

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

Инженерно-строительный
институт

Инженерные системы зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2023г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»

код и наименование направления

Разработка схемы системы водоснабжения г.Саяногорск
тема

Руководитель	_____	<u>доцент, к.т.н</u>	<u>О.Г.Дубровская</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>А.П.Реймер</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтроль	_____		<u>О.Г.Дубровская</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2023

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме: «Разработка схемы системы водоснабжения г. Саяногорск» объемом 96 страниц содержит 18 таблиц, 5 иллюстраций, 82 формулы, 4 листа графического материала, список использованных источников из 18 наименований.

Ключевые слова – ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, СЕТИ, ПОДЗЕМНЫЙ ИСТОЧНИК, ПОСЕЛОК, КОЛОДЕЦ.

Объект ВКР – г. Саяногорск, республика Хакасия.

Предмет ВКР – Система водоснабжения отдельных районов г. Саяногорск.

Цели работы:

- Проектирование системы водоснабжения
- Подбор очистных сооружений и расчет основных характеристик
- Оценка воздействий на окружающую среду
- Расчет затрат на строительство

Выполнен расчет расходов воды и гидравлический расчёт участков наружной водопроводной сети системы холодного водоснабжения. Определен тип водозабора и подобраны водозаборные очистные сооружения. Произведена оценка воздействий на окружающую среду. Выполнен подсчет расходов строительства, определен способ прокладки трубопровода.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ	3
ВВЕДЕНИЕ	7
Глава 1. Общие сведения	8
1.1. Современное водоснабжение поселка.....	8
1.2. Проектирование водопроводной сети	8
1.3. Определение расчётных расходов воды	9
1.4. Расчет водозабора из подземного источника	15
1.4.1. Определение категории водозабора	15
1.4.2. Обоснование выбора типа водозаборного сооружения	15
1.4.3. Расчет скважины.....	15
1.4.4. Гидрогеологический расчет скважины	18
1.4.5. Определение уровней воды в скважине.....	20
1.4.6. Подбор основного и вспомогательного оборудования	22
1.4.7. Водоподъёмные установки и регулирующие ёмкости.....	22
1.4.8. Насосное оборудование	24
1.4.9. Грузоподъёмное оборудование.....	25
1.4.10. Строение павильона и устья скважины	26
1.4.11. Выбор арматуры	27
1.4.12. Система водоподготовки	29
1.5. Подбор работы насосов	30
1.6. Гидравлический расчёт трубопроводов	34
1.7. Трассировка наружных водопроводных сетей.....	34
1.8. Выбор материала труб для устройства наружных водопроводных сетей.....	35
1.9. Схема предварительного потокораспределения на участках водопроводной сети.....	36
1.10. Схема предварительного потокораспределения при пожарах	41
Глава 2. Водозаборные очистные сооружения	45
2.1. Производительность сооружений водоподготовки.....	45
2.2. Состав сооружений для очистки воды.....	45
2.3. Расчет реагентного хозяйства.....	46

2.4. Расчет осветлительных фильтров	52
2.5. Расчет резервуара промывной воды	54
2.6. Расчет сорбционных фильтров	54
2.7. Расчет установки для обеззараживания воды бактерицидным излучением.....	56
Глава 3. Экология	62
3.1 Технология водоподготовки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду	62
3.2 Расчет выбросов пыли при сооружении скважин	62
3.3. Оценка воздействия на атмосферный воздух	63
3.4. Расчет зон санитарной охраны	63
3.5. Расчет границ поясов ЗСО	64
Глава 4. Экономика	67
4.1. Экономическое обоснование	67
4.2. Определение прогнозной стоимости строительства объекта.....	67
4.3. Сводный сметный расчет	74
4.4. Расчет эксплуатационных затрат	75
4.4.1 Стоимость реагентов и материалов	77
4.4.2. Расходы на заработную плату и отчисления на социальное страхование.....	78
4.4.3. Стоимость электроэнергии	81
4.4.4. Стоимость воды, используемой на собственные нужды	82
4.4.5. Стоимость тепловой энергии на отопление и технологические нужды	83
4.4.6. Амортизационные отчисления	85
4.4.7. Расчет стоимости капитально и текущего ремонта	85
4.4.8. Прочие расходы	86
4.4.9. Годовые эксплуатационные затраты	86
4.4.10. Приведенные затраты	86
4.5. Анализ ценовой политики. Определение себестоимости и цены продукции	86
4.6. Срок окупаемости	88
Глава 5. Бестраншейная прокладка трубопровода	89

5.1. Общие сведения	89
5.2. Технология прокладки	89
5.3. Расширение скважины	90
5.4. Протягивание трубопровода	91
5.5. Методы монтажа ГНБ	91
5.6. Производство работ по бестраншейной прокладке с применением технологии ГНБ.....	92
5.7. Технология бестраншейной прокладки коммуникаций методом горизонтально-направленного бурения. Проектирование бестраншейной прокладки коммуникаций с применением ГНБ.....	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	95
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	96
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	97

ВВЕДЕНИЕ

Саяногорск – город в России, в Республике Хакасии. Административный центр городского округа город Саяногорск. Город расположен на левом берегу Енисея.

Общая площадь г.Саяногорск составляет 19 кв.км. По площади и населению занимает третье место в регионе.

Основной водный объект – река Енисей. Подземные воды залегают на глубине 6-20 м.

Енисей – река в Тыве, Хакасии и Красноярском крае, одна из самых длинных и полноводных рек мира и России. Впадает в Карское море Северного Ледовитого океана. Длина — 3487 км, площадь водосборного бассейна — 2 580 000 км².

Глава 1. Общие сведения

1.1. Современное водоснабжение поселка

Территория г. Саяногорска представлена 10 жилыми микрорайонами многоэтажной застройки (5-9 этажей), а также поселками малоэтажной застройки, расположенными на северной и южной окраинах города.

Источником водоснабжения города Саяногорска являются подрусловые воды р. Енисей, которые поступают на водозабор, расположенный о. Большой. Водозабор (ООО «ХКС») представляет собой линейный ряд скважин с трубчатыми сифонными водоводами, введенными в камеры шахтных колодцев, совмещенными с двумя насосными станциями I подъема.

В настоящий момент централизованное холодное водоснабжение отсутствует в поселках Южный Ай-Дай, КСРЗ, УОС, Летник.

1.2. Проектирование водопроводной сети

Для транспортирования воды от источников к объектам водоснабжения служат водопроводы. Их выполняют из двух или более трубопроводов, укладываемых параллельно друг другу. Для подачи воды непосредственно к местам ее потребления (жилые здания, цеха промышленных предприятий) служит водопроводная сеть. При трассировке линий водопроводной сети необходимо учитывать планировку объекта водоснабжения, размещение отдельных потребителей воды, рельеф местности. В хозяйственно-питьевых и производственных водопроводах, как правило, принимают кольцевые сети, вследствие их способности обеспечивать бесперебойную подачу воды. Насосные станции второго подъема служат для подачи воды с очистных сооружений потребителям. Режим работы насосной станции второго подъема зависит от графика водоснабжения. Подача воды в течение суток может быть равномерной и ступенчатой. При ступенчатой подаче уменьшается необходимый объем бака водонапорной башни и полный напор насосов.

Насосной станции целесообразно устанавливать однотипные насосы с одинаковой подачей. Режим работы насосной станции выбирают на основе анализа графиков водопотребления и совместной работы насосов, водопроводов и водопроводной сети. Полного соответствия водопотребления и подачи воды насосной станцией добиться невозможно. Для регулирования подачи воды и потребления служат водонапорные башни. Регулирующий объем бака водонапорной башни сложно определить по совмещенным ступенчатым или интегральным графикам подачи и потребления воды.

Водонапорная башня состоит из напорного бака, поддерживающей конструкции (ствола), утепляющего шатра вокруг бака. При проектировании водопроводной сети водонапорную башню устанавливают в самой высокой точке города, а НС-II устанавливают выше города по течению реки.

1.3. Определение расчётных расходов воды

Водопотребители расходуют воду в течение суток неравномерно со значительными колебаниями в различные часы. Чтобы обеспечить требуемую пропускную способность распределительной сети труб и других сооружений системы водоснабжения необходимо знать максимальный требуемый расход. Для его определения необходимо просуммировать часовые расходы воды каждым потребителем и составить график водопотребления в течение суток.

Расчетный (средний за год) суточный расход воды, м³/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяем по формуле

$$Q_{\text{сут}}^{\text{ср}} = \frac{\sum(q_{\text{ж}} \cdot N_{\text{ж}})}{1000}, \quad (1.1)$$

где $q_{\text{ж}}$ – норма водопотребления, л/сут на 1 чел. [1];

N – расчетное число жителей в населенном пункте, чел.

$$Q_{\text{сут}}^{\text{ср}} = \frac{200 \cdot (944 + 5432 + 3543 + 7086)}{1000} = 3556 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в сутки максимального и минимального водопотребления определяем по формулам

$$Q_{\text{сут макс}} = k_{\text{сут макс}} \cdot Q_{\text{сут ср}} \quad (1.2)$$

$$Q_{\text{сут мин}} = k_{\text{сут мин}} \cdot Q_{\text{сут ср}} \quad (1.3)$$

Где $k_{\text{сут мин}}$ и $k_{\text{сут макс}}$ – соответственно максимальный и минимальный коэффициенты суточной неравномерности водопотребления, учитывающие уклад жизни населения, режим работы промышленных предприятий, степень благоустройства зданий и изменение водопотребления по сезонам года и дням (принимаются $k_{\text{сут макс}} = 1,1-1,3$; $k_{\text{сут мин}} = 0,7-0,9$ [1]).

Для населенных пунктов часовые расходы воды определяют с учетом коэффициентов часовой неравномерности водопотребления – максимального $k_{\text{ч.макс}}$ и минимального $k_{\text{ч.мин}}$, которые вычисляем по формулам

$$k_{\text{ч.макс}} = \alpha_{\text{макс}} \cdot \beta_{\text{макс}} \quad (1.4)$$

$$k_{\text{ч.мин}} = \alpha_{\text{мин}} \cdot \beta_{\text{мин}} \quad (1.5)$$

где α – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия ($\alpha_{\text{макс}} = 1,2 - 1,4$; $\alpha_{\text{мин}} = 0,4 - 0,6$ [1])

β – коэффициент, принимаемый по таблице [1], учитывающий количество жителей в населенном пункте.

$$\beta_{\text{макс}} = 1,23; \beta_{\text{мин}} = 0,45$$

$$k_{\text{ч.макс}} = 1,3 \cdot 1,23 = 1,6$$

$$k_{\text{ч.мин}} = 0,5 \cdot 0,45 = 0,2$$

$$Q_{\text{сут макс}} = 1,2 \cdot 3556 = 4267,2 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{\text{сут мин}} = 0,8 \cdot 3556 = 2844,8 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Максимальные и минимальные часовые расходы воды населением из водопроводной сети м³/ч, определяем по формулам

$$q_{\text{ч.макс}} = \frac{k_{\text{ч.макс}} \cdot Q_{\text{сут макс}}}{24} = \frac{1,6 \cdot 4267,2}{24} = 284,3 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.6)$$

$$q_{\text{ч.мин}} = \frac{k_{\text{ч.мин}} \cdot Q_{\text{сут мин}}}{24} = \frac{0,2 \cdot 2844,8}{24} = 26,7 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.7)$$

Расход на полив:

$$Q_{\text{полив}} = \frac{q_{\text{уд}} \cdot N}{1000} \quad (1.8)$$

$q_{\text{уд}}$ – норма расхода на одного человека, принимаем

90 л/сут согласно [2];

N – число жителей, чел.

$$Q_{\text{полив}} = \frac{90 \cdot 17000}{1000} = 1530 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход воды на собственные нужды, принимаем 10% от $Q_{\text{сут макс}}$

$$Q_{\text{с.н.}} = 0,1 \cdot 4267,2 = 426,7 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.10)$$

Расход воды на пожаротушение:

$$Q_{\text{пож}} = 3600 \cdot q \cdot t \cdot n \quad (1.11)$$

q – нормы расхода воды на тушение наружных пожаров в населенном пункте и на промышленном предприятии, л/с, согласно [2].

t – нормативная продолжительность пожара, 3 ч;

n – расчётное количество одновременных наружных пожаров в поселениях, принимаемое согласно п. 5.1, табл. 1 [2];

$$Q_{\text{пож}} = 3600 \cdot 0,010 \cdot 3 \cdot 2 = 216 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{\text{общ}} = 1530,5 + 426,7 + 216 = 2173,2 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.12)$$

График водопотребления в населенном пункте по часам суток
представлен в Таблице 1.1

Таблица 1.1 – Водопотребление по часам суток

Часы суток	Хозяйственно- питьевые нужды населения		Поливка улиц зеленых насаждений		Всего	%
	К = 1,6 %	Q _{пит} , м ³ /ч	Машины (60%)	Ручная (40%)		
1	2	3	4	5	6	7
0 – 1	1,25	53,3	114,75	102	270,1	4,7
1 – 2	1,25	53,3	114,75	102	270,1	6,5
2 – 3	1,25	53,3	114,75		168,1	3,4
3 – 4	1,25	53,3	114,75		168,1	3,5
4 – 5	2,25	96,0	114,75		210,8	2,0
5 – 6	3,25	138,7			138,7	3,0
6 – 7	4,75	202,7			202,7	3,9
7 – 8	6	256,0			256,0	4,5
8 – 9	6,375	272,0			272,0	4,1
9 – 10	5,875	250,7		102	352,7	3,7
10 – 11	5,375	229,4		102	331,4	3,8
11 – 12	5,875	250,7		102	352,7	4,7
12 – 13	6	256,0			256,0	5,4

Продолжение таблицы 1.1 – Водопотребление по часам суток

Часы суток	Хозяйственно- питьевые нужды населения		Поливка улиц зеленых насаждений		Всего	%
	К = 1,6 %	Qпит, м3/ч	Машины (60%)	Ручная (40%)		
13 – 14					256,0	4,8
14 – 15	5,5	234,7			234,7	4,0
15 – 16	5,25	224,0			224,0	3,5
16 – 17	5,5	234,7			234,7	3,4
17 – 18	6	256,0			256,0	4,1
18 – 19	5,75	245,4			245,4	4,6
19 – 20	4,75	202,7			202,7	4,0
20 – 21	4,25	181,4			181,4	3,8
21 – 22	3	128,0			128,0	2,5
22 – 23	2	85,3	114,75		200,1	4,1
23 – 24	1,25	53,3	114,75	102	270,1	6,5
Всего:	100	4267,152	918	612	5797,2	100

Ступенчатый график потребления и подачи воды представлен на рисунке 1.1.

1.4. Расчет водозабора из подземного источника

1.4.1. Определение категории водозабора

Данный водозабор относится ко 1 категории надежности согласно [1]. Допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30% расчетного расхода и на производственные нужды до предела, устанавливаемого аварийным графиком работы предприятий; длительность снижения подачи не должна превышать 3 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов системы (оборудования, арматуры, сооружений, трубопроводов и др.), но не более чем на 10 мин.

1.4.2. Обоснование выбора типа водозаборного сооружения

На основании гидрогеологических данных выбран подземный водоисточник – артезианские воды. В основе классификации подземных водозаборных сооружений лежит глубина залегания водоносного пласта, в данных условиях 80 м, глубина залегания более 30 м. Мощность водоносного пласта 40 м, что более 25 м и коэффициент фильтрации равен 15 м/сут, что более, чем 0,12 м/сут. На основании этих данных проектируем скважину.

Для сооружения скважины используем роторный способ бурения. Суть способа состоит в разрушении пород инструментом, который вращается вокруг оси с одновременным созданием вертикальной нагрузки за счет веса бурового снаряда. Разбуренная порода непрерывно выносится из скважины восходящим потоком рабочего глинистого раствора, который подается по бурильным трубам грязевым насосом.

1.4.3. Расчет скважины

Расчет скважины начинается с определения притока воды к скважине – дебита и определяется по формуле

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot K_\phi \cdot m \cdot S}{\lg \frac{R}{r}} \quad (2.1)$$

где K_ϕ – коэффициент фильтрации водоносного пласта, м/сут;

m – мощность водоносного пласта, м;

R и r – соответственно радиус влияния депрессионной воронки и радиус скважины, м.

S – понижение принимается в размере 12% от m , т.е. $S = 0,12 \cdot 40 = 4,8$ м.

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot 15 \cdot 40 \cdot 4,8}{\lg \frac{300}{0,2}} = 2475,5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Теперь определим диаметр фильтра по формуле:

$$D_\phi = \frac{Q_c}{\pi \cdot l_\phi \cdot V_\phi} \quad (2.2)$$

где Q_c – подача насоса, м³/сут;

l_ϕ – длина рабочей водоприемной части фильтра, м, принимается в пластах с мощностью более 10 м по формуле

$$l_\phi = (0,5 \div 0,8) \cdot m \quad (2.3)$$

$$l_\phi = (0,5 \div 0,8) \cdot 40 = 0,6 \cdot 40 = 24 \text{ м}$$

V_ϕ – скорость фильтрации, м³/сут определяется по формуле

$$V_{\phi} = 65 \cdot \sqrt[3]{K_{\phi}} \quad (2.4)$$

$$V_{\phi} = 65 \cdot \sqrt[3]{15} = 160,3 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$D_{\phi} = \frac{2475,5}{\pi \cdot 24 \cdot 160,3} = 0,25 \text{ м}$$

Диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб определяется по формуле:

$$D_{\text{э}} = D_{\phi} + 50 + 50 \quad (2.5)$$

$$D_{\text{э}} = 250 + 50 + 50 = 350 \text{ мм} = 0,35 \text{ м}$$

Внутренний диаметр направляющей трубы равен:

$$D_{\text{н}} = D_{\text{э}} + 100 \quad (2.6)$$

$$D_{\text{н}} = 300 + 100 = 400 \text{ мм} = 0,4 \text{ м}$$

Диаметр забоя:

$$D_{\text{з}} = \frac{D_{\phi}}{4} \quad (2.7)$$

$$D_{\text{з}} = \frac{0,25}{4} = 0,06 \text{ м}$$

Тип фильтра и область его применения представлена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Тип фильтра и область его применения

Тип фильтра	Материалы для изготовления	Особенности конструкции	Область применения
Трубчатые с круглой и щелевой перфорацией	Трубы металлические, пластмассовые, керамические, асбестоцементные, фанерные	Скважность трубчатого каркаса фильтра 20...25%. Диаметр отверстий и ширина щелей определяются размером преобладающих фракций породы или обсыпки	Скальные и полускальные породы, щебенистые и галечниковые отложения с преобладающей крупностью частиц 20- 100 мм (более 50 % по массе)

1.4.4. Гидрогеологический расчет скважины

Гидрогеологические расчеты водозаборных сооружений производят на основании законов движения подземных вод с учетом гидравлических условий состояния подземного потока (напорный и безнапорный), при той или иной степени схематизации гидрогеологической обстановки. Схема притока воды в одиночной скважине изображена на рисунке 2.1.

