

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: «Исследование направления реконструкции систем водоснабжения
исчерпавших функциональные возможности (на примере
Г. Верхний Уфалей)».

Студент

Н.Н. Гуляев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный руководитель

канд. техн. наук, доцент, С.Ш. Сайридинов

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

Тольятти 2021

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1 Анализ проблем водоснабжения малых городов с использованием водозаборных сооружений из подземных водоисточников (на примере г. Верхний Уфалей).....	7
1.1 Краткие сведения о городе Верхний Уфалей.....	7
1.2 Анализ городских систем водоснабжения	11
1.3 Причины возникновения данных проблем.....	13
Глава 2 Анализ возможных технологических решений при выборе дополнительных источников водоснабжения и методы реализации реконструкции городских систем водоснабжения	15
2.2 Методы по уменьшению расходов воды из хозяйственно-питьевого водопровода	15
2.3 Альтернативные источники для получения питьевой воды.....	18
2.4 Нахождение новых подземных водоисточников	20
2.5 Выбор и разработка и конструкции скважин. Подбор насосного оборудования.....	24
2.6 Выбор материалов труб для водоснабжения.....	32
Глава 3 Разработка мероприятий по реконструкции систем водоснабжения, находящихся в длительной эксплуатации	38
3.1 Основные принципы для разработки водопроводных систем	38
3.2 Водопотребление на городские нужды.....	39
3.3 Водопотребление промышленных предприятий	41
3.4 Расчет расходов воды на противопожарные нужды города, а также на территории предприятия	43
3.5 Расчет расхода воды на полив в городе и на промпредприятии.....	45
3.6 Расчет водопотребления общественных зданий.....	46
3.7 График водопотребления	48
3.8 Выбор схемы водопровода.....	50

3.9 Оборудование для поддержания давления в системе питьевого водоснабжения.....	51
3.10 Кольцевая схема водоснабжения. Расчет напора и диаметра водоводов	52
3.11 Размет узловых отборов в час максимального водопотребления.....	54
3.12 Теоретический расчет расхода воды в случае пожаротушения	58
3.13 Расчет водоводов.....	59
3.14 Расчёт регулирующей ёмкости.....	61
3.15 Определение размеров бака водонапорной башни	63
3.16 Расчет высоты регулирующей емкости	63
3.17 Расчет характеристик насосного оборудования НС-II.....	65
3.18 Проектирование объема резервуара чистой воды	66
3.19 Мероприятия по реконструкции системы водоснабжения г. Верхний Уфалей.....	68
Заключение	70
Список используемых источников.....	71

Введение

Актуальность работы. Большая часть водозаборных сооружений, находящихся на территории Российской Федерации, была построена пятьдесят лет назад. С тех пор эти предприятия так и работают без реконструкции. Это привело к тому, что качество воды ухудшается. Более чем 14,7% всей питьевой не соответствует стандартам по химическому показателю, 4,7% воды – по биологическим показателям. На данный момент каждый десятый житель России не получает воду, которая бы отвечала базовым требованиям безопасности. Численность малых городов, с течением времени, возрастает, строится новая инфраструктура, тем самым нуждаясь в дополнительных мощностях систем водоснабжения.

Объект исследования. Городские сети водоснабжения и водозаборные сооружения г. Верхний Уфалей.

Целью работы является разработка мероприятий по реконструкции систем водоснабжения, исчерпавшие свои функциональные возможности.

Для реализации цели поставлены следующие научно-технические задачи:

- 1) Анализ проблем водоснабжения малых городов с использованием водозаборных сооружений из подземных источников.
- 2) Анализ возможных технологических решений при выборе дополнительных водозаборных сооружений, а также методов реализации реконструкции городских сетей водоснабжения.
- 3) Разработка мероприятий по реконструкции систем водоснабжения находящихся в длительной эксплуатации для малых городов,

Методы исследований. Используются теоретические методы для решения вышеуказанных задач. Рекомендации по реконструкции разработаны согласно СП 31.13330.2012.

Научная новизна заключается в выборе методов реновации при устройстве городских систем водоснабжения г. Верхний Уфалей, снижение

потерь в городской сети водоснабжения при помощи автоматизации мониторинга расхода, разделение городской водопроводной сети со степенью очистки согласно СанПиН 2.1.4.1116-02 «Питьевая вода» и водопровода, предназначенного для орошения частных секторов г. Верхний Уфалей.

Практическая значимость работы заключается в том, что после проведения модернизации городских систем водоснабжения и проведения реконструкции водозаборных сооружений питьевая вода будет бесперебойно поступать до каждого потребителя, включая жителей высотных зданий. С увеличением суммарного дебета всех водозаборов и минимизации потерь при транспортировке есть потенциал к росту производственных организаций в данном регионе, а также возможность увеличения жилищного фонда города [24].

Личный вклад автора состоит в сборе необходимых материалов для постановки и решения целей и задач. Разносторонний подход к решению вопроса об обеспечении питьевой водой городского населения г. Верхний Уфалей в должном количестве и с необходимым давлением. Разработка рекомендации по устройству городской сети водоснабжения.

На защиту выносятся:

- анализ состояния системы водоснабжения на данный момент;
- обоснование выбора дополнительного водоисточника города;
- рекомендации по уменьшению нагрузки на хозяйственно-питьевой водопровод;
- оценка качества воды до и после модернизации систем водоснабжения города Верхний Уфалей.

Апробация работы:

Основные положения опубликованы в двух работах автора:

- 1) Факторы, влияющие на преждевременную коррозию элементов системы отопления// В сборнике X Международной научно-практической конференции Организационно-экономические и инновационно-

технологические проблемы модернизации экономики России (Посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета)

2) Повышение эффективности реагентной водоподготовки. //В сборнике статей Всероссийской научно-практической конференции Природопользование и устойчивое развитие регионов России. – МНИЦ, Пенза, 2021.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 3 глав, общих выводов, списка литературы из 22 наименований. Общий объем работы 74 стр, включая 18 иллюстрации и 8 таблиц.

Глава 1 Анализ проблем водоснабжения малых городов с использованием водозаборных сооружений из подземных водоисточников (на примере г. Верхний Уфалей)

1.1 Краткие сведения о городе Верхний Уфалей

Большая часть водозаборных сооружений, находящихся на территории Российской Федерации, была построена пятьдесят лет назад. С тех пор эти предприятия так и работают без реконструкции. Это привело к тому, что качество воды ухудшается. Более чем 14,7% всей питьевой не соответствует стандартам по химическому показателю, 4,7% воды – по биологическим показателям. На данный момент каждый десятый житель России не получает воду, которая бы отвечала базовым требованиям безопасности. Численность малых городов, с течением времени, возрастает, строится новая инфраструктура, тем самым нуждаясь в дополнительных мощностях систем водоснабжения [15].

«Город Верхний Уфалей находится в Челябинской области на границе со Свердловской областью. Город расположен на реке Уфалейка (приток Уфы), в 178 км от Челябинска, на севере Челябинской области, на границе со Свердловской областью, в южной части восточного склона Среднего Урала (Уфалейский хребет). Рельеф территории города в основном занят Уральскими горами, склоны которых сложены карстовыми породами. Недалеко находятся озёра Аракуль и Иткуль» (рис. 1) [10].

Количество жителей города – 26884 человека. В городе действуют предприятия:

- 1) Локомотивное депо Верхний Уфалей,
- 2) ЗАО УГШК Вагонное депо Верхний Уфалей,
- 3) ООО "МЕТМАШУФАЛЕЙ",
- 4) ОАО «Верхнеуфалейский завод Уралэлемент»,
- 5) Завод «Металлист»,

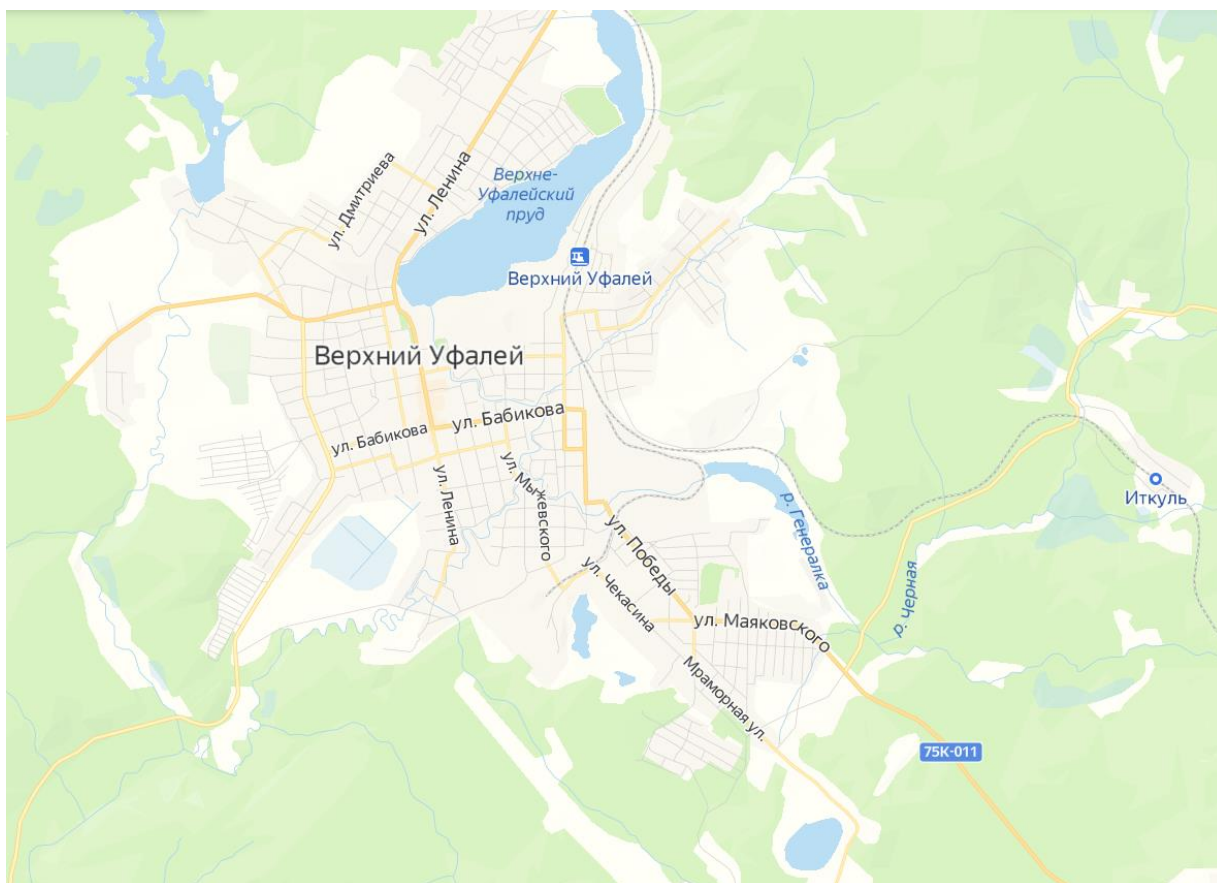


Рисунок 1 – Карта города Верхний Уфалей

- 6) ОАО «Дормаш» (производство дорожных машин),
- 7) ЗАО «Уралмрамор» (добыча и обработка мрамора),
- 8) ООО «Уфалейхлебзавод».

