

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Центр инженерного оборудования

(наименование)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Водоснабжение городов и промышленных предприятий

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему «Реконструкция системы водоснабжения в городском
поселении Бирск

Обучающийся

М.Д. Шабардин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный руководитель

к.т.н, доцент, С.Ш. Сайридинов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти, 2025

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1 Техническое состояние централизованных системы водоснабжения г. Бирск.....	9
1.1 Описание территорий городского поселения	9
1.2 Описание состояния существующих источников водоснабжения и водозаборных сооружений.....	14
1.3 Описание системы и структуры водоснабжения г. Бирск и деление территории поселения на эксплуатационные зоны	15
1.4 Обоснование потребности в основных видах водных ресурсов.....	19
1.5 Зоны санитарной охраны.....	23
Глава 2 Исходные данные и условия для проектирования водозаборных сооружений	27
2.1 Нормативно-техническое обоснование проектирования водозаборных сооружений.....	27
2.2 Сведения о климатической, географической и инженерно-геологической характеристике района строительства	30
2.3 Сведения о категории земель, на которых располагается объект капитального строительства	34
2.4 Структура водоносных горизонтов и качество подземных вод.....	35
2.5 Качество подземных вод	37
Глава 3 Разработка принципиальных проектных решений	42
3.1 Водозаборные сооружения	43
3.1.1 Способ бурения и проектируемая конструкция скважины и фильтра.....	43
3.1.2 Общие сведения о насосной станции над артскважиной	45
3.1.3 Конструктивное исполнение блок-бокса.....	47
3.1.4 Система автоматизации насосной станции	49
3.1.5 Порядок работы.....	50

3.1.6 Монтаж блок-бокса.....	50
1.1.7 Техническое обслуживание	50
3.2 Сооружения для очистки и подготовки воды и оценка соответствия применяемой технологической схемы нормативным требованиям.....	53
3.3 Принципиальная схема реконструкции системы водоснабжения.....	56
3.3.1 Механическая очистка.....	57
3.3.2 Умягчение воды на установках обратного осмоса.....	58
3.3.3 Обеззараживание воды.....	60
3.3.4 Насосная станция на водозаборной скважине	62
3.3.5 Резервуары питьевой воды.....	64
3.3.6 Наружные сети на площадке НС-II.....	70
3.3.7 Скважины и подземные сооружения	71
3.3 Принятые технологические решения реконструкции	74
3.4 Модернизация объектов централизованных систем водоснабжения г. Бирска	78
3.5 Технические решения по строительству в сложных инженерно-геологических условиях	87
Заключение	93
Список используемой литературы и используемых источников.....	94

Введение

Основанием для разработки проектной документации по теме «Реконструкция системы водоснабжения в городском поселении Бирск» является техническое задание на разработку проектной документации объекта капитального строительства, согласованный Министерством жилищно-коммунального хозяйства Республики Башкортостан.

Схема не предусматривает принципиальных изменений в существующей схеме водоснабжения и включает в себя первоочередные мероприятия по развитию централизованной системы водоснабжения, повышению надежности функционирования этой системы, повышение качества предоставления коммунальных услуг населению и обеспечение комфортных и безопасных условий для проживания людей в городском поселении город Бирск муниципального района Бирский район Республики Башкортостан. Мероприятия охватывают следующие объекты системы водоснабжения: водозаборы, станции водоподготовки, насосные станции, магистральные сети водопровода.

Функциональное назначение объекта капитального строительства согласно общероссийским классификаторам основных фондов, назначение объекта по ОК 013-2014:

- 220.42.21.13 водоводы и водопроводные конструкции, водоочистные станции, насосные станции;
- 220.42.21.13.110 Скважина водозаборная
- 220.42.21.13.120 Системы и сооружения водоснабжения и очистки.

Обоснование актуальности темы.

Линейный объект – это магистральные сети подземной воды, прокладываемые от площадки водозабора до площадки насосной станции II подъема, сети хозяйственно-питьевой воды, следующие от площадки насосной станции II подъема до площадки резервуаров чистой воды и до города Бирск образуя закольцовку города [14].

Водозабор Костаревский 1974 года постройки представляет собой комплекс из 17 технологически связанных скважин. Мощность водозабора 17000 м³/сут. Вода от Костаревского водозабора по 2-м ниткам водовода, выполненным из стальных труб диаметром 500 мм, протяженностью 4,4 км поступает на насосную станцию 2-го подъема, затем по 2-м ниткам водовода, выполненным из стальных труб диаметром 500 мм, протяженностью 12,08 км – в резервуар чистой воды объемом 3000 м³, а оттуда посредством 2-х ниток водоводов, выполненным из стальных труб диаметром 500 мм, протяженностью 4,8 км и городских магистральных водоводов выполненным из стальных труб диаметрами 219-500 мм, протяженностью 21,6 км, подаётся в разводящую сеть г. Бирск.

На данный момент рабочие скважины водозабора и водоводы г. Бийск имеет износ 100%. Исходя из условий расположения данного города с населением до 50 тыс. человек было принято решение о проектировании нового водозабора.

Актуальность данной работы заключается в реконструкции системы водоснабжения, включающей в себя водозабор, станцию очистки питьевой воды водозаборных скважин, насосной станции 2-го подъема резервуаров чистой воды и магистральных трубопроводов в городском поселении г. Бирск.

Изучив существующую систему водоснабжения города Бирск, было принято решение о проектировании новой системы водозабора и водоподготовки. Действующая система не имела должного обслуживания с 1992 года, что привело к критическому износу рабочих скважин водозабора и водоводов в 100%. Исходя из состояния системы водоснабжения было принято решение о проектировании новой системы водозабора и водоочистки воды для подачи её потребителю [2, 31].

Новая блочно-модульная система более технологична, проста в использовании, дешева, проста при монтаже на объект и обеспечивает необходимый уровень очистки, поступающей от водозаборных скважин, воды [39, 42].

Объект исследования: Система водоснабжения г. Бирск.

Предмет исследования: Реконструкция водозабора, станции очистки питьевой воды, насосной станции 2-го подъема, резервуаров чистой воды и магистральных трубопроводов в г. Бирск.

Целью является разработка основных технических решений по реконструкции водозабора, проектирование станции водоочистки на площадке существующей насосной станции II подъема, магистральных сетей водоснабжения, расширение резервуарного парка для хранения чистой воды, обеспечение питьевой водой и водой на пожаротушение г. Бирск.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Выполнить проект реконструкции существующей системы водоснабжения г. Бирск;
- Разработать технические решения станции очистки питьевой воды с целью доведения качества питьевой воды до требований СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода»;
- Разработать проектные решения водозабора, включающий в себя бурение и обустройство водозаборных скважин, проектирование магистрального водовода от скважин до насосной станции II-го подъема.

Научная новизна полученных результатов состоит в изучении ассортимента современного оборудования и передовых технологий в сфере очистки вод, добываемых из подземных источников. На основании чего выбрана схема обработки, включающие механическую очистку, умягчение воды методами обратного осмоса, обеззараживание и транспортировку очищенной воды потребителям.

Методы исследований. Для достижения поставленных целей было проведено комплексное документально-инструментальное обследование состояния водопроводной сети и насосных установок. Исследования

осуществлялись посредством сочетания теоретического анализа и эмпирических методов расчета, включая применение современных методик диагностики и мониторинга технических систем. Это позволило получить объективные данные о состоянии коммуникаций и оборудования, необходимые для обоснования дальнейших проектных и эксплуатационных мероприятий [22].

Практическая значимость работы содержит следующие аспекты.

Повышение надёжности: Полученные результаты позволяют оценить техническое состояние водопроводной сети и насосных установок, выявив проблемные участки и элементы, нуждающиеся в ремонте или замене.

Теоретико-экспериментальные исследования обеспечивают научно обоснованную основу для разработки перспективных решений по реконструкции и совершенствованию систем водоснабжения.

Повышение экологической безопасности зоны водопользования, улучшении санитарно-гигиенических условий и снижении негативных воздействий на окружающую среду.

Личный вклад автора состоит в непосредственном участии в обследовании водозаборных сооружений, насосного хозяйства, анализе полученных данных, обосновании темы, цели, задач и методики исследований. Автором предложен ряд организационных, малозатратных и долгосрочных мероприятий применительно к повышению энергоэффективности работы станции очистки питьевой воды г. Бирск.

На защиту выносятся: Результаты обследования текущего состояния объекта исследования, результаты расчётов и проектные решения реконструкции системы водоснабжения, направленные на повышение эффективности и надёжности работы станции очистки питьевой воды г. Бирск.

Апробация работы. Диссертация носит практический характер и проявляет себя в наличии научно обоснованных и апробированных методов и средств расчёта элементов схемы водозаборных сооружений.

Автором опубликована статья, рассматривающая некоторые аспекты проблем жилищно-коммунального хозяйства:

О причинах разрушения пломбировочного устройства на водомерном узле // В сборнике XVI Международной научно-практической конференции «повышение управленческого, экономического, социального и инновационно-технического потенциала предприятий, отраслей и народнохозяйственных комплексов». МНИЦ, Пенза, 2025.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, библиографии из 53 наименований. Общий объем работы 99 страниц, включая 21 иллюстраций, 25 таблиц.

Глава 1 Техническое состояние централизованных системы водоснабжения г. Бирск

1.1 Описание территорий городского поселения

Территория участка недр Костаревского месторождения подземных вод, располагается в пределах листа N-40-II международной разграфки масштаба 1:250000 (рисунок 1 – Расположение объекта проектирования на карте Республики Башкортостан). В административном отношении площадь работ находится на территории Бирского муниципального района Республики Башкортостан, в 4-х км западнее с. Костарево. Горный отвод верхняя граница – поверхность земли, нижняя граница – глубина залегания аллювиальных четвертичных отложений. Площадь участка недр составляет 0,82 км².

Костаревский водозабор расположен на правом берегу р. Белой, в её излучине, в 4-х км к западу от д. Костарево. Расстояние до г. Бирска составляет 14 км. Участок приурочен к пойме и первой надпойменной террасе. Абсолютная отметка уреза воды в р. Белой в меженный период составляет 71,0 – 71,7 м.

Поверхность излучины р. Белой, к которой приурочено оцениваемое месторождение, волнистая с многочисленными вытянутыми ложбинами и валами. Ко многим ложбинам приурочены озёра-старицы. Большинство таких озёр расположено в северо-западной и западной частях излучины. В весенний паводок все ложбины заполняются водой, валы чаще всего остаются сухими. Костаревский водозабор введён в эксплуатацию в 1974 году. Скважины расположены в виде линейного водозаборного ряда вдоль русла р. Белой.

На рисунке 2 представлено расположение линейного водозаборного ряда скважин Костаревского месторождения подземных вод выделено красной рамкой.

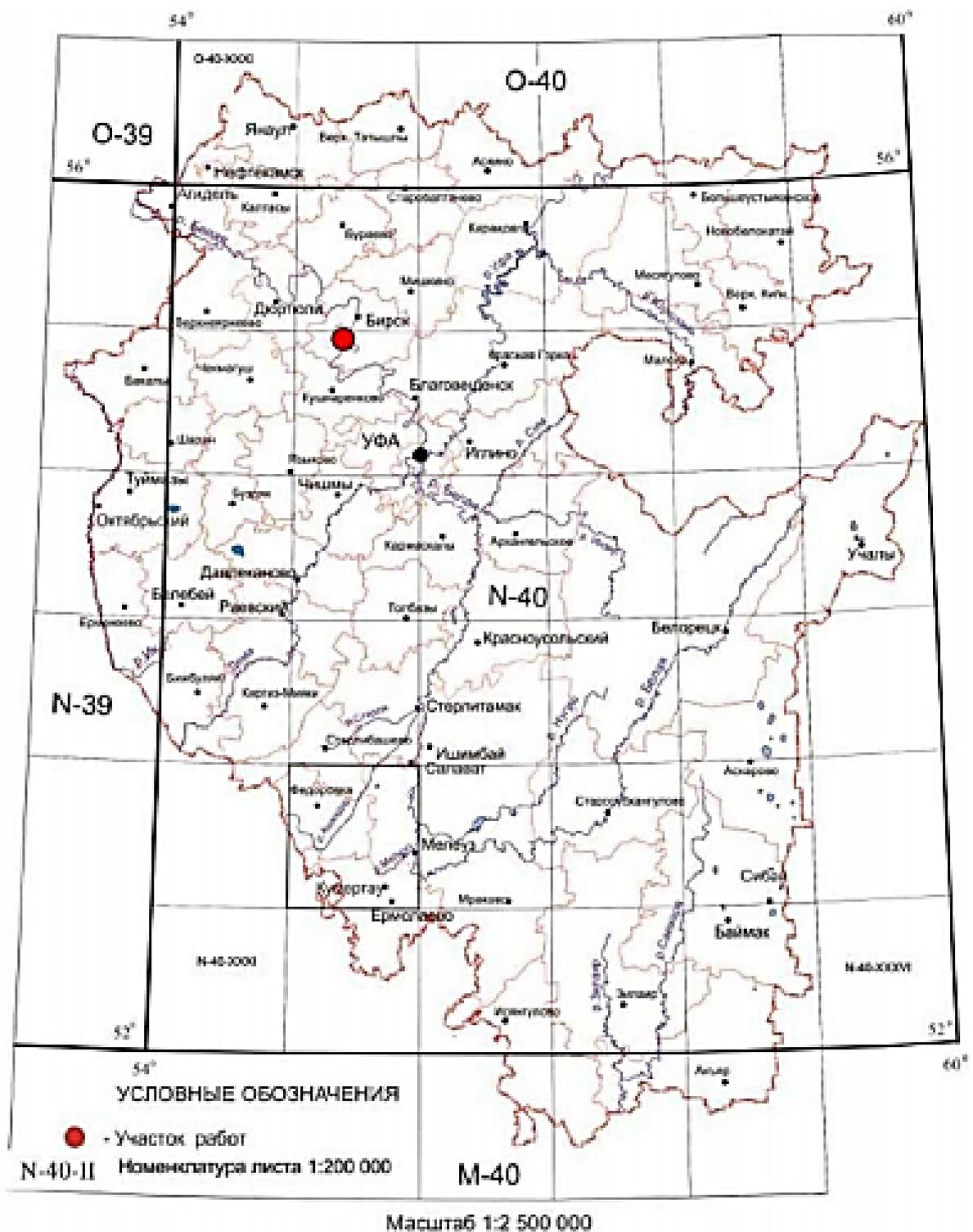
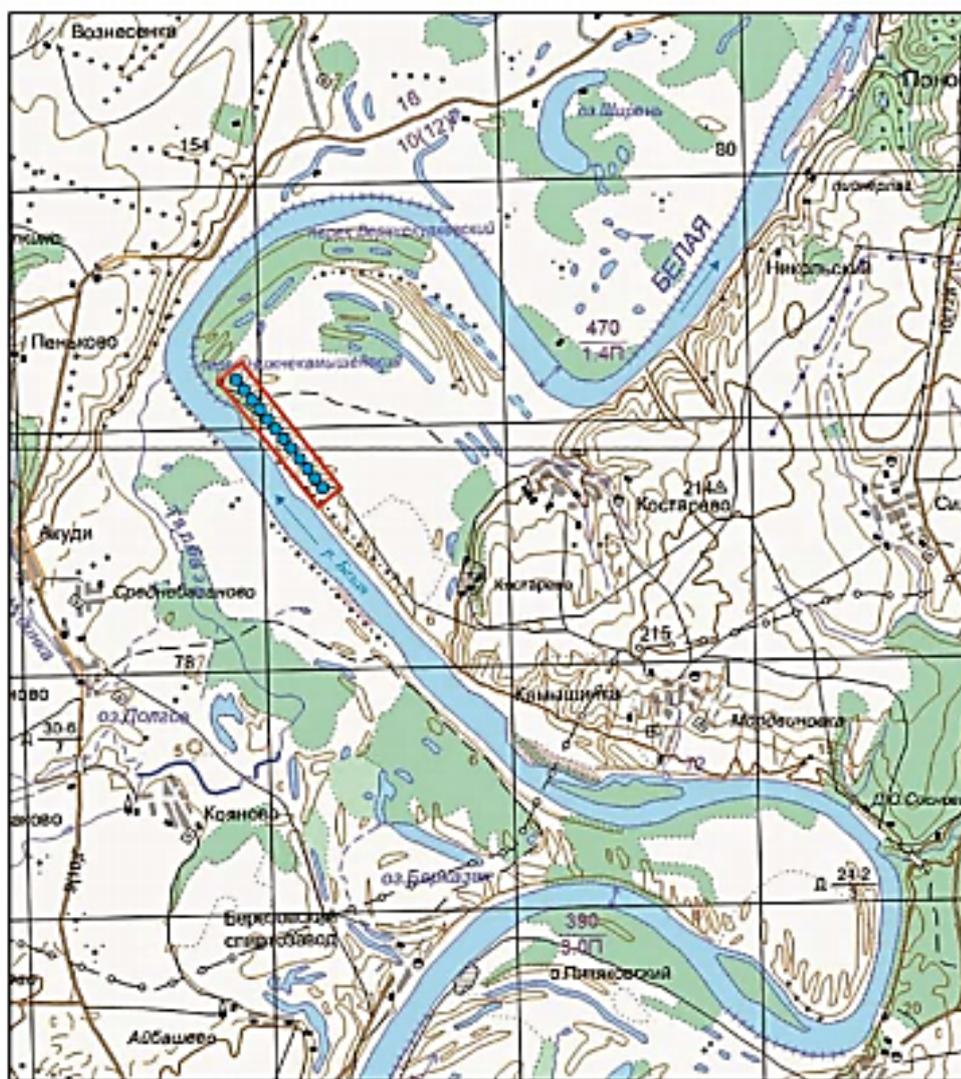


Рисунок 1 – Расположение объекта проектирования на карте Республики Башкортостан



Масштаб 1 : 100000

Рисунок 2 – Расположение линейного водозаборного ряда скважин Костаревского месторождения подземных вод

Существующий жилой фонд города представлен в основном деревянными одноэтажными жилыми домами с приусадебными участками (рисунок 3). По окраинам города ведется застройка новых микрорайонов индивидуальными жилыми домами с приусадебными участками. Северо-восточная и восточная части города застраиваются 5-ти этажными зданиями. Принятие планировочных решений по застройке города и отдельных жилых комплексов города осуществляется по Генеральному плану г. Бирска, разработанными проектным институтом «Башкиргражданпроект» и другими проектными организациями на основании [4, 8].

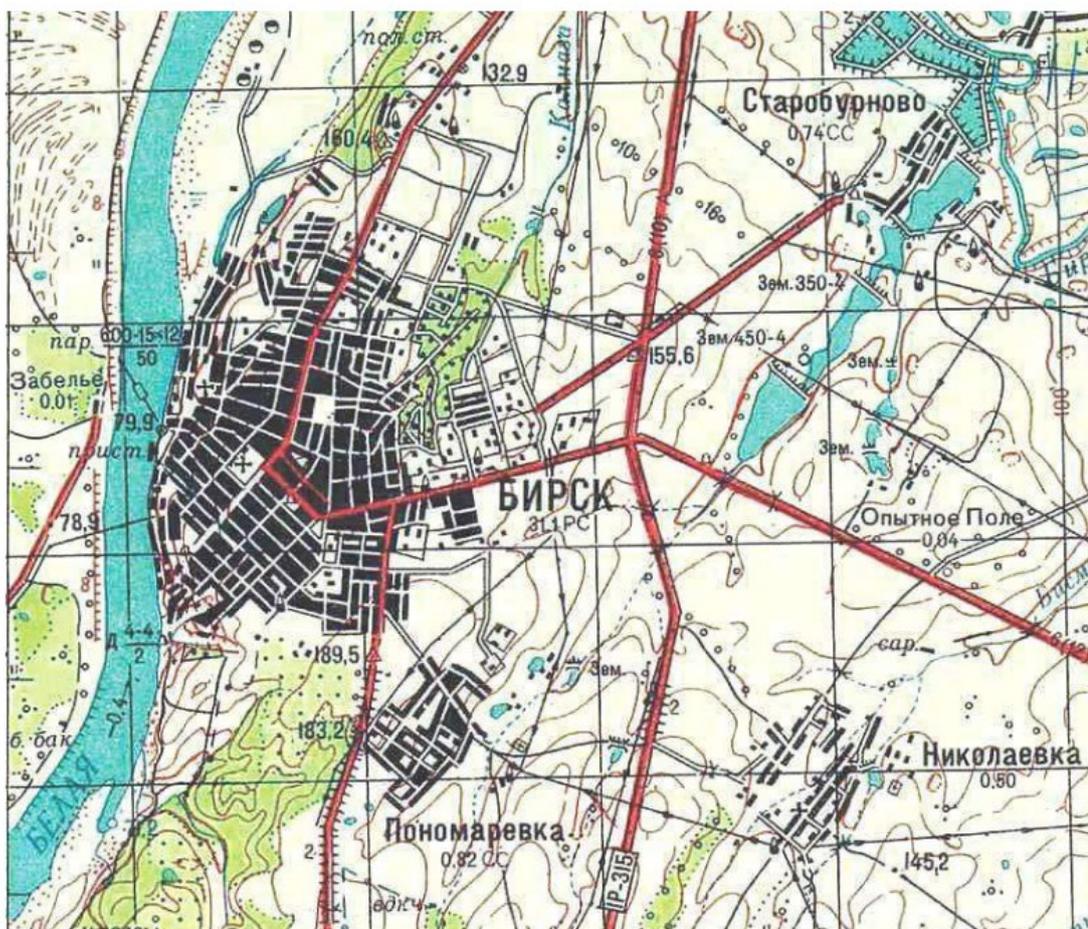


Рисунок 3 – Карта городского поселения город Бирск

«В настоящее время застраиваются 3 микрорайона индивидуальной жилой застройки. Разрабатывается проект микрорайона комплексной малоэтажной жилой застройки в южной части города общая площадь территории которого составляет 202 га. Разработан проект первой очереди данного микрорайона, расположенной на территории 77 га, предусматривающий создание объектов социальной, инженерной и транспортной инфраструктуры, необходимых для комплексного освоения территории в целях жилищного строительства. Проект второй очереди микрорайона, расположенной на территории 125 га находится в стадии разработки» [43].

К настоящему времени следующая информация по сетям водоснабжения.

В 2012 г. построены в полном объеме и пущены в эксплуатацию сети водоснабжения микрорайона «Телецентр» г. Бирска общей протяженностью 17,34 км.

В микрорайоне «Юго-Западный» всего построено 8,886 км водопроводных сетей. Осталось выполнить присоединения, промыть, продезинфицировать и пустить в эксплуатацию построенные водопроводные сети.

Микрорайон индивидуальной жилой застройки г. Бирска «Солнечный» (в том числе микрорайон «Вторчермент»):

- Микрорайон находится в стадии строительства. Застройщики на все участки микрорайона определены. Из 954 земельных участков застроено 492, что составляет 52 %.
- Построено 9,05 км водопроводных сетей за счет централизованных источников финансирования и 2,451 км за счет средств населения. С учетом участков улиц, где отсутствуют водопроводные сети (в микрорайонах «Вторчермет», «Солнечный-1», «Солнечный-2» и ул. Дачная с индивидуальной застройкой) еще требуется спроектировать и построить 15,77 км водопроводных сетей.

Микрорайон индивидуальной жилой застройки г. Бирска «Юго-восточный»:

- Микрорайон находится в стадии строительства. Застройщики на все участки микрорайона определены. Из 568 земельных участков застроено 200, что составляет 35 %.
- Построены в полном объеме и пущены в эксплуатацию 12,063 км водопроводных сетей.
- Микрорайон индивидуальной жилой застройки г. Бирска «Плодосовхоз»:
- Микрорайон находится в стадии строительства. Застройщики на все участки микрорайона определены. Из 255 земельных участков застроено 105, что составляет 41 %.

- Построено и пущено в эксплуатацию 4,4 км водопроводных сетей на сумму 1250,10 тыс. руб. в ценах 2001 г. или 4764,54 тыс. руб. в ценах текущего года, необходимо построить еще 2,3 км.

Необходимо дополнительно запроектировать и построить водопроводные сети по улицам Крещенская, Звездная, Рождественская, Архангельская, Ягодная общей протяженностью 3,0 км.

Жилая застройка города располагается на отметках 82,0 – 190,0 м. В верхнюю и нижнюю зоны (отметки верхней зоны 140,0 – 190,0 м) вода подается непосредственно из напорного резервуара. Для снижения напоров в сети нижней зоны отсутствуют регуляторы давления. Ввиду большого давления в сетях, особенно в ночное время суток, происходят частые порывы водопроводов и утечки воды [6, 29].

1.2 Описание состояния существующих источников водоснабжения и водозаборных сооружений

Источником водоснабжения г. Бирска являются инфильтрационные воды р. Белой. Костаревский водозабор расположен на правом берегу р. Белой, в 3,5 км к юго-западу от с. Костарево и 24 км от г. Бирска. В эксплуатацию введен в 1974 г. и является единственным источником водоснабжения г. Бирск.

Костаревский водозабор (площадка насосной станции 1-ого подъема) общей производительностью 17,0 тыс. м³/сут. имеет 20 артезианских скважин, из которых 17 скважин эксплуатационные и 3 наблюдательные.

Суммарный водоотбор определяется величиной утвержденных запасов по категориям: А+В – 23,975 тыс. м³/сут.; С – 35,2 тыс. м³/сутки при снижении динамического уровня до глубины не более 14 – 16 м в зависимости от глубины скважины.