Обычно для расчетов выделяют три основные схемы водоносных пластов: неограниченные по площади распространения, изолированные и слоистые горизонты, к которым относятся артезианские бассейны; полуограниченные пласты и пласты – полосы – долины рек; ограниченные по площади распространения пласты. Кроме того, учитывают также расположение водоприемной части скважины в пласте, намеченном к

эксплуатации: водоприемная часть вскрывает пласт на полную мощность (совершенная скважина) или не на полную (несовершенная скважина).

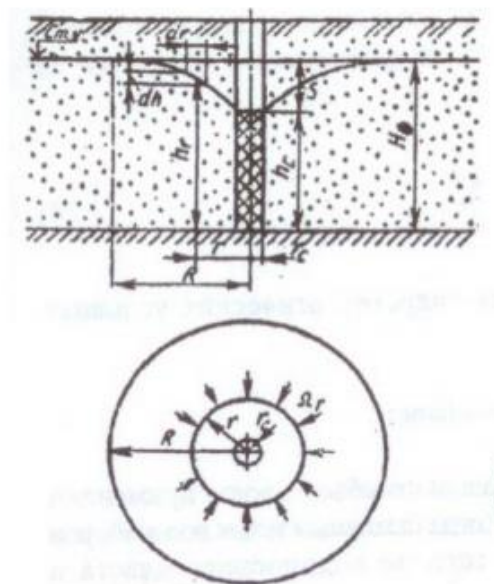


Рисунок 2.1 – Схема притока воды в одиночной скважине

В каждой одиночно работающей скважине расположенной в напорном пласте мощностью M , через любую цилиндрическую поверхность Ω_r пласта, очерченную вокруг скважины радиусом r , при коэффициенте фильтрации пород пласта K_f и диаметре фильтра скважины D_c в условиях установившегося движения расход воды будет одинаковым:

$$Q_c = \Omega_r v_r = \Omega_r k i_r = -2\pi r M k \frac{dh}{dr} \quad (2.8)$$

где i_r - гидравлический градиент потока на расстоянии r от оси скважины, $i_r = -dh/dr$

В результате интегрирования этого уравнения получаем известное выражение Дюпюи, связывающее параметры скважины и ее дебит с понижением уровня S в скважине:

$$Q_c = \frac{2\pi kMs}{\ln \frac{R}{r_c}} \quad (2.9)$$

$$Q_c = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 40 \cdot 4,8}{\ln \frac{300}{0,2}} = 5694,5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

А также уравнение кривой напоров (напорной линии):

$$h_r = H_0 - \frac{Q_c}{2\pi kM} \ln \frac{R}{r} \quad (2.10)$$

H_0 – напор воды при откачке, м.

$$h_r = 70,8 - \frac{5694,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 40} \ln \frac{300}{0,75} = 61,7 \text{ м}$$

Определяем количество скважин:

$$n = \frac{Q_{\text{общ}}}{Q_c} \quad (2.11)$$

где $Q_{\text{общ}}$ – общий суточный расход воды на технологические нужды, собственные нужды и обмыв оборудования, м³/сут.

$$n = \frac{2281,2}{2475,5} = 1 \text{ шт}$$

Принимаем 1 рабочую скважину и 1 резервную.

1.4.5. Определение уровней воды в скважине

Отметка статического горизонта воды составляет -1,800 м.

Определяем расчётную отметку динамических уровней воды в скважинах, м:

$$Z_{\text{расч.дин}} = Z_{\text{стат.ур}} - S_i, \quad (2.11)$$

где $Z_{\text{стат.ур}}$ – отметка статического уровня воды в скважине, м;

S_i – понижение уровня воды в i -ой скважине, м.

$$Z_{\text{расч.дин1}} = -1,8 - 4,8 = -6,6 \text{ м}$$

$$Z_{\text{расч.дин2}} = -1,8 - 5,25 = -7,08 \text{ м}$$

Понижение уровня воды в j -ой скважине:

$$S_j = S_i \cdot k, \quad (2.12)$$

где S_i – понижение уровня в i -ой скважине, м;

k – величина, показывающая увеличение понижения уровня.

$$S_1 = S = 4,8 \text{ м}$$

$$S_2 = 4,8 \cdot 1,1 = 5,28 \text{ м}$$

Срезка уровня воды в скважине $n+1$ при откачке воды со скважины n с понижением уровня S_n :

$$t_{ij} = \frac{3}{7} \cdot S_i, \quad (2.13)$$

где t_{ij} – срезка в j -ой скважине от воздействия i -ой скважины на расстоянии 50 м, м.

$$t_{1,2} = \frac{3}{7} \cdot 4,8 = 2,1 \text{ м}$$

$$t_{2,1} = \frac{3}{7} \cdot 5,28 = 2,3 \text{ м}$$

Дебит скважины с учётом срезки:

$$Q'_n = Q_n \cdot \left(1 - \frac{t_{n,n+1}}{S_n}\right), \quad (2.14)$$

$$Q'_1 = 237,3 \cdot \left(1 - \frac{3,1}{4,8}\right) = 84 \text{ м}^3/\text{час},$$

$$Q'_2 = 237,3 \cdot \left(1 - \frac{3,3}{5,28}\right) = 89 \text{ м}^3/\text{час},$$

1.4.6. Подбор основного и вспомогательного оборудования

Каждое водозаборное сооружение оснащено основным и вспомогательным оборудованием.

К основному оборудованию относятся: насосные агрегаты, затворы, водоводы – самотечные или сифонные, всасывающие и напорные, а также, запорная арматура.

К вспомогательному оборудованию относятся гидроэлеваторы для откачки осадка из водоприёмных камер; компрессоры, вакуум–насосы, дренажные насосы; грузоподъёмные устройства и механизмы; устройства для промывки фильтра.

1.4.7. Водоподъёмные установки и регулирующие ёмкости

Для автономных систем водоснабжения следует применять автоматизированные водоподъёмные устройства, включающие в себя насос, регулирующую ёмкость и приборы автоматического регулирования, при которых насос периодически подаёт или прекращает подачу воды в регулирующую ёмкость в зависимости от уровня воды в безнапорном (открытом) баке или давления в напорном гидропневматическом баке.

Работа водоподъёмной установки характеризуется частотой включения насоса в единицу времени, зависящей от регулирующего объёма бака. Безнапорный бак размещается в высшей точке системы на отметке, обеспечивающей необходимый напор в системе. В напорном гидропневмобаке необходимый напор создаётся давлением сжатого воздуха, передающимся на воду через эластичную мембрану.

Тип водоподъёмного оборудования зависит от вида водозаборного сооружения, глубины водоносного горизонта, дебита водоисточника, а также условий водопотребления. Для автономных систем водоснабжения могут

применяться насосы различных типов: консольные, консольные многоблочные, вихревые, погружные, бытовые, а также комплектные водоподъёмные устройства. Насосы могут размещаться в колодце или подземной камере.

Для подъёма из водозаборных скважин, как правило, применяются погружные насосы. Работу насосов следует применять в повторнократковременном режиме совместно с регулирующей ёмкостью. Производительность насосов при этом должна составлять не менее максимального часового расхода воды.

Полный напор насосной установки, м:

$$H_p = H_{\text{geom}} + \sum H_{\text{total}} + H_f, \quad (2.15)$$

где H_{geom} – геометрическая высота подъёма воды от динамического уровня воды в водозаборном сооружении до расчётной точки (наиболее высоко расположенного прибора), 228 м;

$\sum H_{\text{total}}$ – потери напора при движении воды до расчётной точки, м;

H_f – необходимый свободный напор в расчётной точке, 4 м.

Потери напора при движении воды до расчётной точки, м:

$$\sum H_{\text{total}} = H_{\text{geom}} - (H_{\text{отмостки}} + H_{\text{пола}} + 0,5), \quad (2.16)$$

где $H_{\text{отмостки}}$ – высота отмостки над уровнем земли, 0,5 м;

$H_{\text{пола}}$ – толщина пола, 0,35 м;

0,5 – высота обсадной трубы над уровнем пола, м.

$$\sum H_{\text{total}} = 228 - (0,5 + 0,35 + 0,5) = 226,7 \text{ м.}$$

Итак, полный напор насосной установки, м:

$$H_p = 228 + 226,7 + 4 = 458,7 \text{ м.}$$

1.4.8. Насосное оборудование

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

С учётом того, что расходный режим и водохозяйственный баланс по источнику с прогнозом на 15 лет, подбираем насос большей подачи, чем в расчётах.

В качестве насоса принимаем погружной скважинный насос типа ЭЦВ 10-160-25. Насос устанавливается в скважине ниже уровня воды и соединяется с сетью с помощью труб Ø235 мм. Трубы соединяются с помощью фланцев. В таблице 2.3 приведены технические характеристики насоса ЭЦВ8-65-70. Насос ЭЦВ8-65-70 представлен на рисунке 1.3.

Таблица 1.3 – Технические характеристики насоса марки ЭЦВ 8-65-70

Подача насоса, м ³ /ч	Напор, м	Потребляемый ток, А	Мощность электродвигателя, кВт	Диаметр, мм	Масса, кг
160	25	36	17	186	183

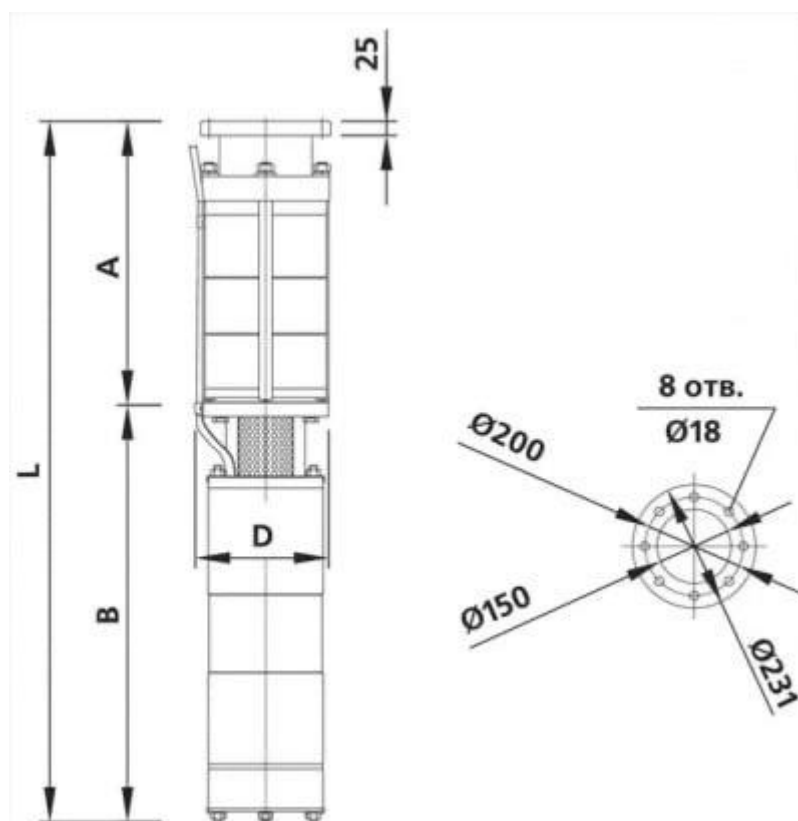


Рисунок 2.2 – Насос типа ЭЦВ 10-160-25.

1.4.9. Грузоподъемное оборудование

Для монтажа и демонтажа оборудования скважины применяем грузоподъемное устройство. Монтаж и демонтаж скважинного насоса предусматривается через люк павильона.

Для этого используют различные типы грузоподъемных механизмов (ручные тали, кран-балки, козловые и мостовые краны), которые выбираются с учетом размеров сооружений, компоновки технологического оборудования, его размеров и максимальной массы поднимаемого элемента.

Для подъема и опускания насоса в скважину применяем электрическую таль марки Т-050 грузоподъемностью 0,5 т. Она состоит из самоходной тележки, перемещающейся по подвесному монорельсу, и тали. Характеристики тали приведены ниже в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Технические характеристики тали Т-050.

Высота подъёма, м	Размеры тали, мм			Установленная мощность, кВт	Радиус поворота пути, м	Наибольшая нагрузка на колесо, кН	Масса тали, кг
	L	L ₁	L ₂				
6,3	710	195	138	0,55+0,12	прямой	2,3	65

1.4.10. Строеение павильона и устья скважины

Павильон устраивают над водозаборной скважиной. Он предназначен для размещения оборудования скважины, предотвращения несанкционированного доступа к скважине и оборудованию, защиты от неблагоприятных погодных условий.

Павильон устанавливается на подготовленном основании, выровненном и укрепленном слоем щебня. Вокруг здания устраивается отмостка в виде глиняного замка.

Высота павильона состоит из следующих составляющих:

$$H_{\text{п}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + 0,3 \quad (2.17)$$

где h_1 – высота монорельса грузоподъемного оборудования; 0,5 м;

h_2 – минимальное расстояние от тали до крюка 0,8 м;

h_3 – высота строповки груза, 0,5 м;

h_4 – высота груза, 1,315 м длина насоса;

h_5 – минимальное расстояние от груза до пола, 0,5 м;

0,3 м – расстояние от монорельса до перекрытия.

$$H_{\Pi} = 0,5 + 0,8 + 0,5 + 1,315 + 0,5 + 0,3 = 3,9 \text{ м}$$

Высота верхнего строения определяется с учётом строительного высотного шага, равного 0,3м. Исходя из этого, высота павильона будет на $H_{\Pi} = 3,9$ м.

1.4.11. Выбор арматуры

В зависимости от выбранной марки насоса производится выбор запорной арматуры. Согласно диаметру напорного трубопровода, принимаем задвижку марки «ИнжПласт» МЗВ (30Ч39Р) 250 ММ PN10. Технические характеристики задвижки приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Технические характеристики задвижки марки МЗВ 250 ММ

Диаметр, мм	Строительная длина, мм	Масса, кг	Температура рабочей среды, °С	Материал корпуса
250	250	118	до +150	чугун

Обратный клапан исключает обратный поток воды в системе и является обязательным элементом в системе водоснабжения. Выбираем клапан марки «ИнжПласт» клапан обратный чугунный Ду250. Технические характеристики клапана приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Технические характеристики клапана

Dy, мм	H, мм	L, мм	Давление рабочей среды, МПа	Температура рабочей среды, °C	Масса, кг
250	275	480	1	до + 130	16,3

Манометр подбирается по диапазону давлений в системе и служит для её гидравлической настройки и визуальному контролю за текущим давлением в системе водоснабжения. Выбираем манометр марки «Росма» ТМ-510 Р.00 М2. Технические характеристики манометра приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Технические характеристики манометра ТМ-510 Р.00 М2.

D	A	H	Температура рабочей среды, °C	Мах рабочее давление, МПа	Материал
100	100	100	До +150	1,6	сталь

Для гидроизоляции скважины от сточных и талых вод, а также для изоляции от посторонних предметов и промерзания скважины, устанавливаем кессон. Скважинный кессон – это цилиндрический или квадратный короб, установленный над скважиной. Кессон – это большая водонепроницаемая бочка с горловиной. Выбираем марку кессона FWATER глубиной 2030 мм металлический. Габаритные размеры – 1000 × 1070 мм.

1.4.12. Система водоподготовки

Вода каждого источника водоснабжения имеет индивидуальный химический состав. Это обусловлено географическим расположением источника, глубиной залегания эксплуатируемого водоносного пласта и составом слагающих его пород. Природная вода крайне редко соответствует нормам питьевого водоснабжения, а тем более требованиям, предъявляемым производителями водонагревательного и бытового оборудования, которое всегда есть в современном доме. Использование неподготовленной воды неизбежно приводит к увеличению затрат в том числе на защиту здоровья.

Подземные воды Хакасии имеют повышенное содержание железа 2,55 мг/л, что превышает ПДК в 8,5 раз, солей жесткости 12,3 мг/л, что превышает ПДК в 3,7 раз, фторидов 2,31 мг/л, что превышает ПДК в 7,7 раз, марганца 1,68 мг/л, что превышает ПДК в 5,6 раз.

В качестве водоочистки от железа на данном водозаборе установлен напорный фильтр с загрузкой МФО-47, а так же фильтры с кварцевым песком. МФО-47 – зернистый фильтрующий материал природного происхождения, предназначен для очистки воды от тяжелых металлов, и преимущественно, от марганца и железа, а также обеспечивает эффективное задержание взвешенных частиц. Сорбционная способность кварцевого песка позволяет удалять из воды окисленные железо и марганец.

Для умягчения воды использован угольный фильтр с загрузкой активированного угля.

Освобождение воды от взвеси и коллоидных веществ осуществляется путем коагуляции с «Аква-Ауратом 30».

В качестве осветлительных фильтров применяем типовые напорные однопоточные фильтры, загруженные кварцевым песком.

Для обеззараживания воды используются УФ-установки.

1.5. Подбор работы насосов

Работа Насосной Станции II подъема задается ступенчато, при этом подача осуществляется разным числом насосов в отдельные часы суток.

Количество насосов и время их работы определяется согласно [1] в зависимости от расхода. Так как $Q = 6742,7 \text{ м}^3/\text{сут}$ до 20 тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$, то принимаем 1 насос, с временем работы каждого $t_1 = 22 \text{ ч}$, $t_2 = 0 \text{ ч}$, $t_3 = 0 \text{ ч}$.