ОАО "Уфалейникель" – был градообразующим предприятием цветной металлургии в г. Верхнем Уфалее [22].

История города и комбината связана с началом строительства первого в стране предприятия по производству никеля - Уфалейского никелевого завода (УНЗ). В 1928 г. постановлением Президиума Высшего Совета Народного Хозяйства (ВСНХ) СССР все никелевые месторождения Уфалейского района переданы из ведения Уральского металлургического треста ("Уралмет") тресту "Уралцветмет", который должен был строить никелевый завод. Год спустя, не дожидаясь окончания проектирования, организовали стройуправление, а 1 августа 1931 г. заложили фундамент под производственные цехи [6].

Так началась история советской никелевой промышленности. Строительство всех основных объектов завершилось в начале июля 1933 г. Директором завода назначили Н. Н. Чекапина, главным инженером - А. А. Миронова. 27 июля 1933 г. введена в строй первая очередь завода, получен файнштейн (исходный полуфабрикат чистого никеля). 31 октября электропечь дала первую плавку никеля весом 600 кг. Полученный металл по качеству не уступал зарубежному. Уровень технической оснащенности завода был выше, чем у аналогичных заводов других стран. УНЗ стал научно-технической лабораторией, результаты и технологические схемы которой использовались при проектировании и реконструкции других никелевых предприятий. Завод готовил специалистов по производству никеля и кобальта для других регионов страны.

Уфалейникель» обанкротился в 2017 году оставив после себя около 3000 тонн отработанного шлама (рис. 2) и неостребованную производственную территорию. Без работы остались более 2000 человек. После этого Верхний Уфалей стал одной из самых депрессивных территорий Челябинской области.



Рисунок 2 – Отработанный шлам.

Водоснабжение всех объектов курирует ООО «Водопроводно-канализационное хозяйство»

Через город походит река Уфалейка. Река Уфалейка – правый приток реки Уфы длина реки 70 км (рис. 3). Площадь водосборного бассейна составляет 910 км². Река является единственным источником города. По данным государственного водного реестра России относится к Камскому бассейновому округу, водохозяйственный участок реки — Уфа от истока до Долгобродского гидроузла, речной подбассейн реки — Белая. Речной бассейн реки Кама.



Рисунок 3 – Река Уфалейка

В черте города также расположен Верхнеуфалейский пруд. С севера и юга окаймляют его жилые кварталы, с запада примыкает лесной массив. Вдоль берега проходит железная дорога в направлении Екатеринбург. В пруд впадает река Уфалейка.

1.2 Анализ городских систем водоснабжения

Действующий водоисточник города Верхний Уфалей также имеет проблемы. В городе постоянные перебои в водоснабжении. Давления воды не хватает для подачи в высотные дома [21].

Проблемы Черемшанского месторождения воды — действующего источника водоснабжения большей части Верхнего Уфалея известны. Он иссякает, скважины тонут в карьерах, выходят из строя. Месторождение себя исчерпало и технически, и морально. Если не решать эту проблему глобально, перебои с водоснабжением города будут только нарастать (рис. 4, 5, 6, 7).



Рисунок 4 – Скважина №11

Верхний Уфалей вошел в четверку населенных пунктов Челябинской области с самой плохой по качеству водой. Отличительной особенностью воды в Верхнем Уфалее является повышенное содержание железа – до 3 ПДК. Также в воде из скважин повышен уровень жесткости до 10-15 мг-экв/л.



Рисунок 5 – Замена насоса на Черемшанском месторождении



Рисунок 6 – Аварийное водоснабжение города



Рисунок 7 – Ликвидация аварий на водоводе

Проблема пересыхания подземных водоисточников отнюдь не единственная в городе Верхний Уфалей. Одной из главных задач на пути к бесперебойной поставке воды потребителю является реконструкция городских сетей водоснабжения [3].

Городские сети водоснабжения города Верхний Уфалей находятся в плачевном состоянии. Более 80% сетей водоснабжения находятся в аварийной ситуации. С 2017-2019 потери воды составили более 30% от количества всей поставленной воды в городские сети [20].

1.3 Причины возникновения данных проблем

Нехватка питьевой воды в городе Верхний Уфалей отнюдь не единственный случай дефицита водных ресурсов. Это мировая проблема, которая затрагивает 1/5 населения Земли. Проблема тянется с XX века в виду того, что население планеты растет, тем самым увеличивая потребность в чистой питьевой воде.

Также урбанизация (рост населения городов), увеличение количества промышленных предприятий играет большую роль на ухудшение качества воды. Заводы и фабрики увеличивают темпы производства, тем самым увеличивая выбросы, а также потребляя все больше и больше водных ресурсов.

Предприятия игнорируя экологические регламенты превышают выбросы. Также в угоду «сверхприбыли», предприятия химической промышленности, металлургии не используют фильтры, блокирующие выброс особо опасных частиц, тем самым усугубляя экологическую обстановку [13].

Также обанкротившиеся предприятия химической и металлургической промышленности требуют утилизации отработанных и неотработанных материалов. На это нужны средства, которые не в силах найти местные

муниципальные власти. Таким заводом оказался Верхнеуфалейский комбинат цветной металлургии ОАО «Уфалеиникель» (рис. 8).



Рисунок 8 – Верхнеуфалейский комбинат «Уфалеиникель»

Столкнувшись с перебоями в водоснабжении города, власти оказались бессильны. У муниципалитета города оказалась слабая жилищно-коммунальная инфраструктура, а также прослеживается халатное отношение к проблемам состояния системы водоснабжения которая в эксплуатации с 30х годов прошлого века.

Выводы по главе 1:

Наземные водоисточники не пригодны для забора питьевой воды в виду многолетнего загрязнения шламовыми отходами от металлургических производств [8]. Жилищно-коммунальная инфраструктура города пребывает в упадке. Это связано с состоянием городских сетей и водозаборных сооружений. Водозаборные сооружения скважинного типа эксплуатируются без павильона и с нарушением правил СП 31.13330.2012. Отсутствие резервного насосного оборудования и резервных скважин, тем самым увеличен риск полной остановки водоснабжения города в случае аварийной ситуации.

Глава 2 Анализ возможных технологических решений при выборе дополнительных источников водоснабжения и методы реализации реконструкции городских систем водоснабжения

2.2 Методы по уменьшению расходов воды из хозяйственно-питьевого водопровода

В летний период с наступлением дачного сезона резко увеличивается водопотребление населения. Жители поселков и частного сектора городов поливая приусадебные участки тратят огромное количество воды. Так страдает частный сектор города Липецка. В летний период падает давление в системе водоснабжения, вода до потребителей доходит мутная. Жители близстоящих многоэтажных домов вовсе не могут воспользоваться водопроводом.

Для решения данной проблемы был предложен вариант сбора дождевой воды для технических нужд. Также для забора технической воды подходит вариант водоисточника с стоячей водой.

Источником для такого вида водоснабжения является Верхнеуфалейский пруд. Для полива участка вовсе не требуется тройная степень очистки. Также использование артезианских источников тоже не целесообразно.

Таковым решением является устройство для забора воды из поверхностных источников (рис. 9, 10).

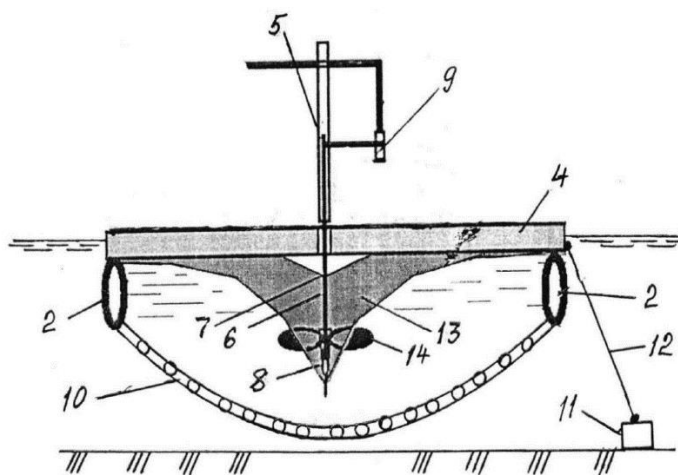


Рисунок 9 – Устройство для забора воды из поверхностных источников

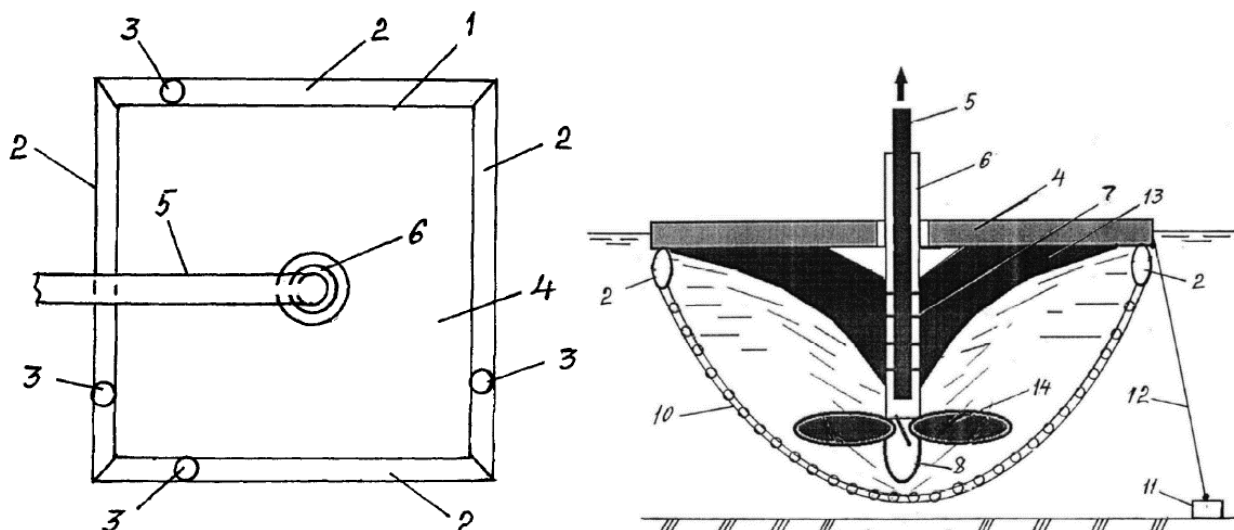


Рисунок 10 – Устройство для забора воды из поверхностных источников

«Изобретение относится к области водозабора из поверхностных источников и может быть использовано в системах оборотного водоснабжения обогатительных фабрик, горнорудной промышленности, расположенных в районах с суровыми климатическими условиями. Устройство содержит поплавковую плавающую платформу, снабженную снизу прямоугольной замкнутой трубчатой рамой. Трубчатая рама состоит из легких металлических заглушенных концов пустотелых труб 2. Сверху трубчатая рама 2 снабжена крепежной металлической пластиной 4 выше уреза воды. Под днищем платформы (понтон), в середине, погружают через нее в область водозабора завихритель 8 с откачным устройством, вращением завихрителя 8 создают в воде под платформой с трубами 2 вихревую воронку 13, обеспечивающую забор воды из вихревой воронки 13. Трубы 2 под давлением заполняют воздухом через воздухозаборные патрубки с краном с помощью компрессора (не показан). Погружной полый вал 6 с завихрителем 8 также включает всасывающий насос 9, благодаря чему вода подается вверх в трубу, выше площадки 4, далее потребителю. Под днищем платформы (понтон) с трубами 2. закреплена заборная головка 10 с отверстиями по окружности прямоугольной рамы, состоящей из труб 2. Волновые явления, созданные завихрителем 8 с лопастями 14 полого вала 6, в сторону заборной головки 10