Глубина скважин от 21,0 м до 27,0 м. Водозабор линейный, вытянут вдоль русла р. Белой, в 180 – 240 м от него. Расстояние между скважинами

75–200 м. Артезианские скважины оборудованы погружными насосами марки ЭЦВ10-65-110, ЭЦВ10-65-150, ЭЦВ8-25-150, ЭЦВ8-40-120.

Фактический водоотбор составляет 4,5 – 5,0 тыс. м³/сутки. В отдельные периоды года, особенно в жаркие летние дни, в связи с использованием воды населением для полива садов и огородов водозабор работает на пределе своих возможностей.

Приборный учет водоотбора по каждой скважине не ведется, так как приборы учета сразу же выходят из строя из-за гидравлических ударов в процессе переключения или отключения скважин [3, 7].

1.3 Описание системы и структуры водоснабжения г. Бирск и деление территории поселения на эксплуатационные зоны

Источником водоснабжения является Костаревский водозабор, состоящий из 20 скважин, из которых 17 эксплуатационных и 3 наблюдательных. Производительность водозабора 17,0 тыс. м³/сут., фактический водоотбор в среднем составляет 4,3 – 5,0 тыс. м³/сут. Добытая на водозаборе вода подвергается озонированию. Вода после озонирования насосной станцией 2-ого подъема подается по двум водоводам из стальных труб протяженностью 11,5 км и 12,08 км в напорный резервуар чистой воды (РЧВ) емкостью 3000 м³, расположенный в 2,5 км трассы Бирск–Новобиктимирово. Затем из резервуара вода по двум водоводам из стальных труб протяженностью 4,5 км и 4,81 км самотеком поступает в разводящую кольцевую водопроводную сеть г. Бирск. Общая протяженность водопроводных сетей в г. Бирске составляет 109,194 км.

На рисунке 4 показаны зоны водоснабжения городского поселения город Бирск.

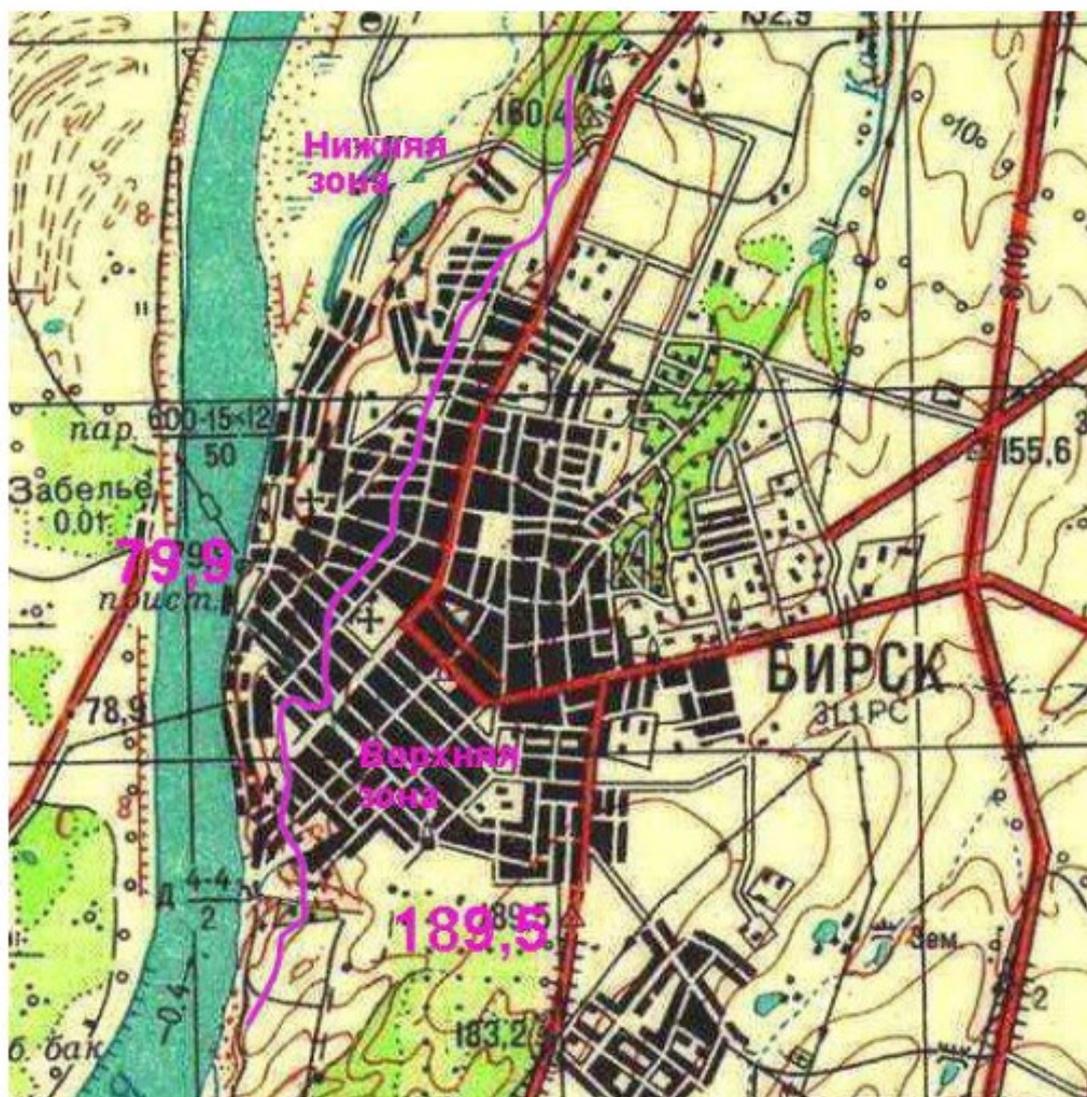


Рисунок 4 – Зоны водоснабжения г. Бирск

Жилая застройка города располагается на отметках 82,0 – 190,0 м. В верхнюю и нижнюю зоны (отметка верхней зоны 140,0 – 190,0 м) вода подается непосредственно из напорного резервуара. Существующий кольцевой водопровод города на данный период обеспечивают пропуск необходимого количества воды с учетом пожарного расхода (максимальное водопотребление + пожар). Разводящие сети водопроводов обеспечивают водой население, промышленные предприятия, объекты соцкультбыта и учреждения города. Сведения о водопотреблении г. Бирска приведены в таблице 1, на рисунке 5 представлена визуализация структуры водопотребления по группам.

Таблица 1 – Водопотребление г. Бирска за 2023 год

Основные характеристики	Показатели
Общая подача воды в сеть г. Бирска, м ³ /год	1676000
в том числе:	
– населению	1034132,2
– промпредприятиям (в т.ч. соцкультбыт)	323378,7
– собственные нужды	65597,0
– потери при транспортировке	252892,1
Подача воды, м ³ /ч:	
Час максимального водопотребления с 11.00 час. до 14.00 час.	до 400,0
Час минимального водопотребления с 2.00 час. до 4.30 час.	180,0–200,0

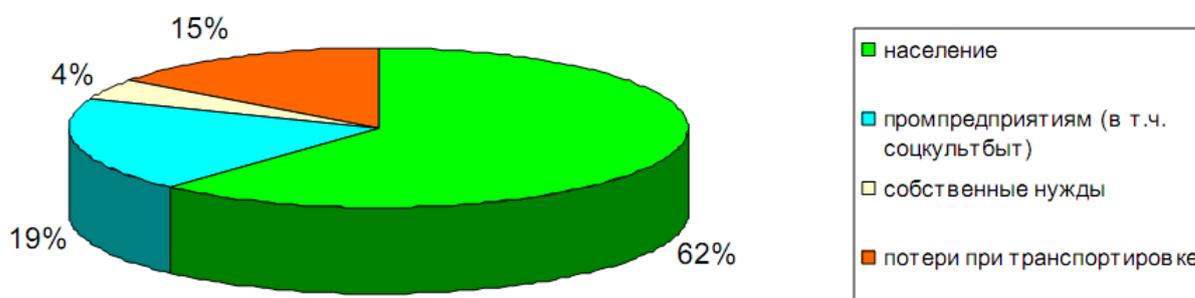


Рисунок 5 – Структура водопотребления г. Бирск

В таблице 2 приведены нормативы водопотребления в жилищном фонде г. Бирска, на рисунке 6 представлена визуализация водопотребления по группам.

Таблица 2 – Нормативы водопотребления в жилищном фонде г. Бирска

Степень благоустройства	Норма на 1 чел., л/сут.	Доля в жилом фонде, тыс. чел	Доля в жилом фонде, %
Центральное холодное водоснабжение, горячее водоснабжение от водонагревателя центральная канализация и душами с сидячими ваннами 1200 мм	256	1566	3

Продолжение таблицы 2

Степень благоустройства	Норма на 1 чел., л/сут.	Доля в жилом фонде, тыс. чел	Доля в жилом фонде, %
Центральное холодное водоснабжение, горячее водоснабжение от водонагревателя центральная канализация с ваннами длиной от 1550 до 1650 мм, оборудованными душами	258	16248	36
Центральное холодное водоснабжение, горячее водоснабжение от водонагревателя центральная канализация с ваннами длиной от 1650 до 1700 мм, оборудованными душами	258	677	2
Центральное холодное водоснабжение, центральная канализация.	121	1677	4
Центральное холодное водоснабжение, без канализации.	96	3920	9
Водоснабжение с использованием водоразборных колонок.	40	9137	20

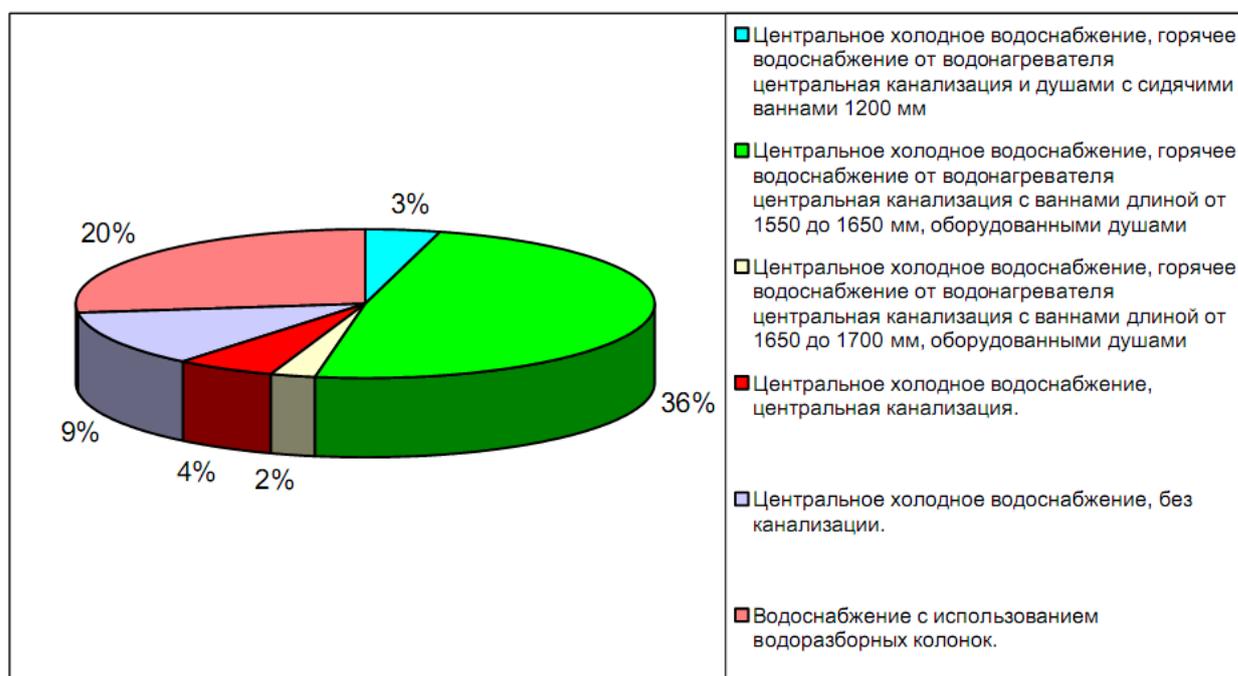


Рисунок 6 – Структура жилищного фонда г. Бирск по степеням благоустройства

Сведения о фактическом потреблении населением питьевой воды исходя из статистических и расчетных данных и сведений о действующих

нормативах потребления коммунальных услуг приведены в таблице 3, на рисунке 7 представлена визуализация водопотребления по месяцам [5].

Таблица 3 – Среднесуточное потребление воды населением г. Бирска по месяцам 2023 г.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2396	2997	2626	2475	2936	3332	3157	2848	2798	2652	3287	2967

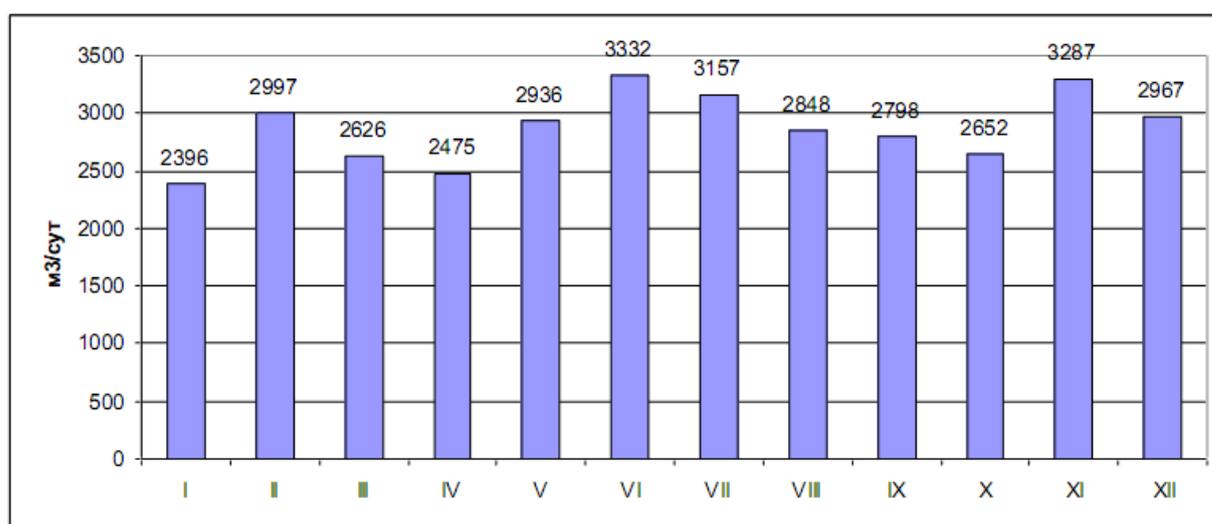


Рисунок 7 – Потребление воды населением г. Бирска по месяцам

Для водоснабжения частного сектора и неблагоустроенной застройки города установлены водоразборные колонки. Наружное пожаротушение предусмотрено от пожарных гидрантов.

1.4 Обоснование потребности в основных видах водных ресурсов

Расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды рассчитаны с учетом численности и степени благоустройства. Норма удельного хозяйственно-питьевого водопотребления в населенных пунктах на одного жителя среднесуточное принят согласно таблице 1 СП 31.13330.2012 расчёт водопотребления приведён в таблицах 4 – 6.

Таблица 4 – Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения

Степень благоустройства	Количество жителей, чел.	Норма водопотребления, л/сут. чел	Средний суточный расход, м ³ /сут.
Жилые дома, оборудованные внутренним водопроводом и канализацией, с ванными и с центральным водоснабжением	49860	165	8226,9

Таблица 5 – Расход воды на полив улиц и газонов населенного пункта

Наименование	Количество жителей, чел.	Расход воды на поливку, л/сут.	Средний суточный расход, м ³ /сут.
Полив	49860	50	2493,0

Таблица 6 – Общий расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населенного пункта питьевой воды

Водопотребители	Средний суточный расход, м ³ /сут	Средний часовой расход в средние сутки, м ³ /ч	Коэф-т сут. неравномерности		Максимальный суточный расход, м ³ /сут	Мин. суточный расход, м ³ /сут	Средний часовой расход в сутки макс. водопотребления, м ³ /ч
			$K_{с.макс}$	$K_{с.мин.}$			
Население	8226,9	342,8	1,1	0,7	9049,6	5758,8	377,1
Общественные учреждения, неучтенные расходы (10-20%)	1042,3	43,4			1146,6	729,6	47,8
Полив улиц и газонов	2493,0	103,9			2742,3	1745,1	114,3
Итого	11762,2	490,1			12938,5	8233,5	539,130

На пожаротушение всего города Бирск согласно п.5.1 и таблице 1 СП 8.13130.2020 с численностью населения не более 50 тыс. чел. и застройки зданиями высотой 3 этажа и выше принят 2 пожара с общим пожаротушением по 25 л/с.

Обеспечение нужд пожаротушения г. Бирска предусмотрено из системы хозяйственно-питьевого водопровода (таблица 7).

Таблица 7 – Расход воды на пожаротушение

Тип пожара	Количество жителей, чел.	Расчетное количество пожаров	Расход воды на один пожар или на одну струю, л/с	Общий расход на 3-х часовое тушение пожара, м ³	Тушение пожара, час
Районный	49860	2	25 (п. 5.1 СП8.13130.2009)	540	3
Наружный			2×2,5 (таб. 7.1СП10.13130.2020)	108	3
Внутренний					
ИТОГО			30	648	

В г. Бирск имеются общественные здания следующего назначения:

- кинотеатр - строительный объем 59090 м³ (350 посадочных мест), расход воды на наружное пожаротушение равен 25 л/с и по СП 10.13130.2020, таблице 7.1, п. 4 расход воды на внутреннее пожаротушение равен 2х2,5 л/с. Общий расход на пожаротушение здания кинотеатра потребуется 30 л/с.
- школа на 350 чел. – строительный объем 21870 м³, расход воды на наружное пожаротушение равен 20 л/с и по СП 10.13130.2020, таблица 7.1, п.3 расход воды на внутреннее пожаротушение равен 1х2,5 л/с. Общий расход на пожаротушение здания потребуется 22,5 л/с.
- детский сад на 220 мест (2 этажа) – строительный объем – 1792 м³, расход воды на наружное пожаротушение равен 10 л/с и по СП 10.13130.2020, таблица 7.1, п.3 расход воды на внутреннее пожаротушение равен 1х2,5 л/с. Общий расход на пожаротушение здания детского сада потребуется 12,5 л/с.

Общий расход на 3-х часовое тушение пожара ($W_{\text{пож.}}$): $540+108,0=648,0$ м³. Подача полного расчетного расхода воды на тушение пожара обеспечивается при наибольшем часовом расходе воды в системе.

Система водоснабжения г. Бирск принята хозяйственно-питьевая, противопожарная. Согласно п.7.4 СП 31.13330.2012 система водоснабжения по степени обеспечения подачи воды относиться к I категории, т.е величина допускаемого снижения подачи воды до 30 % расчетного расхода не должна превышать 3-х суток и перерыв подачи воды или снижение подачи воды ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов системы (насосных установок, арматуры, трубопроводов) [7, 11]. Расчёт прогноза водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды населения в часы максимального и минимального водопотребления приведён в таблице 8.

Таблица 8 – Прогноз водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды населения в часы максимального и минимального водопотребления

Потребители	Максимальное водопотребление (коэффициент часовой неравномерности $K_{\text{ч.макс}}= 1,482$)			Минимальное водопотребление (коэффициент часовой неравномерности $K_{\text{ч.мин}}= 0,31$)		
	Макс. суточный расход, м ³ /сут	Макс. часовой расход, м ³ /ч	Макс. секунд. расход, л/с	Мин. суточный расход, м ³ /сут	Мин. часовой расход, м ³ /ч	Мин. секунд. расход, л/с
Население	9049,59	558,81	155,23	5758,83	116,891	31,42
Общ. здания и неучтенные расходы (10-20%)	1146,58	70,80	19,67	729,64	14,81	4,11
Полив улиц и газонов	2742,30	169,34	47,04	1745,10	35,42	9,84
Итого	12938,47	798,95	221,94	8233,57	167,12	46,42
Пожаротушение	-	-	60,0	-	-	-
Общий расход с учетом пожаротушения	-	-	281,94	-	-	-

На основании анализа рельефа местности, резервов и дефицитов производственных мощностей системы водоснабжения установлено, что в отдельные периоды года, особенно в жаркие летние дни, в связи с использованием воды населением для полива садов и огородов водозабор работает на пределе своих возможностей [21, 24].

В связи с растущими потребностями города, строительством новых объектов, нового жилья, застройкой новых микрорайонов индивидуального жилищного строительства [26] возникла необходимость строительства еще одного резервуара 3000 м³ чистой воды на площадке напорного резервуара.

1.5 Зоны санитарной охраны

Костаревский водозабор – имеет 3 пояса зон санитарной охраны (ЗСО): первый пояс – пояс «строго режима», второй пояс – пояс ограничений для защиты водоносного горизонта от микробных загрязнений, третий пояс – пояс ограничений, предназначенный для защиты подземных вод от химических загрязнений (в который входит также 2-ой пояс). ЗСО Костаревского водозабора разработаны ГУП ПКИ «Башкирский промстройпроект» в 2000 г. и утверждены постановлением главы администрации города Бирск и Бирского района Республики Башкортостан № 223 от 23.07.2001 г. [1].

Границы первого пояса ЗСО совпадают с ограждением территории водозабора из колючей проволоки по железобетонным столбам – территория вдоль линейного ряда скважин по 50 м в обе стороны от скважин, в 200 м выше и в 100 м ниже по течению реки от крайних скважин. В границах первого пояса запрещается строительство объектов, не имеющих непосредственного отношения к эксплуатации водопроводных сооружений, в том числе прокладка трубопроводов различного назначения; постоянное и временное проживание людей, в том числе работающих на водозаборе; применение удобрений и ядохимикатов для любых целей; возделывание садов и огородов;

содержание и водопой скота. Доступ на территорию первого пояса разрешается только по пропускам [36 – 38].

Границы второго пояса ЗСО вверх по р. Белой 95 км, для р. Чермасан от устья вверх на расстоянии 41 км. В границах 2-ого пояса запрещается загрязнение территории нечистотами, мусором, промышленными отходами, применение ядохимикатов, размещение складов горюче-смазочных материалов и ядохимикатов, пунктов техобслуживания автотранспорта, накопителей, свалок, размещение кладбищ, скотомогильников, бурение новых нефтяных скважин без согласования с Роспотребнадзором и органами геологического контроля.

Границы третьего пояса ЗСО для поверхностных источников водоснабжения на водотоке вниз и вверх по течению совпадает с границами второго пояса. Боковые границы проходят по линии водоразделов в пределах 4 – 5 км (включая притоки).

Существуют следующие технические и технологические проблемы, возникающие при водоснабжении города Бирск.

Вода Костаревского водозабора имеет повышенную жесткость – до 10 мг-экв./л, а в весенние паводки может и превышать данный показатель. Недостаточное содержание йода и фтора в воде. Износ и несоответствие насосного оборудования современным требованиям по надежности и электропотреблению. В отдельные периоды года, особенно в жаркие летние дни, в связи с использованием воды населением для полива садов и огородов водозабор работает на пределе своих возможностей.

Высокие энергозатраты по доставке воды потребителям (до 38% от себестоимости). Непроизводительные потери воды. Отсутствие установок умягчения питьевой воды для доведения качества воды по жесткости до нормативных требований.

По состоянию на 01.11.2012 г. освоено 8,479 млн. руб., при этом построен сборный водовод 399,5 п.м., пробурено 4 скважины, построено 4 насосные станции на скважинах, выполнена обвязка скважин

коммуникациями и электрохимзащита водоводов. Ввиду отсутствия финансирования объект строительства не завершен – не выполнен объем работ по благоустройству площадки водозаборных сооружений и автоматизированной системы управления технологическими процессами Костаревского водозабора (АСУТП). В сильный паводок существует угроза размывания обваловок скважин, трансформаторной подстанции и выводу их из строя. Несмотря на то, что объект не завершен, пробуренные скважины включены в эксплуатацию в целях недопущения их заиливания.

Построенные ранее водоводы в 1974 г. протяженностью 20,5 км и в 1987 г. протяженностью 16,6 км имеют износ более 70,0%, постоянно происходят порывы и утечки воды, т.е. требуется их замена [1, 44].

За счет средств бюджета РБ в 2012 г. начато строительство объекта «Внеплощадочное водоснабжение г. Бирска РБ. Внеплощадочный водовод от очистных сооружений до напорных резервуаров» (от насосной станции 2-ого подъема до площадки напорного резервуара 3000 м³) из двух очередей строительства диаметром 300 мм из полиэтиленовых труб общей протяженностью 11,988 км.

В связи с растущими потребностями города, строительством новых объектов, нового жилья, застройкой новых микрорайонов индивидуального жилищного строительства возникла необходимость строительства еще одного резервуара 3000 м³ чистой воды на площадке напорного резервуара.

Проблемными характеристиками сети водопровода являются то, что половина разводящих внутриквартальных и уличных сетей водоснабжения имеют высокий процент износа (70% и более). Имеют место непроизводительные потери воды при порывах трубопроводов и могут быть перерывы в водоснабжении потребителей.