Подача одним рабочим насосом в процентах от суточной подачи НС определяется по формуле:

$$Q_1 = \frac{100}{\alpha_1 \cdot t_1 + \alpha_2 \cdot t_2 + \alpha_3 \cdot t_3} \quad (1.13)$$

где t_1, t_2, t_3 – время работы соответственно первого, второго и третьего насосов;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – коэффициент взаимовлияния параллельной работы насосов.

Точные значения коэффициентов взаимовлияния определяют из графиков характеристик параллельной работы насосов и водоводов, которые численно равны отношению приращению подачи при включении насоса соответствующей ступени к подаче одного насоса на водовод. С целью упрощения расчетов значение коэффициентов принимаются равными: $\alpha_1 = 1$; $\alpha_2 = 0,8$; $\alpha_3 = 0,6$.

$$Q_1 = \frac{100}{1 \cdot 22 + 0,8 \cdot 0 + 0,6 \cdot 0} = 4,54\%$$

Определяем регулируемую емкость бака РЧВ. Расчет емкости бака РЧВ приведен в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Расчет регулирующей емкости резервуара чистой воды

Часы суток	Подача воды НС-I подъема, %	Подача воды НС-II подъема, %	Поступление воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
1	2	3	4	5	6
0–1	4,16	4,7		0,5	2,3
1–2	4,16	6,5		2,3	0
2–3	4,16	3,4	0,8		0,8
3–4	4,16	3,5	0,7		1,4
4–5	4,16	2,0	2,1		3,6
5–6	4,17	3,0	1,2		4,7
6–7	4,17	3,9	0,3		5,0
7–8	4,17	4,5		0,4	4,67
8–9	4,17	4,1	0,1		4,8
9–10	4,17	3,7	0,5		5,3
10–11	4,17	3,8	0,4		5,7
11–12	4,17	4,7		0,5	5,2
12–13	4,17	5,4		1,2	4,0
13–14	4,17	4,8		0,7	3,3
14–15	4,17	4,0	0,2		3,5
15–16	4,17	3,5	0,7		4,2
16–17	4,17	3,4	0,8		4,9
17–18	4,17	4,1	0,1		5,0
18–19	4,17	4,6		0,4	4,6
19–20	4,17	4,0	0,2		4,8
20–21	4,17	3,8	0,4		5,2

Продолжение таблицы 1.8 – Расчет регулирующей емкости резервуара чистой воды

Часы суток	Подача воды НС-I подъема, %	Подача воды НС-II подъема, %	Поступление воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
21–22	4,16	2,5	1,7		6,9
22–23	4,16	4,1	0,05		6,98
23–24	4,16	6,5		2,4	5
Итого	100	100			

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

$$W_{РЧВ} = W_{рег} + W_{соб.н} + W_{пож} \quad (1.14)$$

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

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

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

Регулирующий объем воды, с учётом наибольшего остатка воды в резервуаре, определяется по формуле:

$$W_{рег} = \frac{\alpha_{max} \cdot Q_{сут.мах}}{100}, \text{ м}^3 \quad (1.15)$$

где α_{max} – максимальное значение остатка воды в резервуаре чистой воды, %;

$Q_{сут.мах}$ – суммарное суточное водопотребление в населённом пункте (городе), м³/сут.

$$W_{\text{рег}} = \frac{6,98 \cdot 5797,2}{100} = 404,6 \text{ м}^3$$

Неприкосновенный противопожарный объем $W_{\text{пож}}$ рассчитывается из условия тушения расчетного количества одновременных пожаров n в течение всего нормативного времени тушения пожара $T_{\text{пож}}$ согласно [2] и определяется по формуле

$$W_{\text{пож}} = T_{\text{пож}} \cdot 3,6 \cdot (n_{\text{н.п}} \cdot q_{\text{н.п}}) \quad (1.16)$$

Где $n_{\text{н.п}}$ – расчетное количество пожаров в населенном пункте, согласно [2];

$q_{\text{н.п}}$ – расход воды на тушение одного пожара в населенном пункте, л/с;

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

$$W_{\text{пож}} = 3 \cdot 3,6 \cdot (2 \cdot 10) = 216 \text{ м}^3$$

Объем регулирующей емкости резервуара на собственные нужды станции составляет 8% от $Q_{\text{сут.мах}}$:

$$W_{\text{соб.н}} = 0,08 \cdot Q_{\text{сут.мах}} = 0,08 \cdot 5797,2 = 463,8 \text{ м}^3 \quad (1.17)$$

Полный объем резервуаров чистой воды:

$$W_{\text{рчв}} = 404,6 + 216 + 463,8 = 1084,4 \text{ м}^3$$

Принимаем 2 железобетонных резервуара цилиндрической формы с купольными перекрытиями объемом 600 м³. В условиях умеренного климата резервуары этого типа заглубляют в грунт до половины высоты и обсыпают

слоем грунта около 1 м в целях теплоизоляции верхней части и перекрытия. Дно резервуара устраивают с уклоном 0,01 к приемку.

1.6. Гидравлический расчёт трубопроводов

Для систем с башней в начале водопроводной сети выполняется гидравлические расчеты на два случая:

I – час максимального водопотребления;

II – час максимального водопотребления плюс расход воды на тушение пожара.

Гидравлический расчет сводится к определению диаметра труб, потерь напора вследствие гидравлических сопротивлений и скорости движения.

1.7. Трассировка наружных водопроводных сетей

Наружные водопроводные сети служат для подачи воды непосредственно к местам ее потребления. Для доставки воды от источника водоснабжения к объектам потребления предназначены водоводы.

Количество линий водоводов принимается с учетом категории обеспеченности подачи воды системы водоснабжения согласно [1].

Водопроводные сети населённого пункта согласно [1] (п.11.5) должны быть кольцевыми. Кольцевые водопроводные сети устраиваются при необходимости обеспечения бесперебойного водоснабжения. Кольцевые сети более надежны, но при этом имеют большую протяженность.

Трассировка водопроводных сетей выполняется с учетом следующих правил:

– сеть равномерно располагается на территории населённого пункта с учётом возможности более экономичного (кратчайшего) подключения к ней крупных потребителей;

– участки сети проложены по улицам с обеспечением 2-х стороннего подключения линии распределительной сети, протяжённость транзитных участков минимальна;

– прокладка магистрали вне улиц (по внешней черте города) предусмотрена только в зонах перспективного строительства;

– замкнутые контуры вытянуты вдоль основного направления движения воды и имеют размеры в пределах допустимых: по линии магистралей – до 1000 м, по линии перемычек – до 800 м.

1.8. Выбор материала труб для устройства наружных водопроводных сетей

Водопроводные сети и водоводы должны обеспечивать транспортировку требуемых расходов воды, не ухудшая ее качества в течение длительного периода эксплуатации системы водоснабжения.

Выбор материала и класса прочности труб для водоводов и водопроводных сетей согласно [1] (п. 11.20) проводится на основании технико-экономического, статического и гидравлического расчетов, коррозионной агрессивности грунта и транспортируемой воды, а также условий обеспечения надежности и долговечности работы трубопроводов и требований к качеству воды.

Для напорных водоводов и водопроводных сетей могут применяться трубы из ПЭ (ГОСТ 18599-2001), полиэтиленовые трубы, из специальных марок ПЭ 100, прошедших расширенную программу испытаний в соответствии с требованиями PE100+ Association.

Для устройства водопроводной сети приняты полиэтиленовые трубы, российского производителя «ПОЛИПЛАСТИК». Так как трубы из этого материала:

- герметичны;
- низкая шероховатость;

- высокая химическая стойкость;
- сейсмостойкость;
- безопасность для питьевого водоснабжения;
- гибкость;
- низкий вес;
- гарантируют длительный срок службы – не менее 50 лет.

Официальным представителем труб данного производителя в России является компания «АНД Газтрубпласт» в г. Москва, адрес: ш.с. Очаковское, 18 стр 3, тел.: +7(495)745-68-57, info@polyplastic.ru

1.9. Схема предварительного потокораспределения на участках водопроводной сети

- 1) На генплане нанесем кольцевую сеть так, чтобы можно было подключить к ней все кварталы;
- 2) Пронумеруем узловые точки и определим длину каждого участка сети;
- 3) Определим удельное водопотребление:

$$q_{уд} = \frac{Q_{max}}{\sum l} \quad (1.19)$$

где $Q_{max} = 410,4$ – общий расход воды, м³/ч ;

$\sum l$ – суммарная длина водопроводной сети, м.

$$q_{уд} = \frac{410,4 \cdot 1000}{19280 \cdot 3600} = 0,006 \frac{\text{л}}{\text{с}} \text{ на } 1 \text{ п. м.}$$

- 4) Определим путевой расход по каждому участку:

$$q_{п} = q_{уд} \cdot l \quad (1.20)$$

где l – длина участка, м.

Результаты расчетов представим в виде таблицы 1.9.

Таблица 1.9 – Определение путевых отборов

Номер участка	Длина участка, м	Путевой расход Q _{пут} , л/с
1	2	3
1-4.	1000	6
4-3.	1000	6
1-2.	800	4,8
2-3.	1000	6
4-5.	550	3,3
5-6.	1000	6
3-6.	900	5,4
6-7.	1000	6
5-8.	1000	6
8-7.	900	5,4
7-10.	730	4,38
8-9.	700	4,2
9-10.	800	4,8
10-12.	900	5,4
9-11.	600	3,6
11-12.	780	4,68
12-13.	500	3
13-14.	450	2,7
13-16.	600	3,6
14-15.	600	3,6
15-16.	450	2,7
16-17.	600	3,6
15-18.	600	3,6
18-17.	400	2,4

Продолжение таблицы 1.9 - Определение путевых отборов

Номер участка	Длина участка, м	Путевой расход Q _{пут} , л/с
18-19.	600	3,6
17-19.	820	4,92

5) Найдем значение узловых расходов $q_{уз}$.

$$q_{уз} = 0,5 \cdot \sum q_{п} \quad (1.21)$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 1.10.

Таблица 1.10– Определение узловых отборов

Номер узла	Номера участков, примыкающих к узлу	Q _{пут} , л/с	Q _{уз} , л/с
1	2	3	4
1	2-1; 4-1	10,8	5,4
2	3-2; 1-2;	10,8	5,4
3	2-3; 4-3; 6-3	17,4	8,7
4	1-4; 3-4; 5-4	15,3	7,7
5	4-5; 6-5; 8-5	15,3	7,7
6	3-6; 5-6; 7-6	17,4	8,7
7	6-7; 8-7; 10-7	15,78	7,9
8	5-8; 7-8; 9-8	15,6	7,8
9	8-9; 10-9; 11-9	12,6	6,3
10	7-10; 9-10; 12-10	14,58	7,3
11	9-11; 12-11	8,28	4,1
12	10-12; 11-12; 13-12	13,08	6,5
13	16-13; 12-13; 14-13	9,3	4,7

Продолжение таблицы 1.10 - Определение узловых отборов

Номер узла	Номера участков, примыкающих к узлу	Qпут, л/с	Qуз, л/с
14	13-14; 15-14	6,3	3,2
15	14-15; 16-15	6,3	3,2
16	15-16; 13-16; 17-16	9,9	5,0
17	16-17; 18-17; 19-17	10,92	5,5
18	15-18; 17-18; 19-18	9,6	4,8
19	18-19; 17-19	8,52	4,3
сумма:			113,9

б) После определения узловых расходов вычертим схему водоводов и сети, на которой укажем стрелками предварительное направление и распределение расходов по линиям сети, соблюдая баланс расходов в узлах (первый закон Кирхгофа).

Схема предварительного потокораспределения в час максимального водоразбора представлена на рисунке 1.2.

7) Определим расход водонапорной башни на случай максимального водоразбора:

$$Q_{ВБ} = \frac{Q_{\max} - Q_{НС}}{3,6} \quad (1.21)$$

$Q_{НС}$ – расход воды насосной станцией, м³/ч.

$$Q_{НС} = \frac{\sum Q_{\max} \cdot 4,16}{100} \quad (1.22)$$

$$Q_{НС} = \frac{5798 \cdot 4,16}{100} = 241,2 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Q_{ВБ} = \frac{410,4 - 241,2}{3,6} = 47 \text{ л/с}$$

1.10. Схема предварительного потокораспределения при пожарах

Количество пожаров выбирается в зависимости от количества проживающих в населенном пункте согласно [2]. Принимаем 2 пожара, так как в данном населенном пункте проживает 17000 человек с расходом воды 20 л/с.

Схема предварительного потокораспределения в момент пожара представлена на рисунке 1.3.

Таблица 1.11 – Определение диаметров труб на участках водопроводной сети.

№ участка	Расчётный расход воды на участке q, л/с	Скорость v, м/с	Диаметр трубы d, мм	Расчётный расход воды на участке при пожарах q, л/с	Скорость v, м/с	Диаметр трубы d, мм
1-4.	84,25	1,62	280	100,25	1,09	315
4-3.	16	1,56	140	12,55	1,57	110
1-2.	24,25	1,79	160	28,25	1,79	160
2-3.	18,85	1,85	140	22,85	1,79	160
4-5.	60,55	1,92	225	80	1,62	280
5-6.	10	1,57	110	12,3	1,57	110
3-6.	26,15	1,93	160	26,7	1,79	160
6-7.	27,45	2,08	160	30,3	1,1	225
5-8.	42,85	1,38	225	60	1,92	225
8-7.	15,05	1,46	140	12,2	1,57	110
7-10.	34,6	1,1	225	34,6	1,1	225
8-9.	20	1,95	140	30	1,1	225
9-10.	3,7	1,26	75	3,7	1,26	75
10-12.	31	2,31	160	31	1,1	225
9-11.	10	1,57	110	20	1,79	160
11-12.	5,9	0,9	110	15,9	1,46	140
12-13.	30,4	2,27	160	40,4	1,38	225

Продолжение таблицы 1.11 – Определение диаметров труб на участках водопроводной сети.

№ участка	Расчётный расход воды на участке q, л/с	Скорость v, м/с	Диаметр трубы d, мм	Расчётный расход воды на участке при пожарах q, л/с	Скорость v, м/с	Диаметр трубы d, мм
13-14.	10,7	1,57	110	10	1,57	110
13-16.	15	1,46	140	15	1,46	140
14-15.	7,5	1,18	110	6,8	1,18	110
15-16.	3	1,02	75	5	0,9	110
16-17.	7	1,1	110	5,7	0,9	110
15-18.	7,3	1,18	110	8,6	1,57	110
18-17.	1	1,2	50	0,1	0,93	32
18-19.	3,5	1,26	75	3,9	1,26	75
17-19.	0,5	0,93	32	0,1	0,93	32

Глава 2. Водозаборные очистные сооружения

2.1. Производительность сооружений водоподготовки

Расчетная производительность очистных сооружений определена с учетом максимального водопотребления в городе, расхода воды на собственные нужды станции водоподготовки и дополнительного противопожарного расхода воды. Результаты сведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Расчетная производительность сооружений водоподготовки

$Q_{\text{сут}}, \text{ м}^3/\text{сут}$	$Q_{\text{час}}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$Q_{\text{с}}, \text{ м}^3/\text{с}$
5694,5	237,3	0,066

2.2. Состав сооружений для очистки воды

Очистные сооружения являются одним из основных элементов системы водоснабжения.

Выбор состава сооружений определяется с учетом показателей качества воды, требований к качеству питьевой воды, производительности очистных сооружений, технико-экономического обоснования.



Рисунок 2.1 – Технологическая схема водоподготовки

1 – аккумулирующая ёмкость с аэраторами донного и пристеночного типов, 2 – осветлительные механические фильтры с кварцевым песком, 3 – сорбционные фильтры с загрузкой МФО-37 и активированным углем, 4 – УФ-обеззараживание, 5 – РЧВ.

2.3. Расчет реагентного хозяйства

В качестве коагулянта принят «Аква-Аурат 30» (полиоксиалюминий хлорид). Коагулянт поставляется в виде порошка. Массовая доля оксида алюминия Al_2O_3 – 30,0 %. Доза коагулянта принимается из расчета 2-4 мг/л по Al_2O_3 .

Для приготовления раствора коагулянта на очистных станциях применяют различные устройства: растворные баки, расходные баки, насосы - дозаторы и т.д. Для растворения сухого коагулянта используют растворные баки, в которых готовят раствор коагулянта с концентрацией 9 %. Для интенсификации процесса растворения под колосниковой решеткой по системе дырчатых труб подается сжатый воздух воздуходувкой. Полученный раствор по перепускному рукаву поступает в растворные баки, где доводится до требуемой концентрации (5 %). Затем раствор коагулянта насосом - дозатором подается в смеситель.

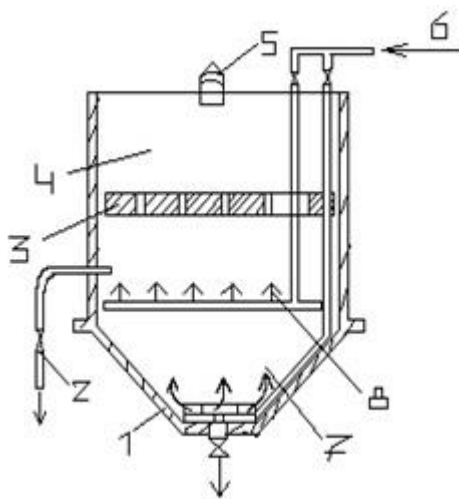


Рисунок 2.2 – Бак для растворения коагулянта с подводом сжатого воздуха:

1 – ж/б резервуар; 2 - отвод раствора коагулянта; 3 - колосниковая решетка; 4 - куски коагулянта; 5 - подача воды; 6 - подача воздуха; 7 - верхняя и нижняя воздухораспределительная система

Емкость растворного бака, м³:

$$W_p = \frac{q_{\text{ч}} n D_k}{10\,000 \cdot V_p \gamma}, \quad (2.1)$$

где n – время, за которое изготовляют раствор коагулянта, $n=6-12$ ч;

D_k – доза коагулянта, $D_k = 300$ мг/л;

V_p – концентрация раствора коагулянта, $V_p = 9$ %;

γ_k – объемный вес коагулянта, $\gamma_k = 1,163$ т/м³.

$$W_p = \frac{237,3 \cdot 6 \cdot 300}{10\,000 \cdot 9 \cdot 1,163} = 4 \text{ м}^3$$

Емкость расходного бака, м³:

$$W = \frac{W_p V_p}{B}, \quad (2.2)$$

где B – концентрация раствора коагулянта в расходном баке, $B_p = 5$ %.

$$W = \frac{4 \cdot 9}{5} = 7,2 \text{ м}^3.$$

Принимаем размеры бака – железобетонный резервуар круглый в плане диаметром 2,4 м и высотой 2 м. Принимаем 1 растворный бак и 1 резервный.