предотвращают налипание и скопление на ней волокнистых структур, мусора, водорослей, а также налипание молоди рыб. Полый вал 6 с завихрителем 8 погружен в воду с учетом глубины промерзания воды в источнике водозабора. В случае окончания забора воды или необходимости замены полого вала 6 лопасти 14 завихрителя 8 складываются, и платформа также может перемещаться на другой участок водозабора, сама конструкция платформы занимает плавающее положение выше уреза воды. Технический результат - упрощение конструкции устройства, повышение производительности отбора воды и надежности защиты заборной головки.

Изобретение относится к области водозабора из поверхностных источников и может быть использовано в системах оборотного водоснабжения обогатительных фабрик, горнорудной промышленности, расположенных в районах с суровыми климатическими условиями, а также для забора воды из слоев в зимний и летний период водоемов и рек.

Недостатком известного устройства является то, что соединение трубопровода, выполненного из отрезков труб, которые соединены между собой с помощью шарниров, определяют жесткие требования к конструкции его, так как возможно попадание взвешенного ила, мусора, водорослей и других мелких частиц, а также непосредственное попадание воды, вызовет их заклинивание и возникновение коррозионных свойств, соединенных между собой узлов, в частности, при длительном отсутствии водозабора. Кроме того, надежность устройства снижается, когда соединение узлов выполнено многочисленными шарнирами вращения с подвижными узлами, соответственно повышает затраты на его эксплуатацию [15].

Для увеличения эффективности работы систем водоснабжения города и сточных вод необходима ликвидация утечек и потерь в городских сетях водоснабжения. Это также позволит минимизировать разрушения фундаментов и здания в целом.

Установка узлов учета водопотребления на всех стадиях движения воды – одно из необходимых решений для дальнейшего создания мониторинга

расхода и потерь в трубопроводах. Это необходимо для сокращения непредвиденных расходов водных ресурсов, так как позволит определить место утечек. Для сокращения и устранения непроизводительных затрат и потерь воды необходимо произвести анализ структуры, обозначить величины утрат воды в системах коммунального водоснабжения, отдельно расценить объёмы полезного водопотребления, допустимую и неустраняемое значение утрат воды.

2.3 Альтернативные источники для получения питьевой воды

В качестве альтернативного источника питьевой воды является получение воды через конденсат в результате перепада температур.

Данный патент был изобретен для системы водоснабжения. Для сбора конденсата в установке размещены: солнечный коллектор, нагреватель воздуха, а также использован грунт, в который помещен дополнительно введенный кожухотрубный теплообменник-конденсатор, оснащенный охлаждающими ребрами, патрубками ввода-вывода воздуха через его внутренние трубки и патрубком выхода конденсата воды, подключенным к водосборнику. Патрубок ввода атмосферного воздуха в теплообменник соединен через регулирующий вентиль с атмосферой. Патрубок вывода воздуха из теплообменника через дополнительный трубопровод соединен с всасывающей эжекторной трубкой-отборником, размещенной в верхней части воздуховода. В нижней части воздуховода размещены окна для забора атмосферного воздуха. Обеспечивается высокая производительность.

Установка содержит конденсационную камеру, воздухозабор в виде флюгера, трубы для забора и сброса воздуха, причем конденсатная камера расположена под водой или в грунте, а воздухозабор – в атмосфере. Достоинство установки в простоте конструкции, а недостатки в низкой производительности и в необходимости приспособливаться к местности с высокой влажностью воздуха, наличием ветра и обязательным заглублением в

грунт или в более холодные слои воды. Повысить производительность данной установки возможно за счет использования дополнительных технических средств: теплообменников, циркуляционных насосов и др. (рис. 11).

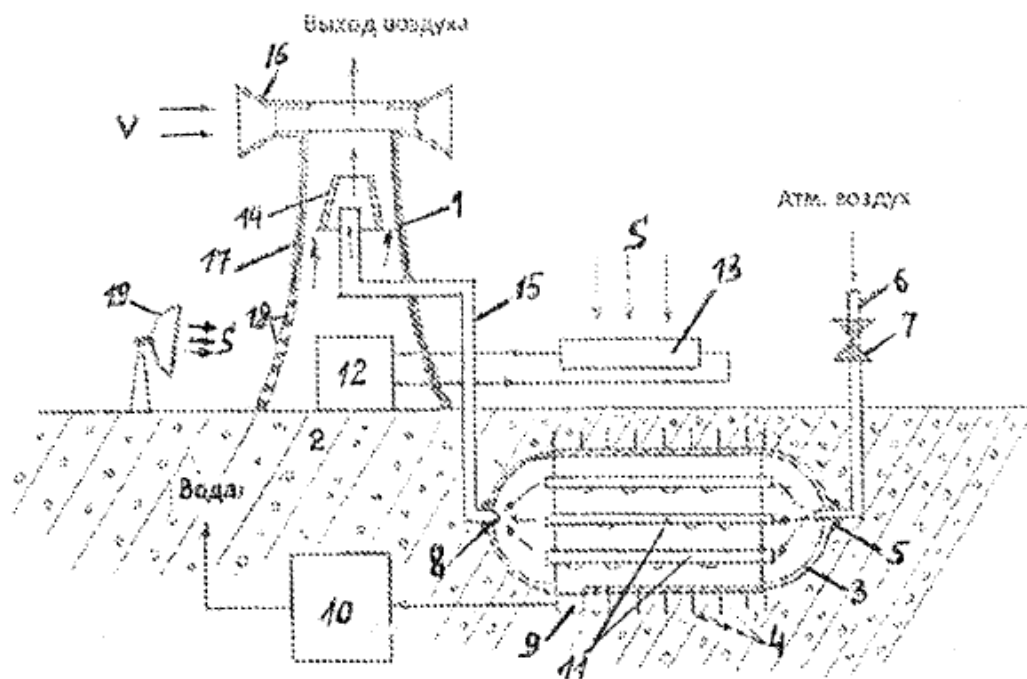


Рисунок 11 – Устройство для получения воды через конденсат в результате перепада температур

«Несмотря на огромные запасы воды, находящиеся на земном шаре, из них всего лишь 1% пригоден для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Основная масса водных ресурсов планеты имеет высокую концентрацию солей. Поэтому, планируя строительство водозаборных узлов, большое значение уделяют такому вопросу, как оценка источников водоснабжения.

Правильный выбор водного источника для каждого объекта основывается на тщательном изучении и анализе водных ресурсов территории, на которой находится объект. От источника и его расположения в большой степени зависит устройство водозаборных узлов и технология разработки источника. Это влияет на стоимость строительства системы, ее эксплуатации.» [16]

2.4 Нахождение новых подземных водоисточников

Объем подземных вод Челябинской области составляют 4110000 м³/сутки (что составляет 2,88% от всех подземных вод УФО и 0,47% от общего объема всех вод Российской Федерации) согласно результатам исследований.

Поиску подземных вод отводится большое значение, поскольку непрерывное водоснабжение играет особую роль в развитии разных отраслей народного хозяйства.

Для нахождения новых водоисточников были проведены гидрологические изыскания. Были проведены работы гидрологов (рис. 12):

1) Сбор и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет
Дешифрирование аэро и космоматериалов.

2) Рекогносцировочное обследование, включая аэровизуальные и маршрутные наблюдения.

3) Проходка горных выработок.

4) Геофизические исследования.

5) Полевые исследования грунтов.

6) Гидрогеологические исследования.

7) Стационарные наблюдения (локальный мониторинг компонентов геологической среды).

8) Лабораторные исследования грунтов, подземных и поверхностных вод.

9) Обследование грунтов оснований фундаментов существующих зданий и сооружений.

10) Составление прогноза изменений инженерно-геологических условий.

11) Камеральная обработка материалов и составление технического отчета (заключения).

УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ
 ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ
 КАРТА РАСПРЕДЕЛЕННОГО ФОНДА НЕДР
 ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ И ЛЕЧЕБНЫЕ ГРЯЗИ