Выводы по главе 1:

На основании проведенного выше анализа ситуации на водозаборе определены основные направления, принципы, и целевые показатели развития централизованных систем водоснабжения в г. Бирске:

- Бурение скважин на Костаревском водозаборе в г. Бирске РБ;
- Реконструкция насосных станций 1 -го и 2-го подъемов;
- Реконструкция сооружений водоподготовки и обеззараживания;
- АСУТП Костаревского водозабора г. Бирска РБ;
- Внеплощадочный водовод от сооружений водоподготовки до напорных резервуаров;
- Реконструкция уличных магистральных водопроводов;
- Корректировка схемы водоснабжения г. Бирска РБ и проектирование водоводов от насосной станции 1 -го подъема до насосной станции 2-го подъема Костаревского водозабора;
- Резервуар чистой воды емкостью 3000 м³;
- Резервуар чистой воды емкостью 1000 м³ на площадке насосной станции 2-го подъема;
- Ограждение зоны санитарной охраны первого пояса подземных скважин Костаревского водозабора.

Глава 2 Исходные данные и условия для проектирования водозаборных сооружений

2.1 Нормативно-техническое обоснование проектирования водозаборных сооружений

Проектная документация разработана на основании следующих исходных данных [11, 12]:

- техническое задание на разработку проектной документации объекта капитального строительства;
- Градостроительный план земельного участка;
- Градостроительный план земельного участка №RU 035 130 00-25 под строительство водозаборных скважин;
- Градостроительный план земельного участка №RU 035 130 00-24 под строительство станции очистки питьевой воды, насосной станции 2-го подъема;
- Градостроительный план земельного участка №RU 035 130 00-23 под строительство под строительство резервуаров чистой воды;
- Протокол лабораторных испытаний проб воды №3493-3498, выданный АО «Башкоммунводоканал» Республиканской аналитической центр контроля качества воды;
- Лицензия на пользование недрами серияУфа, номер 02519, вид лицензии ВЭ, выданный Департаментом по недропользованию по Приволжскому федеральному округу в 03.07.2020г.;
- Санитарно-эпидемиологическое заключение на проект зоны санитарной охраны Костаревского водозабора №02.20.01.000.Т.000010.06.20 от 20.06.2020г.;
- Санитарно-эпидемиологическое заключение на пользование водного объекта Костаревского водозабора №02.20.01.000.Т.000016.10.20 от 15.06.2020г.;

- Экспертное заключение №215 от 26.05.2020г., выданный ООО «Удмуртский центр санитарной экспертизы»;
- Экспертное заключение №06-17334 от 27.08.2020г., выданный ФБУ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республики Башкортостан»;
- Постановление «О временном, согласовании показателей общей жесткости в питьевой воде на Костаревском водозаборе» №1 от 31.07.2020г., выданный Территориальным отделом Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан в Бирском, Аскинском, Балтачевском, Бураевском, Караидельском, Мишкинском, Татышлинском районах;
- Технические условия на подключение к централизованной системе водоотведения №537/04 от 20.04.21г. выданный Бирским филиалом АО «Башкоммунводоканал»;
- Технические условия об осуществлении технологического присоединения к электрическим сетям №0296-ТП-2021 от 24 марта 2021г.;
- Договор №0296-ТП-2021 об осуществлении технологического присоединения к электрическим сетям;
- Письмо №211 от 05.04.2021г. выданный ООО «Электрические сети» по обеспечению надежности электроснабжения;
- Письмо № 312/04 от 25.02.2021г. выданный Бирским филиалом АО «Башкоммунводоканал» о согласовании трубы по ТУ 22.21.21-019-73011750-2018;
- Письмо № 304/04 от 24.02.2021г. выданный Бирским филиалом АО «Башкоммунводоканал» о согласовании диаметра трубы магистральных сетей от водозабора до НС-2 и от НС-2 до РЧВ-3000;
- Проект зоны санитарной охраны Костаревского водозабора для хозяйственно-питьевого водоснабжения городского поселения г.

- Бирск Бирского района Республики Башкортостан, выполненный ООО «Георесурс-Пермь» в 2020г.;
- Схема водоснабжения г. Бирск Бирского района РБ на период до 2027г, выполненный ООО «МИП УГНТУ УНИТЕХ» в 2014 г.;
 - Внеплощадочный водопровод от очистных сооружений до напорных резервуаров заказ СМУ 501-08-ПЗ, НВ, АС том 1, выполненный ООО «Производственно-строительная фирма СМУ-8» в 2008г.
 - Технический отчет по результатам инженерно-геодезических изысканий для разработки проекта «Строительство станции очистки питьевой воды, водозаборных скважин, насосной станции 2-го подъема, резервуаров чистой воды и магистральных водоводов в городском поселении г. Бирск МР Бирский район Республики Башкортостан»
 - Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для разработки проекта «Строительство станции очистки питьевой воды, водозаборных скважин, насосной станции 2-го подъема, резервуаров чистой воды и магистральных водоводов в городском поселении г. Бирск МР Бирский район Республики Башкортостан»;
 - Технический отчет по результатам инженерно-гидрометеорологических изысканий для разработки проекта «Строительство станции очистки питьевой воды, водозаборных скважин, насосной станции 2-го подъема, резервуаров чистой воды и магистральных водоводов в городском поселении г. Бирск МР Бирский район Республики Башкортостан»;
 - Технический отчет по результатам инженерно-экологических изысканий для разработки проекта «Строительство станции очистки питьевой воды, водозаборных скважин, насосной станции 2-го подъема, резервуаров чистой воды и магистральных водоводов в

городском поселении г. Бирск МР Бирский район Республики Башкортостан».

2.2 Сведения о климатической, географической и инженерно-геологической характеристике района строительства

Проектом предусматривается расширение площадки резервуаров чистой воды емкостью 3000 м³. Земельный участок площадью 3603 м². В административном отношении участки проектируемых объектов системы водоснабжения г. Бирск расположена в Бирском районе вблизи таких населенных пунктов как Силантьево и Кустарева, в самом городе м. Никольский, Пономаревка и вдоль городских улиц [18].

Климат района континентальный холодной зимой и умеренно жарким и теплым летом, резкими колебаниями температуры воздуха по сезонам года и в течение суток [41, 46].

В геологическом строении территории до глубины 15,0 м участвуют четвертичные, общесыртовые и пермские отложения.

Геолого-литологический разрез (сверху-вниз), следующий:

Четвертичная система (Q) Отложения представлены техногенными, биогенными и делювиальными и аллювиальными образованиями.

Техногенные образования (tQIV) представлены насыпными грунтами, сформированы в процессе строительного освоения. Распространены в пределах изучаемой территории в коридорах инженерных коммуникаций, городских улиц и площадках индивидуального строительства. Представлены грунты щебнем, битым кирпичом, строительным мусором, глиной, гравием, с примесью почвы, редко перекрыты асфальтом до гл. 0,3 м, слежавшиеся, время отсыпки более 50 лет. Мощность техногенных образований в пределах изучаемой территории составила 0,6-1,3 м.

Биогенные образования (hQIV) распространены в пределах участков свободных от застройки, представлены почвенно-растительным слоем (чернозёмом). Вскрытая мощность 0,3 м.

Основанием возводимых зданий и сооружений в районе г. Бирска чаще всего служат делювиальные суглинки, покрывающий коренные породы. В северо-западной части, на склоне долины р. Белой и частично на поверхности водораздела распространены глины, близкие по своим свойствам к вышеописанным суглинкам [9].

Гидрогеологические условия обусловлены положением участка изысканий с преимущественным влиянием на формирование структурно-тектонического и геолого-литологического строения, характеризуются наличием двух водоносных горизонтов: горизонт подземных вод в аллювиальных отложениях; подземные воды в делювиальных отложениях. Гидрографическая сеть района представлена крупной водной артерией Республики Башкортостан р. Белая, а также ее притоками. Описание и распределение гидрогеологических структур Республики Башкортостан представлены в таблице 9 и на рисунке 8.

Таблица 9 – Гидрогеологические структуры к рисунку 7

Порядок структуры	Наименование структуры, индекс
Восточно-Европейский сложный артезианский бассейн f-II	Камско-Вятский артезианский бассейн aII-I
	Юрюзано-Сылвенский предгорный артезианский бассейн bII-L1
	Бельский предгорный артезианский бассейн bII-L2
Уральская сложная гидрогеологическая складчатая область gXXII	Западно-Уральский гидрогеологический массив dXXII-A
	Центрально-Уральский гидрогеологический массив dXXII-B
	Тагило-Магнитогорская гидрогеологическая складчатая область eXXII-B

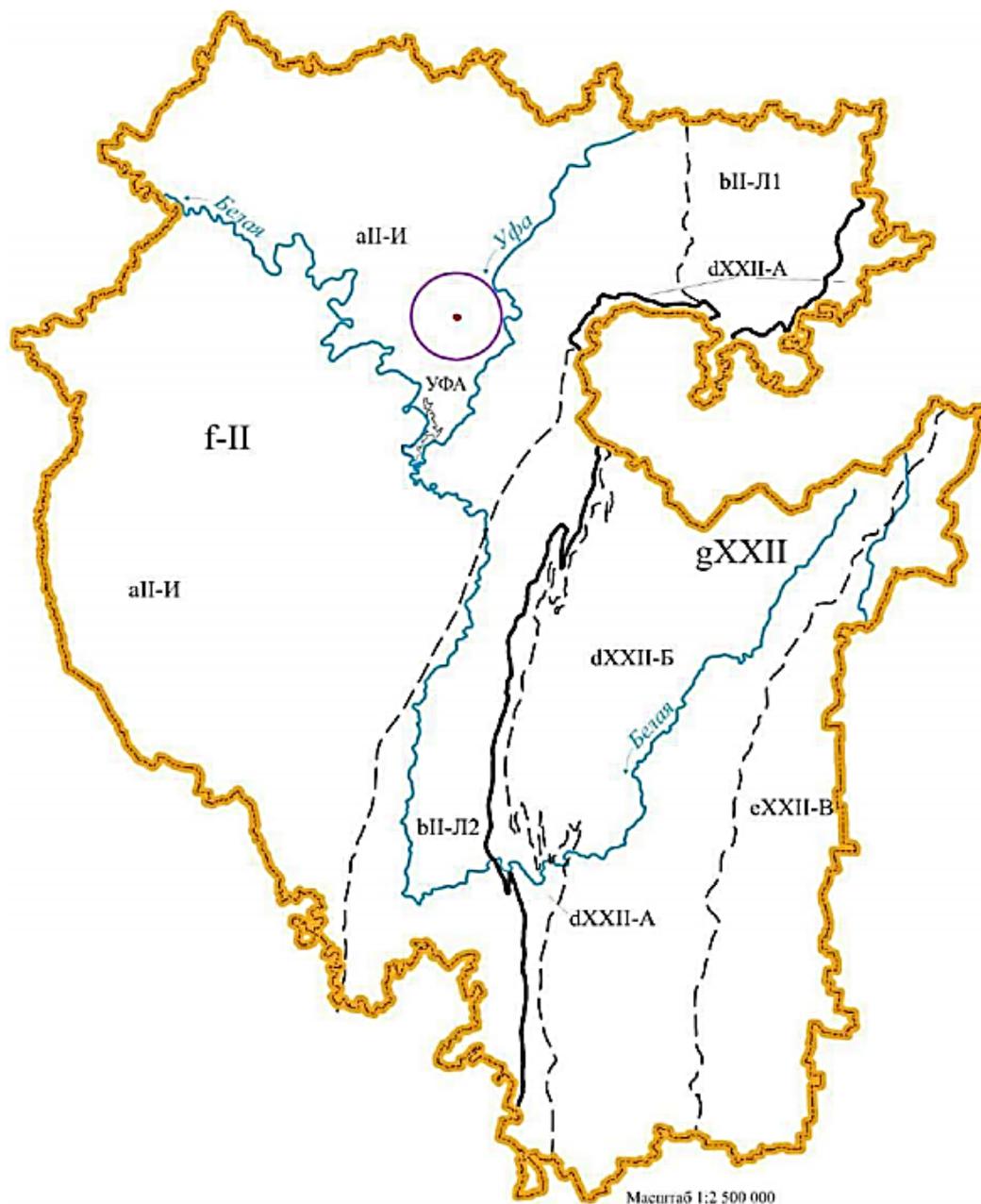


Рисунок 8 – Гидрогеологическое районирование Республики Башкортостан
(по материалам ФГУГП «Гидроспецгеология», 2011)

Подземные воды распространены локальными участками, в пределах водораздельного пространства, относятся к типу «верховодка». Мощность водовмещающих пород может достигать первые метры, подстилаются – общесыртовыми глинами. Питание горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка осуществляется местной эрозионной сетью по направлению в р. Белая и Бирь.

Горизонт подземных вод в аллювиальных отложениях приурочен к четвертичным пескам средней крупности, водонасыщенным, вскрыт в декабре 2020 г. на глубине 4,7-5,2 м.

Гидрогеологическая карта района проектирования и Гидрогеологический разрез по линии скважин Костаревского месторождения подземных вод приведены на рисунках 9 и 10 соответственно.

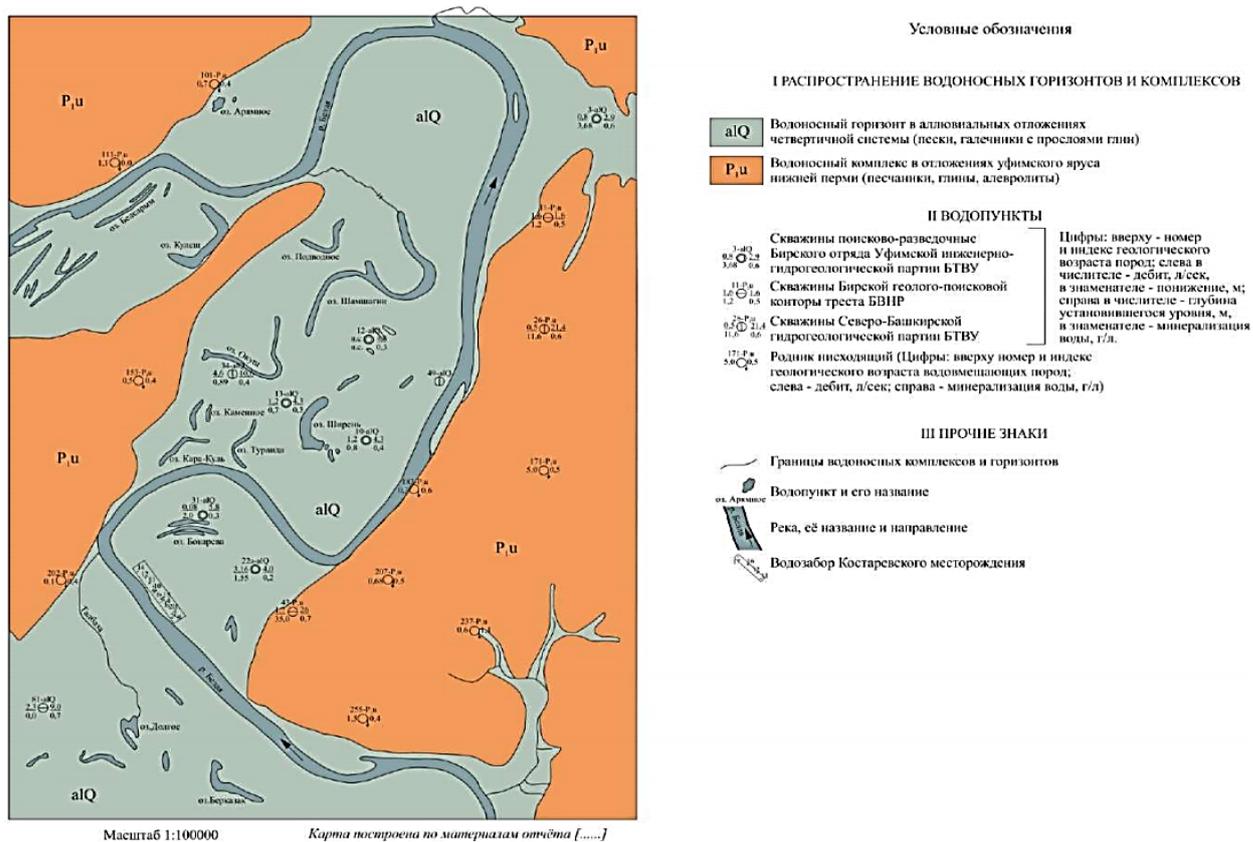


Рисунок 9 – Гидрогеологическая карта района проектирования

Подземные воды безнапорные. Мощность водоносного горизонта по материалам архивных данных в пределах Кустарёвского водозабора может достигать 28,0 м, подстилается – глинами неогенового, реже пермского возрастов. Питание горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и береговой фильтрации русловых вод в паводковый период (р. Белая), разгрузка направлена непосредственно в р. Белая, то есть в зимнюю межень происходит дренирование подземных вод.

Опасных природных и техногенных и природных процессов на объекте проектирования не наблюдалось.

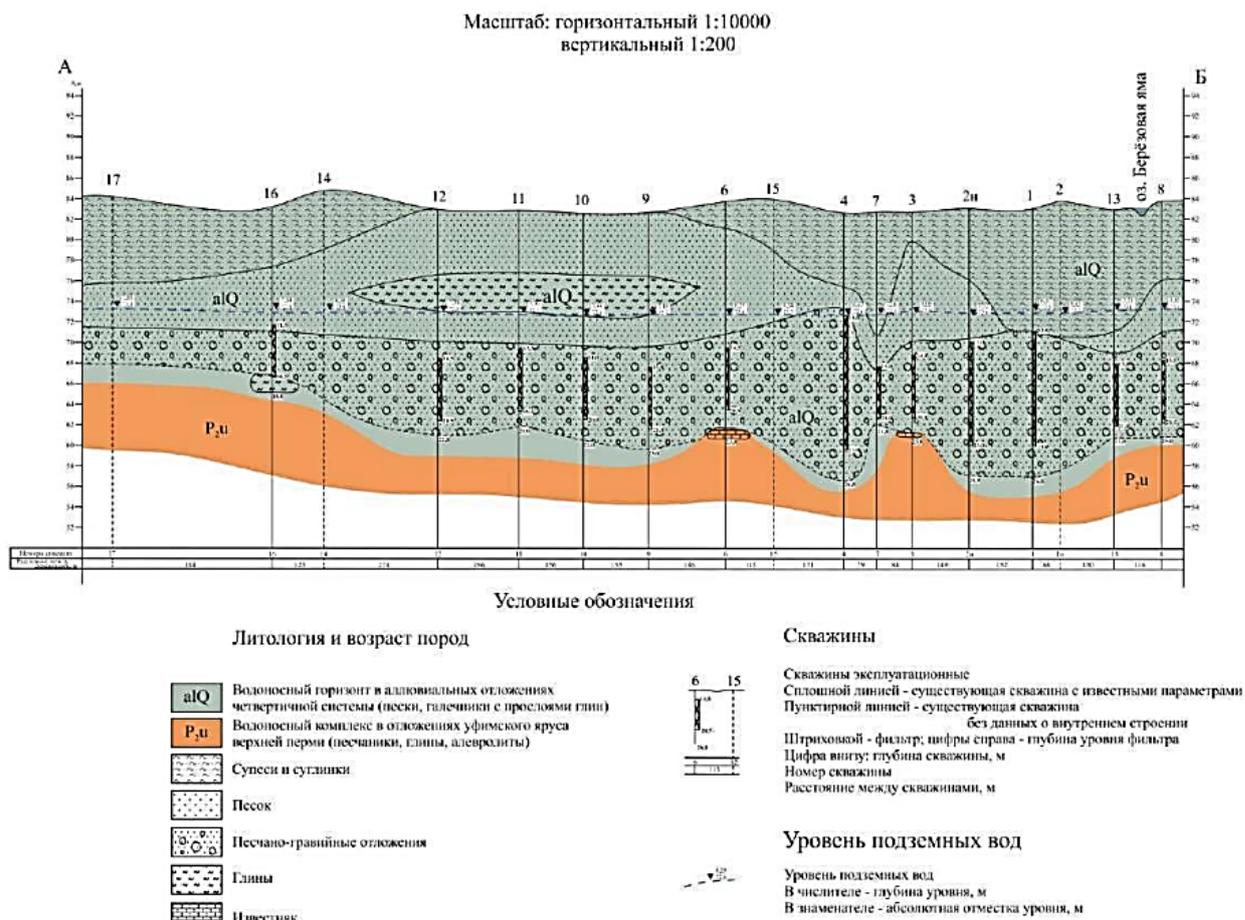


Рисунок 10 – Гидрогеологический разрез по линии скважин Костаревского месторождения подземных вод

2.3 Сведения о категории земель, на которых располагается объект капитального строительства

Местонахождение земельного участка – Республика Башкортостан, Бирский район, г. Бирск и с/с Силантьевский, с/с Бурновский.

Категория земель – земли населенных пунктов, земли сельскохозяйственного назначения.

Площадка водозабора, согласно ГПЗУ № RU 035 130 00-10, располагается в территориальной зоне – зона предприятий и складов.

Площадка насосной станции II подъема (ГПЗУ № RU 035 130 000-24) располагается в территориальной зоне – зона предприятий и складов, где имеются объекты капитального строительства:

- сооружение резервуар чистой воды емкостью – 1000 м³;
- сооружение контактный резервуар емкостью – 350 м³;
- сооружение ограждение, 480 м.

Площадка резервуаров чистой воды, согласно ГПЗУ № RU 035 130 00-08, территориально располагается в коммунально-производственной зоне, где имеются объекты капитального строительства:

- сооружения резервуар чистой воды емкостью – 3000 м³;
- сооружение – ограждение площадки.

На данных земельных участках и на его границах объектов капитального строительства, а также объектов, включенные в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов РФ не имеется.

2.4 Структура водоносных горизонтов и качество подземных вод

Водоносный горизонт в аллювиальных отложениях четвертичной системы - аQ

Водоносный горизонт в аллювиальных отложениях имеет широкое распространение в долине р. Белой. Водоносными породами являются песчано-гравийно-галечные отложения мощностью 7-8 м. Водоносные породы перекрыты менее проницаемыми образованиями – супесями и суглинками мощностью, в пределах I надпойменной террасы от 3 до 7 м, а на II надпойменной террасе – до 13-14 м.

Верхняя часть водоносного горизонта (2-3м) сложена песками; ниже идут гравийно-галечные отложения с прослоями песков, а иногда и глин. Прослой глин встречаются на глубинах от 12 до 20 м. Мощность их от нескольких сантиметров до 3 м, чаще всего менее 0,5 м. Суммарная мощность водоносных пород колеблется от 3-4 м до 20-23 м. Минимальные мощности отмечены на правом берегу р. Белой, ниже города Бирска.

Максимальные – на площади Костаревского месторождения подземных вод. Мощность водоносных пород здесь достигает 28 м. Подстиляется водоносный горизонт глинами плиоценового возраста, а местами песчаниками и известняками уфимского и кунгурского ярусов.

Подземные воды горизонта безнапорные, глубина залегания их уровня определяется уровнем воды в р. Белой. В зимнюю и летнюю межень в пределах I надпойменной террасы она составляет 6-8 м, в весеннее половодье подходит к нулю. Питание подземных вод происходит за счёт атмосферных осадков и инфильтрации из р. Белой в весенние паводки.

Водоносный горизонт является довольно водообильным. Дебиты разведочных скважин при первоначальной оценке запасов подземных вод фиксировались от 2 до 30 л/сек при понижениях от 0,5 до 1,5 м. Коэффициенты фильтрации в разведочных скважинах от 45 до 150-200 м/сут.

Химический состав подземных вод водоносного горизонта в аллювиальных отложениях четвертичной системы отличается пестротой. Наряду с пресными подземными водами с минерализацией до 0,5 г/л и умеренной жёсткостью встречаются подземные воды с минерализацией 1,5-4,5 г/л и жёсткостью до 15-300 °Ж. Повышенная минерализация характерна для участков близкого залегания коренных отложений кунгурского яруса. Водоносный комплекс в отложениях уфимского яруса нижней Перми.

В толще уфимского яруса подземные воды приурочены к прослоям песчаников, известняков и мергелей, мощностью от 0,3 до 5-10 м.

Водообильность отложений пёстрая. Дебиты родников изменяются от 0,1 до 5-10 л/сек. Дебиты скважин от 0,01 до 1,6 л/сек. Минерализация воды 0,3-0,5 г/л, жёсткость 5-60 °Ж. Питание подземных вод происходит за счёт инфильтрации атмосферных осадков.

Водоносный горизонт в отложениях иреньской свиты кунгурского яруса - P1ir. Отложения иреньской свиты на поверхности в пределах района работ не встречаются, так как залегают на глубинах 25-100 и более метров.

Водоносными породами являются гипсы и ангидриты, среди которых являются прослой каменной соли. Подземные воды высокоминерализованы и очень жёсткие. Разгрузка их в пределах района работ отмечается на правом берегу р. Белой, на 2,7 км выше г. Бирска. Здесь расположен восходящий родник «Солёный ключ», дебит которого составляет 134 л/сек, минерализация воды 5,9 г/л.

2.5 Качество подземных вод

Оценка качества подземных вод Костаревского месторождения выполнялась в соответствии с действующими документами, регламентирующими гигиенические требования и контроль качества питьевых подземных вод. Качественный состав подземных вод охарактеризован результатами различных анализов, выполненных в период с октября 2017 г. по май 2020 г., а также имеющимися результатами анализов проб воды, отобранных при первоначальной оценке запасов Костаревского месторождения.

По результатам выполненного гидрохимического опробования было установлено, что подземные воды водоносного горизонта в аллювиальных отложениях четвертичной системы (аQ) на Костаревском участке являются пресными, по составу гидрокарбонатными магниевыми-кальциевыми, с минерализацией 0,2-0,5 г/дм³ и общей жёсткостью 3-7 °Ж. Реже подземные воды при опробовании имели сульфатно-гидрокарбонатный магниевый-кальциевый состав с минерализацией 0,7-0,8 г/дм³ и общей жёсткостью до 8-10 °Ж.