Определяем общий расход воздуха, л/с:

$$Q_B = F_1 \omega_1 + F_2 \omega_2, \quad (2.3)$$

где F_1 и F_2 – площади растворных и расходных баков, м²;

ω_1, ω_2 – интенсивности подачи воздуха в растворный и расходный баки.

Принимаем $\omega_1 = 3 \div 10\%$ л/с·м², $\omega_2 = 3 \div 5\%$ л/с·м².

$$F_1 = F_2 = \frac{\pi d^2}{4} \quad (2.4)$$

где d – диаметр бака, м

$$F_1 = F_2 = \frac{3,14 \cdot 2,4^2}{4} = 4,5 \text{ м}^2,$$

$$Q_B = 4,5 \cdot 4 + 4,5 \cdot 3 = 31,5 \text{ л/с}.$$

По полученному результату подбираем компрессор Aquant 2RB-610, производительность 237,3 м³/час = 0,066 м³/с, мощность электродвигателя 2,2 кВт, давление 220 мБар. Предусматриваем, кроме того, резервный компрессор.

Находим диаметр трубопровода, м:

$$V = \frac{W}{60 \cdot (p+1) \cdot 0,785d^2} \quad (2.5)$$

где W – производительность воздухоудовки, м³/мин;

p – давление в трубопроводе, равное 1,5 кг/см².

$$V = \frac{3,9}{60 \cdot (1,5 + 1) \cdot 0,785 \cdot 0,03^2} = 36,8 \text{ м}$$

Определяем вес воздуха, проходящего через трубопровод, кг/ч:

$$G = W \cdot 60 \cdot \gamma, \quad (2.6)$$

где γ - удельный вес воздуха, равный 1,9 кг/м³.

$$G = 3,9 \cdot 60 \cdot 1,9 = 444,6 \text{ кг/ч}.$$

Определяем потери давления воздуха, м:

$$P_1 = \frac{12,5\beta G^2 l}{\gamma d^5}. \quad (2.7)$$

где β - коэффициент сопротивления, $\beta=1,2$;

l – длина трубопровода, l=20 м.

$$P_1 = \frac{12,5 \cdot 1,2 \cdot 444,6^2 \cdot 20}{1,9 \cdot 30^5} = 1,3 \text{ м.}$$

Потери напора в фасонных частях, мм.вод.ст.:

$$P_2 = 0,063V^2 \cdot \sum \xi, \quad (2.8)$$

где V – скорость движения воздуха в трубопроводе;

$\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений:

$$\sum \xi = 1,5n, \quad (2.9)$$

где n – число колен, равное числу растворных и расходных баков.

$$\sum \xi = 1,5n = 1,5 \cdot 1 = 1,5.$$

$$P_2 = 0,063 \cdot 0,9^2 \cdot 1,5 = 0,076 \text{ мм. вод. ст.}$$

Суженный участок для ввода реагента

Определяем диаметр одного подводящего водовода, м:

$$D = \sqrt{\frac{4q}{\pi V_1}}, \quad (2.10)$$

где q – расход воды в водоводе, м³/с;

V_1 – скорость движения воды в подводящем водоводе, $V_1 = 1 \div 1,2$ м/с.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,066}{3,14 \cdot 1,1}} = 0,28 \text{ м.}$$

Принимаем диаметр одного подводящего водовода 300 мм.

Диаметр суженного участка, м:

$$d = \frac{D}{2}, \quad (2.11)$$

$$d = \frac{300}{2} = 150 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр суженного участка 150 мм.

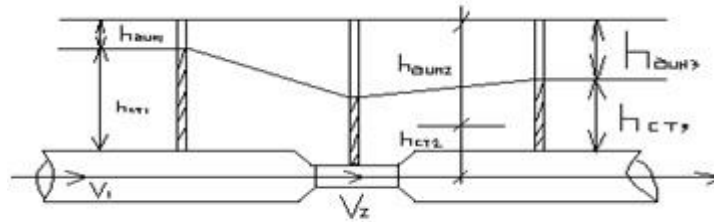


Рисунок 2.3 – Трубопровод подачи реагента

Динамичное давление воды в водоводе, м:

$$h_{\text{дин1}} = \frac{V_1^2}{2g}, \quad (2.12)$$

$$h_{\text{дин1}} = \frac{1,1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,06 \text{ м.}$$

Динамичное давление воды в суженном участке, м:

$$h_{\text{дин2}} = \frac{V_2^2}{2g}, \quad (2.13)$$

$$h_{\text{дин2}} = \frac{3,0^2}{2 \cdot 9,81} = 0,46 \text{ м.}$$

Потери напора в суженном участке, м:

$$h_c = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}, \quad (2.14)$$

где V_2 и V_1 - скорости движения воды соответственно в трубе нормального сечения и в суженной части трубопровода, $V_1=1 \div 1,2$ м/с, $V_2=3$ м/с.

$$h_c = \frac{3,0^2 - 1,1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,39 \text{ м.}$$

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

Площадь поперечного сечения водовода, m^2 :

$$f_1 = \frac{\pi D^2}{4}, \quad (2.15)$$

$$f_1 = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 3,14 \text{ м}^2.$$

Площадь поперечного сечения суженного участка, m^2 :

$$f_2 = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (2.16)$$

$$f_2 = \frac{3,14 \cdot 1^2}{4} = 0,79 \text{ м}^2.$$

Отношение площадей сечений:

$$m_1 = \frac{f_1}{f_2}, \quad (2.17)$$

$$m_1 = \frac{3,14}{0,79} = 4.$$

Разность отметок уровней воды в пьезометрах, м:

$$\sqrt{h} = \frac{q_c \cdot \sqrt{m_1^2 - 1}}{\mu f_1 \sqrt{2g}}, \quad (2.18)$$

где μ - коэффициент расхода, $\mu=0,98$.

$$\sqrt{h} = \frac{0,066 \cdot \sqrt{4^2 - 1}}{0,98 \cdot 0,06 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} = 10$$

Для хранения коагулянта и извести необходимо устройство склада, рассчитанного на 15-30 суточную наибольшую потребность в реагентах.

Площадь склада коагулянтов, m^2 :

$$F_{\text{скл}}^{\text{к}} = \frac{Q_{\text{ос}} D_{\text{к}} T \alpha}{1000 P_{\text{с}}^{\text{к}} h_{\text{к}} G_0^{\text{к}}}, \quad (2.19)$$

где $D_{\text{к}}$ - доза коагулянта, $D_{\text{к}}=3$ мг/л;

T - продолжительность хранения коагулянта на складе, $T=60$ сут;

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

$P_{\text{с}}^{\text{к}}$ - содержание безводного продукта в коагулянте, $P_{\text{с}}^{\text{к}} = 33,5$;

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

$G_0^{\text{к}}$ - объемный вес коагулянта при загрузке склада навалом,
 $G_0^{\text{к}} = 1,1$ т/м³.

$$F_{\text{скл}}^{\text{к}} = \frac{237,3 \cdot 3 \cdot 60 \cdot 1,15}{1000 \cdot 33,5 \cdot 2 \cdot 1,1} = 0,66 \text{ м}^2.$$

2.4. Расчет осветлительных фильтров

В качестве осветлительных фильтров применяем типовые напорные однопоточные фильтры, загруженные кварцевым песком.

Расчет фильтров выполняют исходя из производительности с учетом расхода осветленной воды на собственные нужды всех установленных фильтров. Общая площадь фильтрования F , м², определяется по формуле

$$F = \frac{Q_{\text{ч}}}{V_{\text{ф}}}, \quad (2.20)$$

где $V_{\text{ф}}$ – скорость фильтрования при нормальном режиме работы фильтров, м/ч. $V_{\text{ф}} = 8$ м/ч.

$$F = \frac{237,3}{8} = 29,6 \text{ м}^2.$$

Площадь фильтрования каждого фильтра определяется путем подбора по формуле

$$f' = \frac{F}{a}, \quad (2.21)$$

где a – число фильтров.

$$f' = \frac{29,6}{1} = 29,6 \text{ м}^2.$$

Принимаем 1 рабочий и 1 резервный фильтры, $d = 2,4$ м, площадью $f = 29,6 \text{ м}^2$.

Скорость фильтрования при нормальном режиме:

$$V_H = \frac{Q_{\text{ч}}}{fa}. \quad (2.22)$$

$$V_H = \frac{237,3}{29,6 \cdot 1} = 8 \text{ м/ч}.$$

Соответствует нормативному значению 5-10 м/ч.

Среднечасовой расход воды на промывку фильтров:

$$q = \frac{dra}{24}, \quad (2.23)$$

где r – число промывок каждого фильтра в сутки, принимается 1-2;

d – расход воды на одну промывку фильтра:

$$d = \frac{i60tf}{1000}, \quad (2.24)$$

где i – интенсивность взрыхления, л/(с-м²), принимаем для фильтров с загрузкой кварцевым песком $i = 12 \text{ л/(с-м}^2\text{)}$;

t – продолжительность взрыхляющей промывки, принимается 20 мин (0,33 часа).

$$d = \frac{12 \cdot 60 \cdot 0,33 \cdot 29,6}{1000} = 7 \text{ м}^3;$$

$$q = \frac{7 \cdot 2 \cdot 1}{24} = 0,6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Скорость фильтрации при форсированном режиме:

$$V_{\phi} = \frac{Q_{\phi}}{f(a-1)}. \quad (2.25)$$

$$V_{\phi} = \frac{237,3}{29,6 \cdot (2-1)} = 8,0 \text{ м/ч.}$$

Расчетная скорость фильтрации при форсированном режиме сходит в диапазон допустимых скоростей до 7,5-12 м/ч.

2.5. Расчет резервуара промывной воды

$$W_{\text{пром}} = \frac{2it3600fa}{1000}, \text{ м}^3 \quad (2.26)$$

$$W_{\text{пром}} = \frac{2 \cdot 12 \cdot 0,33 \cdot 3600 \cdot 29,6 \cdot 1}{1000} = 844 \text{ м}^3.$$

Принимаем железобетонный резервуар на 900 м³ размерами в плане АхВхС = 12х21х4 м.

2.6. Расчет сорбционных фильтров

В качестве загрузки фильтров используем МФО-47 — зернистый фильтрующий материал природного происхождения, предназначен для очистки воды от тяжелых металлов, и преимущественно, от марганца и железа, а также обеспечивает эффективное задержание взвешенных частиц.

Засыпка имеет следующие характеристики: цвет от коричневого до черного, насыпная плотность 1,25 г/см, пористость гранул 52-60%, коэффициент неоднородности 1,4-1,6, механический износ в год 0,9%. Производство Россия. Он обладает способностью катализировать окисление марганца, удаляет марганец в высоких концентрациях более 0,8 мг/л.

Находим общую площадь одновременно и параллельно работающих адсорбентов:

$$F_c = \frac{Q_{\text{ч}}}{V}, \quad (2.27)$$

где V – скорость фильтрации воды через сорбент, принимаем $V = 12$ м/с.

$$F_c = \frac{237,3}{12} = 19,7 \text{ м}^2.$$

Количество параллельно и одновременно работающих линий адсорбентов при $D_{\text{abs}} = 2,4$ м:

$$N_{\text{abs}}^b = \frac{F_{\text{abs}}}{f_{\text{abs}}}, \quad (2.28)$$

где f_{abs} – площадь сечения одного фильтра, м^2 :

$$f_{\text{abs}} = \frac{\pi D_{\text{abs}}^2}{4}, \quad (2.29)$$

Для трехкамерного фильтра:

$$f_{\text{abs}} = 3 \cdot \frac{3,14 \cdot 2,4^2}{4} = 13,5 \text{ м}^2;$$

$$N_{\text{abs}}^b = \frac{19,7}{13,5} = 2 \text{ шт.}$$

Принимаем к работе 2 параллельно и одновременно работающих линий адсорбентов при скорости фильтрации 12 м/ч.

Максимальная доза сорбента:

$$D_{\text{sb}}^{\text{max}} = \frac{C_{\text{н}} - C_{\text{к}}}{a_{\text{sb}}^{\text{max}}}, \quad (2.30)$$

где C_H , C_K – концентрация нефтепродуктов в исходной и фильтрованной воде, мг/л. $C_H = 0,8$ мг/л, $C_K = 0,22$ мг/л;

a_{sb}^{max} – максимальная сорбционная емкость сорбента, мг/л:

$$a_{sb}^{max} = 253\sqrt{C_H}, \quad (2.31)$$

$$a_{sb}^{max} = 253\sqrt{0,8} = 226,3 \text{ мг/л};$$

$$D_{sb}^{max} = \frac{0,8-0,22}{226,3} = 0,003 \text{ мг/л}.$$

Ориентировочная высота загрузки, равная высоте адсорбера:

$$H = \frac{D_{sb}^{max} \cdot t_{ads}^{op}}{k_{ads} \cdot a_{sb}^{max}}, \quad (2.32)$$

где t_{ads}^{op} - ориентировочная продолжительность работы установки до проскока;

k_{ads} - заданная степень истощения емкости сорбента. Согласно экспериментальным данным $k_{ads} = 0,5$.

$$H = \frac{0,003 \cdot 298,4 \cdot 24}{0,5 \cdot 226,3} = 0,5 \text{ м}.$$

Для перекачки воды в РЧВ принимаем 2 насоса горизонтальный DAB KDNE 125-250/230.

2.7. Расчет установки для обеззараживания воды бактерицидным излучением

Бактерицидным (ультрафиолетовым) называется электромагнитное излучение в пределах длин волн от 10 до 400 нм. Для обеззараживания используется «ближняя область»: 200–400 нм. В современных УФ-устройствах применяют излучение с длиной волны 253,7 нм, согласно [7].

УФ-стерилизатор представляет собой металлический корпус, внутри которого находится бактерицидная лампа. Она, в свою очередь, помещается в защитную кварцевую трубку. Вода омывает кварцевую трубку, обрабатывается ультрафиолетом и, соответственно, обеззараживается. В одной установке может быть несколько ламп. Основным параметром, определяющим эффективность обеззараживания воды – доза УФ-излучения.

Технические характеристики бактерицидного облучателя приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Технические характеристики бактерицидного облучателя

Наименование показателей	Единица Измерения	Значение		
		Вода из поверхностного источника	Вода из подземного источника	Вода, прошедшая глубокую очистку
Производительность установки	м ³ /ч	60	87	133
Доза УФ облучения	мДж/см ²	25	25	25
Потери напора в установке за счет гидравлического сопротивления	см вод.ст.	19	40	92
Минимальный и максимальный расходы	м ³ /ч	20..140		
Условный диаметр входного и выходного патрубков камеры обеззараживания	мм	150		

Продолжение таблицы 2.2 – Технические характеристики бактерицидного облучателя

Наименование показателей	Единица Измерения	Значение		
Рабочее давление в камере обеззараживания, не более	МПа (бар)	1(10)		
Разрежение в камере обеззараживания, не более	МПа (бар)	-0,01 (-0,1)		
Тип лампы		ДБ 300Н		
Наименование показателей	Единица Измерения	Значение		
Тип воды		Вода из поверхностного источника	Вода из подземного источника	Вода, прошедшая глубокую очистку
Количество ламп в камере	шт	10		
Срок службы лампы, не менее	ч	12000		
Напряжение питания	В	220±10%		
Коэффициент мощности, не менее		0,96		
Габариты: – камера обеззараживания – пульт управления – насос промывочный	мм	1231x450x410 800x600x252 512x210x345		
Объем камеры обеззараживания	дм ³	42		

УФ-облучатель изображен на рисунке 2.2.

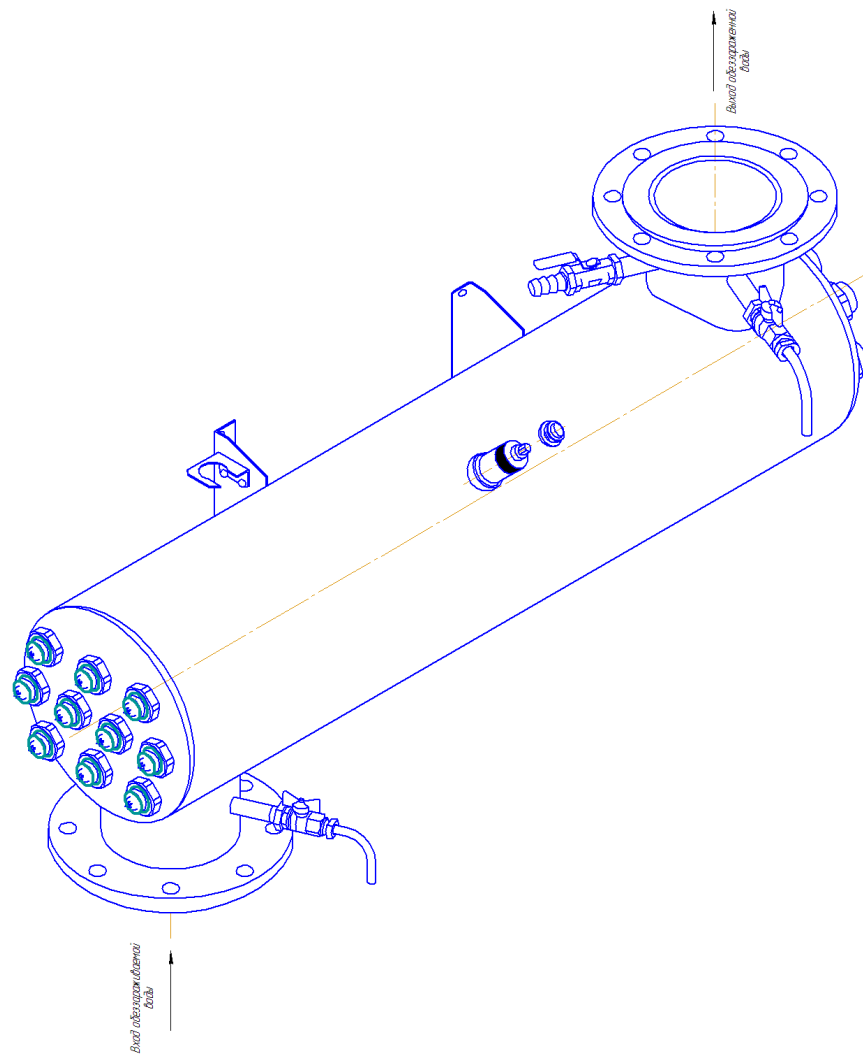


Рисунок 2.2 – УФ-облучатель

Расчетный бактерицидный поток рассчитывается по формуле

$$F_{\text{б}} = \frac{Q_{\text{час}} \cdot \alpha \cdot \log(P \div P_0)}{1563,4 \cdot \mu \cdot \mu} \quad (2.33)$$

где $Q_{\text{час}}$ - расчетный расход обеззараживаемой воды в м³/ч;

α - коэффициент поглощения облучаемой воды см^{-1} , для обработанной воды из подземных источников водоснабжения $0,1 \text{ см}^{-1}$.