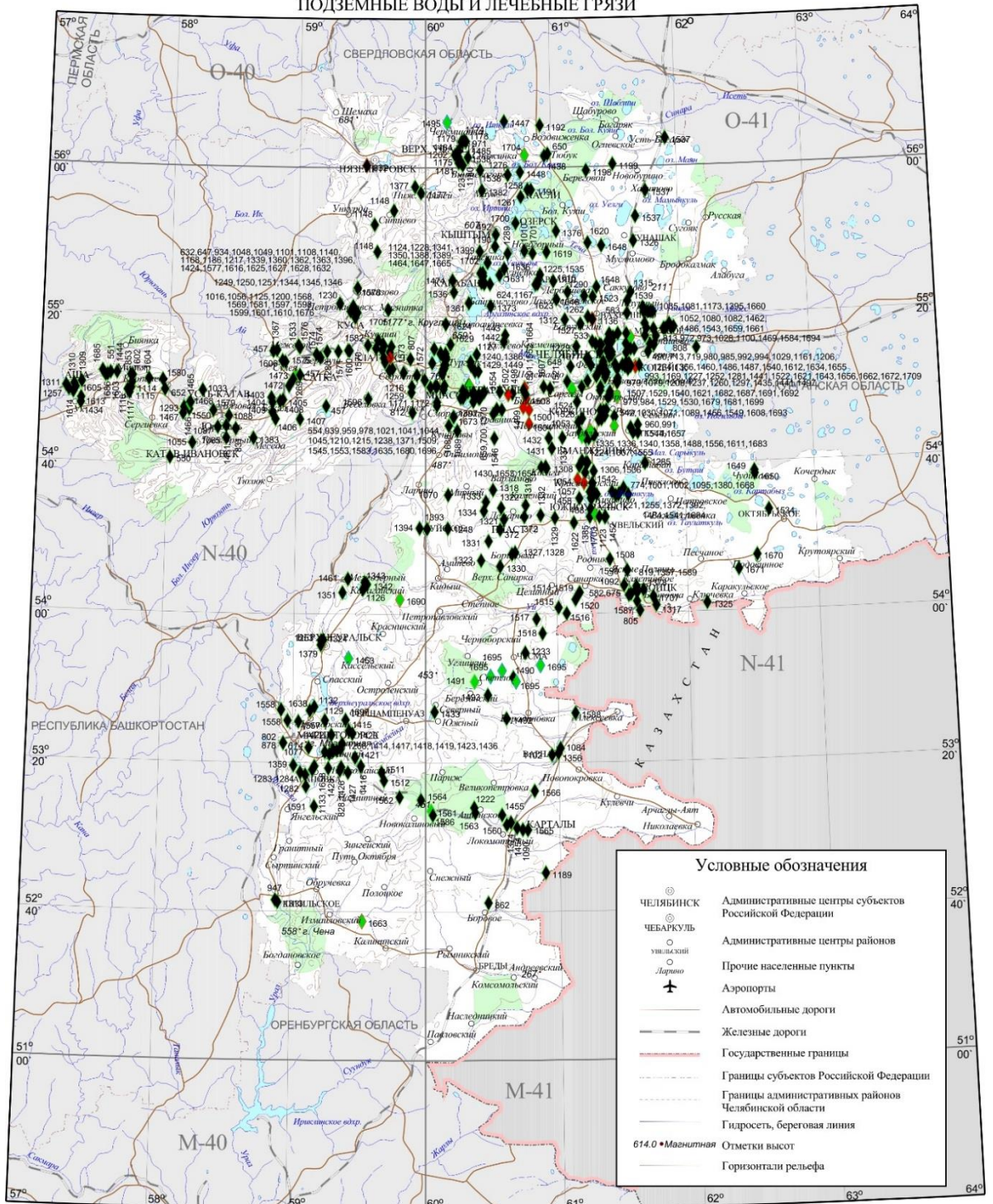


Рисунок 12 – Карта подземных артезианских источников

«Для комплексного изучения современного состояния инженерно-геологических условий территории (района, площадки, трассы), намечаемой для строительного освоения, оценки и составления прогноза возможных изменений этих условий при ее использовании следует предусматривать выполнение инженерно-геологической съемки, включающей комплекс отдельных видов изыскательских работ. Детальность (масштаб) съемки следует обосновывать в программе изысканий.»

За этапом исследования перспективных участков следует этап непосредственной разведки подземных вод уже на местности. Данный этап состоит из эксплуатационной, детальной и предварительной.

Перед возведением гидросооружения необходимо провести предварительную оценку водоисточника. На данном этапе рассматриваются вопросы касаяемо:

- гидрогеологической обстановки в предполагаемом месте возведения водоисточника;
- расчет потенциала территории для дальнейшего увеличения объема добычи вод из подземного водоисточника;
- целесообразности схемы устройства всех узлов гидросооружения;
- вопросов нарушения гидрологических связей в грунтовых пластах при устройстве водозабора, а также возможный ущерб окружающей среде;
- количества предполагаемых запасов воды в месте возведения гидросооружения, а также ее качественная характеристика;
- целесообразности расчетов и методов добычи водных источников на данном участке местности.

В процессе предварительной оценки подземных вод оценивается целесообразность возведения гидросооружения в данной местности, покрытие потребности в воде после возведения, потенциал территории для дальнейшего увеличения объема добываемой воды.

После проведения детального изучения запасов воды и возведения водозабора скважинного типа проводится систематическая проверка запасов

источника на территории, где устроена скважина. Данные исследования необходимы для полного изучения источника, на котором происходит водозабор для планирования дальнейшей добычи воды из недр земли.

Главными критериями для изучения являются:

- анализ запасов воды в данном водоисточнике, целесообразность его использования в экономическом плане;

- понижение уровня подземных вод, связанное с постоянным водозабором;

- эксплуатационный контроль за уровнем воды в скважине.

Недопущение понижения уровня воды ниже уровня критической отметки;

- изменения в характере и качестве воды из водоисточника с протяжением времени;

- изучение в месте бурения скважин гидрогеологических динамических нагрузок;

- по результатам исследования запасов воды переход источника из одной категории в другую (в более высокую) для уменьшения вероятности пересыхания;

- проведение мероприятий для увеличения водных запасов и улучшение качества воды из источника;

- другие гидрогеологические процессы, плохо сказывающиеся на состоянии окружающей среды. Обеспечение сохранению экологией мероприятий по проведению водозабора;

- проверка технического состояния водозаборного оборудования;

- наличие близлежащих источников воды в близости уже пробуренных скважин, для повышения дебета водоисточника.

«Естественными ресурсами или динамическими запасами называют расход подземных вод через поперечное сечение водоносного пласта.

Объем гравитационной воды водовмещающих пород в зонах колебаний уровня отдельно выделяют в безнапорных водоносных горизонтах.

При оценке водных источников в напорных горизонтах выделяется объем гравитационной воды, способный извлекаться при снижении уровня благодаря упругим свойствам воды и горных пород. Этот объем называют упругими запасами.

В разведочной гидрогеологии для характеристики эксплуатационных возможностей месторождения проводится оценка эксплуатационных запасов подземных вод. Вместе с этим большое значение имеют естественные ресурсы и естественные запасы, когда они являются на водозаборном участке основными в формировании эксплуатационных запасов.» [1].

2.5 Выбор и разработка и конструкции скважин. Подбор насосного оборудования

Перед организацией работ по устройству водоприемных скважин необходима разведка водоносного горизонта, его глубина относительно уровня земли и вида бурения в зависимости от характеристики местности и слоев грунта. На практике наиболее распространены следующие виды разработки: вращательный с прямой промывкой (размягчение породы и его выемка), вращательный с обратной промывкой, вращательный с продувкой воздухом (используется на жестких грунтах), ударно-канатный.

«При выборе конструкции скважины учитывают:

1) Скважина должна обеспечить расчетный расход при минимальной глубине динамического уровня, возможного в существующих гидрогеологических условиях при выбранной глубине скважины.

2) Диаметр эксплуатационной колонны должен быть достаточным для оборудования скважины выбранным насосом с производительностью, соответствующей расчетному расходу воды.

3) Качество забираемой воды не должно изменяться в процессе ее отбора из выбранного водоносного горизонта, т.е. в ствол скважины не должны проникать поверхностные воды и воды из других водоносных горизонтов.

3) В водоприемную часть скважины при эксплуатации не должны проникать глинистые и песчаные частицы из окружающих пород; при использовании воды трещиноватых скальных пород стенки приемной части безфильтровой скважины должны быть устойчивыми.

4) Конструкция скважины должна быть несложной удобной в эксплуатации и обеспечить возможно больший срок нормальной эксплуатации скважины.

5) Скважина должна быть закреплена наименьшим количеством колонн обсадных труб (но не менее 2).

6) При роторном способе бурения скважины необходимо производить затрубную цементацию колонн обсадных труб, с доведением цементного раствора до устья скважины.» [2]

Габаритные значения фильтрующего элемента берем в зависимости от скорости движения воды из водоносного пласта:

$$Q_{\text{расч}} \leq F \cdot v_{\phi} \quad (2.1)$$

D_{50} – размер частиц гравийной обсыпки

$$\frac{D_{50}}{d_{50}} = 8 \dots 12$$

$$D_{50} = d_{50} \cdot 10$$

$$D_{50} = 6,4$$

$$v_{\phi} = 1000 \cdot 30 \cdot \left(\frac{0,8}{6,4}\right)^2 = 468,75 \text{ м/сут}$$

$$Q_{\text{рас}} = 17 \cdot 24 = 408 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Определяем l_{ϕ} :

$$l_{\phi} = \frac{Q_{\text{расч}}}{v_{\phi} \cdot \pi \cdot D_{\phi}} \quad (2.2)$$

$$l_{\phi} = \frac{408}{468,75 \cdot 3,14 \cdot 0,102} = 2,72 \text{ м}$$

Объем обсыпки (м³) на 1п.м. фильтра:

$$W = (D_{\text{т}}^2 - d_{\text{т}}^2) \cdot \frac{\alpha \cdot \beta}{4} \quad (2.3)$$

$D_{\text{т}}$ внутренний диаметр обсадной трубы , м

$d_{\text{т}}$ внешний диаметр каркаса фильтра , м

α коэффициент ,учитывающий возможность увеличения диаметра скважины и каверн; $\alpha = 1,25$;

β коэффициент растекания и усадки обсыпки ; $\beta = 1,2$;

$$W = (219^2 - 114^2) \cdot \frac{1,25 \cdot 1,2}{4} = 29471,6 \text{ м}^3 \text{ на 1 м длины}$$

Количество скважин согласно формуле:

$$n = \frac{Q_{\text{тр}}}{Q_{\text{СКВ}}}, \quad (2.4)$$

$Q_{\text{тр}}$ - необходимость в воде , м³/ч.

$$n = \frac{150}{78} \approx 2$$

Необходимое количество скважин:

$$N = n' + n_{\text{рез}}, \quad (2.5)$$

$n_{\text{рез}}$ - резервные запасные скважины

$$N = 2 + 2 = 4$$

Дебит скважины :

$$Q'_{\text{СКВ}} = \frac{Q_{\text{тр}}}{n'} \quad (2.6)$$

$$Q'_{\text{СКВ}} = \frac{150}{2} = 75 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Габаритные значения фильтрующего элемента берем в зависимости от скорости движения воды из водоносного пласта:

$$Q_{\text{расч}} \leq F \cdot v_{\phi} \quad (2.7)$$

D_{50} – размер частиц гравийной обсыпки

$$\frac{D_{50}}{d_{50}} = 8 \dots 12$$

$$D_{50} = d_{50} \cdot 10$$

$$D_{50} = 6,4$$

$$v_{\phi} = 1000 \cdot 30 \cdot \left(\frac{0,8}{6,4}\right)^2 = 468,75 \text{ м/сут}$$

$$Q_{\text{расч}} = 17 \cdot 24 = 408 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Определяем l_{ϕ} :

$$l_{\phi} = \frac{Q_{\text{расч}}}{v_{\phi} \cdot \pi \cdot D_{\phi}} \quad (2.8)$$

$$l_{\phi} = \frac{408}{468,75 \cdot 3,14 \cdot 0,102} = 2,72 \text{ м}$$

Объем обсыпки (м^3) на 1 п.м. фильтра:

$$W = (D_{\text{T}}^2 - d_{\text{T}}^2) \cdot \frac{\alpha \cdot \beta}{4} \quad (2.9)$$

D_{T} – внутренний диаметр обсадной трубы , м

d_{T} – внешний диаметр каркаса фильтра , м

α – коэффициент , учитывающий возможность увеличения диаметра скважины и каверн; $\alpha = 1,25$;

β коэффициент растекания и усадки обсыпки; $\beta = 1,2$;

$$W = (219^2 - 114^2) \cdot \frac{1,25 \cdot 1,2}{4} = 29471,6 \text{ м}^3 \text{ на 1 м длины}$$

«Различают скважины двух типов: совершенные и несовершенные. Под совершенной понимается такая скважина, которая вскрывает водоносный горизонт до подстилающего водоупорного пласта. Если скважина заканчивается в толще водоносного пласта, то она называется несовершенной.