Несмотря на небольшую мощность водоносного горизонта вертикальная зональность в распределении минерализации подземных вод отмечается довольно чётко. До глубины 10-16 м подземные воды имеют сухой остаток около 0,2-0,4 г/дм³ и общую жёсткость около 3 °Ж; в интервале 16-22 м сухой

остаток увеличивается до 0,3-0,5 г/дм³ и общая жёсткость до 5-7 °Ж; на глубине 30 м жёсткость возрастает до 8-10 °Ж, и сухой остаток до 0,7-0,76 г/дм³, а содержание хлора достигает 70-80 мг/дм³ против 5-15 мг/дм³ в верхней части горизонта.

В 46% отобранных проб воды были обнаружены фенолы с содержанием 0,001-0,09 мг/дм³, в 1% проб – хлорфенольные запахи и в 5% проб – ароматические запахи.

Наличие фенолов в подземных водах объяснялось загрязнением поверхностных вод реки Белой отходами нефтехимического производства предприятий, расположенных выше по течению реки, в городах Уфа, Стерлитамак и Салават. Поступление фенолов в подземные воды осуществлялось в условиях наличия гидравлической связи водоносного горизонта с поверхностным водотоком [6].

При этом среднемесячные концентрации фенолов в подземных водах были ниже, чем концентрации их в реке Белой. Это объяснялось тем, что питание водоносного горизонта осуществлялось не только за счёт поверхностного стока, но и за счёт инфильтрации атмосферных осадков на площади распространения аллювиальных отложений, а также за счёт поступления воды из водоносных горизонтов коренных пермских отложений.

Скважины Костаревского водозабора введены в эксплуатацию в 1974 году. Скважины расположены в виде линейного водозаборного ряда вдоль русла р. Белой. Расстояние от скважин до уреза реки составляет 180-240 м. Расстояние между скважинами 75-385 м. Длина водозаборного ряда 2,0 км.

На момент проведения современных работ по переоценке запасов подземных вод (2019-2020гг) Костаревского месторождения в периодической эксплуатации находятся от 4 до 10 скважин, №№: 73399/1(2), 73399/3(3), 60667(7), 38504(4), 73399/2(6), 73399/4(8), 78668/1(9), 78668/2(10), 78668/3(11). Преимущественно включаются в работу одновременно от 4 до 6 скважин.

В указанный период качественный состав каптируемых подземных вод водоносного горизонта в аллювиальных отложениях четвертичной системы (аQ) характеризовался минерализацией 202-1000 мг/дм³ (пресные воды), значениями общей жёсткости 4-25,2 °Ж (от умеренно жёстких до очень жёстких вод), показателем реакции воды рН – 6,1-8,0 (от кислых до щелочных вод).

При этом, наиболее высокие показатели общей жёсткости были зафиксированы в старых разведочных скважинах №17 - 25,2°Ж; №16 - 9,4°Ж и в законсервированных скважинах №79115/1(14) - 16,2°Ж; №60845(13) - 14,8°Ж; №38501(1) – 12,1°Ж. В остальных водозаборных скважинах также отмечаются повышенные значения общей жёсткости воды (от 4,0 до 9,7°Ж с единичными превышениями до 10,3°Ж). Их эксплуатация осуществляется на основании Постановления №1 от 31.07.2020 г Главного санитарного врача по Бирскому району Республики Башкортостан о согласовании подачи воды из Костаревского водозабора общей жесткостью не более 10°Ж. Аналогично, превышение ПДК по мутности зафиксировано в законсервированных скважинах №№78668/4(12), 79115/1(14) – 5,4-41,3 мг/л (по каолину) и во вновь пробуренных наблюдательных скважинах №№11-1, 11-2, 11-3 – 1,5-5,2 мг/л (по каолину). В этих же скважинах, расположенных в непромытой части разреза, отмечается повышенное содержание железа и марганца – скважина №79115/1(14) – (Fe-0,92-1,48 мг/л, Mn-0,13-1,5748 мг/л). В наблюдательных скважинах №№11-1, 11-2, 11-3, повышенное содержание марганца достигает 0,326-0,552 мг/л.

В целом, безопасность в эпидемическом отношении подземных вод водоносного горизонта в аллювиальных отложениях четвертичной системы (аQ) по скважинам Костаревского месторождения, подтверждается соответствием отобранных проб воды нормативам по микробиологическим показателям (общее микробное число 3-36 (при ПДК=50); общие колиформные бактерии – не обнаружены и термотолерантные колиформные

бактерии – не обнаружены за исключением единичного превышения 17.07.2018г до 2ед по скважине №73399/1(2), что может быть связано с загрязнением пробы при её отборе.

Радиационная безопасность воды водоносного горизонта в аллювиальных четвертичных отложениях (аQ) Костаревского месторождения подтверждается её соответствием нормам радиационной безопасности по показателям: удельная суммарная альфа-активность ($<0,02-0,045$ Бк/кг при ПДК=0,2 Бк/кг), удельная суммарная бета-активность ($<0,1-0,71$ Бк/кг при ПДК=1,0 Бк/кг), радон (<6 Бк/кг при ПДК=60 Бк/кг).

Таким образом, результаты гидрохимического опробования, выполненного в 2017-2020гг, указывают на то, что со времени первоначальной оценки запасов Костаревского месторождения (1963-1964 г.) произошли изменения в качественном составе подземных вод водоносного горизонта в аллювиальных четвертичных отложениях (аQ). Основные изменения в составе воды эксплуатируемого водоносного горизонта связаны с увеличением минерализации (среднее значение 680 мг/дм³) и величины общей жёсткости (среднее значение $8,9$ °Ж). При первоначальной оценке запасов каптируемые подземные воды характеризовались минерализацией $0,2-0,5$ г/дм³ и общей жёсткостью $3-7$ °Ж.

Выводы по главе 2:

При проектировании водозаборных сооружений необходимо тщательно изучить исходных данных и условий местности, обеспечивающих надежность эксплуатации будущего сооружения. Важнейшими аспектами являются нормативно-техническое обоснование проекта, включающее требования соответствующих нормативных документов и стандартов.

Для эффективного планирования необходим детальный анализ климатических особенностей региона, геологических и гидролигических характеристик территории и состава и качества грунтовых вод. Важно

учитывать категорию земель, отведенных под строительство, поскольку от этого зависит порядок согласования проектной документации и соблюдение природоохранных норм.

Основополагающими факторами также выступают структура водоносных горизонтов и характеристики воды, такие как химический состав, минерализация и бактериологическое состояние. Эти данные необходимы для выбора оптимальных технологий очистки и подготовки питьевой воды, минимизации риска загрязнения источников водоснабжения и повышения эффективности функционирования системы водоподачи. Проектирование водозабора требует комплексного подхода, учитывающего экологические аспекты, безопасность населения и экономичность эксплуатационных решений.

Глава 3 Разработка принципиальных проектных решений

При разработке линейного объекта учитывались климатические условия, рельеф местности, геологические и гидрологические условия. Магистральная сеть водопровода прокладывается на глубине заложения трубопроводов 0,5 м больше расчетной глубины проникания в грунт нулевой температуры в соответствии с п. 11.40 СП 31.13330.201. Средняя глубина заложения проектируемых напорных сетей составляет 2,3 м.

Для защиты сетей от коррозии и их эксплуатационной долговечности [25, 32] для напорных магистралей проектом предусмотрены полиэтиленовые трубы основания под трубопроводы в зависимости от грунтовых условий [12].

Для бесперебойной подачи воды потребителям прокладка магистральных водопроводов прията в две линии с устройством камер переключения и установкой в них задвижек. Для выпуска и впуска воздуха предусматриваются в водопроводных камерах и колодцах установки комбинированного воздушного клапана в повышенных точках трассы. В связи с производством ремонтных работ предусмотрены опорожнения проектируемых водоводов в наиболее пониженных местах трассы с отводом стоков в мокрый колодец.

В местах перехода проектируемыми сетями проезжих частей улиц прокладка напорных трубопроводов предусмотрена в защитных футлярах из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91 с весьма усиленной битумно-полимерной изоляцией по ГОСТ 9.602-2016. Диаметр футляра подобран на 200 мм больше наружного диаметра трубопровода. Концы защитных футляров выводятся на расстояние 3 м от бровки земляного полотна в каждую сторону.

При пересечении проектируемыми водопроводами оврага с ручьями проектом предусмотрена прокладка трубопровода в футляре методом горизонтально-направленного бурения.

Режим работы – круглосуточный. Число рабочих дней в году – 365. Реконструируемая площадка водозабора, блочно-модульные здания насосных станций на водозаборных скважинах, здание водоподготовки с насосной станцией II подъема, резервуарного пака проектом предусмотрена в автоматизированном режиме [13, 34]. Присутствие персонала в здании периодическое для профилактических и ремонтных работ. Количество работающих на площадке остается неизменным.

3.1 Водозаборные сооружения

Средний статический уровень на глубине 7,46 м, динамический уровень составил 9,46 м, понижение 2,00 м. Средняя производительность скважин 1500,0 м³/сут.

Характеристика скважины:

- Глубина скважины - 24 м.
- Расчетное понижение - 2 м.
- Ожидаемый расчетный дебит - 1666,67 м³/сут.
- Качество воды: сухой остаток до 680,3 мг/дм³. общая жесткость 8,9°Ж.

3.1.1 Способ бурения и проектируемая конструкция скважины и фильтра

Учитывая неустойчивый характер геологического разреза и необходимость получения максимальной производительности проходка разведочно-эксплуатационных скважин рекомендуется ударно-канатным способом, станки УКС-22 (УГБ-3УК) и др. Принятая средняя глубина скважин 24 м включая отстойник 2 м (СНиП 2.04.02-84 п.5.22).

В процессе проходки уточняется интервал водовмещающих пород и уточняется длина и интервал установки фильтра. По полученным результатам вносится корректировка в конструкцию каждой скважины без изменения эксплуатационного диаметра и стоимости работ. Внесённые

изменения не должны ухудшать производительность скважины (СНиП 3.05.04-85 п.5.4).

Для предотвращения попадания поверхностных вод через затрубное пространство эксплуатационной колонны в эксплуатируемый водоносный горизонт, предусматривается установка кондуктора 508 мм на глубину 10 м. с затрубной цементацией. Диаметр проходки под кондуктор, не менее 608 мм. Кондуктор выводится над поверхностью земли на 0,5 м.

Проходка ведется ударно-канатным способом.

Далее устанавливается техническая колонна диаметром 440 мм до глубины подошвы гравийно-галечниковых отложений плюс два метра под отстойник всего 24 м. Проходка ведется ударно-канатным способом.

Фильтр проволочный ФП-325 с проволочной обмоткой из нержавеющей стали производства Завод «Промбурвод» г. Минск. Длина фильтровой части в среднем 8 м. При этом общая скважность рабочей части фильтра не должна быть меньше 20-25% (СНиП 2.04.02 - 84 пр.2).

По окончании установки технической колонны в неё свободно опускается рабочая фильтровая колонна D-325 мм. Низ колонны заваривается или устанавливается пробка. Фильтровая колонна выводится над поверхностью земли на 0,8 м.

Затруб фильтровой колонны обсыпается мытым гравием размер зёрен 5-20 мм. Обнажение фильтра в процессе обсыпки проводится постепенно. При обсыпки гравием в затруб фильтрационной колонны на 1 метр, извлекается техническая колонна 0,6 м. Гравийная обсыпка производится от забоя до устья (рисунок 11).

В процессе бурения следует отбирать шлам через 1 м. По отобранным образцам составляется геолого-литологический разрез скважины.

Масштаб 1:400	Номер слоя	Геологический индекс	Уровень подземных вод, м		Глубина подошвы слоя, м	Мощность слоя, м	Краткое описание пород	Категория по буримости	Литолого-технический разрез			Диаметр бурения и глубина проходки, м	Диаметр обсадной трубы и глубина обсадки, м			
			Статический	Динамический					Литологический	Технический	Диаметр					
	1	aQ			0,2	0,2	Поч.-раст. слой									
	2				3,0	2,8	Суглинки, супеси	I	608	508	608	508	10,0	10,0		
	4		7,46				Глины с прослойками песка	III								
	6										440					
	8										325					
	12	3			13,0	10,0										
	14						Гравийно-галечные отложения	V			14					
	16															
	18															
	20															
	22	4			22,0	9,0					22		440	325		
	24	5	P _u		24,0	2,0	Глины серые	IV					24,0	24,0		

Рисунок 11 – Проектный геолого-технический разрез

3.1.2 Общие сведения о насосной станции над артскважиной

Насосная станция над артскважиной, предназначена для подъема и подачи воды на хозяйственно-питьевые и производственно-противопожарные нужды.

Детали и комплектующие изделия, имеющие контакт с водой изготавливаются из противокоррозионных материалов (металлы и их покрытия), разрешенных к применению Министерством Здравоохранения.

Настоящая модификация установки предназначена для эксплуатации в любых условиях, включая особые природные и климатические.

Насосная станция над артскважиной соответствует требованиям ОЛ и комплекта конструкторской документации.

Основные размеры и параметры установки в зависимости от производительности соответствуют значениям, указанным в ТД и на чертежах.

Все узлы установки и вспомогательное оборудование следует размещать в соответствии с проектом их привязки, выполненном для каждого конкретного объекта.

Насосная станция над артскважиной предназначена для эксплуатации в районах со следующими климатическими условиями (таблица 10) и категориями (таблица 11), технологические параметры в таблицах 12 и 13.

Таблица 10 – Климатические условия

Наименование параметра	Ед. изм.	Значение
Строительно-климатическая зона района строительства по СНиП 2301-99	-	Северная строительно-климатическая зона, подрайон 1Д
Расчетная минимальная зимняя температура по СНиП 23-01-99 наружного воздуха	°С	- 43
Наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92		
Наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92		- 47
Абсолютная температура окружающего воздуха	°С	- 55
Абсолютная Min		
Абсолютная Max		+ 34
Снеговой район	-	V
Расчетная снеговая нагрузка	кПа	3,20
Ветровой район	-	I
Нормативное значение ветрового давления	кПа	0,23
Сейсмичность	баллы	6

Таблица 11 – Станция насосная категории

Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69	ХЛ1
по капитальности	II класс сооружений
по долговечности	II степень
класс зданий по конструктивной пожарной опасности	«С0» согласно СНиП 21-01-97
Класс пожарной опасности строительных конструкций	К0
класс зданий по функциональной пожарной опасности	Ф5.1
категория здания по СП 12.13130.2009	Д
степень огнестойкости по СП 2.13130.2012	IV
расчетный срок эксплуатации блок-бокса и оборудования	20 лет

Таблица 12 – Основные технические характеристики

Наименование параметра	Ед. изм.	Значение
Габаритные блок -бокса, мм: - (длина*глубина*высота)	мм	3000x3000x3200
Масса блок-укрытия (в рабочем состоянии)	кг	6800
Питание силового оборудования станции	-	~380 В, 50 Гц
Питание вторичной аппаратуры	-	~220 В, 50 Гц
Номинальная электрическая мощность	кВт	45

Таблица 13 – Технологические параметры

Наименование параметра	Ед. изм.	Значение
Производительность по воде	м ³ /час	62.5
Напор	м	143
Температура воды на входе, не менее	°С	+5°...+30°
Температура в блок-боксе	°С	+5°

3.1.3 Конструктивное исполнение блок-бокса

Блок-бокс над водозаборной скважиной поставляется в комплектно-блочном исполнении с размерами 3,0x4,0x3,2 м и является изделием полной заводского изготовления, устанавливаемым на бетонное основание или свайное поле.

К несущим металлоконструкциям относятся объемные каркасы, выполненные из прокатных профилей из стали С345-3 по ГОСТ 27772-2015, а для стальных вспомогательных конструкций сталь С255. Для стали С345 и С255 ручная дуговая сварка производится электродами Э50А и Э46А по ГОСТ 9467-75.

В ограждающих конструкциях блока предусмотрены герметизированные отверстия под технологические трубопроводы и кабельные вводы с уплотнением, обеспечивающие свободный подвод внешних кабельных линий и заземлителей и выполнены с обеспечением требования герметичности.

В блок-боксе используется основное и аварийное освещение не требующие постоянного обслуживания.

Конструкции блок-бокса рассчитаны на экстремальные температуры района строительства при транспортировке, монтаже и вводе в эксплуатацию. Несущие конструкции блока имеют устройства для строповки при погрузочно-разгрузочных и монтажных работах и рассчитаны на транспортные нагрузки.

Фундаменты под оборудование являются стальной каркас пола блок - бокса.

В помещении для поддержания заданного температурного режима предусмотрена система э/отопления.

В блок-боксе насосной станции предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с однократным воздухообменом, с естественным побуждением. Вытяжка выполнена дефлектором 0100 мм, приток предусмотрен через жалюзийную решетку и регулирующий клапан установленный в нижней части блока.

Для болтовых соединений применены стальные болты и гайки, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 1759.0-87*, ГОСТ Р ИСО 898-1-2011, ГОСТ Р ИСО 898-2-2013 и ГОСТ 18123-82*.

Сварные соединения стальных конструкций выполнены в соответствии с указаниями СП 16.13330.2011.

Для стали С255 по ГОСТ 27772-2015 при ручной дуговой сварке применяются электроды типа Э42А по ГОСТ 9467-75*, для стали С345 - электроды типа Э50А по ГОСТ 9467-75*.

Перед нанесением краски на стальную поверхность выполнена сначала общую очистку от грязи, пыли, масла, затем произведено обезжиривание и пескоструйную очистку до степени 2 по ГОСТ 9.402-2004.

4. Технологическое оборудование и комплектация (таблица 14).

Таблица 14 – Комплект поставки насосной станции приведен ниже в таблице спецификация оборудования

Наименование оборудования	Количество
1. Модульный блок-бокс размером (L*В*Н) 3.0*4.0*3.2 м Каркас здания - металлические рамы с системой связей и распорок Металлическая рама основания Входная дверь глухая из металла утепленная Козырек над дверью Оголовок скважины Люк обслуживания Входная площадка с лестницей и ограждением Комплект монтажных частей, фланцы, прокладки, заглушки и крепежные изделия, инф. таблички	1
2. Центробежный погружной насос Lowara Z875 07/2A-L6W 62.5 м ³ /час, 143 м, 37 кВт, 3*380В, 50Гц	1
3. Шкаф управления насосным агрегатом (ШУН)	1
4. Система КИП Счетчик - расходомер- 1 шт. Датчик давления - 1 шт. Манометр ТМ-310Р - 3 шт. Датчик температуры Метран -286- 2 шт.	1 комплект
5. Запорно-регулирующая арматура, трубопроводы из стали 09Г2С Клапан обратный- 1 шт. Кран пробковый трехходовой - 4 шт. Фильтр сетчатый фланцевый- 1 шт. Задвижка стальная клиновая- 2 шт.	1 комплект
6. Устройство рабочего освещения на 220В	1 комплект
7. Устройство аварийного (эвакуационного) освещения на 220В	1 комплект
8. Устройство наружного освещение на 220В	1 комплект
9. Устройство э/отопления конвективно-инфракрасными обогревателями	1 комплект
10. Система электроснабжения, монтажные узлы и изделия, комплект э/соединений на базе Schneider Electric и АВВ	1 комплект
11. Комплект ЗИПа на 2 года обслуживания, Первичные ср-ва пожаротушения ОП-4-1 шт.	1 комплект
12. Металлоконструкции и рамы под оборудование	1 комплект

3.1.4 Система автоматизации насосной станции

В составе насосной станции предусмотрена автоматизированная система управления без постоянного присутствия обслуживающего персонала в соответствии с требованиями.

Система автоматизации обеспечивает выдачу светозвуковой предупредительной и аварийной сигнализации при достижении предельных значений контролируемых параметров в помещении операторной водозабора:

- «авария»;
- «насос включен/выключен».

Система автоматизированного управления установки обеспечивает:

- Ручное и автоматическое управление пуском, работой насосов и выводом оборудования на режим;
- Безопасность работы при эксплуатации по правилам и нормам, действующим в РФ;
- Работоспособность в климатических условиях размещения;

Границей поставки оборудования является соединительные коробки, на которые выведены сигналы измеряемых параметров для передачи их в АСУ ТП верхнего уровня по стандартным цифровым протоколам.

3.1.5 Порядок работы

Порядок работы (технологического и электрического оборудования) определяется режимом и порядком работы насосного оборудования.

В режимах “Пуск” и “Остановка” положение секущих задвижек определяется порядком пуска и остановки насоса. При остановке насоса и отключение отопления необходимо опорожнить трубопроводы подачи воды во избежание их размораживания.

3.1.6 Монтаж блок-блокса

Блок-бокс устанавливается на ровную площадку с твердым покрытием без прекозов.

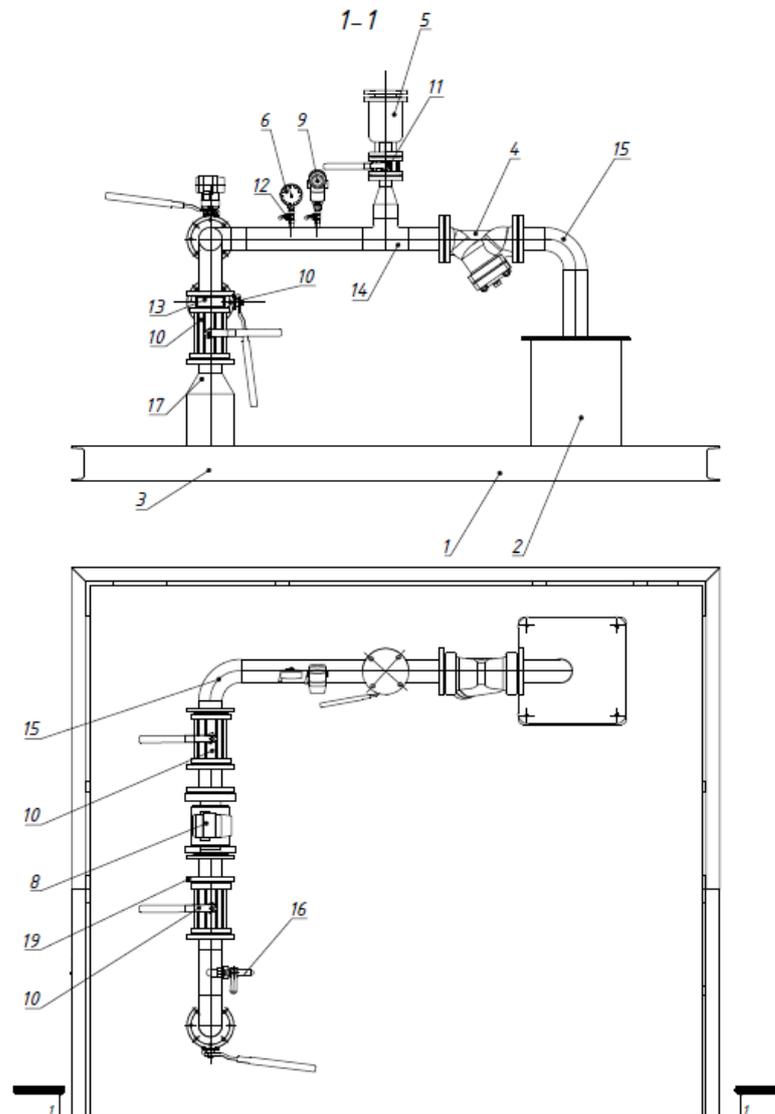
Блок-бокс подключается к трубопроводам. Вход и выход воды выполнены фланцевыми, для их подключения в комплекте имеются патрубки с фланцами.

Подвод электрического питания производится силовым кабелем с напряжением 380В/220В, 50 Гц из расчета потребляемой мощности.