K - коэффициент сопротивляемости облучаемых бактерий, принимаемый равным 2500 ;

P_0 - количество бактерий в 1 л воды, максимальное расчетное загрязнение исходной воды принимаемое равны коли - индексу $P_0=1000$;

P - количество бактерий после облучения;

μ - коэффициент использования бактерицидного потока , для установок с погруженным источником погружения $0,9$;

μ - коэффициент использования бактерицидного излучения, зависящий от толщины слоя воды, ее физико-химических свойств и конструктивного типа установки, равным $0,9$.

$$F_6 = \frac{237,3 \cdot 0,1 \cdot \log(248)}{1563,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 0,045$$

Расход электроэнергии на обеззараживание воды вычисляется по формуле

$$S = \frac{N_n}{Q_{\text{час}}} \text{Вт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3 \quad (2.34)$$

где N – мощность потребляемая одной лампой;

$$S = \frac{60}{237,3} = 0,25 \text{ Вт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$$

Потребляемое количество ламп составит:

$$n = \frac{F_6}{N_n} \quad (2.35)$$

$$n = \frac{0,045}{60} \approx 1$$

Принимаем установку УФ обеззараживания воды 250 м3/ч Xenozone
УФУ-250, DN 150 с УФ датчиком и блоком химической промывки.

Глава 3. Экология

3.1 Технология водоподготовки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду

В результате водоподготовки происходит воздействие на подземный водный объект за счет изъятия воды путем бурения скважины.

3.2 Расчет выбросов пыли при сооружении скважин

При расчете загрязнений атмосферы пылевыми выбросами при бурении скважин исходят из того, что практически все буровые станки выпускаются промышленностью со средствами пылеочистки.

Расчет максимально разовых выбросов определяют по формуле

$$Q_3 = \frac{n \cdot z \cdot (1 - \eta)}{3600} = \frac{1 \cdot 396 \cdot (1 - 0.95)}{3600} = 0,0055 \text{ г/с} \quad (3.1)$$

где n – количество одновременно работающих буровых станков при использовании бурового станка БСШ-1, величина $n = 1$;

z – количество пыли, выделяемое при бурении одним станком, г/ч;

η – эффективность системы пылеочистки в долях (для рукавного фильтра – 0.95%).

В качестве мероприятий по снижению выбросов пыли при сооружении скважин предлагаем применить пневматический бурильный молоток для бурения мокрым способом.

$$Q_3 = \frac{1 \cdot 360 \cdot (1 - 0.95)}{3600} = 0,005 \text{ г/с} \quad (3.2)$$

Количество снижения пыли определяется как разница между традиционным бурением и предлагаемым

$$Q = Q_{\text{трад}} - Q_{\text{предл}} = 0,0055 - 0,005 = 0,0005 \text{ г/с} \quad (3.3)$$

3.3. Оценка воздействия на атмосферный воздух

Для обеззараживания воды применяется кавитационная технология, не создающая выбросов в атмосферу.

3.4. Расчет зон санитарной охраны

Зоны санитарной охраны (далее ЗСО) предусматривают с целью обеспечения санитарно – эпидемиологической надежности водозаборов.

ЗСО делятся на три пояса:

Первый пояс ЗСО – пояс строгого режима. Предотвращает случайное загрязнение подземных вод и охватывает скважины с учетом перспективного развития. Границы первого пояса составляют 30 м во все стороны.

Второй пояс ЗСО – рассчитывается с учетом времени продвижения микробного загрязнения воды до водозабора, устанавливается в зависимости от климатических районов и определяется по формуле

$$R_2 = \sqrt{\frac{Q \cdot T_M}{\pi \cdot m \cdot n}}, \text{ м} \quad (3.4)$$

где Q – расход скважины, $\text{м}^3/\text{сут}$;

T_M – время микробного продвижения к скважине, $5 \div 10$ суток;

m – мощность водоносного пласта, м;

n – пористость водоносного пласта 0,22 м.

$$R_2 = \sqrt{\frac{5694,5 \cdot 5}{3,14 \cdot 40 \cdot 0,22}} = 32 \text{ м}$$

Третий пояс ЗСО – рассчитываем с учетом времени продвижения химического загрязнения воды до водозабора. Рассчитываем по формуле

$$R_3 = \sqrt{\frac{Q \cdot T_H}{\pi \cdot m \cdot n}}, \text{ м} \quad (3.5)$$

$$R_3 = \sqrt{\frac{5694,5 \cdot 35}{3,14 \cdot 40 \cdot 0,22}} = 84 \text{ м}$$

3.5. Расчет границ поясов ЗСО

На основании [8] и проектной документации рассчитываем радиусы I, II, III поясов ЗСО водозаборного сооружения из подземных водоисточников, состоящего из 1 рабочей скважины, при следующих гидрогеологических параметрах:

Q – суммарный водоотбор на водозаборе – 5694,5 м³/сут;

n – пористость водовмещающих пород – 0,02;

где m – средняя мощность зоны активной фильтрации водоносного горизонта на участке водозабора – 40 м;

i – уклон подземного потока – 0,04;

K_f – коэффициент фильтрации водовмещающих пород – 15 м/сут;

x_0 – расстояние от водозабора до реки – 4500 м.

Расход естественного потока:

$$q = K_f \cdot m \cdot i \quad (3.6)$$

$$q = 15 \cdot 40 \cdot 0,04 = 24 \text{ м}^2/\text{сут}$$

В данном случае дебит водозабора полностью компенсируется естественным потоком, а речные воды не участвуют в питании водозабора. Расстояние от водозабора до реки $X_0 = 4500$ м.

T_m – время продвижения микробного заражения, принимаем 200 суток.

Первый пояс ЗСО по исходным данным определяется радиусом 30-50 м.

Общий радиус границы второго пояса находим по формуле:

$$R_2 = \sqrt{\frac{QT_m}{\pi mn}} \quad (3.7)$$

$$R_2 = \sqrt{\frac{5694,5 \cdot 200}{3,14 \cdot 40 \cdot 0,04}} = 476,1 \text{ м}$$

Расстояние вверх по потоку движения подземных вод:

$$R = R_q + \Delta R; \quad (3.8)$$

где R_q - расстояние, преодолеваемое частицами воды при движении со скоростью естественного потока q .

$$R_q = \frac{T_M \cdot q}{m \cdot n}; \quad (3.9)$$

$$R_q = \frac{200 \cdot 24}{40 \cdot 0,04} = 3000 \text{ м}$$

$$\Delta R = \Delta R^1 \cdot X_0; \quad (3.10)$$

Где ΔR^1 принимаем равным 0,68;

$$\Delta R = 0,68 \cdot 4500 = 3060 \text{ м}$$

$$R = 3000 + 3060 = 6060 \text{ м}$$

Расстояние вниз по потоку r определяем по формуле:

$$r = r^1 \cdot X_0; \quad (3.11)$$

Где r^1 принимаем равным 0,6;

$$r = 0,6 \cdot 4500 = 2700 \text{ м}$$

Ширину ЗСО определяем по формуле:

$$d = \frac{2 \cdot Q \cdot T_M}{\pi \cdot m \cdot n \cdot L}; \quad (3.12)$$

$$\text{где } L = R + r; \quad (3.13)$$

$$L = 6060 + 2700 = 8760 \text{ м}$$

$$d = \frac{2 \cdot 5694,5 \cdot 200}{3,14 \cdot 40 \cdot 0,04 \cdot 8760} = 51 \text{ м}$$

Общая ширина II пояса ЗСО будет равна $2d$.

$$2d = 102 \text{ м} \quad (3.14)$$

Таким образом, размеры II пояса ЗСО данного водозабора следующие:
 общий радиус (R_2) = 476,1 м;
 вверх по потоку (R) = 6060 м;
 вниз по потоку (r) = 2700 м;
 общая ширина ($2d$) = 102 м.

Третий пояс ЗСО

Для определения границ ЗСО третьего пояса расчетное время T_x (время продвижения химического загрязнителя – 25-50 лет (выражается в сутках)) принимаем равное периоду эксплуатации водозабора 9125 суток с настоящего времени.

В изолированном пласте расчет границы III пояса ЗСО производим по формуле:

$$R_3 = \sqrt{\frac{Q \cdot T_x}{\pi \cdot m \cdot n}} ; \quad (3.15)$$

$$R_3 = \sqrt{\frac{5694,5 \cdot 9125}{3,14 \cdot 40 \cdot 0,04}} = 3216 \text{ м}$$

Средний пояс строгой охраны определяется как среднеарифметическое второго и третьего поясов ЗСО:

$$R = \frac{R_2 + R_3}{2}, \text{ м} \quad (3.16)$$

где R_2 – второй пояс ЗСО, м;

R_3 – третий пояс ЗСО, м.

$$R = \frac{476,1 + 3216}{2} = 1846 \text{ м}$$

Глава 4. Экономика

4.1. Экономическое обоснование

Актуальной проблемой остается организация централизованного водоснабжения сельского населения. Население в сельской местности снабжается водой из индивидуальных скважин без соответствующей водоподготовки. Кроме того, многие сельские населенные пункты республики расположены за пределами площади распространения подземных вод.

Относительно низкая ресурсная обеспеченность распространенных на их территориях водоносных комплексов часто приводит к истощению ресурсов пресных вод с замещением их на участки водозаборов соленоватыми водами. В связи с этим проблема обеспечения сельского населения качественной водой в достаточном объеме стоит достаточно остро.

4.2. Определение прогнозной стоимости строительства объекта

В соответствии с Градостроительным кодексом укрупненный норматив цены строительства (УНЦС) – показатель потребности в денежных средствах, необходимых для создания единицы мощности строительной продукции, предназначенный для планирования (обоснования) инвестиций (капитальных вложений) в объекты капитального строительства.

Укрупненные сметные нормативы разработаны в соответствии с Методическими рекомендациями по разработке укрупненных нормативов цены строительства, утвержденных Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 6 марта 2023г. № 159пр.

Для расчета стоимости строительства наружной сети водоснабжения в республике Хакасия используется [16]. Определение прогнозной стоимости планируемого к строительству объекта в региональном разрезе

рекомендуется осуществлять с применением коэффициентов, учитывающих регионально-экономические, регионально-климатические, инженерно-геологические и другие условия осуществления строительства по формуле

$$C_{\text{ПР}} = \left[\left(\sum_{i=1}^N \text{НЦС}_i \cdot M \cdot K_{\text{пер}} \cdot K_{\text{пер/зон}} \cdot K_{\text{рег}} \cdot K_c \right) + Z_p \right] \cdot I_{\text{ПР}} + \text{НДС} \quad (4.1)$$

где НЦС_i – используемый показатель государственного сметного норматива укрупненного норматива цены строительства по конкретному объекту для базового района (Московская область) в уровне цен на начало текущего года;

N – общее количество используемых показателей государственного сметного норматива – укрупненного норматива цены строительства по конкретному объекту для базового района (Московская область) в уровне цен на начало текущего года;

M – мощность планируемого к строительству объекта (общая площадь, количество мест, протяженность и т.д.);

$K_{\text{пер}}$ – коэффициент, характеризующий удорожание стоимости строительства в сейсмических районах Российской Федерации (Приложение №3 к МДС 81-02-12-2011);

$K_{\text{пер/зон}}$ – коэффициент перехода от цен базового района (Московская область) к уровню цен субъектов Российской Федерации, определяется по виду объекта капитального строительства как отношение величины индекса изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, рассчитанного для такой ценовой зоны и публикуемого Министерством, к величине индекса изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, рассчитанного для 1 ценовой зоны соответствующего субъекта Российской Федерации и публикуемого Министерством;

$K_{\text{рег}}$ - коэффициент, учитывающий регионально-климатические условия осуществления строительства в субъекте Российской Федерации (части территории субъекта Российской Федерации) по отношению к базовому району, сведения о величине которого приводятся в технических частях сборников Показателей;

$K_{\text{С}}$ - коэффициент, характеризующий удорожание стоимости строительства в сейсмических районах Российской Федерации по отношению к базовому району, сведения о величине которого приводятся в технических частях сборников Показателей;

$Z_{\text{р}}$ - дополнительные затраты, не предусмотренные в показателях, определяемые по отдельному расчету;

$I_{\text{пр}}$ - индекс-дефлятор, определенный по отрасли «Инвестиции в основной капитал (капитальные вложения)», публикуемый Министерством экономического развития Российской Федерации для прогноза социально-экономического развития Российской Федерации;

НДС - налог на добавленную стоимость.

Таблица 4.1 – Стоимость по укрупненным показателям на базе УНЦС

№ п/п	Наименование объекта строительства	Обоснование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы по НДС в уровне цен на 01.01.2023, тыс. руб.	Стоимость всего, тыс.руб.
1	2	3	4	5	6	7
1.	Наружные инженерные сети и сооружения					

Продолжение таблицы 4.1 – Стоимость по укрупненным показателям
на базе УНЦС

1.1	Наружные инженерные сети водоснабжения из полиэтиленовых труб, разработка сухого грунта в отвал, без креплений диаметром 110 мм и глубиной 2 м	Показатель НЦС №14-06-001-02	км	4,630	4 755,87	22 019,68
1.2	Наружные инженерные сети водоснабжения из полиэтиленовых труб, разработка сухого грунта в отвал, без креплений диаметром 160 мм и глубиной 2 м	Показатель НЦС №14-06-001-08	км	4,100	5 603,08	22 972,63

Продолжение таблицы 4.1 – Стоимость по укрупненным показателям
на базе УНЦС

	Регионально-климатический коэффициент	Техническая часть сборника НЦС №81-02-14-2023,			1,01	
	Коэффициент на сейсмичность	Техническая часть сборника НЦС №81-02-14-2023,			1	
	Поправочный коэффициент перехода от базового района к уровню цен Республики Хакасия	Техническая часть сборника НЦС №81-02-14-2023,			0,97	
Итого:						44 078,96
2	Прайс-лист				Руб.	Руб.
2.1	Напорная полиэтиленовая труба SDR 17 диаметром 32 мм «Полипластик»		м.п.	820	80,42	65 944,4

Продолжение таблицы 4.1 – Стоимость по укрупненным показателям
на базе УНЦС

2.2	Напорная полиэтиленовая труба SDR 26 диаметром 50 мм «Полипластик»			400	128,33	51 332,0
2.3	Напорная полиэтиленовая труба SDR 26 диаметром 75 мм «Полипластик»			1850	279,0	516 150,0
2.4	Напорная полиэтиленовая труба SDR 26 диаметром 140 мм «Полипластик»			4200	963,0	4 044 600,
2.5	Напорная полиэтиленовая труба SDR 26 диаметром 225 мм «Полипластик»			2280	2 450,0	5 586 000,0

Продолжение таблицы 4.1 – Стоимость по укрупненным показателям
на базе УНЦС

2.6	Напорная полиэтиленовая труба SDR 26 диаметром 280 мм «Полипластик»			1000	3 788,0	3 788 000,0
2.7	Переход сварной удлиненный Д160/140 SDR 17 «Наружные трубопроводы»		шт	1 шт	1 906,0	1 906,0
2.8	Переход сварной удлиненный Д280/140 SDR 17 «СДС»			1 шт	5 800,0	5 800,0
2.9	Переход сварной удлиненный Д225/110 SDR 17 «СДС»			2 шт	3 571,0	7 142,0

Продолжение таблицы 4.1 – Стоимость по укрупненным показателям
на базе УНЦС

2.10	Переход сварной удлиненный Д160/110 SDR 17 «СДС»			1 шт	4 887,0	4 887,0
2.11	Переход сварной удлиненный Д110/75 SDR 17 «СДС»			1 шт	1 321,0	1 321,0
2.12	Переход сварной удлиненный Д110/75 SDR 17 «СДС»			1 шт	70,0	70,0
Итого:						44 166 030,4

Прогнозная стоимость строительства наружной инженерной сети водоснабжения г. Саяногорск по УНЦС составляет 44 166 030,40 руб.

4.3. Сводный сметный расчет

Сводный сметный расчет определяет процентное увеличение на внеплощадочные работы, связанные с благоустройством территории, транспортными развязками, подвижкой грунтов в зимний период и содержанием управляющего аппарата.

Итоги сметного расчета представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Структура локального сметного расчета на строительные работы по составным элементам

Наименование элемента	Сумма, тыс. руб.		Удельный вес, %
	Базисный уровень	Текущий уровень	
1	2	3	4
Прямые затраты, всего	196927031,36	2498048178,74	56
в том числе:			
–Материалы	151491814,76	1641843256,08	31
–Эксплуатация машин	22918051,71	231243141,74	5
–Основная заработная плата	27651158,03	1003737036,40	20
Накладные расходы	193980958,18	1383986730,52	26
Сметная прибыль	122688811,16	875342034,69	16
Лимитированные затраты, всего	31923430,90	295702375,75	2
Итого	654 624 277,91	6 063 695 183,64	100

4.4. Расчет эксплуатационных затрат

Эксплуатационные затраты системы водоснабжения определены с учетом технологии водоподготовки согласно [18].