Несовершенства вскрытия бывают двух видов: по степени вскрытия горизонта, которая зависит от соотношения длины фильтра и мощности пласта, и по характеру вскрытия, который зависит от устанавливаемых в пласте конструкций фильтров.

Основная задача проектирования состоит в выборе рационального типа и схемы скважинной системы, т.е. определении оптимального числа скважин, расстояний между ними, их взаимного расположения на местности, конструкций фильтра, диаметров и трассировки трубопроводов, характеристик насосного оборудования с учетом возможного понижения уровня воды в скважинах. Указанные задачи решают на основе гидрогеологических расчетов по определению дебита скважин и понижения уровня воды в процессе эксплуатации, оценке взаимного влияния отдельных скважин при совместной их работе.» [4]

Для расчета необходимой величиной является максимальный дебет скважины или обычный дебет. Расчет показывает общее количество скважин их дебет во время обычной работы и при наиболее низком уровне воды в скважине. Выбирается наиболее благоприятный вариант из всех предложенных при гидрогеологическом расчете. В каждом варианте расчетные занижения водоносного горизонта и соотносят с необходимыми. Необходимо понимать, что при понижении уровня водоносного горизонта ниже допустимого уменьшается дебет скважины [12]. Для обеспечения бесперебойной работы в данном случае необходимо увеличение количества

скважин на данном участке. $R=150-300\text{м}$, принимаем $R=200\text{м}$, $L = 2 \cdot 200 = 400\text{м}$, в результате чего можно сделать вывод, что скважины одиночные.

Необходим двухнитьевой водопровод указанный ниже:

Конструктивными элементами водоводов являются трубы полимерные.

Для выполнения гидравлического расчета выделяются скважины которые не участвуют в постоянном водозаборе и являются резервными. Эти скважины расположены в непосредственной близости к ОС.

В данном случае мы имеем 5 основных скважин. Для данного водозабора принимаем 2 резервных скважины.

Гидравлический расчет производится по таблицам Шевелева в зависимости от расхода, проходящего по трубе, диаметра трубы и длины участка.

Насосные агрегаты рассчитываются согласно требуемых параметров воды в системе. Характеристики насосов и подбор осуществляется по параметрам Q и H их скважин. Выбор насосного оборудования групповых скважинных водозаборов осложняется тем, что скважины этих водозаборов взаимосвязаны в работе. Поэтому режим их работы определяется не только откачкой воды из данной скважины, но и из других скважин водозабора. H_2 – высота подъема воды. Основная характеристика насосов. Исчисляется как разность между абсолютной высотой нахождения ОС и высоты водоносного;

$$H_r = \nabla_{\text{изл}} - \nabla_{\text{дин.ур}} \quad (2.10)$$

$$\nabla_{\text{изл}} = \nabla_{\text{ОС}} + (4 \div 4,5 \text{ м})$$

$$\nabla_{\text{изл}} = 102,2 + 4,3 = 106,5 \text{ м}$$

$$h_{\text{в.тр.}} = \frac{1000i \cdot l_{\text{в.тр.}}}{1000} \cdot 1,1 \quad (2.11)$$

$$h_{\text{в.тр.}} = \frac{0,335 \cdot 25}{1000} \cdot 1,1 = 0,009$$

$$l_{\text{тр}} = H_{\text{дин}} + (5 \div 10 \text{ м})$$

$$l_{\text{тр}} = 19 + 5 = 24 \text{ м}$$

где $l_{\text{тр}}$ – длина водоподъемной трубы, км;

$h_{\text{нс}}$ – потеря насосной станции, принимаем как 1,5м;

Результаты расчета требуемых напоров заносим в табл. 2.1:

Таблица 2.1 – Расчеты требуемых напоров

№ скважины	Динамический уровень воды	Геометрическая высота подъема
Скв.1	$98,7-19=79,7\text{м}$	$106,5-79,7=26,8\text{м}$
Скв.2	$99,2-19=80,2\text{м}$	$106,5-80,2=26,3\text{м}$
Скв.3	$99,6-19=80,6\text{м}$	$106,5-80,6=25,9\text{м}$
Скв.4	$100-19=81\text{м}$	$106,5-81=25,5\text{м}$

Таблица 2.2 – Расчеты требуемых напоров

Скважины	Требуемый напор
Скв.1	$26,8+0,009+44,88+1=71,889\text{м}$
Скв.2	$26,3+0,009+55,929+1=83,238\text{м}$
Скв.3	$25,9+0,009+35,91+1=62,819\text{м}$
Скв.4	$25,6+0,018+47,879+1=74,788\text{м}$

Таблица 2.3 Дебеты скважин. Подбор оборудования

Скв.	Объем поднятой воды	Требуемый подъем	Марка оборудования	Практический напор	Примечание
Скв.1	75 м ³ /ч	71,889м	ЭЦВ 8-16	90	18,11
Скв.2	75 м ³ /ч	83,238м	ЭЦВ 8-16	90	6,762
Скв.3	75 м ³ /ч	62,819м	ЭЦВ 8-16	90	27,181
Скв.4	75 м ³ /ч	74,438м	ЭЦВ 8-16	90	15,562

Оборудование насосной станции:

Для обеспечения стабильной работы как насосного оборудования так и для контрольно-измерительного оборудования необходима защита от окружающей среды, касаясь осадков и т.п. Для сохранности оборудования строят навесные павильоны. В данных сооружениях устанавливается оборудование необходимое для переключения на резервное оборудование, а также для управления за уровнем воды и высоты подачи в трубопровод. Помимо общей системы каждая скважина обеспечивается контрольно-измерительными приборами, показывающими расход, давление в системе, и температуру. Современное насосное оборудование снабжено электронными датчиками уровня воды, для проведения автоматического управления за насосом.

Павильоны бывают надземного и подземного видов. В болотистой местности и в условиях неустойчивых грунтов подземные павильоны не предусматриваются. Для экономической целесообразности устройство подземных павильонов выглядит в виде двухкамерного колодца.

В случае, когда водозаборные скважины располагаются в затапливаемых местах, то павильон строят с устройством подсыпки во избежание динамических сдвигов сооружения и оборудования.

Проектирование павильонов должно учитывать полезные площади необходимые для правильной эксплуатации сооружения и с обеспечением площадей необходимых для проведения плановых ремонтов. Необходимыми параметрами в плане являются 3×3 м, а в профиле от 2,5 м и более.

Для насоса марки ЭЦВ 8-16 используется герметичный оголовок ОГ-82 ($D_y = 80$ мм, $H = 166$ мм, $L = 205$ мм, $D_n = 195$ мм, $D = 160$ мм, $d = 18$ мм, $n = 8$). Характеристика насоса представлена на рис. 13.

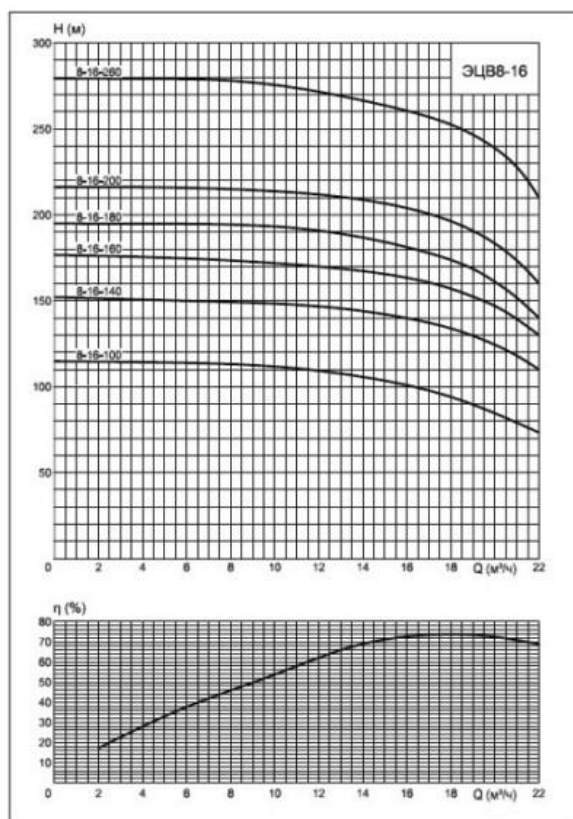


Рисунок 13 – Характеристика насоса ЭЦВ 8-16

2.6 Выбор материалов труб для водоснабжения

Во все времена чистая вода была одним из самых главных ресурсов, необходимых для жизни человека. Города и государства, получившие доступ к источникам воды, а также сумевшие решить задачу по ее доставке потребителю, получали преимущества по сравнению с тем, кто не смог этого сделать. Именно поэтому практически все крупные цивилизации Древнего мира возникали на берегах полноводных рек: Шумер в междуречье Тигра и Евфрата; Египет, дитя Нила; Китайская цивилизация, возникшая на берегах Хуанхэ и Янцзы, цивилизации Инда и Иордана. С развитием городов появилась необходимость снабжения их водой, что в конечном итоге привело к созданию водопровода. Исторические свидетельства говорят о том, что именно в этих регионах появились первые системы транспортирования воды и, соответственно, первые трубы.

Естественным образом встал вопрос о том, из какого материала изготавливать трубы. В те времена на первом месте стояли доступность и простота обработки. Поэтому первые трубы, примененные для водопроводов, изготавливали из глины или дерева. Кстати, именно с использованием деревянных труб в XI–XII вв. в Новгороде был построен первый водопровод на Руси. А на Востоке особенно удобными для этих целей оказались стебли бамбука, которые кое-где успешно применяются до сих пор.

С развитием металлургии появились трубы из меди, бронзы, свинца. Эти трубы были более прочными и долговечными, являясь отличительной чертой высокоразвитых городов древности. Однако о некоторых свойствах этих материалов в те времена было известно очень мало. Так, существует мнение, что именно повсеместное распространение свинцового водопровода в Древнем Риме и, как следствие, хроническое отравление свинцом его жителей стало одной из причин упадка Римской Империи. Между тем, свинцовые трубы применялись вплоть до начала XX века, и до сих пор их можно обнаружить в домах старой постройки.



Рисунок 14 – Монтаж магистрали водовода

В Новое время получили развитие два класса материалов для изготовления труб: материалы на основе силикатов (бетон, керамика, асбестоцемент и др.) и сплавы железа (сталь и чугун).