1.1.7 Техническое обслуживание

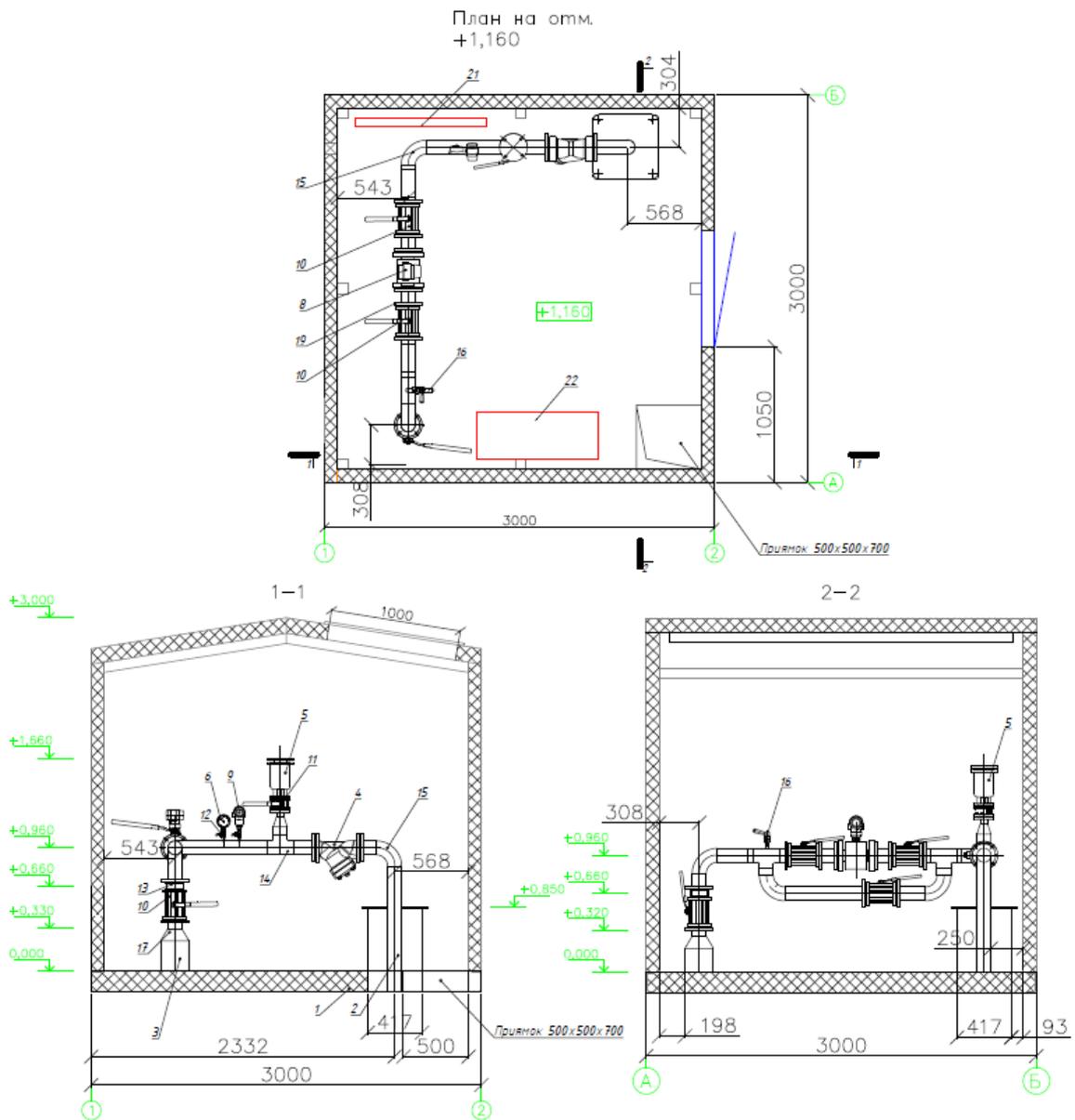
Периодически проверять надежность заземления путем внешнего осмотра и замера сопротивления. Сопротивление заземления должно быть не

более 0,1 Ом. Периодичность контроля заземления согласно ПУЭ. Общий вид насосной станции представлен на рисунках 12, 13, 14.



ПОЗ	НОМЕР ДЕТАЛИ	ОПИСАНИЕ	КОЛ	КОММЕНТАРИИ
1		Основание ЗХЗ	1	
2		Оголовок скважины	1	
3		Узел выхода	1	
4		ФГО IS 16F Ду100	1	
5		Вантуз ВТМ-50	1	
6		Манометр МП-100	1	
8		Метран 370	1	
9		Датчик давления Метран 55 ДИ	1	
10		Кран фланцевый 11с67п Ду100	4	
11		Кран фланцевый 11с67п Ду50	1	
12		Кран трехходовой 11б18бк	2	
13		Обратный клапан межфланцевый Ду100	1	
14		Тройник 108х4 ГОСТ 17376-83	4	
15		Отвод 108х4 ГОСТ 17375-01	5	
16		Кран проботборный Bugatti Alaska 1/2"	1	
17		Переход 219х6-104х4 ГОСТ 17375-83	1	
18		Фланец 1-50-16 ГОСТ 12820-80	2	
19		Фланец 1-100-16 ГОСТ 12820-80	14	
20		Вентиль пожарный 1Б1Р Ду80	1	

Рисунок 12 – План и разрез обвязки насосно



Поз.	Наименование	Тип, размер	Кол-во	Прим.
1	Основание блок-бокса	3000x3000	1	
2	Столешка обжимная		1	
3	Чашка вылива	Ду 200	1	
4	ФГО	Б16F Ду 100	1	
5	Вентиль	ВТМ-50	1	
6	Манометр	МП-100	1	
8	Расширитель	Метран 370 Ду/100	1	
9	Датчик давления	Метран 55 ДИ	1	
10	Кран французский	1661n Ду 100	4	
12	Кран трехходовый	10085n	2	
13	Колодки обратный неафриканский	Ду-100, Ру 16 МПа	1	
14	Тройник 100x4	ГОСТ 19315-83	4	
15	Седель 100x4	ГОСТ 19315-01	5	
16	Кран герметизируемый	Вудит11 Азия Ду 7"	1	
17	Переход 219x6-100x4	ГОСТ 19315-83	3	
18	Фланец 1-50-16	ГОСТ 10620-80	2	
19	Фланец 1-100-16	ГОСТ 10620-80	14	
20	Коллектор	Валс Ерго ВС/К27Н N-500 Вn	1	
21	Защитный экран насоса	ЦКАН-С	1	

Рисунок 13 – План и разрезы блок-бокса

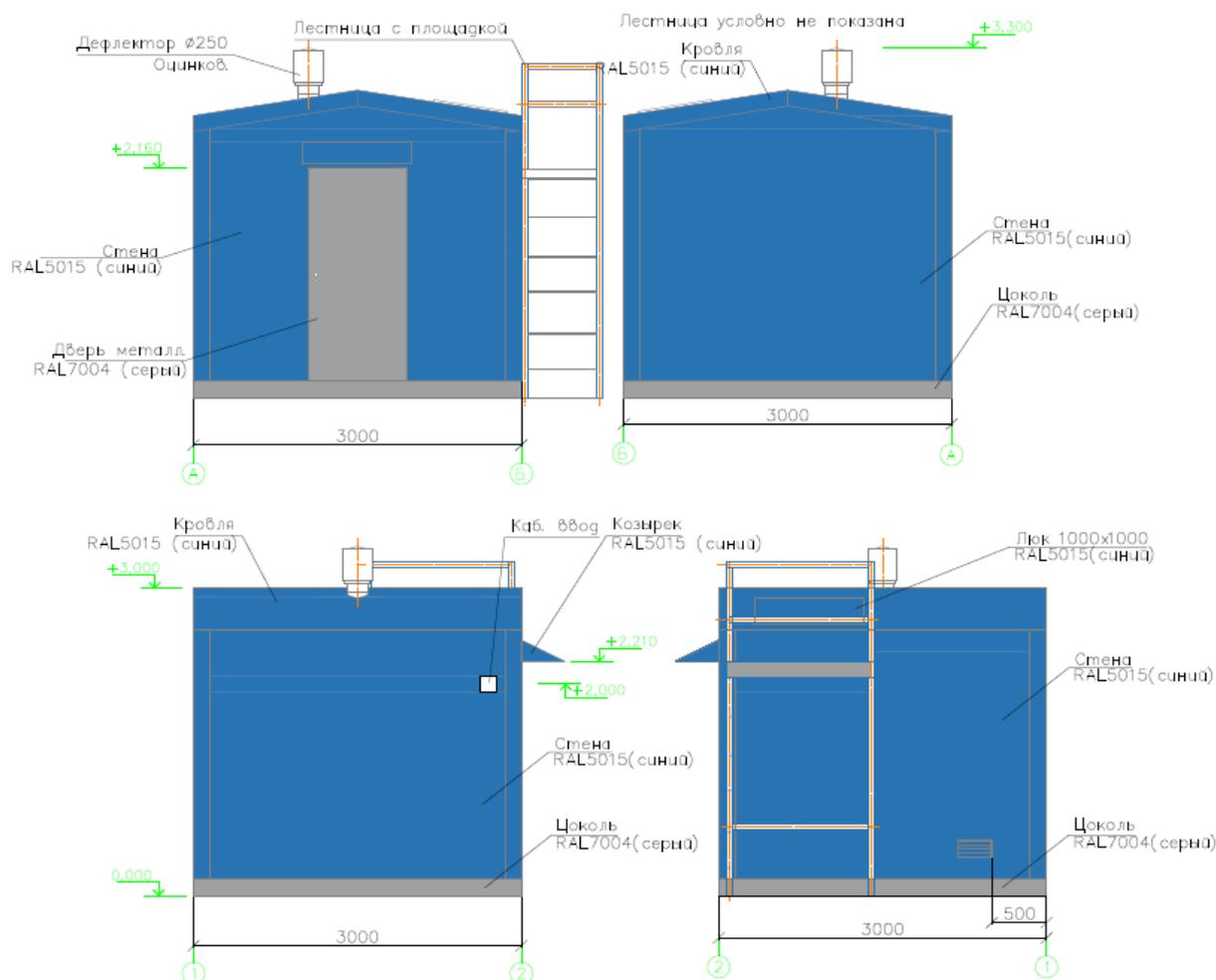


Рисунок 14 – Общие виды блок-бокса

3.2 Сооружения для очистки и подготовки воды и оценка соответствия применяемой технологической схемы нормативным требованиям

По существующей схеме вода из скважин по двум водоводам диаметром 500 мм каждый из стальных труб протяженностью 4,5 км и 5,52 км подается на площадку насосной станции 2-ого подъема, расположенной в 2,5 км к юго-западу от с. Костарево, состоящей из озонаторной установки, оборудованной 3-мя котлами озонаторами В24-25-1-Л-01, контактного резервуара емкостью 350 м³, резервуара чистой воды (РЧВ) емкостью 1000 м³ и насосной станции 2-го подъема.

Производительность котлов озонаторов В24-25-1-Л-01 по озону 1,6 кг/ч каждого. Резервуары подземные из сборных железобетонных конструкций имеют размеры 7,0 × 12,0 × 4,2 м (350 м³) и 12,0 × 18,0 × 4,8 м (1000 м³). Абсолютные отметки дна резервуаров: контактного 350 м³ – 163,00 м, РЧВ 1000 м³ – 158,15 м. Показатели качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения г. Бирск приведены в таблице 15.

Качество подземных вод соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды». Контроль за качеством питьевых и сточных вод производится химико-бактериологической лабораторией питьевой и сточной воды ООО «Водоканалстройсервис» аккредитованной в Единой национальной системе аккредитации для проведения работ по испытаниям в соответствии с областью аккредитации и «Правил технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации» [19].

Таблица 15 – Показатели качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения г. Бирск

Показатели в соответствии СанПиН 2.1.4.1074-01	Норма, мг/л, не более	Результат, мг/л
Запах 20°– 60°С	2 бал.	0,7
Привкус и вкус при 20°	2 бал.	0,7
Цветность	20 (35)°	<1°
Мутность	1,5	0,60
Водородный показатель (рН)	6 – 9	7,5
Окисляемость	5	1,2
Гидрокарбонаты	Не норм.	317,8
Аммиак и ион аммония	1,5	<0,05
Нитраты	45	0,91
Нитриты	3,3	<0,003
Общая жесткость	7 (10) ммоль/дм	9,21
Сухой остаток	1000	633,0
Хлор - ион	350	91,8
Сульфаты	500	165,2
Кальций	Не норм.	147,6
Магний	50	21,4
Железо	0,3 (1,0)	<0,1
Медь	1,0	<0,002
АПАВ	0,5	<0,01
Нефтепродукты	0,1	<0,05
Фенолы летучие	0,25	<0,001
Хром ⁶⁺	0,05	<0,01
Марганец	0,1	<0,05

Продолжение таблицы 15

Показатели в соответствии СанПиН 2.1.4.1074-01	Норма, мг/л, не более	Результат, мг/л
Никель	0,1	<0,01
Общая минерализация	1000 (1500)	633,1
Полифосфаты	3,5	<0,01
Алюминий	0,5	<0,04
Молибден	0,25	<0,01
Фториды	1,5	<0,02
ОМЧ	0	0
ОКБ	отс.	отс.
ТКБ	отс.	отс.

Существующие технологические решения.

От водозабора вода поступает в озонаторную, расположенную на площадке насосной станции 2 подъема. Площадка находится в 4,5 км. Вода подается по двум водоводам диаметром 500 мм. Подобрано оборудовано и рассчитано оборудование, опираясь на метод научного планирования эксперимента [5, 18, 23].

Состав оборудования озонаторной: 3 котла-озонатора В-24-25-1-Л-01 производительностью 1,6 кг/час каждый (последняя замена электродов высокого потенциала в количестве 360 штук была произведена в 1992 году).

После обеззараживания вода поступает в резервуар чистой воды емкостью 1000 м³ и в насосную станцию II подъема.

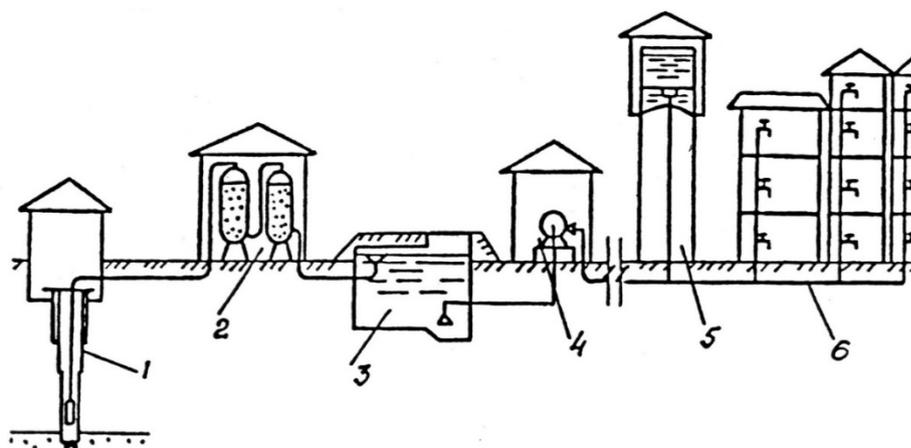
Состав оборудования насосной станции 2 подъема:

- 4 насоса ЦНС-300-120 (в том числе 2 насоса резервных).
- 1 контактный резервуар емкостью 500 м³;
- 1 резервуар чистой воды емкостью 1000 м³.

Далее вода по двум стальным водопроводам диаметром 500 мм и протяженностью 11,5 км и 12,08 км подается в резервуар чистой воды емкостью 3000 м³. Из резервуара вода по стальным трубам диаметром 500 мм самотеком поступает в кольцевую водопроводную сеть.

3.3 Принципиальная схема реконструкции системы водоснабжения

В проектной документации предусматривается бурение новых скважин, обустройство водозабора, прокладка магистрального водовода от площадки водозабора до существующей площадки Насосной станции II подъема с возведением блочно-модульного здания с установкой водоочистки [10, 30]. Исходная подземная вода подается на предварительные фильтры тонкой очистки затем на блок мембранных модулей. Через мембранные модули вода фильтруется, при этом происходит разделение потоков на чистую воду (пермеат) и техническую воду (концентрат) (рисунок 15). Площадка насосной станции 2-го подъема. Чистая вода подвергается обеззараживанию гипохлоритом натрия затем подается на площадку резервуаров чистой воды с последующим отводом потребителю [27]. Концентрат или техническая вода ВЗ сбрасывается в сущ. водовод Ду315мм за территорией площадки насосной станции II подъема и в районе площадки резервуаров чистой воды предусматривается подключение к сущ. водоводу Ду315мм и прокладка магистрального водовода ПЭ100 Ду180 до г. Бирск со сбором в существующие сети водоотведения. Мониторинг качества хозяйственно-питьевой воды производится ежедневно в лабораторном корпусе водоочистной станции [28].



1 – артезианская скважина с насосом ВНС-I; 2 – станция водоочистки; 3 – резервуар чистой воды; 4 – насос ВНС-II; 5 – водонапорная башня; 6 – водопроводная сеть

Рисунок 15 – Принципиальная схема водоснабжения из подземного водного источника

Технологическая схема очистки разработана с учетом современных конструктивных и технологических решений, что позволяет обеспечить требуемое качество очистки питьевой воды.

Предусматриваются следующие этапы очистки воды:

- предварительная механическая очистка;
- фильтрация на фильтрах ФОВ для защиты мембран;
- умягчение воды на установках обратного осмоса;
- обеззараживание воды гипохлоридом натрия;
- Образующиеся в процессе очистки концентрат сбрасывается в проектируемую КНС с последующим сбросом в существующую сеть канализации.

3.3.1 Механическая очистка

Исходная вода по двум напорным водоводам ПЭ100SDR11-400x36,4 ГОСТ 18599-2001 поступает на очистные сооружения питьевой воды от водозабора. На напорном трубопроводе устанавливается расходомер для учета объема воды. В проекте принята станция очистки питьевой воды ВОС-625 производительностью 12943 м³/сут.

Состав станции следующий:

- Блок приема и учета исходной воды;
- Блок обезжелезивания на фильтрах ФОВ;
- Блок мембранного умягчения производительностью 200 м³/ч;
- Блок дозирования ингибитора осадкообразования;
- Блок насосов подачи воды на мембраны и промывку;
- Блок смешения и учета очищенной воды;
- Блок дозирования гипохлорида натрия.

Вода под напором поступает на блок предварительной механической очистки [40]. Далее она поступает на сетчатые фильтры грубой механической очистки (130 микрон). Вода, прошедшая предварительную механическую

очистку, поступает на блок фильтров ФОВ-3,0-0,6 для защиты мембран обратного осмоса.

Принцип работы вертикальных фильтров заключается в пропуске под давлением через фильтрующий элемент загрязненной воды. В ходе просачивания жидкости взвешенные частички приклеиваются к зернам сорбента АС, что приводит к их удержанию в порах и на поверхности фильтрующего материала. Весь процесс очистки подразделяется на этапы:

- механическая очистка от взвесей;
- взрыхление камеры;
- промывка;
- выброс фильтрата.

Фильтр промывают путем направления потока воды снизу-вверх и взрыхления фильтрующего компонента, фильтрат сбрасывают в дренаж и далее в КНС. Подача воды для промывки фильтров осуществляется от НС2. Цикл очистки занимает примерно 6-10 минут [35].

3.3.2 Умягчение воды на установках обратного осмоса

От блока фильтрации вода подается насосами на установки обратного осмоса. В проекте приняты 4 установки обратного осмоса (Сертификат № RU.77.01.34.013.E.009801.11.12 23.11.2012) производительностью 50 м³/ч каждый.

Состав установки обратного осмоса:

- блок дозирования антискаланта (предназначен для защиты мембран от отложения на их поверхности солей жесткости) (Сертификат RU.23.КК.08.008.E.000565.05.15);
- барьерный фильтр тонкой очистки 5 мкм;
- насос высокого давления (RU.67.CO.01.013.E.000771.01.12);
- блок мембранных модулей (SUEZ);
- линия подмеса входной воды;
- шкаф управления и контроля;

- приборы КИПиА;
- блок химической промывки мембран.

Исходная вода подается на насос высокого давления, который увеличивает начальное давление воды до рабочего и подает воду на обратноосмотические мембраны. Через эти мембраны вода фильтруется, при этом происходит разделение потоков на чистую воду (пермеат) и грязную воду (концентрат). Чистая вода подается потребителю, а концентрат сливается в дренаж. В результате чего через поры синтетических мембран проходят только молекулы чистой воды, а гидратированные солеобразующие ионы типа: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca_2^+ , Mg_2^+ , Na^+ , K^+ , Fe_2^+ , Cu_2^+ и ряд других микроэлементов, имеющие значительно больший размер не проходят. Так же эффективно удаляются большинство вирусов и бактерий и органические вещества [16]. Степень очистки воды 99%.

Промывка мембран осуществляется в автоматическом режиме. Для промывки мембран предусмотрена автоматическая химическая мойка (CIP мойка). В емкости, входящей в состав этого блока, готовится реагент (кислотный/щелочной), и далее с помощью насоса, проводят рециркуляцию раствора. Все растворы для химической промывки готовятся на пермеате. Периодичность промывки мембран 3-4 раза в год.

Для корректировки солевого состава очищенной воды делается подмес исходной воды после механической очистки.

Система обратного осмоса ПВО-RO сертифицирована и имеет сертификат качества NoRU.77.01.34.013. E.009801.11.12 23.11.2012 и соответствуют требованиям СанПин 2.1.4.1074-01 «Вода питьевая». Системы соответствуют требованиям нормирующих документов ГОСТ 51232-98, ГОСТ 27570.0-87

Концентрат поступает в заглубленную насосную станцию откуда сбрасывается в существующую канализацию. В насосной станции подачи концентрата установлены насосы производительностью 60,0 м³/ч и напором 130 м (1 раб. и 1 рез).

Принята двухкорпусная заглубленная насосная станция «НС 2-130/60» на базе насосов «Lowara 66SV6/2AG300T»– 2 шт. (1 рабочий, 1 резервный) изготавливается и поставляется комплектно «Промнасосинжиниринг».

После установки обратного осмоса очищенная вода поступает в резервуары чистой воды в количестве 2 шт. объемом 1000 м³ каждый (1 сущ.). Проектом принят железобетонный сборный резервуар для воды V=1000м³ по ТП 901-4-65.83 размером 12х24м. На резервуарах приняты фильтры-поглотители «УВ-3» тип Б. Откуда существующей насосной станции подачи воды подается на напорные резервуары чистой воды объемом 3000м³ и далее в существующую сеть потребителей. В существующей насосной станции установлены 4 насоса ЦНС-300-120 (в том числе 2 насоса резервных) общей производительностью 539,3 м³/ч и напором 127 м. При максимальном водопотреблении для снятия пиковых нагрузок и противопожарного запаса воды работают существующие напорные резервуары чистой воды 3000 м³, расположенные в г. Бирске [47].

Расчет резервуара чистой воды объемом 1000 м³,

$$W_{\text{общ.}} = W_{\text{рег.}} + W^{\text{з.ч.п.}}_{\text{пож}}, \quad (1)$$

$$W = 824 + 108 = 932 \text{ м}^3.$$

3.3.3 Обеззараживание воды

После доочистки на установке обратного осмоса очищенная вода обеззараживается гипохлоридом натрия и далее поступает в резервуары чистой воды объемом 1000м³.

На станции применена установка дозирования готового гипохлорида натрия РДА1РР-1000 в количестве 1 штуки. Установка состоит из 2-х растворно-расходных емкостей (RU.40.01.05.013.Е.006953.12.11), мешалки и насосов-дозаторов (1 раб+1 рез) (RU.67.99.01.013.Е.001305.02.12) на общей раме с комплектом автоматики.

Расчет гипохлорида натрия. Доза хлора для первичного хлорирования согласно СП 31.13330.2012 оставляет 1 мг/л или 1 г/м³. В товарном продукте (гипохлорит натрия) согласно сертификату качества активной части содержится не менее 15 % или 0,15 часть [48].

Расчет ведется по чистому продукту: $1 \text{ г/м}^3 \times 12943 \text{ м}^3/\text{сут} = 12943 \text{ г/сут}$ или 12,9 кг/сут – суточный расход чистого хлора или 86 кг/сут готового продукта.

Годовой расход чистого продукта составит: $12.9 \text{ кг/сут} \times 365 = 4708 \text{ кг/год}$ или 4,7 т/год.

В пересчете на товарный продукт – годовой расход составит: $4,7 : 0,15 = 31 \text{ т/год}$.

Для хлорирования будет использоваться гипохлорит натрия Na-CIO (ГОСТ 11086-76) марки А, который разрешен для обеззараживания питьевой воды, дезинфекции. Это жидкость зеленовато-желтого цвета с содержанием активного хлора не менее 190 г/л [49]. Поставляется в канистрах 30 л.

Хранение реагентов, в т.ч. гипохлорида натрия осуществляется в вентилируемом отапливаемом помещении существующей насосной станции II-го подъема. Под емкостями гипохлорида натрия установлен поддон. К насосной станции, где храниться гипохлорит обеспечен подъезд техники. Запас гипохлорида натрия принят минимальный на 7 суток хранения (0,6 т). Расчетные изменения концентраций загрязнителей в питьевой воде до и после очистки представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Расчетные изменения концентраций загрязнителей в питьевой воде до и после очистки

Наименование	Концентрация загрязнений в воде	Концентрация загрязнений в воде, после очистки
Запах при 20 °С, балл	0	0
Запах при 60 °С, балл	0	0
Привкус, балл	0	0
Цветность, град	5	2
Мутность, мг/дм ³	1	0

Продолжение таблицы 16

Наименование	Концентрация загрязнений в воде	Концентрация загрязнений в воде, после очистки
Аммиак и ион аммония, мг/дм ³	<0,05	<0,05
pH	7,4	7,0
Железо общее, мг/дм ³	0,45	<0,1
Окисляемость, мг/дм ³	4,1	0,5
Жесткость общая, ммоль/дм	10,3	6,5
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	не норм.	не норм.
Кальций, мг/дм ³	не норм.	не норм.
Сульфаты, мг/дм ³	216,0	155,3
Хлориды, мг/дм ³	105,0	44,0
Сухой остаток, мг/дм ³	738,0	477,1
Фторид-ион, мг/дм ³	<0,1	<0,1
Бор, мг/дм ³	<0,1	<0,1
Цианиды, мг/дм ³	<0,01	<0,01
Кремний, мг/дм ³	8,1	<8
Нефтепродукты, мг/дм ³	<0,05	<0,05
АПАВ, мг/дм ³	<0,025	<0,025
Фенолы летучие, мг/дм ³	<0,001	<0,001
Марганец, мг/дм ³	<0,1	<0,1
Калий, мг/дм ³	1,0	1,0
Алюминий, мг/дм ³	<0,01	<0,01
Медь, мг/дм ³	<0,1	<0,1
Цинк, мг/дм ³	<0,04	<0,04
Свинец, мг/дм ³	<0,002	<0,002
Никель, мг/дм ³	<0,005	<0,005
Хром общий, мг/дм ³	<0,01	<0,01
Нитраты [NO ₃ ⁺], мг/дм ³	17	0,1
Нитриты [NO ₂ ⁺], мг/дм ³	<0,0028	<0,0028

3.3.4 Насосная станция на водозаборной скважине

Насосной станции 2-го подъема, оборудованы 4 насосами ЦНС-300-120 (в том числе 2 насоса резервные) [20]. Насосы в насосной станции 2-го подъема с начала эксплуатации не менялись. Режим работы насосной станции непрерывный, развиваемый напор 10 атм, абсолютная отметка оси насосов 158,00 м. Техническая характеристика насосов приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Техническая характеристика насосов ЦНС-300-120

Параметр	Ед.изм.	Значение
Производительность	м ³ /час	330
Напор	м	120
Электрическая мощность насосов	кВт	200
Расчетная мощность НС-2 / Годовой расход электроэнергии по НС-2 (тыс. кВт · час)	кВт	4008320 / 1731000
Год ввода в эксплуатацию / степень износа	%	1974 г. / 92,0 %

Резервуары подземные из сборных железобетонных конструкций размером 7,0×12,0×4,2 м (350 м³) и 12,0×18,0×4,8 м (1000 м³). Абсолютные отметки дна резервуаров: контактного 350 м³ – 163,00 м, РЧВ 1000 м³ – 158,15 м.