Годовые эксплуатационные расходы слагаются по отдельным элементам годовых затрат и определяются по формуле

$$C_{\text{э}} = C_{\text{реаг}} + C_{\text{з/п}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{в}} + C_{\text{т}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{кр}} + C_{\text{тр}} + C_{\text{пр}}, \quad (4.2)$$

где $C_{\text{реаг}}$ – стоимость реагентов и других основных материалов, тыс. руб.;

$C_{\text{з/п}}$ – заработная плата обслуживающего персонала с отчислениями на социальное страхование, тыс. руб.;

$C_{\text{эл}}$ – стоимость электроэнергии, тыс. руб.;

$C_{\text{в}}$ – стоимость воды, используемой на собственные нужды, тыс. руб.;

$C_{\text{т}}$ – отчисления на тепло, тыс. руб.;

$C_{\text{ам}}$ – амортизационные отчисления, тыс. руб.;

$C_{\text{кр}}$ – затраты на капитальный ремонт, тыс. руб.;

$C_{\text{тр}}$ – затраты на текущий ремонт основных фондов и прочие расходы, тыс. руб.;

$C_{\text{пр}}$ – прочие расходы, тыс. руб.

Расчет отдельных элементов затрат эксплуатационных расходов базируется на исходных данных, разрабатываемых в различных разделах проекта:

- технологического – годовая потребность в отдельных видах реагентов, материалов, воды на собственные нужды, численность обслуживающего персонала по отдельным категориям работающих;

- электротехнический-годовой расход электроэнергии, расчетная величина присоединяемой и заявленной мощности энергоприемников;

- теплотехнический-годовой расход тепловой энергии или топлива, вид теплоносителя или топлива, их параметры и марки.

При расчете отдельных составляющих эксплуатационных расходов используются такие данные, полученные от заказчика:

стоимость единицы потребляемых реагентов, материалов, тепловой и электрической энергии, топлива, воды, средняя годовая заработная плата по отдельным категориям работающих, районный коэффициент на заработную плату, месторасположение поставщиков реагентов и топлива, вид транспорта и расстояние перевозки каждым видом транспорта от поставщика до объекта.

Себестоимость, определенная в проекте, исходя из расчета годовых эксплуатационных затрат, не может служить основанием для расчета с другими потребителями, пользующимися услугами системы водоснабжения и канализации.

Фактическая себестоимость определяется организацией, осуществляющей эксплуатацию системы водоснабжения и канализации, в зависимости от условий эксплуатации.

Для определения полной себестоимости воды необходимо к себестоимости, определенной по формуле, добавить тариф на воду, забираемую промышленными предприятиями из водохозяйственных систем.

4.4.1 Стоимость реагентов и материалов

Основными материалами, используемыми в процессе водоподготовки, являются коагулянт «Аква-Аурат 30» и кварцевый песок.

Текущие годовые затраты на реагенты и материалы:

$$C_{\text{реаг}} = \frac{\sum C_i \omega_i}{1000}, \quad (4.3)$$

где C_i – текущая стоимость единицы товарного продукта, руб. Для «Аква-Аурат 30» $C_p = 30\,000$ руб/т; для кварцевого песка $C_{\text{кп}} = 5631,2$ руб/м³.

ω – годовой расход товарного продукта, т.

Годовая потребность реагентов:

$$\omega_p = \frac{QtD}{\alpha \cdot 10^4}, \text{ т/год} \quad (4.4)$$

где Q – производительность станции водоподготовки, м³/сут;

t – количество дней в году реагентной обработки,

D – расчетная доза реагента по основному веществу, г/м³;

α – содержание активного вещества в товарном продукте, д.е

$$\omega_p = \frac{5694,5 \cdot 365 \cdot 5}{0,3 \cdot 10^4} = 3464,2 \text{ т/год.}$$

Количество кварцевого песка для ежегодной досыпки в осветлительные фильтры определено с учетом годового износа, равного 2,5 % и составляет:

$$\omega_{\text{кп}} = V_i n r, \quad (4.5)$$

где V_i – объем одного фильтра, м³;

n – количество фильтров;

r – годовой износ, д. е.

$$\omega_{\text{кп}} = 27,8 \cdot 1 \cdot 0,025 = 0,7 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$C_p = \frac{3464,5 \cdot 30\,000 + 0,7 \cdot 5631,2}{1000} = 103\,940 \text{ руб./год.}$$

4.4.2. Расходы на заработную плату и отчисления на социальное страхование

Расходы на заработную плату обслуживающего персонала определяются с учетом численности обслуживающего персонала (таблица

10.3), показателя среднегодовой заработной платы, рассчитанной на одного работающего соответствующей категории с учетом районного коэффициента.

Таблица 4.3 – Численность обслуживающего персонала в смену

Квалификация	Количество	Коэффициент квалификации сотрудника в зависимости от категории
Младший обслуживающий персонал	2	0,5
Рабочий (ЭТС)	3	1
Электрик (ЭТС)	2	1,5
Лаборант (ЛТР)	1	1,2
Инженер (ИТР)	2	3
Обходчик (ЭТС)	2	1
Оператор АСУ	1	1
Итого	10	

Годовой фонд оплаты труда с учетом всех социальных отчислений:

$$C_{з/п} = \sum \text{ФОТ}_{\text{год}}^i = \text{МРОТ} \cdot 12 \cdot n \cdot K_p \cdot K_{\text{есн}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot Ч, \quad (4.6)$$

где МРОТ - минимальный размер оплаты труда. Для республике Хакасия МРОТ составляет 19 242,0 руб;

12 – количество рабочих месяцев;

n – коэффициент квалификации сотрудника в зависимости от категории;

K_p – районный коэффициент, принимается $K_p = 1,3$;

$K_{\text{есн}}$ – коэффициент единого социального налога. Принимается 1,265;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент премиальных надбавок. Принимается $K_{\text{пр}} = 1,2$;

$$\Phi OT_{\text{real}}^i = \frac{\Phi OT_{\text{год}}^i \cdot t}{365} \quad (4.7)$$

где t – число рабочих дней в году.

Таблица 4.4 – Сводная таблица результатов

	$\Phi OT_{\text{год}}^1$	ΦOT_{real}^i
Младший обслуживающий персонал	455 666	401 985
Рабочий (ЭТС)	1 366 998	1 205 954
Электрик (ЭТС)	1 366 998	1 205 954
Лаборант (ЛТР)	546 799	482 382
Инженер (ИТР)	2 733 996	2 411 909
Обходчик (ЭТС)	911 332	803 970
Оператор АСУ	455 666	401 985

$$C_{з/п} = \Phi OT_{\text{год}} = 455\,666 + 1\,366\,998 + 1\,366\,998 + 546\,799 + 2\,733\,996 + \\ + 911\,332 + 455\,666 = 7\,837\,454 \frac{\text{руб}}{\text{год}};$$

$$\Phi OT_{\text{real}} = 401\,985 + 1\,205\,954 + 1\,205\,954 + 482\,382 + 2\,411\,909 + \\ + 803\,970 + 401\,985 = 6\,914\,138 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

Сумма капитала составляет 60 % от разницы годового и реального ФОТ:

$$\Phi OT_{\text{кап}} = 0,6 \cdot (\Phi OT_{\text{год}} - \Phi OT_{\text{real}}) \quad (4.8)$$

$$\Phi OT_{\text{кап}} = 0,6 \cdot (7\,837\,454 - 6\,914\,138) = 553\,990 \text{ руб/год.}$$

Сумма бонусов со всех сотрудников составляет 40%:

$$\Phi OT_{\text{бон}} = 0,4 \cdot (\Phi OT_{\text{год}} - \Phi OT_{\text{real}}) \quad (4.9)$$

$$\Phi OT_{\text{бон}} = 0,4 \cdot (10396,5 - 6226,8) = 369\,326 \text{ руб/год.}$$

4.4.3. Стоимость электроэнергии

Расчет стоимости электроэнергии производится на основе действующих тарифов на электрическую энергию и данных по потребляемой мощности электросилового оборудования.

Показатели мощности электросилового оборудования системы доочистки приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Мощность электрооборудования

Наименование оборудования	Мощность, кВт	Количество	Суммарная мощность, кВт
Насос ЭЦВ8-65-70	17	2	34
Задвижка МЗВ 250 ММ	1	2	2
Безмасляный компрессор типа ВС	55	1	55
Кавитатор Лазурь М-500	700	1	700
Итого:			791

Расчет затрат по электроэнергии определенных групп потребителей осуществляется по двухставочному тарифу, так как $N = 791 \text{ кВт} > 750 \text{ кВт}$. Присоединенная мощность определяется по формуле

$$N = \frac{PK_0 \Sigma N}{\cos \varphi}, \quad (4.10)$$

где ΣN – сумма мощностей всех рабочих электроприемников.
 $\Sigma N = 791 \text{ кВт}$;

K_0 - коэффициент присоединения электроэнергии, $K_0 = 0,5-0,8$;

P - мощность сетевого напряжения, $P = 1,5$;

$\cos\alpha$ – электрический запас электродвигателя, $\cos\alpha = 0,9$;

$$N = \frac{1,5 \cdot 0,8 \cdot 791}{0,9} = 1054 \text{ кВт}$$

Стоимость электроэнергии считаем по двухставочному тарифу

$$C_{\text{эл}} = \frac{T_M W + 12 T_2 \Sigma N}{10^3}, \quad (4.11)$$

где T_M – ставка за электроэнергию для потребителей с присоединенной мощностью, 550 руб./МВт·ч

T_2 – ставка за мощность в месяц, 2,67 руб./МВт;

W – годовой расход потребляемой электроэнергии, кВт·ч.

$$W = 365 \cdot 24 \cdot PK_0 N, \quad (4.12)$$

$$W = 365 \cdot 24 \cdot 1,5 \cdot 0,8 \cdot 1054 = 11\,079\,648 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

$$C_{\text{эл}} = \frac{550 \cdot 11\,079\,648 + 12 \cdot 2,67 \cdot 791}{10^6} = 6\,094 \text{ руб/год}$$

4.4.4. Стоимость воды, используемой на собственные нужды

Стоимость воды, используемой на хозяйственно-питьевые нужды:

$$C_{\text{в}} = \frac{\Sigma Q_{\text{в}} \cdot T_{\text{влив}}}{1000}, \quad (4.13)$$

где $Q_{\text{в}}$ – количество воды используемой на хозяйственно-питьевые нужды, м³/сут.

$T_{\text{виВ}}$ – тариф на 1 м³ холодной, горячей воды и водоотведения,
 $T^{\text{хол}} = 39,79$ руб/м³, $T^{\text{гор}} = 121,71$ руб/м³, $T^{\text{отв}} = 11,02$ руб/м³.

$$Q_{\text{в}} = \frac{N_{\text{чел}} \cdot n \cdot q}{1000} \cdot 365, \quad (4.14)$$

где q – норма водопотребления и водоотведения на одного сотрудника,
 для холодной воды: $q^{\text{хол}} = 25$ л/сут, для горячей воды: $q^{\text{гор}} = 12,5$ л/сут, для
 водоотведения: $q^{\text{отв}} = 25+12,5 = 37,5$ л/сут;

n – количество смен;

$N_{\text{чел}}$ – количество работающих, чел.

$$Q_{\text{в}}^{\text{хол}} = \frac{10 \cdot 3 \cdot 25}{1000} \cdot 365 = 273,7 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q_{\text{в}}^{\text{гор}} = \frac{10 \cdot 3 \cdot 12,5}{1000} \cdot 365 = 136,8 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q_{\text{в}}^{\text{отв}} = \frac{10 \cdot 3 \cdot 37,2}{1000} \cdot 365 = 410,6 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Стоимость водопользования:

$$C_{\text{в}} = \frac{273,7 \cdot 39,79 + 136,8 \cdot 121,71 + 410,6 \cdot 11,02}{1000} = 32,1 \text{ тыс.руб};$$

4.4.5. Стоимость тепловой энергии на отопление и технологические нужды

Стоимость тепловой энергии, потребляемой на отопление, горячее водоснабжение и технологические нужды, определяется исходя из расчетного годового тепла и тарифов на тепловую энергию по формуле:

$$C_{\text{т}} = \frac{Q_{\text{т}} \cdot T_{\text{т}}}{1000}, \text{ тыс.руб} \quad (4.15)$$

где $T_{\text{т}}$ – тариф на тепловую энергию, равна 1209,0 руб./гКалл;

Q_T - потребление тепловой энергии за год, Гкал.

$$Q_T = \frac{24 \cdot T_0 \cdot a_i \sum x_i \cdot V_i \cdot (t_{cp} - t_n)}{10^3}, \quad (4.16)$$

где T_0 - период отопления в днях, принимаем в среднем 240 дней;

a_i - коэффициент нагрева помещений на 1 м^3 . $a_i = 1,08$;

$\sum x_i$ - коэффициент удельного потребления тепла здания или сооружения ккал/С°м³ч;

V_i - объем зданий и сооружений, тыс. м³;

t_{cp} - требуемая температура нагрева;

t_{cp} – расчетная зимняя температура наружного воздуха, 0°С.

Значения x_i и t_{cp} принимаем по справочнику монтажника.

Полученные результаты сведем в таблицу 4.6.

Таблица 4.6 – Удельные тепловые характеристики зданий

Помещение	Коэффициент потребления тепла $\sum X_i$, Ккал	Строительный объем здания, тыс. м³	Температура отапливаемого помещения, °С
Павильон скважины (6 шт)	0,62	0,16	5
Станция водоподготовки (блок фильтров очистки)	0,35	4,4	10
Насосная станция	0,62	0,37	5

$$Q_T^1 = \frac{24 \cdot 240 \cdot 1,08 \cdot 0,62 \cdot 0,16 \cdot 2 \cdot 5}{10^3} = 3,1 \text{ гКалл};$$

$$Q_T^2 = \frac{24 \cdot 240 \cdot 1,08 \cdot 0,35 \cdot 4,4 \cdot 10}{10^3} = 95,8 \text{ гКалл};$$

$$Q_T^3 = \frac{24 \cdot 240 \cdot 1,08 \cdot 0,62 \cdot 0,37 \cdot 5}{10^3} = 7,1 \text{ гКалл};$$

$$Q_T = 3,1 + 95,8 + 7,1 = 106 \text{ гКалл}$$

$$C_T = \frac{106 \cdot 1209,0}{1000} = 128,2 \text{ тыс. руб}$$

4.4.6. Амортизационные отчисления

Стоимость амортизационных отчислений определяется на основе норм амортизации и сметной стоимости строительства объекта.

$$C_{ам} = \sum(K_i \cdot H_i), \quad (4.17)$$

где H_i – амортизационный коэффициент, для зданий и сооружений 2,5% от стоимости основных фондов, для оборудования 8%; для сетей 4,5%.

K_i – стоимость фондов по объектной смете, тыс. руб.

Амортизационные отчисления:

$$\begin{aligned} C_{ам} &= 0,025 \cdot 624\,512\,044,7 + 0,08 \cdot 199\,843\,854,3 + 0,045 \cdot 1\,124\,121\,680 \\ &= 82\,185\,785,08 \text{ тыс. руб} \end{aligned}$$

4.4.7. Расчет стоимости капитально и текущего ремонта

Стоимость капитального ремонта составляет 10% от расчётных капитальных вложений

$$C_{КР} = 0,01 \cdot K, \text{ тыс. руб}, \quad (4.18)$$

$$C_{КР} = 0,01 \cdot 6\,063\,695\,183,64 = 60\,636\,951,8 \text{ тыс. руб.}$$

Стоимость текущего ремонта – это 20% от стоимости оборудования, сетей, зданий и сооружений

$$C_{\text{ТР}} = 0,02 \cdot C_{\text{ам}}, \text{ тыс. руб} \quad (4.19)$$

$$C_{\text{ТР}} = 0,2 \cdot 82\,185\,785,08 = 16\,437\,157,02 \text{ тыс. руб}$$

4.4.8. Прочие расходы

Прочие расходы принимаются в размере 20% от суммы амортизационных отчислений и заработной платы обслуживающего персонала:

$$C_{\text{пр}} = 0,2 \cdot (C_{\text{ам}} + C_{\text{зп}}), \quad (4.20)$$

$$C_{\text{пр}} = 0,2 \cdot (82\,185\,785,08 + 7\,837\,454) = 18\,004\,647,8 \text{ тыс. руб.}$$

4.4.9. Годовые эксплуатационные затраты

Годовые эксплуатационные затраты составят:

$$C_{\text{э}} = 103\,940 + 7\,837\,454 + 6\,094 + 32,1 + 128,2 + 82\,185\,785,08 + \\ + 60\,636\,951,8 + 16\,437\,157,02 + 1\,800\,4547,8 = 185\,212\,190 \text{ руб.}$$

4.4.10. Приведенные затраты

Приведенные затраты показывают экономическую эффективность реализуемого проекта, рассчитываются по формуле

$$\Pi = (K \cdot E) + C_{\text{э}}, \text{ руб} \quad (4.21)$$

где E – абсолютный показатель экономической эффективности капитальных вложений, $E = 0,12$;

$$\Pi = (6\,063\,695\,183,64 \cdot 0,12) + 185\,212\,190 = 257\,976\,540 \text{ руб.}$$

4.5. Анализ ценовой политики. Определение себестоимости и цены продукции

Из расчетной рентабельности вытекает ценовая политика:

- демпинг – резкое понижение цены заведомо сильными конкурентами для завоевания большого рынка;

- завоевание определенного сегмента рынка, рассчитанного на определенных граждан.

Средневзвешенная цена, руб:

$$Ц = 11,8 \cdot C/C \cdot П/П, \quad (4.22)$$

где C/C - себестоимость продукции – стоимостная цена используемых в процессе производства продукции природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, основных фондов, трудовых ресурсов, а так же других затрат на ее производство и реализацию. Она отражает все производственные, хозяйственные и коммерческие расходы предприятия.

$П/П$ – планируемая прибыль, д. е. $П/П = 1,2$.