Каменные и бетонные водопроводы к тому времени уже не являлись чем-то новым. Так, еще в Древнем Риме для доставки воды в крупные города строили огромные акведуки из камней или бетона. Однако именно развитие промышленности и технологии, всеобщая механизация и стандартизация, а также быстрый рост городов позволили поставить производство подобных труб на поток, снизив при этом себестоимость их производства.

В связи с бурным развитием металлургической промышленности сталь и чугун становились все более доступными материалами, и к середине прошлого века уже большая часть водопроводных труб изготавливалась из этих материалов. Прочные, долговечные, дешевые, ремонтпригодные и экологически безопасные, сплавы на основе железа до сих пор являются основой трубного хозяйства большинства крупных городов мира. Последнее достижение в этой области – трубы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ), которые нашли широкое применение в наружных сетях

канализации и водопровода. Кроме прочего, они мало подвержены коррозии, которая является главным врагом стальных труб.

Двадцатый век, который с полным основанием можно назвать веком органической химии, подарил нам новый класс материалов – полимеры. Полимерные материалы нашли применение практически во всех отраслях промышленности, не обойдя стороной и производство труб. Полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, стеклопластик – вот далеко не полный перечень материалов, из которых изготавливают современные трубы.

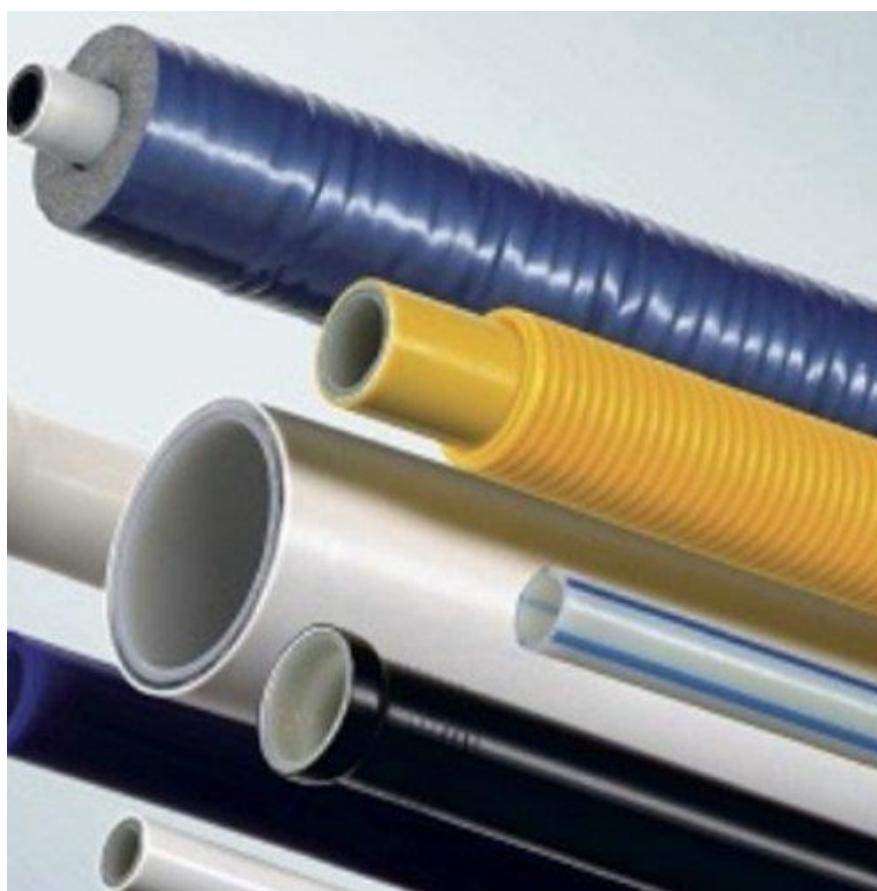


Рисунок 15 – Разновидности труб

В течение последних нескольких лет были созданы целые системы водоснабжения из полимерных материалов, включающие в себя не только трубы, но и колодцы, емкости для хранения воды и т.д. Изделия из пластиковых материалов гораздо легче, стойки к коррозии и легко поддаются

обработке; полимерные трубы практически не подвержены зарастанию и заиливанию. Все это делает их серьезным конкурентом стальных, чугунных и бетонных труб.

Технология не стоит на месте. Наука о материалах развивается как никогда быстрыми темпами. Постоянно появляются новые материалы, и какие-то из них, возможно, в будущем вытеснят из нашей жизни как металлические, так и пластиковые трубы. Все больший практический интерес вызывают нано технологии и возможность управления свойствами материалов на уровне отдельных атомов и молекул. И в ближайшее время мы можем ждать новых прорывов, ведь, как показывает история, в эволюции трубного хозяйства, как в зеркале, отражаются технологические принципы работы.

Разработки по изготовлению трубы состоящей из множества слоев необходимы для продвижения их в систему водоснабжения и водоотведения.

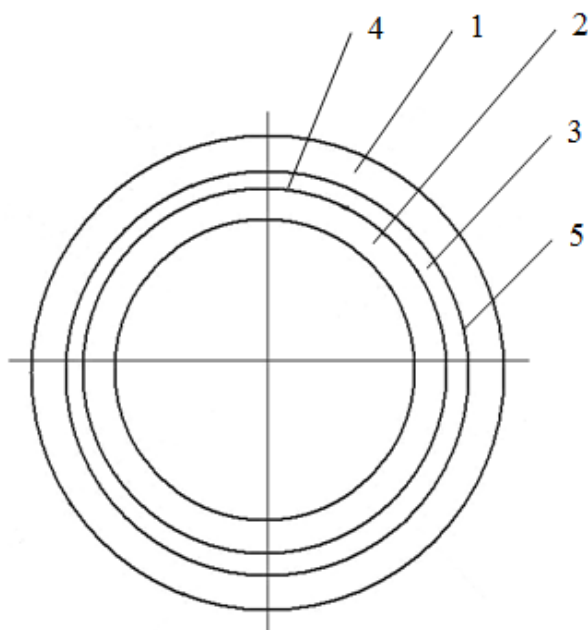


Рисунок 16 – Схема многослойной трубы

«Технический результат заключается в эффективной газоизоляции многослойной трубы при упрощении технологии ее изготовления за счет использования только экструзионного оборудования и оборудования для

нанесения адгезионного материала между внутренним, промежуточным и наружным слоями, что позволяет добиться удешевления производства трубы, а также высоких ее эксплуатационных показателей, позволяющих минимизировать материалоемкость трубы.

Труба содержит наружный 1 и внутренний 2 слои термопластичного материала, между которыми расположен промежуточный слой 3, сопряженный с наружным 1 и внутренним 2 слоями через адгезионные слои. Наружный 1 и внутренний 2 слои выполнены из полипропилена рандом сополимера с этиленом, имеющим аморфно-кристаллическую структуру, включающую кристаллиты гексагональной структуры и кристаллиты моноклинной структуры, и/или из полипропилена рандом сополимера с этиленом, имеющим аморфно-кристаллическую структуру, включающую кристаллиты только моноклинной структуры. Промежуточный слой 3 выполнен из смеси сополимера этилвинилового спирта в качестве основы с отрезками стекловолокна, имеющими длину в диапазоне от 0,3 до 15 мм, а диаметр – 10-50 мк, в качестве наполнителя, которых содержится в количестве 15-29 мас.%. При этом отношение толщины промежуточного слоя 3 к сумме толщин наружного 1 и внутреннего 2 слоя равно 0,2 – 0,7, а наружный диаметр трубы лежит в диапазоне от 20 до 225 мм.

При монтаже трубопровода из таких труб при сваривании с фитингами, муфтами и иными деталями необходимо принимать меры, исключающие попадание воды в зону между алюминиевым слоем и слоями из полипропилена, поскольку в противном случае труба расслаивается и теряет герметичность. Для исключения этого явления либо зачищают трубу до снятия слоя алюминия в зоне сварки, что снижает прочность в узле соединения, либо предпринимаются меры к гарантированному заплавлению слоя алюминия на торце трубы. Первый случай, очевидно, негативно сказывается при эксплуатации трубопровода и приводит к необходимости увеличения толщины внутреннего слоя трубы. Во втором случае возрастают требования к точности сборки, к повышению уровня квалификации монтажников, к

использованию более дорогостоящей оснастки при монтаже трубопровода. Основной же недостаток труб, включающих промежуточный слой из алюминия, приводящий к их удорожанию, заключается в использовании алюминиевой фольги и в сложности оборудования для их изготовления, что обусловлено наличием сложных узлов для формирования алюминиевого слоя [17].

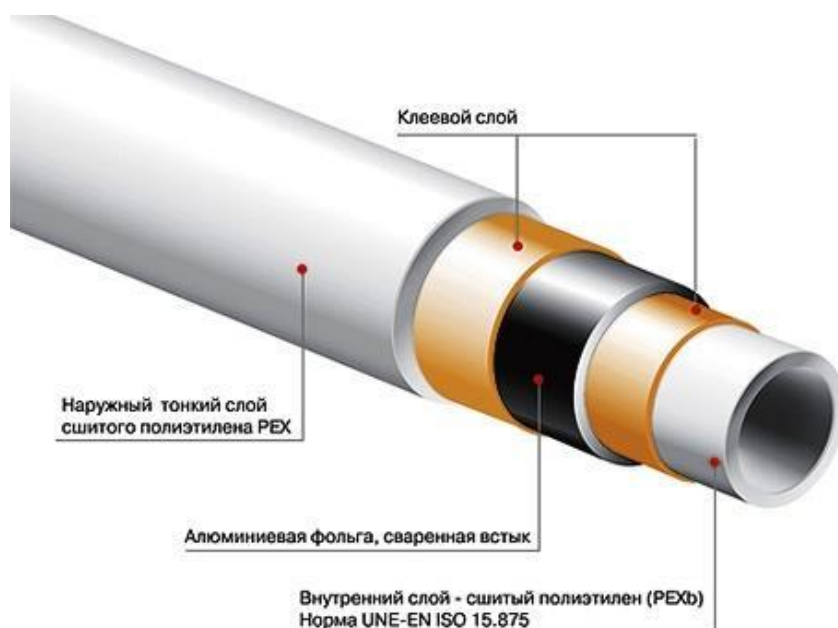


Рисунок 17 – Разновидность многослойных труб

Выводы по главе 2:

В связи с экономической целесообразностью и эффективностью метода забора воды, в качестве дополнительного (резервного) водозаборного сооружения необходимо принять водозаборное сооружение из подземных водоисточников. При устройстве городских сетей водоснабжения в качестве материалов водоводов принять трубу ПНД. Данный материал является не подверженным коррозии, удобен при монтаже и выгоден с точки зрения экономии [30].

Глава 3 Разработка мероприятий по реконструкции систем водоснабжения, находящихся в длительной эксплуатации

3.1 Основные принципы для разработки водопроводных систем

Системы, выполняющие подъем воды из водоисточника, водонапорные башни и емкости, водоносные каналы, доставляющие воду до организации-поставщика, а также поставка водных ресурсов до потребителя с сохранением объема жидкости, в совокупности являются комплексом подачи и распределения воды.