Учет забираемой воды осуществляется 2-мя ультразвуковыми приборами – теплосчетчик СТУ-1, расходомер УРЖ 2КМ, установленными на водоводах в районе площадки 2-го подъема насосной станции Костаревского водозабора.

Насосная станция на водозаборной скважине предназначена для забора воды из артезианской скважины и пополнения резервуаров чистой воды с последующей откачкой насосной станцией II подъема потребителям [15, 17].

На площадке водозабора проектом бурения пробурены 12 скважин (10 рабочих скважин и 2 резервные скважины, согласно п.8.12, таблица 5 СП 31.13330.2012).

Средняя глубина каждой скважины 24,0 м с дебитом по 1666,67 м³/сут каждая.

Насосная станция на водозаборной скважине принят с учетом превышения дебита скважины над производительностью насоса не менее 10% для обеспечения устойчивой работы насосного агрегата водозаборной скважины, согласно т.п. 901-2-177.91, альбом I, лист ПЗ-1: дебит каждой скважины – 1666,67 м³/сут, производительность скважинного насоса – 1500 м³/сут (62,5 м³/час).

На площадку насосной станции II подъема поступает подземные воды по двум параллельно прокладываемым трубопроводам ПЭ100 SDR11 Ø400x36,3, после станции водоочистки.

В станции очистки предусматривается очистка воды, в следствии чего происходит разделение потоков на чистую воду (пермеат) и грязную воду (концентрат). Концентрат сливается в заглубленную насосную станцию и подается напорными трубопроводами ПЭ100 SDR 11-Ø200×18,2 «техническая». Чистая вода насосной станцией II подъема поступает по трубопроводам ПЭ100 SDR11 Ø400x36,3 на площадку резервуаров чистой воды.

3.3.5 Резервуары питьевой воды

В резервуарах чистой воды на площадке будет храниться регулирующий объем, противопожарный объем для г. Бирск очищенной воды. Обоснование емкости резервуаров приведено в ниже приведенных таблицах и расчетах. Проектируемые резервуары оборудованы подводящими, отводящими, переливными и спускными трубопроводами. Впуск и выпуск воздуха при изменении положения уровня воды в резервуарах предусматриваются через фильтры-поглотители – воздухообменные установки «УВ-3» полной заводской готовности, устанавливаемые на поверхности плиты перекрытия РЧВ. Воздухообмен между фильтром-поглотителем и резервуаром осуществляется по стальному воздуховоду [52, 53].

Предусмотрены переключения трубопроводов с устройством отключающей арматуры на подающих и отводящих трубопроводах из стальных труб диаметром 377x6, 325x5 мм по ГОСТ 10704-91 с весьма усиленной изоляцией и внутренним цементно-песчаным покрытием.

На ответвлении от отводящего водовода (В1.2) предусмотрен колодец мк-1 для отбора воды в передвижную и переносную тару. Согласно СП 8.13130.2009 п. 9.13, перед приемным колодцем на соединительном трубопроводе установлен колодец с задвижкой, штурвал которой выведен под крышку люка. В таблице 18 приведён результат расчёта емкости резервуаров питьевой воды на площадке водопроводной насосной станции.

Таблица 18 – Определение емкости резервуаров питьевой воды на площадке водопроводной насосной станции

Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Примечание
Регулирующий объем ($W_{рег}$)	м ³	1860,50	формула 2
Общий расход на 3-х часовое тушение пожара ($W_{пож}$):	м ³	648,0	таблица 7
Объем воды ($W_{хоз}$), потребляемый в течение 3-х часов для обеспечения населения максимальных хозяйственно-питьевых и производственных нужд во время тушения пожаров	м ³	2396,85	798,95 м ³ \час*3часа
Расход воды Q_1 , подаваемый в резервуар при пожаротушении пожаров	м ³ \час	539,1	таблица 6
Неприкосновенный запас воды на тушение пожара ($W_{н.з}$)	м ³	1427,55	$W_{н.з} = W_{пож} + W_{хоз} - 3Q_1$
Общий требуемый объем воды в резервуарах ($W_{общ}$)	м ³	3288,05	$W_{общ} = W_{рег} + W_{н.з}$

Регулирующий объем воды в резервуарах определяется по формуле 2:

$$W_p = Q_{с.мах} \left[1 - k_n + (k_q - 1) \cdot \left(\frac{k_n}{k_q} \right)^{\frac{k_q}{k_q - 1}} \right] \quad (2)$$

где $Q_{с.мах} = 12938,47$ – расход воды в сутки макс. водопотребления, 12938,47м³/сут;

$k_n = 539,10/539,10 = 1$ – отношение максимальной часовой подачи воды в регулируемую емкость (539,10 м³/час); к среднему часовому расходу в сутки максимального водопотребления (539,10 м³/час);

$k_q = 798,95/539,10 = 1,482$ – коэффициент часовой неравномерности отбора воды из регулирующей емкости, определяемый как отношение максимального часового отбора 798,95 м³/час к среднему часовому расходу в сутки максимального водопотребления (539,10 м³/час).

В реконструируемых резервуарах $2 \times 3000 \text{ м}^3$ хранится объем воды $288,05 \text{ м}^3$, в том числе:

- противопожарный объем - $1427,55 \text{ м}^3$;
- регулирующий объем - $1860,50 \text{ м}^3$.

Согласно п.5.18 СП 8.13130.2020 максимальный срок восстановления неприкосновенного запаса воды на тушение пожара населенного пункта с численностью населения более 5 тыс. человек не более 24 часа. Водопроводные сооружения, подающие воду непосредственно в сеть противопожарного водопровода, относятся к I категории, согласно п.7.2 СП 8.13130.2020.

Централизованные системы водоснабжения села г. Бирск по обеспеченности подачи воды будет относиться к I категории с возможностью снижения подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30% расчетного расхода и на производственные нужды до предела, устанавливаемого аварийным графиком работы с длительностью снижения подачи до 3-х суток, согласно п.7.4 СП 31.13330.2012. Восстановление неприкосновенного запаса воды на тушение пожара населенного пункта в резервуарах $V=3000 \text{ м}^3$ данным проектом предусматривается снижением водопотребления до 70 %. На период восстановления пожарного объема представлен аварийный график при снижении водопотребления до 70 % расчетного расхода и подачи воды на нужды населения (таблица 6).

В течении 24 часа при снижении водопотребления до 70% заполнение РЧВ равен разнице объемов воды поступлении воды в РЧВ ($3910,02 \text{ м}^3$) и расходу воды из РЧВ минус $28,55 \text{ м}^3$:

$$3910,02 - 28,55 = 3881,47 \text{ м}^3.$$

Срок восстановления пожарного запаса за 12 часов, что отвечает требованиям п.5.18 СП 8.13130.2020. (в РЧВ $2 \times 3000 \text{ м}^3$ хранится противопожарный объем воды равный $1432,55 \text{ м}^3$)

Кратность суточного обмена воды в резервуарах:

$$m = Q_{c.min} / V \quad (3)$$

где $Q_{c.min}$ – минимальный суточный расход воды, проходящий через резервуар равный 8233,57 м³/сут.

V – полный пожарный объем резервуара, м³, равный 1260 x 2 = 2520,0:

$$m = 8233,57 / 2520,0 = 3,27$$

Согласно п.12.7 СП 31.13330.2012 в резервуарах питьевой воды должен обеспечен обмен пожарного объема воды в срок не более 48 ч:

$$Q_{c.min} = 8233,57 \text{ м}^3/\text{сут} \times 1 \text{ сутки (24 часа)} = 8233,57 \text{ м}^3$$

8233,57 м³ за 24 часа; 2520,0 м³ за 7 часов.

Время пожарного обмена общего объема воды составит около 7 часов при минимальном суточном водопотреблении. Проектом предусмотрены мероприятия по обеспечению поддержания уровней в резервуарах.

Диаметры трубопроводов рассчитаны на хозяйственно-питьевой расход воды с учетом пропуска расхода воды на пожаротушение населенного пункта. Запорная арматура на подводящих и отводящих трубопроводах обеспечивают возможность опорожнения и очистки любого из РЧВ Задвижки на подводящем трубопроводе диаметром 325x5 перед РЧВ в колодцах 5 и 2 предусматриваются с электроприводом [45].

Перед подачей питьевой воды потребителям на площадке РВЧ проектом предусматривается установка расходомеров на водоводе для учета и измерения расхода воды с выводом данных в диспетчерский пункт. Диспетчер проводит почасовое измерение и фиксирует данные в специальном журнале учета. В качестве узла учета расхода воды на площадке в камере 4.1 и 4.2 принят электромагнитный расходомер МЕТРАН с отдельным монтажом

датчика и преобразователя. Датчик устанавливается в колодцах на трубопроводах (имеет IP68). При установке узла учета в колодце придерживается прямой участок до расходомера – 5Ду и после расходомера – 2Ду с обводной линией и отключающими арматурами.

Фильтры-поглотители предназначены для очистки от пыли воздуха, поступающего в резервуары чистой воды, на основании. технико-коммерческого предложение на поставку воздухообменной установки «УВ-3» тип Б и зарубежных аналогов [50, 51].

На каждый резервуар предусмотрен по одной воздухообменной установки, которые располагаются на поверхности плиты перекрытия РЧВ. Воздухообмен между фильтром-поглотителем и резервуаром осуществляется по стальным воздуховодам Ø250, которые вводятся в резервуар через отверстие в плите перекрытия [33]. Результат расчёта регулирующего объема РЧВ на площадке резервуаров чистой воды приведён в таблице 19.

Таблица 19 – Определение регулирующего объема РЧВ на площадке резервуаров чистой воды

Час	Хоз-питьевые нужды населения		Общ. здания	Полив газонов	Общее водопо- треблен.	Подача воды в РЧВ	Поступление воды в РЧВ	Расход воды из РЧВ	Остаток воды в РЧВ
	%Q _{с.}	м ³							
0-1	2.00	180.99	-	171.39	352.386	539.10	186.71	-	-565.00
1-2	2.10	190.04	-	171.39	361.435	539.10	177.66	-	-387.34
2-3	1.85	167.42	-	171.39	338.811	539.10	200.29	-	-187.05
3-4	1.90	171.94	-	171.39	343.336	539.10	195.76	-	8.71
4-5	2.85	257.91	-	171.39	429.307	539.10	109.79	-	118.51
5-6	3.70	334.83	-	171.39	506.229	539.10	32.87	-	151.38
6-7	4.50	407.23	-	171.39	578.625	539.10	-	-39.53	111.85
7-8	5.30	479.63	-	171.39	651.022	539.10	-	-111.92	0.00
8-9	5.80	524.88	114.66	171.39	810.928	539.10	-	-271.83	-271.83
9-10	6.05	547.50	114.66	-	662.158	539.10	-	-123.06	-394.89
10-11	5.80	524.88	114.66	-	639.534	539.10	-	-100.43	-495.32
11-12	5.70	515.83	114.66	-	630.485	539.10	-	-91.38	-586.71
12-13	4.80	434.38	114.66	-	549.038	539.10	-	-9.94	-596.64
13-14	4.70	425.33	114.66	-	539.989	539.10	-	-0.89	-597.53
14-15	5.05	457.00	114.66	-	571.662	539.10	-	-32.56	-630.09
15-16	5.30	479.63	114.66	-	594.286	539.10	-	-55.19	-685.28

Продолжение таблицы 19

Час	Хоз-питьевые нужды населения		Общ. здания	Полив газонов	Общее водопотреблен.	Подача воды в РЧВ	Поступление воды в РЧВ	Расход воды из РЧВ	Остаток воды в РЧВ
	%Q _{с.}	м ³							
16-17	5.45	493.20	114.66	171.39	607.861	539.10	-	-68.76	-754.04
17-18	5.05	457.00	-	171.39	743.056	539.10	-	-203.96	-958.00
18-19	4.85	438.91	-	171.39	610.299	539.10	-	-71.20	-1029.20
19-20	4.50	407.23	-	171.39	578.625	539.10	-	-39.53	-1068.72
20-21	4.20	380.08	-	171.39	551.477	539.10	-	-12.38	-1081.10
21-22	3.60	325.79	-	171.39	497.179	539.10	41.92	-	-1039.18
22-23	2.85	257.91	-	171.39	429.307	539.10	109.79	-	-929.38
23-24	2.10	190.04	-	171.39	361.435	539.10	177.66	-	-751.72
Итого	100	9049.59	1146.58	2742.30	12938.5	12938	1232.48	-1232.6	-

Результат расчёта регулирующего объема воды на площадке резервуаров чистой воды приведён в таблице 20.

Таблица 20 – Аварийный график РЧВ

Час	Хоз-питьевые нужды населения		Общ. здания	Полив газонов	Общее водопотреблен.	Подача воды в РЧВ	Поступление воды в РЧВ	Расход воды из РЧВ	Остаток воды в РЧВ
	%Q _{с.}	м ³							
0-1	2.00	126.69	-	119.98	246.670	539.10	292.43	-	2353.91
1-2	2.10	133.03	-	119.98	253.005	539.10	286.10	-	2640.00
2-3	1.85	117.19	-	119.98	237.168	539.10	301.93	-	2941.93
3-4	1.90	120.36	-	119.98	240.335	539.10	298.76	-	3240.70
4-5	2.85	180.54	-	119.98	300.515	539.10	238.59	-	3479.28
5-6	3.70	234.38	-	119.98	354.360	539.10	184.74	-	3664.02
6-7	4.50	285.06	-	119.98	405.038	539.10	134.06	-	3798.09
7-8	5.30	335.74	-	119.98	455.715	539.10	83.38	-	0.00
8-9	5.80	367.41	80.26	119.98	567.650	539.10	-	-28.55	-28.55
9-10	6.05	383.25	80.26	-	463.511	539.10	75.59	-	47.04
10-11	5.80	367.41	80.26	-	447.674	539.10	91.43	-	138.47
11-12	5.70	361.08	80.26	-	441.339	539.10	97.76	-	236.23
12-13	4.80	304.07	80.26	-	384.327	539.10	154.77	-	391.00
13-14	4.70	297.73	80.26	-	377.992	539.10	161.11	-	552.11
14-15	5.05	319.90	80.26	-	400.164	539.10	138.94	-	691.04
15-16	5.30	335.74	80.26	-	416.000	539.10	123.10	-	814.14
16-17	5.45	345.24	80.26	-	425.502	539.10	113.60	-	927.74
17-18	5.05	319.90	-	119.98	520.139	539.10	18.96	-	946.70
18-19	4.85	307.23	-	119.98	427.209	539.10	111.89	-	1058.59
19-20	4.50	285.06	-	119.98	405.038	539.10	134.06	-	1192.66
20-21	4.20	266.06	-	119.98	386.034	539.10	153.07	-	1345.72
21-22	3.60	228.05	-	119.98	348.025	539.10	191.07	-	1536.80
22-23	2.85	180.54	-	119.98	300.515	539.10	238.59	-	1775.38
23-24	2.10	133.03	-	119.98	253.005	539.10	286.10	-	2061.48
Итого	100	6334.71	802.61	1919.61	9056.93	12938.4	910.02	-28.55	-

3.3.6 Наружные сети на площадке НС-II

На площадке насосной станции 2 подъема предусматривается прокладка следующих технологических трубопроводов:

- В1 – трубопровод очищенной воды напорный ПЭ100 SDR 11-Ø 400×36,3 «питьевая» по ГОСТ 18599-2001 на РЧВ ($q=149,8$ л/с, $V=1,77$)
- В3 – трубопровод отвода технической воды (концентрата) после установки обратного осмоса в КНС ПП "Прагма" d200 мм по ТУ 2248-001-96467180-2008 ($q= 16,66$ л/с, $h/d_{min}=0,5$, $V_{min}=1.4$, $i_{min}=11$);
- В3Н – трубопровод технической воды (концентрата) напорный ПЭ100 SDR 11- Ø 200×18,2 «техническая» по ГОСТ 18599-2001 ($q=16,66$ л/с, $V=0,8$).

Трубопроводы В1 ф400 при входе и на выходе в здания ВОС и трубопровод В3 DN200 на выходе из здания ДОС утепляются при помощи греющего кабеля SAMREG 17НТМ2-СТ саморегулирующегося и фольгопласта СПМП-10 металлизированного самоклеящегося. Кабель имеет фторополимерную оболочку, надежно защищающую от агрессивных веществ стоков. Удельная мощность 17 Ватт на погонный метр. Рассчитан на напряжение питания 220-230 В. Может нагреваться до 65 °С, а в кратковременном режиме до 85 °С.

Полиэтиленовые трубы укладываются на грунтовое плоское основание с подготовкой из песчаного грунта $b=150$ мм.

При разработке в стесненных условиях, котлованы выполняются с вертикальными откосами и креплением откосов досками.

При укладке трубопроводов под твердыми покрытиями траншеи засыпаются на всю глубину песчаным грунтом. На сетях устанавливаются колодцы из сборных железобетонных элементов ГОСТ 8020-90 по ТУ 901-09-11.84, 902-09-22.84.

3.3.7 Скважины и подземные сооружения

Проект по бурению эксплуатационных скважин для питьевого и технического водоснабжения городского поселения город Бирск муниципального района Бирский район Республики Башкортостан. Разрабатывается как проектное решение для реконструкции водозаборных скважин (консервация старых и бурение новых), всего проектируется бурение 12 эксплуатационных скважин включая 2 резервных. Расчетная проектная производительность скважин 1500 м³/сут., что не превышает среднюю производительность скважин по водозабору.

В административном отношении площадь работ находится на территории Бирского муниципального района Республики Башкортостан, в 4-х км западнее с. Костарёво. Горный отвод верхняя граница – поверхность земли, нижняя граница – глубина залегания аллювиальных четвертичных отложений. Площадь участка недр составляет 0,82 км² [8].

Костаревский водозабор расположен на правом берегу р. Белой, в её излуцине, в 4-х км к западу от д. Костарёво. Расстояние до г. Бирска составляет 14 км. Участок приурочен к пойме и первой надпойменной террасе. Абсолютная отметка уреза воды в р. Белой в меженный период составляет 71,0-71,7м.

Поверхность излуцины р. Белой, к которой приурочено оцениваемое месторождение, волнистая с многочисленными вытянутыми ложбинами и валами. Ко многим ложбинам приурочены озёра-старицы. Большинство таких озёр расположено в северо-западной и западной частях излуцины. В весенний паводок все ложбины заполняются водой, валы чаще всего остаются сухими. Водозаборные скважины Костаревского водозабора расположены на южной оконечности излуцины, на более возвышенном не затопляемом её участке.

Костаревский водозабор введён в эксплуатацию в 1974 году. Скважины расположены в виде линейного водозаборного ряда вдоль русла р. Белой.

В процессе эксплуатации водозабора часть скважин выводилась из работы по техническим причинам (скважины №№5а(5), 46089(5Н)). При этом

выполнялись работы по бурению дополнительных скважин с конструкцией аналогичной действующим скважинам (скважина № 15). В результате, к настоящему времени на Костаревском водозаборе фактически существует 18 скважин (с учётом вновь пробуренных наблюдательных скважин №№ 11-1, 11-2, 11-3) в разной степени технического состояния. Сопоставление нумерации скважин, используемых эксплуатирующей водозабор организацией (АО «Башкоммунводоканал») с номерами скважин, указанных в лицензиях УФА02410 ВЭ, УФА02519 ВЭ, представлено в таблице 21.

Таблица 21 – Сопоставительная таблица нумерации скважин Костаревского водозабора

Номера скважины по лицензии УФА02410 ВЭ	Номера скважины по лицензии УФА02519 ВЭ	Номера скважин, принятые АО «Башкоммунводоканал» при эксплуатации Костаревского водозабора	Назначение скважины
38501 (1)	38501	1 (38501)	Эксплуатационная
73399/1 (2)	73399/1	1Н (73399/1)	Эксплуатационная
73399/3 (3)	73399/3	3 (73399/3)	Эксплуатационная
38504 (4)	38504	4 (38504)	Эксплуатационная
5а (5)	5а	5	Ликвидирована
73399/2 (6)	73399/2	6 (73399/2)	Эксплуатационная
60667 (7)	60667	7	Эксплуатационная
73399/4 (8)	73399/4	8 (73399/4)	Эксплуатационная
78668/1 (9)	78668/1	9 (78668/1)	Эксплуатационная
78668/2 (10)	78668/2	10 (78668/2)	Эксплуатационная
78668/3 (11)	78668/3	11 (78668/3)	Эксплуатационная
78668/4 (12)	78668/4	12 (78668/4)	Эксплуатационная
60845 (13)	60845	13 (60845)	Эксплуатационная
79115/1 (14)	79115/1	14	Эксплуатационная
38502 (2н)	38502	2н (38502)	Наблюдательная
46089 (5Н)	46089	5Н	Наблюдательная скважина (ликвидирована)
		15	Резервная

В процессе рекогносцировочного обследования водозабора в северо-западном продолжении водозаборного ряда были обнаружены старые

разведочные скважины, которым были присвоены номера №16,17. Данные скважины расположены соответственно на расстоянии 123 м и 507 м от водозаборной скважины №79115/1(14). Технические характеристики водозаборных скважин представлены в таблице 22 [2].

Таблица 22 – Технические характеристики водозаборных скважин

№ скважины	Глубина, м	Конструкция скважины			Водоподъёмное оборудование
		Кондуктор, м диаметр, мм	Раб.колонна, м диаметр, мм	Фильтр, мм интервал, м	
38501 (1)	26,0	+0,5-6,0 516	+0,3-26,0 377	377 12,0-23,0	насос демонтирован
73399/1 (2)	23,0	0,0-14,0 630	+0,5-22,0 325	325 14,5-20,5	6SDS 42/13 DC
73399/3 (3)	23,0	0-14,0 630	+0,3-26,0 377	325 14,0-20,0	6SDS 42/8DC
38504 (4)	26,0	+0,5-6,0 508	+0,0-16,0 530	377 10,0-23,0	ЭЦВ 10-65-110
5а (5)	25,0	+0,0-12,0 630	+0,5-25,0 325	325 16-21	ликвидирована
73399/2 (6)	22,0	0,0-14,0 630	+0,5-22,0 325	325 14-20	6SDS 42/3 DC
60667 (7)	21,0	0,0-13,0 730	+0,5-21,0 377	377 15,0-20,0	ЭЦВ 8-40-110
73399/4 (8)	23,0	0,0-14,0 630	+0,5-23,0 325	325 15,5-21,5	насос демонтирован
78668/1 (9)	23,0	0,0-12,0 620	+0,5-23,0 377	377 15,0-21,0	8SDS 100/7 DC
78668/2 (10)	22,0	0,0-12,0 620	+0,5-22,0 377	377 14,0-20,0	нет данных
78668/3 (11)	20,5	0,0-11,0 720	+0,5-20,5 325	325 13,5-19,5	8SDS 100/7 DC
78668/4 (12)	22,0	0,0-11,0 720	+0,5-22,0 325	325 14,5-20,5	насос демонтирован
60845 (13)	22,0	0,0-15,0 630	+0,5-22,0 325	325 15-21	насос демонтирован
79115/1 (14)	18,0	0,0-13,0 630	+0,5-18,0 273	273 11,5-16,5	насос демонтирован
38502 (2н)	26,0	0,0-6,0 500	+0,5-26,0 377	377 13-23	насос демонтирован
46089 (5н)	27,5	0,0-16,0 630	+0,5-27,5 325	325 14,8-23,5	ликвидирована
15	Конструкция аналогична скважине № 73399/2(6)				ЭЦВ 8-40-110

Устья всех скважин обустроены в бетонных кессонах, обвалованных землёй, горловина которых перекрыта металлическими люками. Превышение оголовков скважин над бетонным полом кессонов составляет 0,3-1,0 м. Устья работающих скважин оборудованы оголовками, манометрами, расходомерами, кранами для отбора проб воды, отверстиями для выполнения замеров положения уровней подземных вод.

