99%	Шламо-уплотнитель
Отстойник промывных вод	9009,9	91	99%	
Шламо-уплотнитель (сгуститель)	56553,16	2329,99	96%	Вакуум-фильтры
Вакуум-фильтры	6784,45	2329,99	70 %	Площадки складирования (шламовые площадки) или полигоны ТБО

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

Подбор колодца

Характеристика задвижки:

1. Материал: чугун, ГОСТ 12673-71*
2. Высота задвижки: $h = 2,4$ м.
3. Масса задвижки: $m = 800$ кг.
4. Длина задвижки: $l = 0,8$ м.

Размеры колодца в плане:

Требуемый размер: строительная длина задвижки + 1 м = 1,8 м

Принимаем размер колодца в плане 2,0 м.

Высота рабочей камеры колодца равна: высота задвижки + 0,7 м = 3,1 м

Марка колец КЦ –20– 12 (2 шт.) и КЦ –20 – 9 (1 шт.)

Размеры колец

№	Размеры колец	Марка колец	
		КЦ –20 – 12	КЦ –20 – 9
1.	Внутренний диаметр, м	2,0	2,0
2.	Наружный диаметр, м	2,2	2,2
3.	Высота, м	1,19	0,89
4.	Масса колец, кг	1975	1475

Плита днища: КЦД – 20 (круглая в плане), $d = 2,5$ м

1. Толщина плиты: 0,14 м
2. Масса плиты: $m = 1400$ кг

Определяем параметры горловины:

Высота горловины рассчитывается по формуле

$$H_{\text{горл}} = h_{\text{ср}} - (H_{\text{р.к.}}^{\text{факт}} + 0,15 + 0,3) = 4,59 - (3,3 + 0,15 + 0,3) = 0,84 \text{ м} \quad (5.21)$$

Принимаем кольца стеновые для горловины.

Размеры колец

№	Размеры колец	Марка колец
		КЦ –7 – 3 (1 шт)
1.	Внутренний диаметр, м	0,7
2.	Наружный диаметр, м	0,84
3.	Высота, м	0,29
4.	Толщина стенки, см	0,7
5.	Масса колец, кг	130

Данные для плиты перекрытия:

1. Марка плиты: КЦП 1 – 20
2. Внутренний диаметр лаза: $d = 0,7$ м,
3. Наружный диаметр: $d = 2,2$ м,

4. Масса плиты: $m = 1425$ кг

На плиту перекрытия опирается плита опорная КЦО – 2

– внутренний диаметр которой равен $d_{\text{внут}} = 1$ м,

– толщина плиты составляет $0,15$ м,

– длина и ширина $1,7$ м,

– масса 800 кг.

Кольцо опорное вставляется внутрь, марка КЦО – 1

– внутренний диаметр равен $0,58$ м,

– наружный – $0,84$ м,

– толщина $0,07$ м,

– масса 50 кг.

Объем одного приемка:

$$V_{\text{пр}} = a^1 \cdot b^1 \cdot c^1 = 1,0 \cdot 1,135 \cdot 0,4 = 0,454 \text{ м}^3, \quad (5.22)$$

Объем грунта, разрабатываемого вручную:

$$V_p = 246,29 + 73,09 = 319,4 \text{ м}^3$$

Весь объем грунта, подлежащий разработке

$$V = 24659,2 + 319,4 = 24978,6 \text{ м}^3$$

ПРИЛОЖЕНИЕ О

Бланк объемов земляных масс

Вид работы	Основные параметры выемки				Объем грунта	
	Ширина, м		Глубина , h_{cp} м	Длина, м	Обозна чение	Количество, m^3
	По верху, E_{cp}	По низу, В				
Механизированные земляные работы						
Разработка траншеи	8,938	1,135	4,59	952,3	V_M^1	24659,2
Разработка котлованов под колодцы	11,84	3,7	4,84	40,7	V_M^2	3310,5
Вывоз грунта в отвал за пределы строительства	56,34	56,34	0,2	56,34	$V_{отв}$	563,37
Ручные земляные работы						
Разработка недобора грунта	1,135	1,135	0,2	993	V_p^1	246,29
Рытье прямков	1,0	1,0	1,135	0,4	V_p^2	73,09
Общий объем разработки:					V	24978,6
в т. ч. механизированный;					V_M	24659,2
в т. ч. ручной					V_p	319,4

Технико-экономические показатели

Технико-экономические показатели	Единицы измерения	Экскаватор	
		с обратной лопатой	драглайн
Продолжительность работы, Т	смена	56	59
Себестоимость разработки, $1 m^3$ грунта, $C_{отр}$	руб./ m^3	0,024	0,024
Трудоемкость разработки $1 m^3$ грунта, $M_{отр}$	чел. - ч/ m^3	0,06	0,066

Как видно из таблицы наиболее экономичным является вариант с экскаватором обратной лопата.