При выполнении расчета подачи распределения воды необходимо учитывать тот факт, что комплекс водопроводных сооружений является неразрывно связанными с собой частями. Изменения параметров одного из элементов цепи системы ведет к последующему изменению остальных элементов [29].

Для расчета оборудования подающего воду необходимо учитывать координацию насосного оборудования и аккумуляторами жидкости.

Водопроводная сеть должна быть спланирована экономично и эффективно для облегчения ее эксплуатации, монтажа и наименьшая

Сеть водоснабжения должна выполнять основные принципы работы:

- а) Безотказную работу подачи воды до абонента;
- б) Объем воды должен удовлетворять абонента согласно его расходам воды.

Подбор материалов, верный расчет диаметров трубопроводов, а также, трассировка в совокупности являются залогом экономичного ведения строительных работ.

Для полноценного функционирования сетей водоснабжения, контролирования расхода воды, а также управление потоками во время чрезвычайных происшествий система требует наличие запорной арматуры (задвижки, краны), водосчетчики, предохранительные клапаны, обратные

клапаны, регуляторы перепада. Степень насыщенности сети регулируется сложностью прокладки системы, узловой насыщенностью участков и т.д.

Согласно строительным правилам в проекте заложить наличие пожарных гидрантов.

Запорная ножевая арматура устанавливаются в магистральном водопроводе и на участках распределительных водопроводов. Концентрирование регулирующих клапанов, следует принимать, когда участок сети ремонта, более пяти закрыты и вода поступает к потребителям, которые позволяют подачи воды.

В наиболее высоких участках прокладки водопровода необходимо устройство стравливания воздуха путем вакуума. Данная процедура необходима для предотвращения образования воздушных пробок [28].

В случае чрезвычайных ситуаций необходимо проектирование колодцев для дренажа данной воды. Для увеличение объема необходимо также проектировать водосточные овраги.

3.2 Водопотребление на городские нужды

Первоначально необходимо рассчитать площадь трапеции по генплану:

$$F = \left(\frac{14 + 18}{2}\right) * 12,5 = 198\text{га}$$

Число жителей(расчетное) определяется по формуле:

$$N_{\text{ж}} = F \times P, \quad (3.1)$$

где P – плотность населения, чел/га (по заданию).

$$N_{\text{ж}} = 198 \times 360 = 71280\text{чел}$$

Расход воды (среднесуточный) на питьевое и хозяйственное водоснабжение:

$$Q_{\text{ср.сут.}} = \frac{q_{\text{ж}} \times N}{1000} \times K_{\text{н.н}} \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.2)$$

$q_{\text{ж}}$ – водопотребление 1 человека в сутки

$K_{\text{н.н}} = 1,1 \dots 1,2$ – неучтенные нужды в результате увеличения расхода.

$$Q_{\text{ср.сут.}} = \frac{230 \times 71280}{1000} \times 1,1 = 18034 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Определенные расходы самого меньшего и самого большого определяется:

$$Q_{\text{ср.сут.}} \cdot K_{\text{сут.макс.}} \text{ м}^3/\text{сут} \text{ сут.макс.} \text{ м}^3/\text{сут} \text{ сут.макс.} \quad (3.3)$$

$$Q_{\text{ср.сут.}} \cdot K_{\text{сут.мин.}} \text{ м}^3/\text{сут} \text{ сут.мин.} \text{ м}^3/\text{сут} \text{ сут.мин.} \quad (3.4)$$

где $K_{\text{сут.макс.}}$ – неравномерность максимальная суточная 1,1...1,3

$K_{\text{сут.мин.}}$ – неравномерность минимальная суточная 0,7...0,9.

Степень благоустройства, а также режимы работы предприятия определяют коэффициенты неравномерности.

Пример:

Город с населением приближенно к миллиону человек $K_{\text{сут.макс.}} = 1,1$; $K_{\text{сут.мин.}} = 0,9$;

Город с населением до 50000 человек $K_{\text{сут.макс.}} = 1,3$; $K_{\text{сут.мин.}} = 0,7$;

Промежуточные коэффициенты принимаются для остальных случаев:

$$Q \text{ м}^3/\text{сут}_{\text{сут.макс}}$$

$$Q \text{ м}^3/\text{сут}_{\text{сут.мин.}}$$

Траты воды (по расчету):

$$q_{\text{ч.макс.}} = K_{\text{ч.макс.}} \times \frac{Q_{\text{сут.макс.}} \text{ м}^3/\text{ч}}{24} \quad (3.5)$$

$$q_{\text{ч.мин.}} = K_{\text{ч.мин.}} \times \frac{Q_{\text{сут.мин.}} \text{ м}^3/\text{ч}}{24} \quad (3.6)$$

$K_{\text{ч.макс.}}$ и $K_{\text{ч.мин.}}$ – неравномерность забора воды [1, форм.4]:

$$K_{\text{ч.макс.}} = \alpha_{\text{макс.}} \times \beta_{\text{макс.}} = 1,3 \times 1,13 = 1,47$$

$$K_{\text{ч.мин.}} = \alpha_{\text{мин.}} \times \beta_{\text{мин.}} = 0,5 \times 0,64 = 0,32$$

α – уровень благоустройства строений: $\alpha_{\text{макс.}} = 1,2 - 1,4$; $\alpha_{\text{мин.}} = 0,4 - 0,6$;

β – коэффициент следует определять по [1. табл.2] или по приложению 2.

$$q \frac{22543}{24} \text{ м}^3 / \text{ч}_{\text{ч.max.}}$$

$$q \frac{13526}{24} \text{ м}^3 / \text{ч}_{\text{ч.min.}}$$

3.3 Водопотребление промышленных предприятий

Характеристики предприятия по типу режима работы, выделению тепла, типа цеха определяют трату водных ресурсов на питьевые и хозяйственные потребности. Данная характеристика определяется посменно согласно формулы:

$$Q_{\text{см.х-п}} = \frac{q_u^{\text{tot}} \times N_{\text{см}}}{1000} \quad (3.7)$$

где $N_{\text{см}}$ – потребность предприятия в людских ресурсах;

q_u^{tot} - трата водных ресурсов на одну смену в литрах. [2, прил.3]:

- 45 л/см – для производственного помещения с горячим режимом работы;
- 25 л/см – для остальных производственных помещений

Производственное помещение с горячим режимом работы являются помещения с выделением тепла от оборудования от 81кДж/1м³/ч.

Траты водных ресурсов на питьевые и хозяйственные нужды производства:

для остальных производственных помещений в период 8ч – 16ч:

$$Q_{\text{см.х-п}} = \frac{25 \times 243}{1000} = 6,1 \text{ м}^3 / \text{см}$$

для производственного помещения с горячим режимом работы в смену 8ч – 16ч:

$$Q_{\text{см.х-п}} = \frac{q_u^{\text{tot}} \times N_{\text{см}}}{1000} = \frac{45 \times 297}{1000} = 13,4 \text{ м}^3 / \text{см}$$

Также производится расчет и для других смен производства для питьевого и хозяйственного водоснабжения.

Трата водных ресурсов для пользования сан. узлом(Душевые):

$$q_{\text{душ}} = \frac{q_u^{\text{tot}} \times n_c}{1000} \quad (3.8)$$

q_u^{tot} - норма траты воды на одну душевую кабину является 500 л. Расход [2, прил.3];

n_c – душевые кабины количество:

$$n_c = \frac{N_i}{a} \quad (3.9)$$

N_i – состав рабочих производства в смену;

a – состав рабочих производства использующих душевые кабины согласно определенной группы производства согласно приложению 3.

Время пользования душем – 45 минут.

В остальных производственных помещениях для рабочих производственного помещения с нормальными условиями. Помещения с теплоотдачей менее 80 кДж.

$$n_c = \frac{134}{7} = 19$$

$$q_{\text{душ}} = \frac{500 \times 19}{1000} = 9,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

В таблице 3.1 произведен расчет трат воды с течением рабочего времени, а также занесены данные согласно установленных коэффициентов.

Таблица 3.1 – Суточная потребность в хозяйственной и питьевой воде производственного здания, а также пользование душевой кабиной

Номер смены	Часы работы	Количество работающих, чел.		Траты на питьевые нужды					Расходы на пользование душом							
				Цех с норм. Темпер.			Цех с повыш. Темпер.		Цех с нормальным температурным режимом				Цех с повышенным температурным режимом			
		всего	в холодных цехах	в горячих цехах	Л/смену на чел.	М3/смен	Л/смен на чел	М3/смен	Чел., Nis	Чел.,а	Шт.,nc	М3/ч.	Чел., Nis	Чел.,а	Шт.,nc	М3/ч.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
I	8-16	540	243	297	25	6,1	45	13,4	134	7	19	9,5	163	7	23	11,7
II	16-0	330	149	182	25	3,7	45	8,2	82	7	12	5,8	100	7	14	7,1
III	0-8	330	149	182	25	3,7	45	8,2	82	7	12	5,8	100	7	14	7,1
Итого		1200	540	660		13,5		29,7	297			21,21	363			25,9

3.4 Расчет расходов воды на противопожарные нужды города, а также на территории предприятия

Расход водных ресурсов на противопожарные нужды сочетает в себя нужды на внутреннее пожаротушение (краны, спринклеры и т.д.) и наружное пожаротушение (системы гидрантов). Расчет кол-ва пожаров зависит от числа жителей и высотной этажности города согласно приложения 4.

Трата водных ресурсов на использование противодействию пожара в пределах производственных площадей должен приниматься для здания, требующего наибольшего расхода воды, согласно [1, табл. 7 или 8] или согласно приложения 5. Степень огнестойкости здания производства рассчитывается еще на этапе планирования технологии производства и общей характеристики ограждающих конструкций помещений. Показатель количества возгораний на территории предприятия определяется согласно общей площади территории производства и определяется:

При площади предприятия менее 150 гектар – 1 пожар.

При площади предприятия более 150 гектар – 2 пожара.

Количество одновременных пожаров и стоимость наружного пожаротушения для комбинированной системы хозяйственно-противопожарного водоснабжения населенного пункта и промышленного предприятия, расположенного за его пределами, следует определять. При наличии производственного водопровода затраты на тушение внутреннего пожара в зданиях с внутренними пожарными кранами следует определять согласно расчетам или согласно приложению 6, в зависимости от степени огнестойкости, категории здания по объему здания:

Время ликвидации очагов возгорания принимать согласно нормативной документации.

В сосудах для хранения чистой и питьевой вода хранится и резерв водных ресурсов на ликвидацию очагов пожаротушения:

$$Q_{\text{пож.}} = Q_{\text{пож.гор.}} + Q_{\text{пож.пр.}} \quad (3.10)$$

$Q_{\text{пож.гор.}}$ – Потребность в водных ресурсах на ликвидацию очагов возгорания:

$$Q_{\text{пож.гор.}} = q_{\text{пож.}} \times n_{\text{пож.}} \quad (3.11)$$

здесь $q_{\text{пож.}}$ – здесь q - расход воды на пожар, л / с, принимается согласно или согласно приложению 4.