Себестоимость:

$$C/C = \frac{C_3}{Q_{\text{год}}}, \text{ руб} \quad (4.23)$$

где C_3 – эксплуатационные затраты, тыс руб;

$Q_{\text{год}}$ – производительность водозабора третьего участника, $\text{м}^3/\text{год}$.

$$C/C = \frac{424389 \cdot 353}{5694,5 \cdot 365} = 20,4 \text{ руб.}$$

$$Ц = 11,8 \cdot 20,4 \cdot 1,2 = 288,9 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль, руб

$$C_{\text{FR}} = (Ц - \frac{C}{C}) \cdot Q_{\text{год}}, \quad (4.24)$$

где $Ц$ – цена продукции, руб;

C/C – окупаемая себестоимость воды, руб;

$Q_{\text{год}}$ – производительность водозабора третьего участника, $\text{м}^3/\text{год}$.

$$C_{\text{FR}} = (288,9 - 20,4) \cdot 365 \cdot 5694,5 = 558 \, 075 \, 236 \text{ руб.}$$

4.6. Срок окупаемости

Для определения сроков окупаемости узнаем через, сколько лет общая прибыль начнет превышать капитальные вложения, лет:

$$O = \frac{K}{C_{FR}}, \quad (4.25)$$

где K – капитальные вложения, руб;

C_{FR} – чистая прибыль, руб.

$$O = \frac{6\,063\,695\,183,64}{2\,435\,785\,361} = 2,5 \text{ года.}$$

Окупаемость проекта водозаборного сооружения подземного источника составляет 2,5 года.

Глава 5. Бестраншейная прокладка трубопровода

5.1. Общие сведения

Горизонтально направленное бурение (ГНБ) – технология, не требующая прокладывания траншей, и обеспечивающая альтернативную прокладку трубопроводов. Она имеет преимущества перед традиционным методом открытой разработки:

1. ГНБ может осуществляться с небольшими повреждениями поверхности
2. требует меньше рабочего пространства
3. осуществляется гораздо быстрее, чем традиционный метод прокладки трубопроводов
4. отличается высоким качеством и возможностью выполнения работ в местах, где традиционные методы не применимы.
5. немаловажным фактором остается и экологическая сторона применения подобных технологий.

5.2. Технология прокладки

ГНБ представляет собой сверление небольшого направляющего отверстия с использованием технологии слежения и управления сверлом с поверхности.

Сущность метода состоит в использовании специальных буровых машин, буров, штанг, которые осуществляют предварительное бурение по заранее рассчитанной траектории с последующим расширением скважины и протаскиванием в образующуюся полость трубопровод.

Направляющая скважина располагается от поверхности земли под углом 8-20°, и достигнув необходимой глубины, переходит в горизонтальное положение.

Прокладка трубопроводов по технологии ГНБ осуществляется в два этапа:

1. бурение пилотной скважины на заданной проектом территории
2. расширение скважины и протягивание трубопровода.

Бурение пилотной скважины – особо ответственный этап, от которого зависит конечный результат. Осуществляется при помощи породоразрушающего инструмента – буровой головки со скосом в передней части и встроенным датчиком сигнала местонахождения буровой головки. Буровая головка имеет отверстия для подачи специального бурового раствора, который закачивается в скважину и образует суспензию с размельченной породой. Буровой раствор уменьшает трение, предохраняет скважину от обвалов, охлаждает породоразрушающий инструмент, разрушает породу и очищает скважину от ее обломков, вынося их на поверхность. Строительство пилотной скважины завершается выходом буровой головки в заданной проектом точке.

5.3. Расширение скважины

Расширение скважины осуществляется после завершения пилотного бурения. При этом буровая головка отсоединяется от буровых штанг и вместо нее присоединяется риммер-расширитель обратного действия. Приложением тягового усилия с одновременным вращением риммер протягивается через створ скважины и в направлении буровой установки, расширяя пилотную скважину до необходимого для протаскивания трубопровода диаметра. Для обеспечения беспрепятственного протягивания трубопровода через расширенную скважину ее диаметр должен на 25-30% превышать максимальный диаметр трубы.

5.4. Протягивание трубопровода

На противоположной от буровой установки стороне скважины располагается готовая плеть трубопровода. К переднему концу плети крепится приспособление для протягивания труб с воспринимающим тяговое усилие вертлюгом и риммером. Вертлюг вращается с буровой нитью и риммером, и в тоже время не передает вращательные движения на трубопровод. Таким образом, буровая установка затягивает в скважину плеть протягиваемого трубопровода по проектной траектории.

Технология ГНБ уникальна тем, что она позволяет изменять при необходимости направления прокладки в любом направлении, огибая на своем пути возможные препятствия.

Если почвы могут вызывать коррозию труб, то требуется защита. Надежной защитой является покрытие трубопровода полиэтиленовым рукавом. Он крепится поперечными нахлестами липкой ленты с расстоянием между собой около 60 см. Чтобы обезопасить полиэтилен в местах соединений, на оба конца соединения труб плотно наматывается пластиковая соединительная лента.

5.5. Методы монтажа ГНБ

Бестраншейная прокладка трубопроводов методом ГНБ выполняется двумя методами:

1) Картриджный метод

Включает в себя последовательное соединение труб во время прокладки и предпочтительней, когда прямой или изогнутый участок трубопровода ограничен. Данный метод прокладки требует значительно меньше места для прямых участков трубопровода, чем сборочный метод.

2) Метод линейной конструкции

Метод, представляет собой протягивание через направляющую скважину уже соединенного трубопровода. При использовании этого метода необходимо располагать достаточно большим пространством, которое позволило бы сначала расположить трубы над землей в непосредственной близости от направляющей скважины.

5.6. Производство работ по бестраншейной прокладке с применением технологии ГНБ

До начала процесса бурения выполняются следующие операции:

1. проводится контроль исправности и работоспособности локальной системы;
2. датчики бурильной головки выбираются в соответствии с проектной глубиной бурения и необходимой точностью прокладки трубопровода;
3. разрабатываются проекты производства работ, технологические карты и инструкции по применению комплекта бурового оборудования;
4. после завершения работ по прокладке трубопровода строительная площадка освобождается от временных сооружений и благоустраивается в соответствии с проектом.

5.7. Технология бестраншейной прокладки коммуникаций методом горизонтально-направленного бурения. Проектирование бестраншейной прокладки коммуникаций с применением ГНБ.

При проектировании участков бестраншейной прокладки коммуникаций методом ГНБ оборудование выбирается в зависимости от инженерно-геологических условий данного участка и расчетного внутреннего диаметра проектируемого трубопровода.

Планово-высотные показатели участков бестраншейной прокладки коммуникаций назначаются исходя из положений общего проекта

этих коммуникаций. Глубина заложения труб из ПНД диаметрами 100-300 мм лимитируется минимальным расстоянием от поверхности до свода скважины прокладываемого трубопровода в устойчивых грунтах не менее двух диаметров скважины, в неустойчивых грунтах - не менее трех диаметров скважины. Максимальная глубина заложения труб составляет 20 м. Расстояние между стартовой и приемной шахтами назначается до 300 м.

В продольном профиле положение участка бестраншейной прокладки по величине и направлению уклона не лимитируется и назначается по общему проекту.

Характеристики труб, используемых при бестраншейной прокладке трубопроводов, приведены в ТУ 146-037-50254094-2004 и СП 40-109-2006.

При выполнении расчетов труб на прочность следует принимать давление вышележащего слоя грунта с учетом сводообразования, временную подвижную нагрузку, собственную массу труб и транспортируемой жидкости, давления транспортируемой жидкости, а также физико-механические характеристики грунтов в зоне трубопровода.

Расчеты на прочность труб ВЧШГ следует выполнять в соответствии со СП 40-109-2006.

Стартовые и приемные шахты рекомендуется размещать в местах, свободных от застройки, от зеленых насаждений и подземных коммуникаций. Стартовая шахта оборудуется грузоподъемными устройствами для доставки элементов трубопровода.

Глубина стартовой шахты назначается с учетом расстояния от оси трубопровода до днища шахты. Конструкция крепи стартовой шахты в проекте должна рассчитываться на восприятие горного и гидростатического давления. В случае недостаточной несущей способности грунта в проекте

необходимо предусматривать специальные способы производства работ. На свободных территориях рекомендуется проектировать стартовый котлован прямоугольного очертания с целью возможного увеличения длины монтажных секций трубопровода. В стесненных условиях и при глубине шахты более 10 м, как правило, принимают круговое очертание с минимально возможными размерами.

В зависимости от инженерно-геологических изысканий и градостроительных условий, глубины заложения, применяемого оборудования, формы и размеров сечения шахт в проекте определяется способ их сооружения. Допускаются различные способы сооружения стартовых и приемных шахт:

1. опускной колодец, в том числе с использованием тиксотропной рубашки;
2. стена в грунте;
3. буросекущие сваи;
4. забивное шпунтовое ограждение;
5. забивная деревянная крепь с использованием инвентарных швеллерных колец и рамного крепления;
6. котлованы с откосами с креплением торцевых стен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа по теме: «Разработка схемы системы водоснабжения г. Саяногорск» включает в себя расчёты системы водоснабжения отдельных районов г. Саяногорск.

Площадь г. Саяногорск – 19 км². Расчётная численность населения отдельных районов – 17000 человек.

В качестве источника водоснабжения принят подземный источник.

В выпускной квалификационной работе выполнены следующие расчёты:

- рассчитаны расходы воды и выполнен гидравлический расчёт участков наружной водопроводной сети системы водоснабжения;
- подобрано необходимое оборудование для водоподготовки и трубы для обеспечения надёжной работы внутренних систем водоснабжения;
- определено суммарное суточное водопотребление населенного пункта – 5694,5 м³/сут;
- определён объём резервуара чистой воды для хранения регулирующего, неприкосновенного противопожарного и запаса воды на собственные нужды станции водоподготовки – 1084,4 м³.
- рассчитана схема предварительного потокораспределения наружной водопроводной сети населенного пункта,
- выполнена оценка воздействий проектируемой сети на окружающую среду;
- рассчитана стоимость строительства системы водоснабжения.

В результате выполненных расчётов подтверждена возможность обеспечения системой водоснабжения отдельных районов г. Саяногорск из подземного источника.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

РЧВ – резервуар чистой воды;

НС – насосная станция;

ПЭ – полиэтилен;

УФ – ультрафиолет;

ЗСО – зоны санитарной охраны;

МРОТ – минимальный размер оплаты труда;

НЦС – нормативы цены строительства;

НДС – налог на добавленную стоимость;

ПДК – предельно-допустимая концентрация;

ГНБ – горизонтально направленное бурение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1) СП31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/Министерство строительства РФ. – М.: Стройиздат, 2021. – 102 с.
- 2) СП 8.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности/Министерство строительства РФ. – М.: Стройиздат, 2020. – 19 с.
- 3) Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник/Б.Н. Репин. – М.: Высш. шк., 1995. – 431 с.
- 4) Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб/Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
- 5) Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т.Т1. Системы водоснабжения. Водозаборные сооружения / Научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. Вологда – Москва: ВоГТУ, 2001. – 209 с.
- 6) Проектирование и расчет очистных сооружений водопроводов / Л.А. Кульский, М.Н. Булава, И.Т. Гороновский, П.И. Смирнов. – Киев, Будвельник, 1972. – 424 с.
- 7) Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. М., Стройиздат, 1971. 304 с.
- 8) СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», Минздрав России 2000 г.
- 9) 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.
- 10) ГОСТ 2761-84* Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

11) СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. контроль качества.

12) Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД-86. ГОСКОМГИДРОМЕТ.

13) Техника, технология и организация траншейной прокладки трубопроводов: методические указания к курсовому проекту для студентов 4 курса специальности 270112 «Водоснабжение и водоотведение». – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т; Ин-т архитектуры и стр-ва, 2007. – 37 с.

14) Охрана труда при эксплуатации систем водоснабжения и канализации/В.И. Брежнев, В.М. Трескунов. – М.: Стройиздат, - 1976.

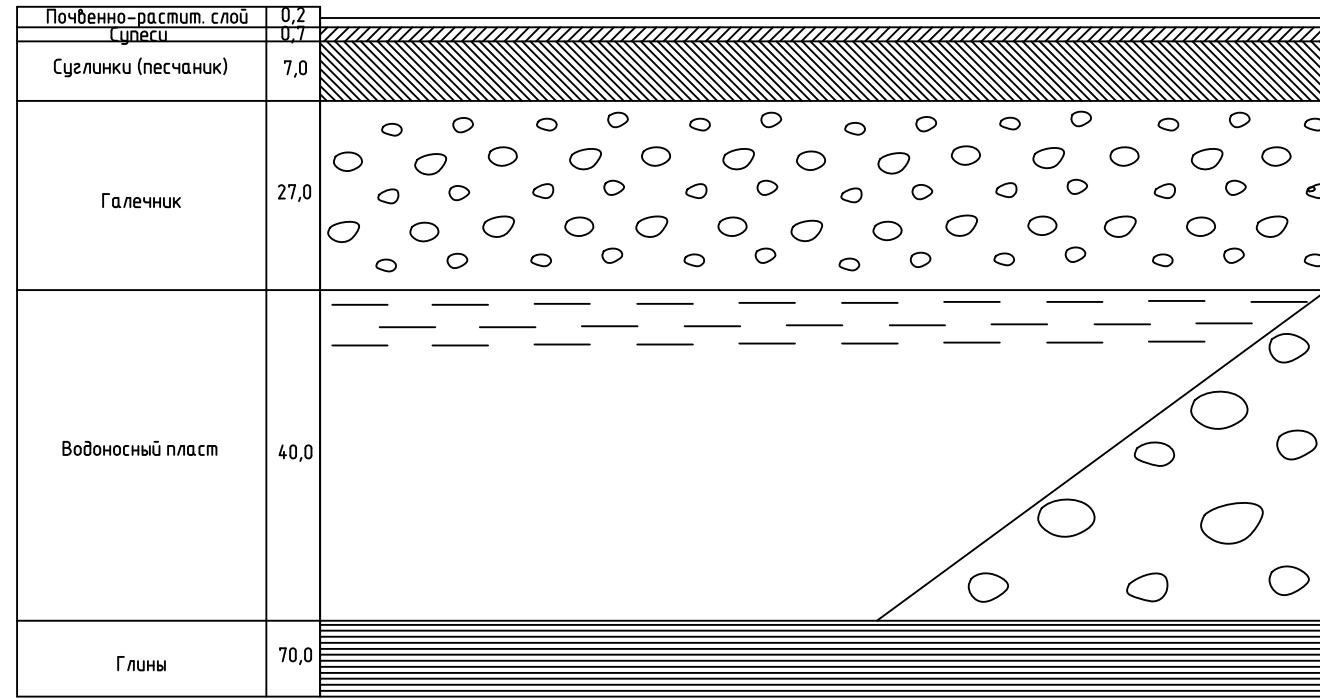
15) Карзухин Н.Н., Трескунов В.М. «Охрана в водопроводно-канализационном хозяйстве». Учебное пособие для техникумов. – М.: Стройиздат, 1983. – с., ил.

16) Укрупненные нормативы цены строительства (УНЦС). Сборник №14 «Наружные сети водоснабжения и канализации» / Госстрой России. – М.: МинСтрой, 2023. – 213 с.

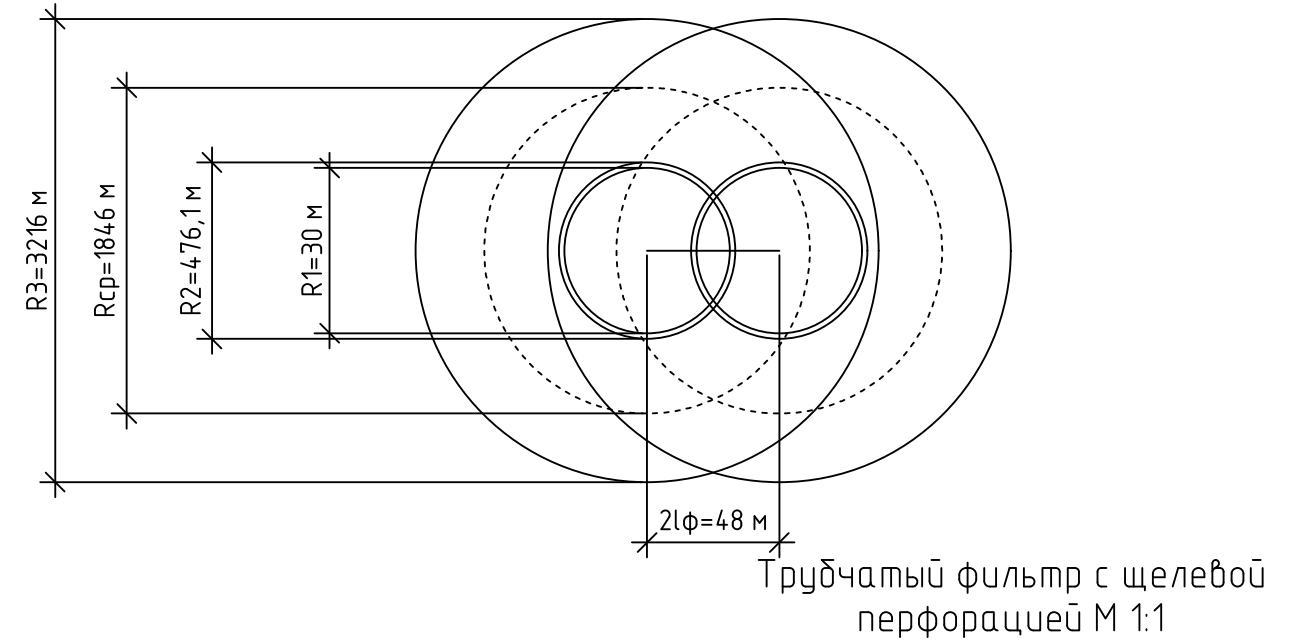
17) Федеральные единичные расценки на строительные и специальные работы (ФЕР). Сборник № 22 «Водопровод – наружные сети» / Госстрой России. – М.: МинСтрой, 2001. – 39 с.

18) Водоснабжение. Техничко-экономические расчеты./ Под ред. Г.М. Басса. – Киев.: Издательское объединение «Высшая школа», 1977. – 152 с.