При обследовании водозабора установлено, что скважины находятся под постоянным наблюдением и охраной эксплуатационной службы предприятия, доступ посторонним лицам к скважинам закрыт. Устья всех скважин оборудованы герметичными оголовками. Техническое состояние эксплуатационных и наблюдательных скважин не удовлетворительное, забой скважин засорен шламом (возможно нарушения в эксплуатационной колонне), наблюдается снижение динамического уровня возможно кальматация фильтра. Требуется проведения диагностического обследования, чистка скважин и капитальный ремонт. В связи с реконструкцией водозабора и истекшим сроком амортизации скважин принято решения о консервации имеющихся скважин и бурении новых эксплуатационных скважин ударно-канатным способом в створе линейного ряда водозабора. Оптимизировать необходимое количество скважин с учетом гидрогеологических условий в количестве 10 рабочих и 2 резервных скважины [2].

3.3 Принятые технологические решения реконструкции

Проектируемый объект предназначен для приемки и очистке питьевой воды до качества отвечающих требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» поступающий от водозабора в состав объекта входят:

- узел механической предварительной фильтрации от грубых механических примесей;

- узел обезжелезивания воды для снижения железа и защиты мембран обратного осмоса;
- установка обратного осмоса для снижения жесткости воды;
- Установка станции обеззараживания гипохлоридом натрия.

Основой производственной деятельности комплекса является очистка питьевой воды от солей жесткости и мутности.

Вид строительства – новое строительство.

В соответствии с Техническим заданием Заказчика на разработку проектной документации, общая производительность очистных сооружений составит:

- максимальный суточный – 12943 м³/сут;
- максимальный часовой расход – 539,3 м³/час.

Режим работы проектируемого объекта – круглосуточный, круглогодичный.

Число часов работы Установки – 8760. Диапазон производительности установки составляет от 50% до 100% от номинальной производительности.

Срок работы установки водоочистки – 25 лет.

Станция очистки воды предназначена для приема и очистке питьевой воды до качества отвечающих требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» поступающий от водозабора. Работа установки основана на технологии обратного осмоса.

Производительность очистных сооружений составляет 12943 м³/сут.

В станции применена схема очистки питьевой воды на мембранных установках (обратный осмос).

Станция включает блок грубой механической очистки, блок обезжелезивания, блок обратного осмоса, блок обеззараживания гипохлоридом натрия.

Станция относится:

- по капитальности II класс сооружений;
- по долговечности II степень;
- категория помещений по пожарной опасности «Д» (по НПБ 105-03);
- степень огнестойкости II (согласно СНиП 31-03-2001)
- класс функциональной пожарной опасности – Ф5.1.
- класс конструктивной пожарной опасности – С0.

Основные технические характеристики:

- габаритные размеры станции – 18,0х18,0х4,0 м
- установленная электрическая мощность 230 кВт.
- полная масса станции – 125 т.

Расход воды поступающий на очистные сооружения:

- максимальный суточный – 15000,0 м³/сут
- максимальный часовой расход – 625,5,0 м³/ч

Режим работы установки – непрерывный.

Межремонтный пробег – 4 года.

Число часов работы в год – 8760 часов.

Основные технологические параметры приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Основные технологические параметры

Наименование параметра	Ед.изм.	Значение
Производительность в сутки	м ³ /сут	12943
Максимальный часовой расход	м ³ /час	539,3
Потребляемая мощность	кВт	230

Сводные сведения о концентрации и количестве загрязнений, поступающих на очистные сооружения, приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Сводные сведения о концентрации и количестве загрязнений поступающих на очистные сооружения

Наименование	Концентрация загрязнений в воде,	ПДК
Запах при 20 °С, балл	0	2
Запах при 60 °С, балл	0	2
Привкус, балл	0	2
Цветность, град	5	20
Мутность, мг/дм ³	1	1,5
Аммиак и ион аммония, мг/дм ³	<0.05	1,5
рН	7,4	6-9
Железо общ., мг/дм ³	0,45	0,3
Окисляемость, мг/дм ³	4,1	5,0
Жесткость общая, ммоль/дм	10,3	7
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	не норм.	423,7
Кальций, мг/дм ³	не норм.	168,2
Сульфаты, мг/дм ³	216,0	500
Хлориды, мг/дм ³	105,0	350
Сухой остаток, мг/дм ³	738,0	1000
Фторид-ион, мг/дм ³	<0,1	1,2-1,5
Бор, мг/дм ³	<0,1	0,5
Цианиды, мг/дм ³	<0,01	0,07
Кремний, мг/дм ³	8,1	10,0
Нефтепродукты, мг/дм ³	<0,05	0,1
АПАВ, мг/дм ³	<0,025	0,5
Фенолы летучие, мг/дм ³	<0,001	0,25/0,001
Марганец, мг/дм ³	<0,1	0,1
Калий, мг/дм ³	1,0	-
Алюминий, мг/дм ³	<0,01	0,2
Медь, мг/дм ³	<0,1	1,0
Цинк, мг/дм ³	<0,04	1,0
Свинец, мг/дм ³	<0,002	0,01
Никель, мг/дм ³	<0,005	0,02
Хром общий, мг/дм ³	<0,01	0,05
Нитраты [NO ₃ ⁺], мг/дм ³	17	45
Нитриты [NO ₂ ⁺], мг/дм ³	<0,0028	3,3

Станция представляет собой состыкованное из блок-контейнеров утеплённое здание заводского изготовления, в котором смонтированы все необходимые технологические сооружения и оборудование. Здание

оборудовано системами водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции и освещения.

Основное технологическое оборудование поставляются в металлоконструкциях полной заводской готовности блочно-модульного типа, что позволяет в кратчайшие сроки производить строительные-монтажные работы. На заводе-изготовителе проводится контрольная сборка станции с последующей разработкой и упаковкой в зависимости от условий транспортировки. Монтаж предусматривает восстановление межблочных соединений конструкций блок-контейнеров, технологических трубопроводов и электрических кабелей. Блок-контейнеры станции изготавливаются заводом изготовителем полностью укомплектованными.

Очистные сооружения обеспечивают высокую степень очистки, на прилегающей территории в воздухе отсутствуют неприятные запахи, не требуется больших строительные-монтажных и эксплуатационных затрат, сооружения компактны, надежны и просты в эксплуатации.

3.4 Модернизация объектов централизованных систем водоснабжения г. Бирска

Водопроводные сооружения и площадки для их размещения. Развитие системы водоснабжения г.Бирск предполагает реконструкцию и техническое перевооружение головных сооружений на площадке первого подъема на Костаревском водозаборе. Для этого требуется выделение дополнительных площадей [4].

Техническому перевооружению подлежат насосные агрегаты в водозаборных скважинах (необходимо установить взамен существующего современные энергоэффективное насосное оборудование с многофункциональными шкафами управления).

На Костаревском водозаборе необходимо предусмотреть строительство ограждения площадки первого подъема (в соответствии с современными

антитеррористическими требованиями) с охранной сигнализацией. На площадке второго подъема подлежат реконструкции сооружения по водоподготовке и насосная станция второго подъема.

Схемой развития системы водоснабжения г. Бирск предусмотрено совершенствование озонаторного оборудования и системы обеззараживания воды с целью придания ей бактерицидных свойств из-за увеличивающейся протяженности сетей водоснабжения города.

На насосной станции второго подъема схемой предусматривается установка современного энергоэффективного насосного оборудования с многофункциональными шкафами управления.

Водоводы и магистральные линии. Схемой развития системы водоснабжения г. Бирск предусматривается увеличение ее производительности. Для подачи в водопроводную сеть увеличенных расходов воды требуется реконструкция существующих водоводов и магистральных линий.

Трасса водоводов от площадки первого подъема до площадки второго подъема совпадает с существующей трассой и санитарно-защитной полосой этой трассы. Новый землеотвод не требуется.

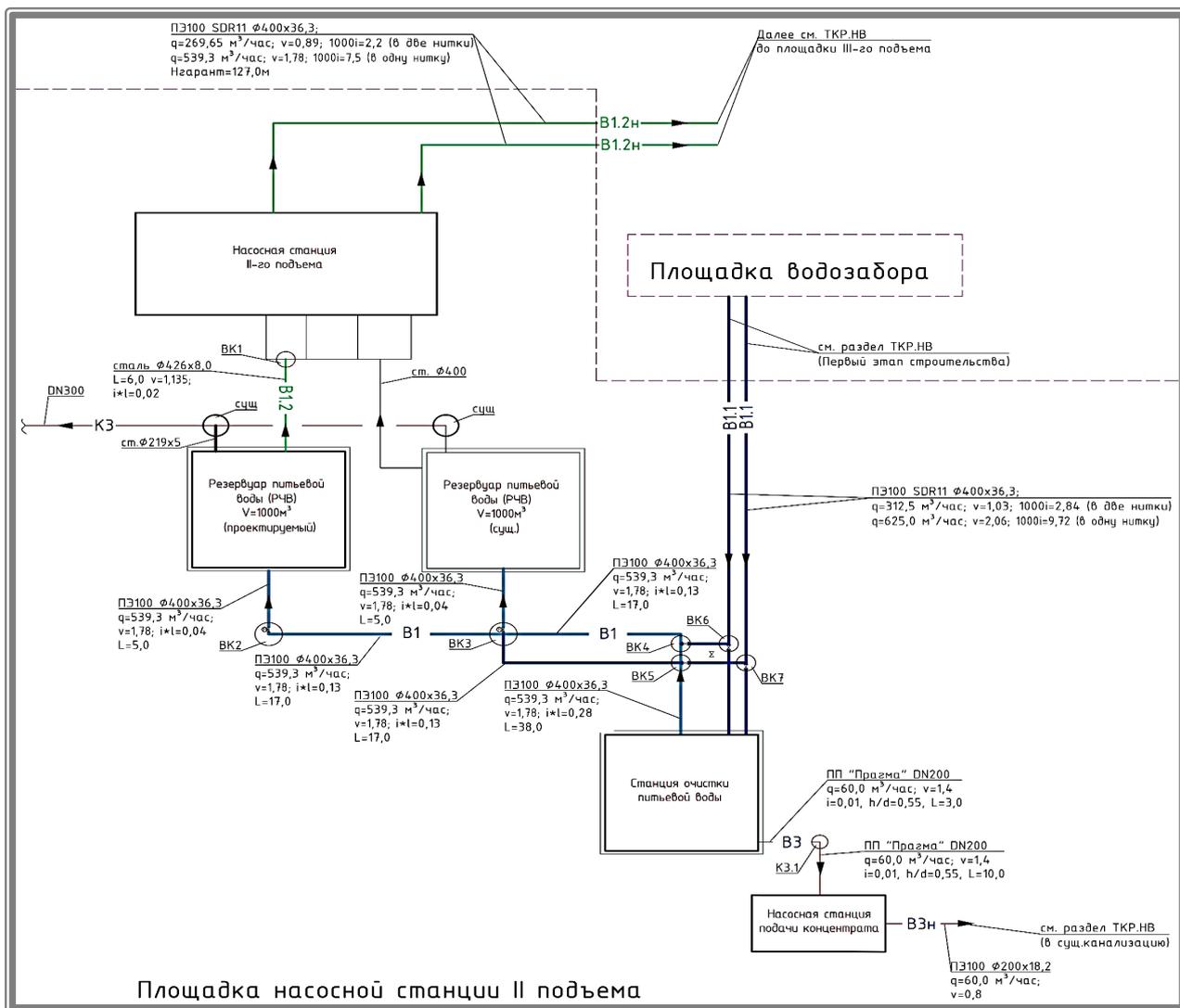
Реконструкция этих водоводов предполагает увеличение диаметров и замену материала труб. Необходимо применить трубы из коррозионностойкого материала - полиэтиленовые водопроводные трубы (ПЭ100 SDR17 питьевая по ГОСТ 18599-2001). Также потребует замены водоводы от площадки второго подъема до РЧВ. Необходимо увеличить диаметры труб и заменить трубы на полиэтиленовые (ПЭ100 SDR17 питьевая по ГОСТ 18599-2001).

Магистральные линии, проложенные по территории города, подлежат замене на полиэтиленовые (ПЭ100 SDR17 питьевая по ГОСТ 18599-2001) с корректировкой диаметров условного прохода.

Схемой водоснабжения также предлагается проложить магистральные линии водоснабжения и водопроводные сети на существующих участках

города, не охваченных централизованным водоснабжением, и на перспективных участках жилищного строительства. Материал труб – полиэтилен (ПЭ100 SDR17 питьевая по ГОСТ 18599-2001).

Схемы реконструкции представлены на рисунках 16–21.



Условные обозначения	
Обозначение	Наименование
	Подводящий трубопровод хоз.-питьевой воды
	Трубопровод очищенной хоз.-питьевой воды напорный
	Водопровод хоз.-питьевой воды на РЧВ
	Бытовая канализации
	Спускной трубопровод
	Производственная канализация
	Самотечный трубопровод концентрата
	Напорный трубопровод концентрата
	Задвижка с электроприводом

Рисунок 16 – Площадка насосной станции II подъема

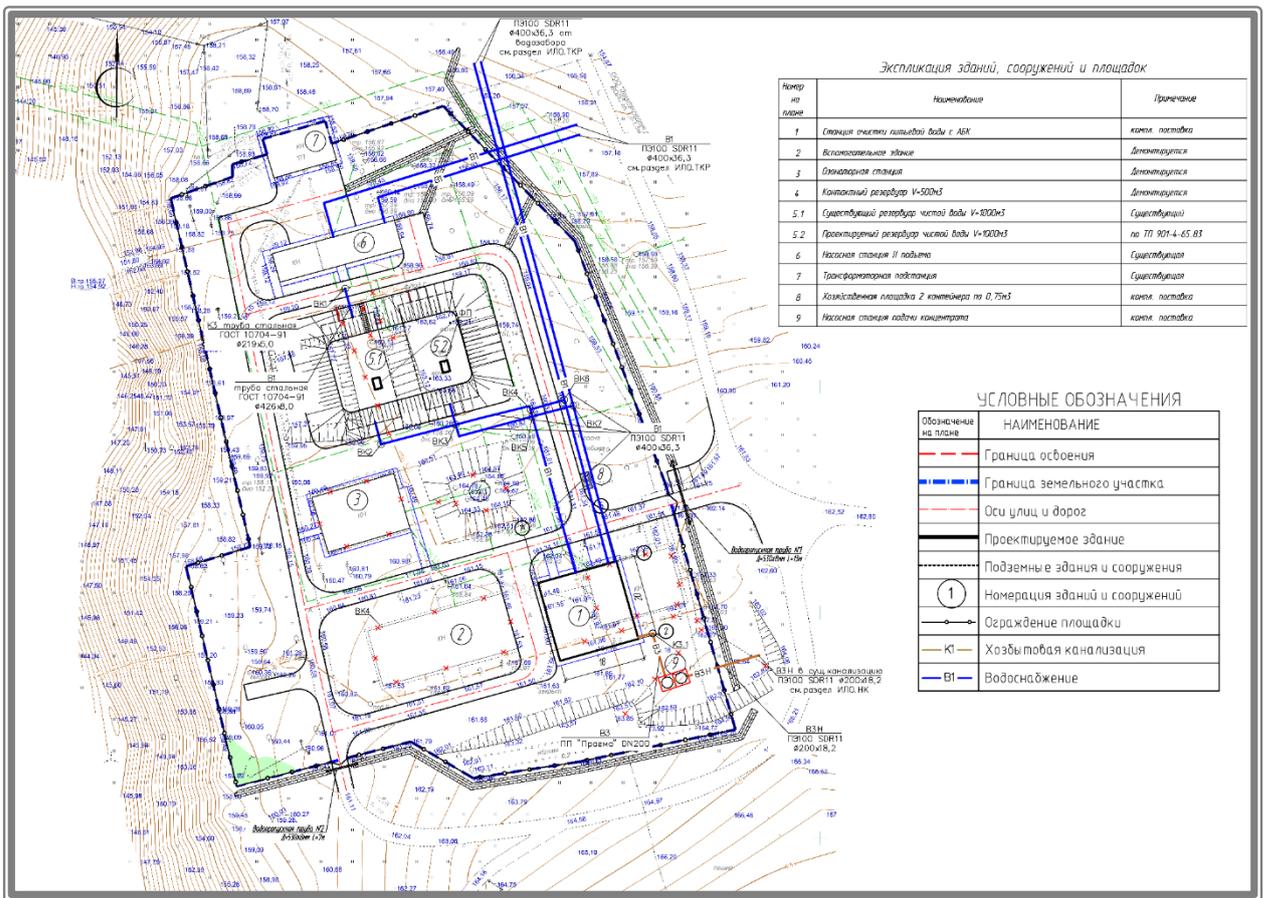


Рисунок 17 – План площадки насосной станции II-го подъёма

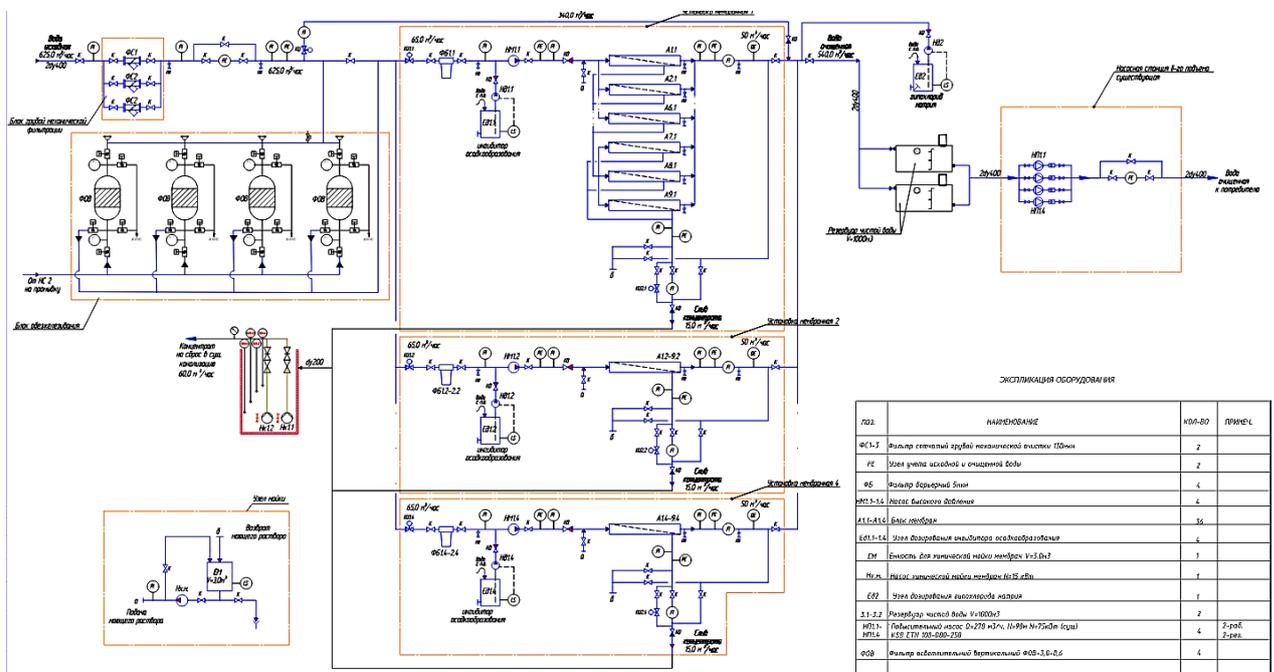


Рисунок 18 – Схема принципиальная технологическая

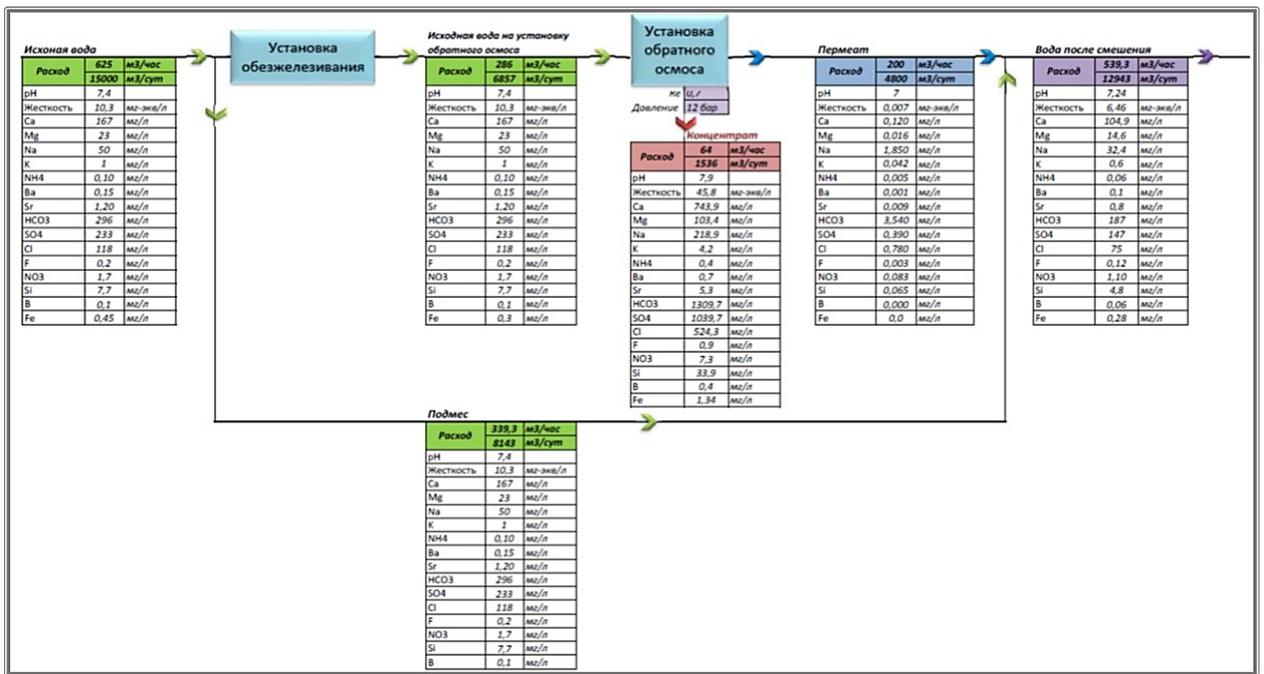


Рисунок 19 – Материальный баланс установки водоподготовки

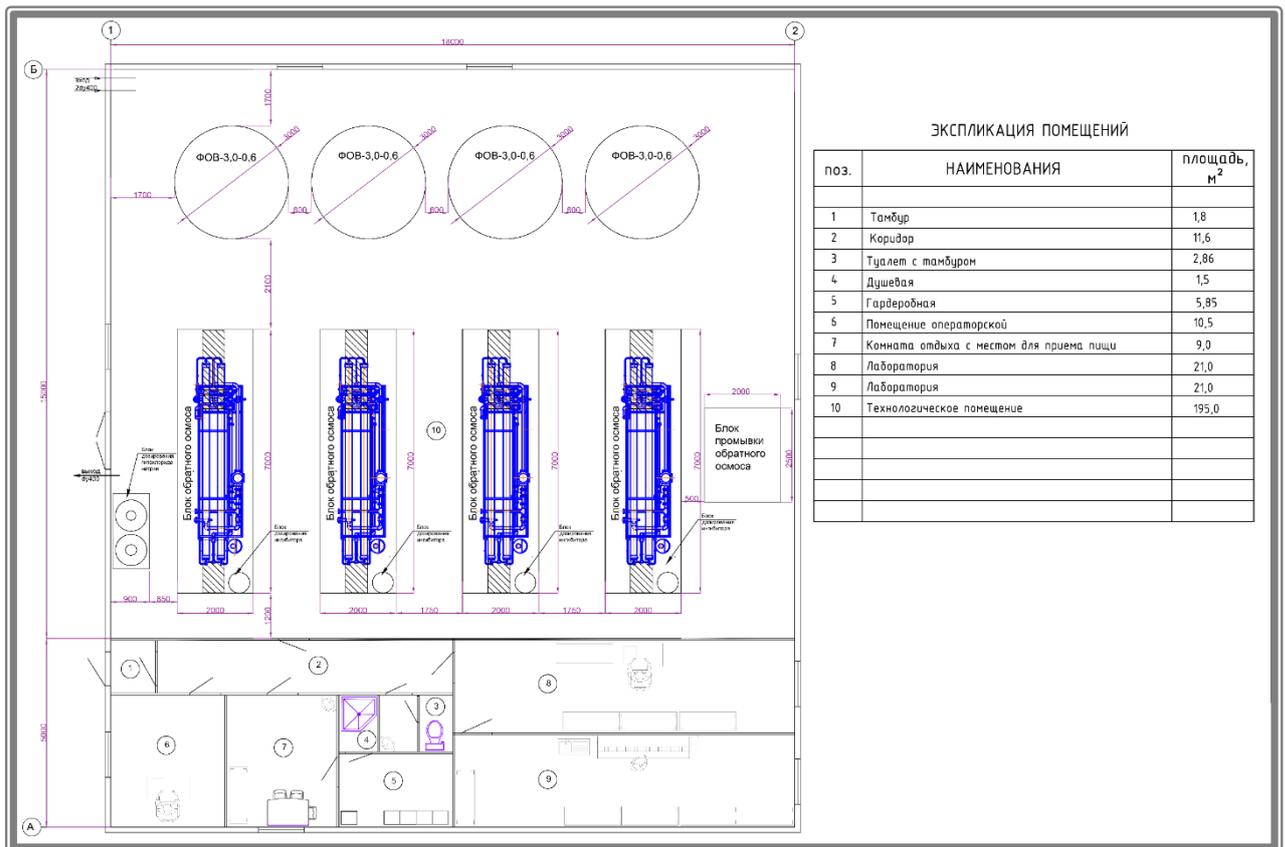


Рисунок 20 – Расположение оборудования на станции водоподготовки

В соответствии с заданием на проектирование проектные решения должны обеспечить строительство сети, объединенного хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода к точкам подключения.