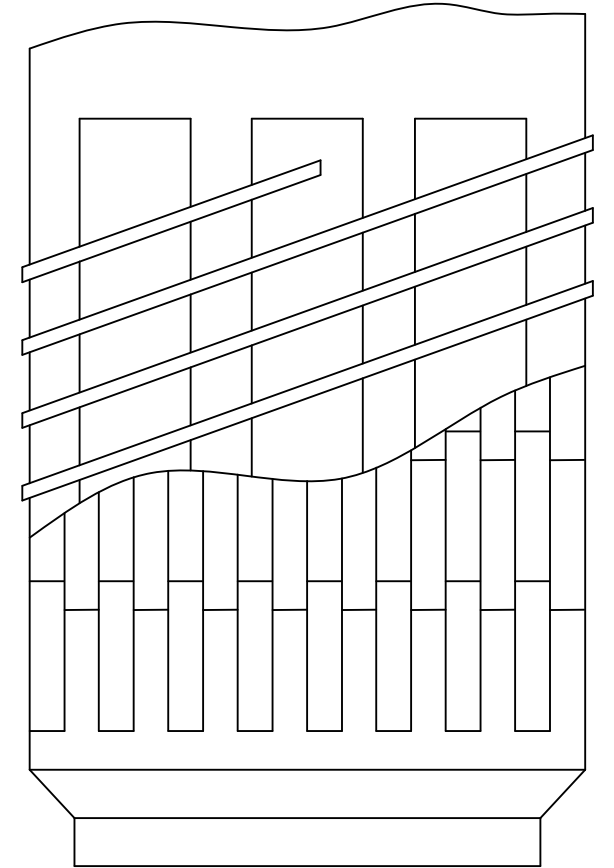
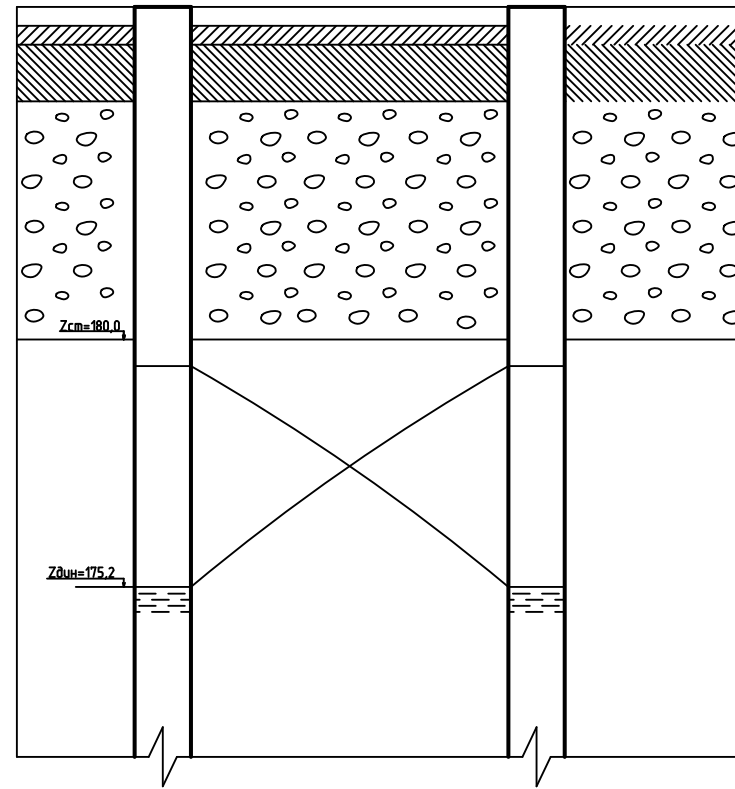
Профиль грунта М 1:400



Зоны санитарной охраны М 1:100



Влияние группового расположения скважин Мв 1:100 Мг 1:400



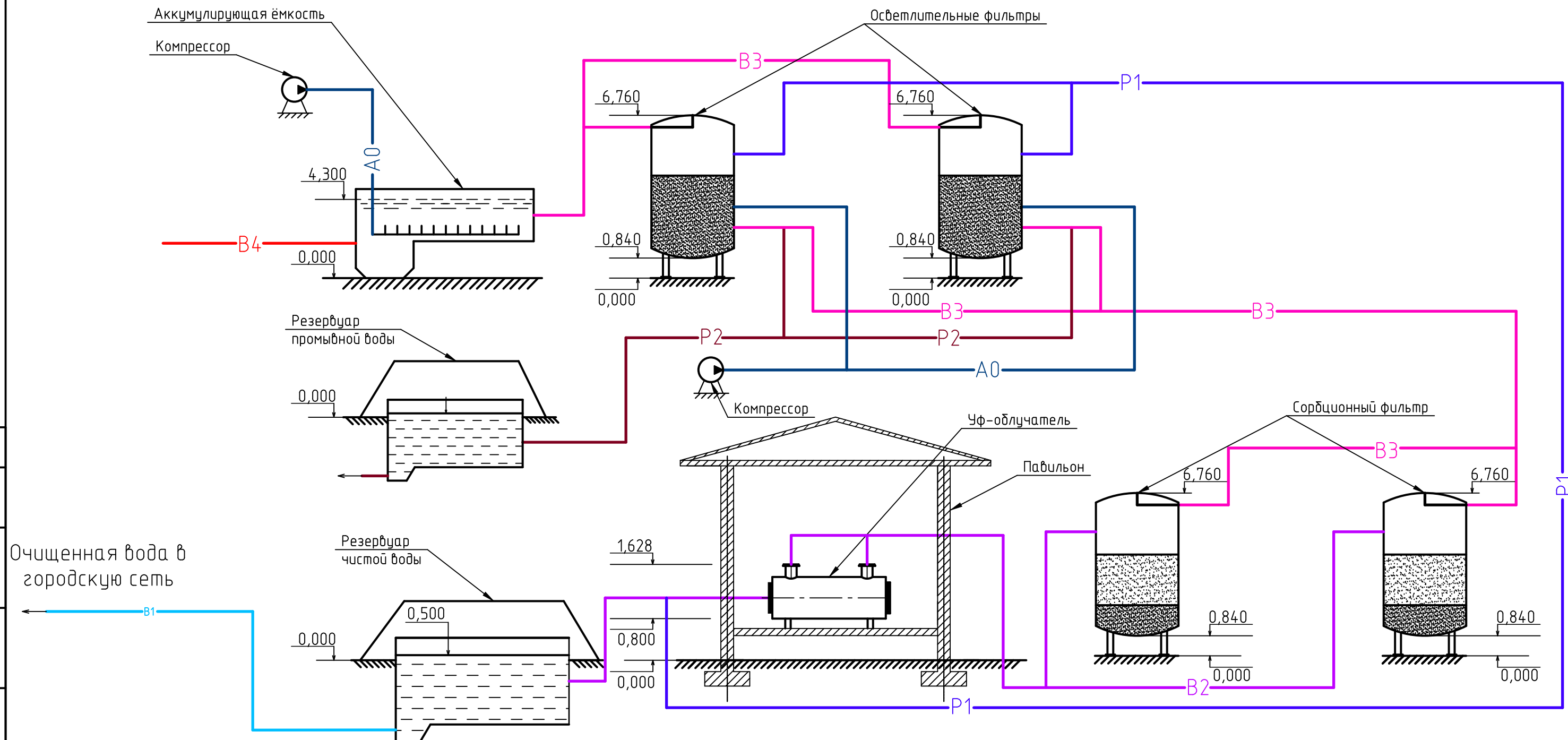
Геолого-технический разрез скважин М 1:400

Номер слоя	Порода	Геологический разрез		Мощность слоя, м	Глубина подошвы, м	Абсолютная отметка, м	Диаметр, мм Глубина, м обсадных труб
		Абсолютная отметка					
1	Почвенно-растительный слой	187,0		0,2	0,2	186,8	
2	Суглеси			0,5	0,7	186,3	
3	Суглинки (песчаник)	Zст=180,0		5,0	5,7	180,0	550 13,6
4	Галечник	Zдин=175,2		20,0	25,7	160,0	
5	Водоносный пласт	350		40,0	65,7	125,0	350 24,0
6	Глины	60		8,0	73,7	117,0	250 2,4

Согласовано	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

						БР 08.03.01-2023			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Разработал Реймер А.П. Руководитель Дубровская О.Г.	Стадия	Лист	Листов
							БР	2	
						Профиль грунта М 1:400; Геолого-технический разрез скважины; Влияние группового расположения скважин; Трубчатый фильтр; ЗСО	Кафедра ИСЗиС СБ19-31Б		
Норм.контр.	Дубровская О.Г.								
Зав.кафедры	Матюшенко А.И.								

Принципиальная аппаратно-технологическая схема станции водоочистки г.Саяногорск (Q=5694,5 м³/сут)



Условные обозначения:

- B1 — трубопровод очищенной воды;
- B2 — трубопровод осветленной воды;
- B3 — трубопровод очищаемой воды;
- B4 — трубопровод исходной воды;
- A0 — трубопровод подачи воздуха;
- P1 — трубопровод чистой промывной воды;
- P2 — трубопровод грязной промывной воды;

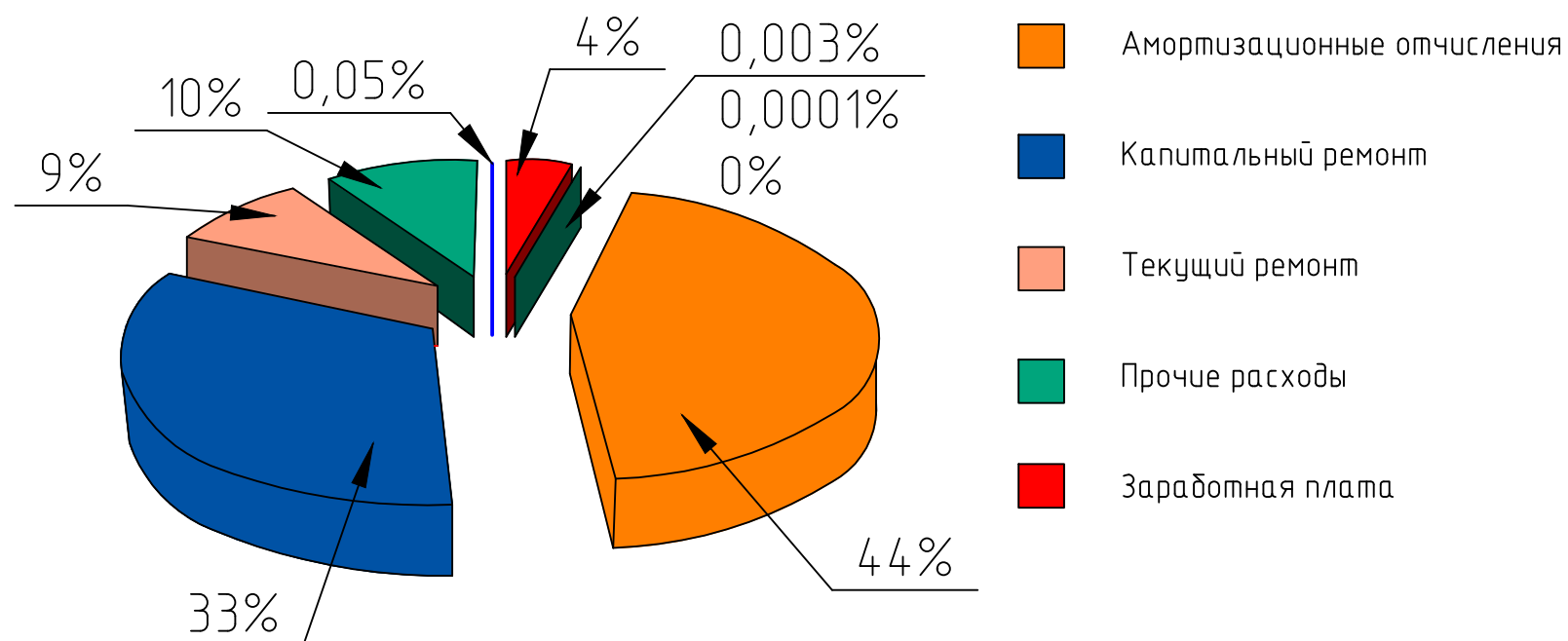
Согласовано
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

						БР 08.03.01-2023			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Разработка схемы системы водоснабжения г.Саяногорск	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Реймер А.П.						БР	3	
Руководитель	Дубровская О.Г.					Принципиальная аппаратно-технологическая схема станции водоочистки г.Саяногорск	Кафедра ИСЗиС СБ19-31Б		
Норм.контр.	Дубровская О.Г.								
Зав.кафедры	Матюшенко А.И.								

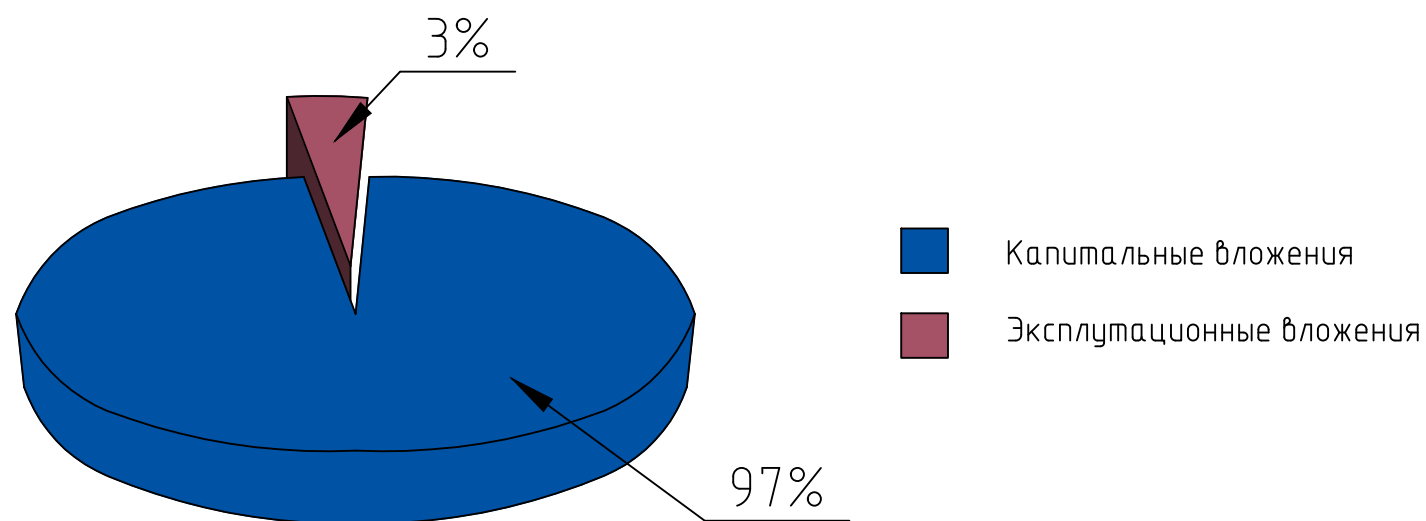
Технико-экономические показатели

Наименование показателей	Ед.изм.	Количество
Производительность	тыс.м3/год	2 078,5
Обслуживающий персонал	чел	30
Капитальные вложения	тыс.руб.	6 063 695 183,7
Эксплуатационные затраты	тыс.руб/год	11 356 375,8
в том числе:		
Реагенты и другие материалы	тыс.руб/год	103 940
Заработная плата	тыс.руб/год	7 837 454
Электроэнергия	тыс.руб/год	6 094
Вода на собственные нужды	тыс.руб/год	32,1
Тепловая энергия	тыс.руб/год	128,2
Амортизационные отчисления	тыс.руб/год	15 678,5
Капитальный ремонт	тыс.руб/год	1 128 716,9
Текущий ремонт	тыс.руб/год	2 257 433,9
Прочие расходы	тыс.руб/год	6 898,2
Себестоимость получения 1м3 воды	руб/м3	89,1
Срок окупаемости проекта	год	2,5

Распределение эксплуатационных затрат по статьям расходов в процентном соотношении



Распределение затрат на реализацию проекта в процентном соотношении



Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.						БР 08.03.01-2023		
Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Разработал	Реймер А.П.				Разработка схемы системы водоснабжения г.Саяногорск	Стадия	Лист	Листов
Руководитель	Дубровская О.Г.					БР	4	
Норм.контр.	Дубровская О.Г.				Технико-экономические показатели	Кафедра ИСЗиС СБ19-31Б		
Зав.кафедры	Матюшенко А.И.							


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

Инженерно-строительный
институт

Инженерные системы зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия

« 23 » 06 2023г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»

код и наименование направления

Разработка схемы системы водоснабжения г.Саяногорск
тема

Руководитель

 22.06.23

подпись, дата

доцент, к.т.н

должность, ученая степень

О.Г.Дубровская

инициалы, фамилия

Выпускник

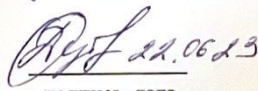
 22.06.23

подпись, дата

А.П.Реймер

инициалы, фамилия

Нормоконтроль

 22.06.23

подпись, дата

О.Г.Дубровская

инициалы, фамилия

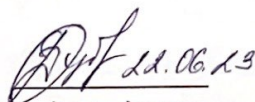
Красноярск 2023

Продолжение титульного листа БР по теме Разработка схемы системы водоснабжения г. Саяногорск.

Консультанты по
разделам:

Водоснабжение поселка

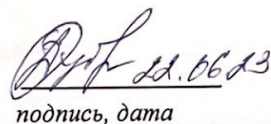
наименование раздела


подпись, дата

О.Г. Дубровская
инициалы, фамилия

Водозаборные очистные сооружения

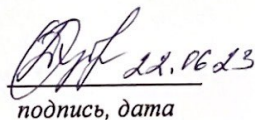
наименование раздела


подпись, дата

О.Г. Дубровская
инициалы, фамилия

Экология

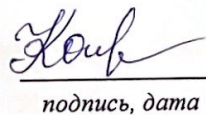
наименование раздела


подпись, дата

О.Г. Дубровская
инициалы, фамилия

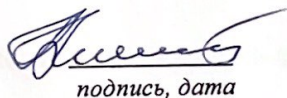
Экономика

наименование раздела


подпись, дата

Т.П.Категорская
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


подпись, дата

А.И. Матюшенко
инициалы, фамилия