В данном проекте решается вопрос строительства магистральной сетей водовода включающий в себя 2 этапа проектирования, 1 этап, состоящий из 3х пусковых комплексов:

1 этап. Первый пусковой комплекс:

- строительство магистрального водовода В9 ПЭ100 SDR11 Ø400x36.3 от площадки водозабора до площадки насосной станции второго подъема;
- строительство напорно-самотечного коллектора В3 ПЭ100 SDR17 Ø200x18,2, 180x16,4 для отвода технической воды от станции водоочистки, располагаемый на площадке насосной станции второго подъема;

1 этап. Второй пусковой комплекс:

- строительство магистрального водовода В1 ПЭ100 SDR11 Ø400x36,3 от площадки насосной станции второго подъема до площадки РЧВ;

1 этап. Третий пусковой комплекс:

- строительство магистрального водовода В1 ПЭ100 SDR17 Ø400x23.7 от площадки РЧВ до границы города;

2 этап:

- строительство магистрального водовода В1 ПЭ100 SDR17 Ø315x18,7 в границах города, начиная от ул. Совхозная (разрабатываемый отдельным разделом ТКР.НВ.2).

В таблице 25 представлен перечень основных мероприятий по реализации схемы водоснабжения.

Таблица 25 – Перечень основных мероприятий по реализации схемы водоснабжения

Наименование мероприятия	Функциональное назначение
Бурение скважин на Костаревском водозаборе в г. Бирске	Обеспечение населения города питьевой водой
Реконструкция насосных станций 1-го и 2-го подъемов, АСУТП Костаревского водозабора г. Бирска	Обеспечение населения города питьевой водой
Внеплощадочное водоснабжение г. Бирска. Внеплощадочный водовод от очистных сооружений до напорных резервуаров	Бесперебойное обеспечение населения города доброкачественной питьевой водой
Реконструкция уличных магистральных водопроводов	Бесперебойное обеспечение населения города доброкачественной питьевой водой
Корректировка схемы водоснабжения. Бирска и проектирование Водоводов от НС 1-го подъема до НС 2-го подъема Костаревского водозабора	Бесперебойное обеспечение населения города доброкачественной питьевой водой
Резервуар чистой воды емкостью 3000 м ³ для г. Бирска	Обеспечение города питьевой водой и противопожарных нужд
РЧВ емкостью 1000 м ³ на насосной станции 2-го подъема Костаревского водозабора г. Бирска	Обеспечение города питьевой водой в часы «пик» и противопожарных нужд
Ограждение зоны санитарной охраны первого пояса подземных скважин Костаревского водозабора в г. Бирске	Обеспечение зоны санитарной охраны источника водоснабжения
Реконструкция сооружений водоподготовки на площадке 2-го подъема	Бесперебойное обеспечение населения города доброкачественной питьевой водой
Комплексная застройка микрорайона малоэтажных жилых домов в Юго-западной части г. Бирска строительство водопроводов	Обеспечение населения строящегося микрорайона индивидуальной застройки питьевой водой
Строительство водопроводных сетей в микрорайоне «Солнечный г. Бирска	Обеспечение населения строящегося микрорайона индивидуальной застройки питьевой водой
Строительство водопроводных сетей в микрорайоне «Плодосовхоз» г.Бирска	Обеспечение населения строящегося микрорайона индивидуальной застройки питьевой водой
Водоснабжение земельных участков комплексного освоения в целях жилищного индивидуального и многоквартирного строительства в районе ул. Дачная в г. Бирске (20-26 домов)	Обеспечение населения строящегося микрорайона индивидуальной застройки питьевой водой

Продолжение таблицы 25

Наименование мероприятия	Функциональное назначение
Водоснабжение микрорайона индивидуальной жилой застройки «Никольский» в г. Бирске	Обеспечение населения строящегося микрорайона индивидуальной застройки питьевой водой
Водоснабжение многоквартирных жилых домов в г. Бирске	Обеспечение жильцов дома водоснабжением
Водоснабжение микрорайона индивидуальной жилой застройки рядом с микрорайоном «Никольский» в г. Бирске	Обеспечение населения микрорайона индивидуальной застройки питьевой водой
Водоснабжение и канализация завода глубокой переработки пшеницы с получением глюкозно-фруктозных сиропов в северной части г. Бирск	Проектируется автономное водоснабжение
Водоснабжение и канализация пром. площадки по ул. Кольцевой в г. Бирске	Обеспечение объекта водоснабжением и канализацией
30-ти квартирный жилой дом по ул. 8-е Марта (между домами № 28а и 18а)	Обеспечение жильцов дома водоснабжением и канализацией
Здание роддома на территории ЦРБ по ул. Коммунистической	Обеспечение объекта водоснабжением и канализацией
Реконструкция общежития под поликлинику на 500 посещений по ул. Чехова № 9 (во дворе за ТЦ «Юбилейный»)	Обеспечение объекта водоснабжением и канализацией
Льжжероллерная трасса с административным корпусом по ул. Интернациональной	Обеспечение объекта водоснабжением и канализацией
Реставрация Свято-Троицкого Собора на Октябрьской площади	Обеспечение объекта водоснабжением и канализацией
Социально-культурный центр со школой по ул. Республиканской № 39а	Обеспечение объекта водоснабжением и канализацией
Строительство зданий общежития и ФОК медико-фармацевтического колледжа по ул. Интернациональной № 96 (между гостиницей и колледжем)	Обеспечение объекта водоснабжением и канализацией
Реконструкция стадиона «Спартак» по ул. 2-ая Пятилетка № 20а	Обеспечение объекта водоснабжением и канализацией
База «ЛМ-Строй» по ул. Кольцевой -составление ПСД	Обеспечение объекта водоснабжением и канализацией
Строительство ТРЦ по ул. Мира № 22а (фасадом на Октябрьскую пл.) Обеспечение объекта Водоснабжением и канализацией	Обеспечение объекта водоснабжением и канализацией
Комплекс из шести 3-х этажных жилых домов по ул. Бализина (на территории плодосовхоза)	Обеспечение жильцов жилых домов питьевой водой и канализацией
Комплекс из четырех 3-х этажных жилых домов по ул. Нелидова (территория бывшего плодочварочного цеха)	Обеспечение жильцов жилых домов питьевой водой и канализацией

3.5 Технические решения по строительству в сложных инженерно-геологических условиях

Проектируемые трассы сетей водоснабжения выбраны с учетом обеспечения допустимых расстояний до пересекаемых и параллельно прокладываемых коммуникаций. Нормативная глубина промерзания суглинков и глин – 1,58 м.

Магистральная сеть водопровода прокладывается на глубине заложения трубопроводов 50 см больше расчетной глубины проникания в грунт нулевой температуры в соответствии с п. 11.40 СП 31.13330.2012: Средняя глубина заложения проектируемых напорных сетей составляет 2,3 м.

Для защиты сетей и их эксплуатационной пригодности для напорных полиэтиленовых труб проектом предусмотрены основания под трубопроводы в зависимости от грунтовых условий. Для глинистых грунтов под пластмассовые трубопроводы предусматривается постель из песка толщиной 10 см (п.7.7.2 СП 40-102-2000). Засыпка пазух траншей до уровня «вверх трубы +30 см» (защитный слой) применяется песчаный грунт до уплотнения $K_{\text{сом}} \geq 0,97$, согласно п.7.7.4 СП 40-102-2000. Уплотнение первого защитного слоя толщиной 10 см непосредственно над трубопроводом должно производиться вручную. Засыпка поверх защитного слоя (выше уровня «вверх трубы +30 см») осуществляется местным грунтом. При укладке трубопроводов под проездами и площадками, имеющими покрытие усовершенствованного типа, засыпка траншей на всю глубину до низа дорожной одежды производится песчаным грунтом (преимущественно крупной или средней крупности) с послойным уплотнением $K_{\text{сом}} \geq 0,95$.

В местах перехода проектируемыми сетями проезжих частей улиц прокладка напорных трубопроводов предусмотрена в защитных футлярах из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91 с весьма усиленной битумно-полимерной изоляцией по ГОСТ 9.602-2016. Диаметр футляра подобран на 200 мм больше наружного диаметра трубопровода. Концы

защитных футляров выводятся на расстояние 3 м от бровки земляного полотна в каждую сторону.

Основание под стальные трубопроводы приняты грунтовое плоское. Под автомобильными дорогами, имеющие покрытие усовершенствованного типа засыпка траншей до уровня «вверх трубы +30 см» (защитный слой) применяется песчаным грунтом. Засыпку траншей на всю глубину до низа дорожной одежды поверх защитного слоя осуществляется песчаным грунтом, преимущественно крупным или средней крупности. Уплотнение грунта следует производить слоями не более 0,5 м до коэффициента уплотнения $K_{\text{сом}} \geq 0,95$.

При прокладке трубопроводов в водонасыщенных грунтах должны быть предусмотрены и осуществлены мероприятия, обеспечивающие несущую способность грунтов, соответствующую расчетному сопротивлению не менее 0,1 МПа. В этих случаях предусматривается втрамбованное в грунт щебеночное основание с устройством песчаной подготовки на участке водовода (буровая скважина №51, 79, 80).

На водопроводных сетях приняты круглые водопроводные колодцы диаметром 1500 мм, 2000 мм из сборных железобетонных конструкций по ГОСТ 8020-90, прямоугольные камеры по ТП 901-09-11.84. В рабочей части колодцев предусмотрены стремянки, для горловин - ходовые скобы. Вокруг люков колодцев, размещаемых на территориях без дорожных покрытий, выполняется асфальтовая отмостка шириной 1,0 м.

Согласно рекомендациям технического отчета по инженерным изысканиям, проектом предусмотрена защита проектируемых сооружений от коррозии.

Внутренняя и наружная поверхности днищ, лотков, перекрытий и стен проектируемых колодцев покрывается окрасочной изоляцией битумом за 2 раза по грунтовке из битума, растворенного в бензине. На стыках сборных железобетонных колец предусматривается герметик.

Металлоконструкции внутри колодцев покрываются масляно-битумной краской БТ-177 по ОСТ 6-10-426-79 за два раза. Сварку металлоконструкций вести электродами типа Э-42 по ГОСТ 9467-75*.

В проекте при пересечении стенок колодцев и камер заложены стальные футляры (гильзы), выступающие на 50 мм из пересекаемой конструкции. Зазор между футляром и трубопроводом заделывается гидроизоляционным материалом фирмы «КСАЙПЕКС», который предотвращает попадание влаги внутрь футляра.

Из опасных геологических и инженерно-геологических процессов, способных отрицательно повлиять на строительство и эксплуатацию проектируемых сооружений, на участке изысканий, имеют развитие карст и суффозия (карстовосуффозионный процесс), линейная эрозия (оврагообразование), подтопление и деформации морозного пучения. По условиям развития процесса подтопления участки проектируемого строительства делится на два района. Первый район развит в пределах долины р. Белая и относится к подтопленному в естественных условиях I-A-1, на водораздельном плато и коренных склонах в виде локальных участков к подтопленным в техногенно измененных условиях I-B-1.

Второй район преимущественно развит в пределах водораздельного плато и является потенциально подтопляемым в результате ожидаемых техногенных воздействий при гражданской застройке II-B-1.

При строительстве следует уделить внимание мерам защиты грунтов от замачивания и промерзания, так как при сезонном промерзании и оттаивании с учетом проявления техногенных грунтовых вод вероятны деформации морозного пучения (ИГЭ-1, ИГЭ-4 слабопучинистые, ИГЭ-2 сильнопучинистые).

Инженерная защита от морозного (криогенного) пучения грунтов необходима для строящихся в зимнее время, малонагруженных, неотапливаемых и законсервированных зданий, подземных и заглубленных сооружений, линейных сооружений и коммуникаций По совокупности

признаков и количественных критериев на территории изысканий выделены III, IV, V категории устойчивости в карстовом отношении, на прилегающей территории выделены участки с I и II категориями. I-II категория - территория очень неустойчивая и неустойчивая, отнесены карстовые (карстово-суффозионные) воронки и современные провалы. Участки территории I-II категории устойчивости непосредственно в пределах участков изысканий не установлены, только оз. Березовая яма на участке водозабора. Участки территории III категории устойчивости, расположены на расстоянии 150 м от границы II категории. Строительство зданий и сооружений II уровня ответственности рекомендуется с применением противокарстовых мероприятий, в том числе геотехнических и (или) конструктивных при наличии специального обоснования целесообразности строительства.

Строительство зданий и сооружений III-го уровня ответственности допускается применением противокарстовых мероприятий. При этом обязательным является комплекс профилактических мер защиты естественного основания от замачивания, т.е. максимальное сохранение естественных гидрогеологических условий.

В пределах IV категории устойчивости капитальное строительство допускается с применением полного комплекса геотехнических, конструктивных и профилактических мер противокарстовой защиты (ПКЗ) из расчета на вероятный среднеарифметический диаметр карстового провала $6,0 \pm 0,5$ м (для долинных условий) и $5,3 \pm 0,6$ м (для водораздельных условий), согласно приложению Е СП 116.13330.2012 и таблице 3.1 ТСН 302-50-95.РБ.

Строительство зданий и сооружений II уровня ответственности допускается с применением противокарстовых мероприятий, в том числе геотехнических и (или) конструктивных.

Строительство зданий и сооружений III-го уровня ответственности допускается с применением противокарстовых мероприятий. При этом обязательным является комплекс профилактических мер защиты

естественного основания от замачивания, т.е. максимальное сохранение естественных гидрогеологических условий.

V категория относительно устойчивая. Характеризуется отсутствием и значительным удалением от современных поверхностных проявлений карста (более 250 м).

В пределах V категории устойчивости капитальное строительство допускается с применением ПКЗ профилактического характера, направленных в основном на сохранение естественно сложившихся гидрогеологических условий территории.

В проекте должны предусматриваться мероприятия, не допускающие увлажнения грунтов, а также промораживания их в период строительства. Отрытые котлованы и траншеи не следует оставлять на длительное время до прокладки в них трубопроводов. Появляющиеся в котлованах и траншеях грунтовые или атмосферные воды должны немедленно отводиться или откачиваться.

Выводы по главе 3:

Разработка принципиальных проектных решений предполагает всесторонний учет всех технологических процессов, связанных с очисткой и подготовкой воды. Оценка существующей инфраструктуры и применяемых схем водоподготовки позволяет выявить несоответствие нормативным требованиям и разработать мероприятия по модернизации и улучшению показателей качества воды.

Определены и рассчитаны основные элементы водозаборных сооружений, а также этапы обработки, включающие механическую очистку, умягчение воды методами обратного осмоса, обеззараживание и транспортировку очищенной воды потребителям. Проектирование насосных станций, резервуаров чистой воды, наружных сетей и скважин обеспечивает бесперебойное снабжение потребителей качественной водой.

Принимая во внимание специфику инженерных условий местности, особое внимание уделяется техническим решениям, позволяющим эффективно возводить объекты в специфических гидрогеологических условиях, пойме р. Белая.

Модернизация объектов централизованного водоснабжения направлена на повышение надежности и безопасности системы подачи воды населению города Бирск. Комплекс принятых мер позволит обеспечить стабильное функционирование системы водоснабжения, высокое качество питьевой воды и устойчивое развитие городской инфраструктуры.

Заключение

На данный момент рабочие скважины водозабора и водоводы г. Бийск имеет износ 100%. Вода костаревского водозабора имеет повышенную жесткость – до 10 мг-экв./л, а в весенние паводки может и превышать данный показатель, а также повышенное содержание железа – 0,45 мг/л . износ и несоответствие насосного оборудования современным требованиям по надежности и электропотреблению.

Для решения выявленных проблем в работе предложены следующие проектные решения:

Предусматривается бурение новых скважин, обустройство водозабора, прокладка магистрального водовода от площадки водозабора до существующей площадки насосной станции II подъема с возведением блочно-модульного здания с установкой водоочистки.

Разработана схема водоочистки с использованием современного оборудования и технологических решений:

Предварительная механическая очистка на сетчатых фильтрах грубой очистки.

Блок фильтров фов-3,0-0,6 для обезжелезивания и защиты мембран обратного осмоса;

Умягчение воды осуществляется на установках обратного осмоса. В проекте приняты 4 установки обратного осмоса) производительностью по 50 м³/ч;

Обеззараживание воды осуществляется гипохлоридом натрия.

Для корректировки солевого состава очищенной воды делается подмес исходной воды после механической очистки.

Далее вода подается в резервуары чистой воды и далее насосами НС-II по водоводам в РЧВ третьего подъема из которых самотеком в водопроводную сеть.

В результате реконструкции будет произведена замена оборудования НС-I и НС-II подъемов, построены сооружения водоподготовки на площадке 2-го подъема, произведена замена труб водоводов и водопроводной сети на ПНД.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Алов, Н.В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. В 2-х т.: Учебник. – М.: ИЦ Академия, 2012. - 768 с.
2. Аракелов В.Е., Минеев Р.В. Методика проведения ускоренного энергетического обследования промышленного оборудования. / ВНИПИэнергопром. М., 2010. – 232 с.
3. Баженов В. И. Разработка методики расчета стоимости жизненного цикла оборудования, систем и сооружений для водоснабжения и водоотведения / В. И. Баженов, Е. И. Пупырев, Г. А. Самбурский, С. Е. Березин // Водоснабжение и санитарная техника. – 2018. – № 2. – С. 10-19
4. Большаков А. Г. Основы теории устойчивого развития территории // Вестник ИрГТУ. 2003. №1 (13). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovy-teorii-ustoychivogo-razvitiya-territorii> (дата обращения: 15.08.2024).
5. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. - М.: Наука, 1983. – 416 с.
6. Бочаров С.В. Гидравлика сооружений: учебное пособие для вузов / Политехнический институт ДВФУ. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2023.
7. Бударин А.В. Метод расчёта движения жидкости. – Одесса: Астропринт, 2006. –124 с.
8. Вавилова Т.Я. Модели функционально-пространственной реорганизации производственно-селитебных территорий в контексте устойчивого развития // Вестник МГСУ. 2009. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-funktsionalno-prostranstvennoy-reorganizatsii-proizvodstvenno-selitebnyh-territoriy-v-kontekste-ustoychivogo-razvitiya-1> (дата обращения: 15.08.2024).
9. Вадюнина А. Д. Методы исследования физических свойств почв / А. Д. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М., 1986. – 416 с.

10. Гниломедов А.С. Эволюция плотности и функциональной насыщенности городской среды на примере центральной планировочной зоны города Самары // Градостроительство и архитектура. - 2014. - Т. 4. - №2. - С. 16-20.

11. ГОСТ 21.704-2011 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации наружных сетей водоснабжения и канализации (Издание с Изменением N 1). Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020.

12. ГОСТ 8020-2016 Конструкции бетонные и железобетонные для колодцев канализационных, водопроводных и газопроводных сетей. Технические условия (с Поправками, с Изменением N 1). Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 год.

13. Карелин В. Я., Минаев А. В. Насосы и насосные станции: Учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Стройиздат, 1986. – 320 с.

14. Кичигин, Виктор Иванович. Моделирование процессов очистки воды : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Водоснабжение и водоотведение" направления подгот. дипломиров. специалистов "Стр-во" / В. И. Кичигин. - Москва : АСВ, 2003. – 228 с.

15. Ключев В.И. «Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов» М.:Энегррия, 1980. – 305 с.

16. Коренман И.М. Методы количественного химического анализа. – М.: Химия, 1989. – 128 с.

17. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходувных установках. – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 360 с.

18. Математическая статистика: Учеб. для вузов / В.Б.Горяинов, И.В.Павлов, Г.М.Цветкова, О.И.Тескин; Под ред. В.С.Зарубина, А.П.Крищенко. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001. – 424 с.

19. МДК 3-02.2001. Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации (утв. Приказом Госстроя РФ от 30.12.1999 N 168). Официальное издание Госстрой России -

М.: ГУП ЦПП, 2001 год.

20. Межгосударственный стандарт «Насосы динамические. Методы испытаний». ИСО 9906:1999 (MOD) ГОСТ 6134 – 2007. – М.: Стандартиформ. – 2008. – с. 95.

21. Методика расчета гидрологических характеристик техногенно-нагруженных территорий/С.В. Сольский. СПб: ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева». 2005.

22. Спиринов Н.А., Лавров В.В. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: учебник для вузов / Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. – 257 с.

23. Налимов В.В, Голикова Т.И. Логические основы планирования эксперимента. – М.: Металлургия, 1980. – 152 с.

24. Носков В. М. О взаимосвязи гидрологии и метеорологии // Географический вестник. 2014. №2 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vzaimosvyazi-gidrologii-i-meteorologii> (дата обращения: 05.09.2023).

25. Ньюмен Дж. Электрохимические системы. – М.: Мир. 1978. – 216 с.

26. Позаченюк Е.А., Меметова Р.Ш. Теоретические основы ландшафтного планирования селитебных территорий // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-osnovy-landshaftnogo-planirovaniya-selitebnyh-territoriy> (дата обращения: 15.08.2024).

27. Поляков в. В., Скворцов Л. С. Насосы и вентиляторы: Учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 1990. – 336 с.

28. Примин О.Г., Тен А.Э. Анализ методов гидравлического расчета систем сбора и отвода поверхностных сточных вод // Системные технологии. 2022. №1 (42).

29. Прошляков И. А. Имитационная модель водоотдачи склонов для расчета поверхностного дождевого стока и водной эрозии // Эрозия почв, селевые потоки и методы борьбы с ними: сб. науч. трудов. Тбилиси, ГрузНИИГиМ. – Тбилиси.: ГрузНИИГиМ, 1985. – С. 134–146.

30. Рабинович Е.З. Гидравлика. – М.: «Недра» 1980. – 352 с.
31. Распоряжение Правительства РФ № 1830-р от 01.12.2009 г. «Об
Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 г. № 1715-р «Об
энергетической стратегии России на период до 2030 года».
32. Ромейко В.С. и др. Защита трубопроводов от коррозии. – М.:
ВНИИМП, 1998. – 183 с.
33. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и
защита от коррозии / Под ред. И.В. Семеновой. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. –
336 с.
34. Соколов М.М. «Автоматизированный электропривод
общепромышленных механизмов» М.: Энергия, 1976. – 258 с.
35. Соколова А. А., Чапмена Т. Г. Методы расчета водных балансов:
руководство по исследованиям и практике. – Л.: Гидрометеоздат, 1976. – 120
с.
36. СП 272.1325800.2016. Системы водоотведения городские и
поселковые. Правила обследования (с Изменением N 1). Официальное
издание. М.: Стандартинформ, 2017 год.
37. СП 30.13330.2020. Свод правил. Внутренний водопровод и
канализация зданий. СНиП 2.04.01-85* (утв. и введен в действие Приказом
Минстроя России от 30.12.2020 N 920/пр). Официальное издание. М.:
Стандартинформ, 2021.
38. СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения.
СНиП 2.04.03-85 (с Изменениями N 1-4). Официальное издание. М.:
Стандартинформ, 2019 год.
39. Способы и сооружения для очистки природных и сточных вод :
[Учеб. пособие] / А. К. Стрелков, П. Г. Быкова, С. М. Шандалов, В. И. Кичигин;
Куйбышев. инж.-строит. ин-т им. А. И. Микояна, Каф. водоснабжения,
канализации и гидравлики. - Куйбышев : КИСИ, 1987. - 72 с.

40. Тен А.Э., Джумагулова Н.Т., Брянская Ю.В. Оценка влияния заиливания трубопровода на его пропускную способность // Вестник МГСУ. 2021. №3.

41. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – СПб.: Научные технологии, 2022. – 124 с.

42. ФЗ от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности». Российская газета, N 226, 27.11.2009.

43. Федеральная программа развития «Программа комплексного развития коммунальной инфраструктуры муниципального района Бирский район Республики Башкортостан на период 2011 2020 годы». Официальный Интернет-портал правовой информации Республики Башкортостан <https://nra.bashkortostan.ru>, 09.02.2023.

44. Шевелев А.Ф., Яновский Ю.Г. Методы защиты действующих водопроводов / Водоснабжение и санитарная техника. 1988 №1.

45. Шевелев Ф. А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. Изд. 5-е, доп. М.: Стройиздат, 1973.

46. Шумихина А.В. Динамика режима осадков в Удмуртской Республике и их связь с индексами атмосферной циркуляции // Географический вестник 2017. №1(40). С. 73–85. doi 10.17072/2079-7877-2017-1-73-85.

47. Якубчик П.П. Насосы и насосные станции: Учеб. пособие. – М.: Стройиздат, 1997. – 108 с.

48. B.J. Little and P.A. Wagner, The relationship between marine biofouling, cathodic protection and microbiologically influenced corrosion, Material Science 1996 vol. 192 – 194.

49. Baker G.F. Salts, acids and bases: electrolytes: stereochemistry. Non-resident lectureship in chemistry at Cornell University. New York., London Bouverie E.C. 1929.- 329 p.

50. Freeman, T.G., 1991, Calculating catchment area with divergent flow based on a regular grid, *Computers & Geosciences*, 17(3): 413-422.

51. Thompson D., Goldstick B. Condensation heat recovery application for

52. UK Energy Review, 2002, Annex 5, Energy Efficiency – the basis for intervention. Performance and Innovation Unit, Cabinet Office. / *ASHRAE J*, 1985, 27, № 3, p. 73-75.

53. World Bank. Energy Efficiency Fund Practitioners workshop, workshop summary. / Held at the World bank in Washington D.C. April 13-14.