где, $n_{\text{пож.}}$ – расчетное количество одновременных пожаров, или согласно Приложению 4

где, $Q_{\text{пож.пр.}}$ - расход воды на тушение пожара на предприятии определяется по формуле

$$Q_{\text{пож.пр.}} = q_{\text{пр.внеш.}} \times q_{\text{пр.внутр.}} \quad (3.12)$$

$q_{\text{пр.внеш.}}$ – расход воды на внешнее тушение пожара на производстве.

$q_{\text{пр.внутр.}}$ – трата воды на тушение внутреннего пожара на производстве, согласно [2, табл.1 и 2] или по приложению 6. В данный случай принимаем 2,5 л/с.

В городе с населением 71280 человек допускается 2 пожара с расходом по 20 л / с каждый.

$$Q_{\text{пож.гор.}} = 35 \times 2 = 70 \text{ л/с}$$

Для промышленного предприятия (мебельной фабрики) принимаем пожар с расходом 15 л / с.

$$Q_{\text{пож.пр.}} = 25 \times 1 = 25 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{пож.}} = 70 + 25 = 95 \text{ л/с}$$

3.5 Расчет расхода воды на полив в городе и на промпредприятии

В случае отсутствия данных о поливе благоустройства:

$$Q_{\text{пол.}} = \frac{q_{\text{пол.}} \times N_{\text{ж}}}{1000} \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.13)$$

Расход принимаем от 50-90 л/сутки в зависимости от характеризующих параметров города

$N_{\text{ж}}$ – значение жителей расчетное

$$Q_{\text{пол.}} = \frac{50 \times 71280}{1000} = 3564 \text{ м}^3/\text{сут}$$

В расчетный расход на орошение не включается водозабор из естественных водоемов, а также из искусственных водоемов, если они восполняются за счет атмосферных осадков. Мы предполагаем, что из 1620 м³/сутки 50% забирается из системы водоснабжения, а остальная часть забирается непосредственно из реки. Следовательно, расчетный суточный расход воды на полив составит:

$$Q_{\text{пол.}} = 3564 * 0,5 = 1752 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход на орошение по часовым промежуткам:

$$Q_{\text{час.пол.}} = \frac{Q_{\text{пол.}}}{t} \quad (3.14)$$

$Q_{\text{пол.}}$ – расход орошения на единицу полива;

t – время орошения.

Орошение производится поливочными машинами, а также вручную.

$$Q_{\text{пол.мех.}} = 1782 \times 0,7 = 1247 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Орошение, осуществленное механизацией за временной промежуток:

$$Q_{\text{час.пол.мех.}} = \frac{1247}{8} = 156 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Трата водных ресурсов при помощи ручного орошения:

$$Q_{\text{пол.ручн.}} = 1782 - 1247 = 535 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{\text{час.пол.ручн.}} = \frac{535}{8} = 67 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Распределяя затраты на полив по часам дня, нужно стараться, чтобы в час максимального водопотребления не было забора воды на полив. Интенсивность забора воды из водопровода считается равномерной.

3.6 Расчет водопотребления общественных зданий

Рассмотрим расчет затрат водных ресурсов общественных зданий (табл 3.2).

Таблица 3.2 – Расчет трат водных ресурсов на потребности общественных зданий

Общественные здания сбрасывающий стоки	Режим работы зданий t, ч	Нормы потребления воды, q	Усредненный расход			Часовая неравномерности, Kчас	Максимальный расходы	
			Расход в сутки, Qобщ, м3/сутки	почасовой q _{min} , м3/ч	Секундный q, л/с		почасовой, q _w , м3/ч	посекундный q _{max} , л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Отель	24	250	38	1,6	0,4	1,7	2,7	0,7
Поликлиника	24	115	75	3,1	0,9	2,5	7,8	2,2
Образ. Уч.	8	14	7	0,9	0,2	2	1,8	0,5
Хим.	12	75	12	1,0	0,3	1	1,0	0,3
Баня	16	180	34	2,1	0,6	1	2,1	0,6

В графе 2 введены стандартные часы работы компаний в день. В графе 3 - нормы расхода воды на единицу продукта в литрах. В столбце 4 суточное потребление определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут.}} = \frac{n \times q}{1000} \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.15)$$

q – норма расхода воды на человека или единицу продукции в литрах;

n – производственная мощность.

Расход по времени(средний):

$$Q_{\text{ср.час.}} = \frac{Q_{\text{сут.}}}{t} \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.16)$$

где t - продолжительность режима общественного здания, часов.

Второе среднее потребление для каждого общественного здания определяется по формуле:

$$q_{\text{ср.с}} = \frac{Q_{\text{ср.час.}}}{3,6} \text{ л/с} \quad (3.17)$$

Наиболее максимальный расход водных ресурсов общественного здания определяется по формуле:

$$Q_{\text{max. час}} = K_{\text{час}} \times Q_{\text{ср.час}} \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.18)$$

$K_{\text{час}}$ – коэффициент почасовой неравномерности, взятый отдельно для каждого общественного здания.

Максимальный расход в секунду определяется по формуле:

$$q_{\text{max. с}} = K_{\text{час}} \times q_{\text{ср.с}} \text{ л/с} \quad (3.19)$$

Траты водных ресурсов на прачечную составят:

$$Q_{\text{сут.}}^{\text{прач.}} = \frac{160 \times 75}{1000} = 12 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{\text{ср.час.}}^{\text{прач.}} = \frac{12}{12} = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{\text{ср.с.}}^{\text{прач.}} = \frac{1}{3,6} = 0,3 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{max. час.}}^{\text{прач.}} = 1 \times 1 = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{\text{max. с.}}^{\text{прач.}} = 1 \times 0,3 = 0,3 \text{ л/с}$$

Аналогично рассчитаем расходы воды на все остальные общественные здания города.

3.7 График водопотребления

Для определения почасового потребления воды были рассчитаны общие объемы воды, затрачиваемые на питьевые нужды городского населения.

График водопотребления систематически изменяется. Для расчёта используются почасовые коэффициенты, отражающие неравномерность потребления воды в данное время дня. Как показывает практика, наибольшие коэффициенты максимального водопотребления относятся к утренним и вечерним часам.

В столбце 26 общее потребление в час записывается как целое как процент от максимального суточного потребления (всего для столбца 25).

По значениям гр. В 25 выбираем час максимального расхода воды [23].

Общий расход воды на городские нужды:

$$Q_{\text{гор.}} = \frac{Q_{\text{час.мах}}}{3,6 \text{ л/с}} \quad (3.20)$$

$$Q_{\text{гор.}} = \frac{951,12}{3,6} = 264,2 \text{ л/с}$$

Трата на промышленные нужды:

$$Q_{\text{пр.}} = \frac{Q_{\text{час.мах}}^{\text{пр.}}}{3,6} \text{ л/с} \quad (3.21)$$

$Q_{\text{час.мах}}^{\text{пр.}}$ - из группы 24 принимаем значение.

$$Q_{\text{пр.}} = \frac{118,30}{3,6} = 32,86 \text{ л/с}$$

Трата водных ресурсов бани (форм.24):

$$Q_{\text{баня}} = \frac{Q_{\text{час.мах}}^{\text{баня}}}{3,6} \text{ л/с} \quad (3.22)$$

$Q_{\text{час.мах}}^{\text{баня}}$ - принимают значение из группы 5 максимальный расход в час

$$Q_{\text{баня}} = \frac{2,13}{3,6} = 0,59 \text{ л/с}$$

Трата водных ресурсов в час(прачечная) 12 – 13 (форма 24):

$$Q_{\text{прач.}} = \frac{Q_{\text{час.мах}}^{\text{прач.}}}{3,6} \text{ л/с} \quad (3.23)$$

$Q_{\text{час.мах}}^{\text{прач.}}$ - коэффициент из группы 7. Максимальный расход воды прачечной:

$$Q_{\text{прач.}} = \frac{1}{3,6} = 0,27 \text{ л/с}$$

Максимальный расход воды гостиницы. Коэффициент формы 24:

$$Q_{\text{гост.}} = \frac{Q_{\text{час.мах}}^{\text{гост.}}}{3,6} \text{ л/с} \quad (3.24)$$

$Q_{\text{час.мах}}^{\text{гост.}}$ - максимальный расход воды, согласно группы 9. Максимальный расход составляет:

$$Q_{\text{гост.}} = \frac{1,14}{3,6} = 0,32 \text{ л/с}$$

Трата водных ресурсов зданием больницы. С 12 до 13.

$$Q_{\text{бол.}} = \frac{Q_{\text{час.мах}}^{\text{бол.}}}{3,6} \text{ л/с} \quad (3.25)$$

$Q_{\text{час.мах}}^{\text{бол.}}$ - Максимальная трата водных ресурсов. Значение принимается из группы 11.

$$Q_{\text{бол.}} = \frac{6,6}{3,6} = 1,83 \text{ л/с}$$

Трата воды общеобразовательным учреждением:

$$Q_{\text{школа}} = \frac{Q_{\text{час.мах}}^{\text{школа}}}{3,6} \text{ л/с} \quad (3.26)$$

$Q_{\text{час.мах}}^{\text{школа}}$ - Максимальная трата водных ресурсов согласно группе 13.

$$Q_{\text{школа}} = \frac{1,58}{3,6} = 0,44 \text{ л/с}$$

Максимальная трата водных ресурсов в совокупности определяется:

$$Q_{\text{общ.}} = Q_{\text{гор.}} + Q_{\text{пр.}} + Q_{\text{баня}} + Q_{\text{прач.}} + Q_{\text{гост.}} + Q_{\text{бол.}} + Q_{\text{школа}}, \text{ л/с} \quad (3.27)$$

$$Q_{\text{общ.}} = 264,2 + 32,82 + 0,59 + 0,27 + 0,32 + 1,83 + 0,44 = 300,47 \text{ л/с.}$$

3.8 Выбор схемы водопровода

Оборудование обеспечивающее доставку до потребителя питьевой воды необходимо спланировать так, чтобы оно обеспечивало бесперебойную работу, не допуская потерь в объеме и давлении, а также безопасное эксплуатирование по отношению к окружающей среде.

Возможность подачи воды на промышленные предприятия, не требующие специальной водоподготовки. Необходимо планирование противопожарного и питьевого водопровода для обеспечения предприятия необходимым количеством воды [14].

Принципиальной схемой водоснабжения является схема «Водоисточник-очистные сооружения-водопотребитель». Необходимо обеспечивать потребителей качественной водой в соответствии с ГОСТ «Питьевая вода». Подача из водоисточника на очистные сооружения проводится насосной станцией первого подъема. Из очистных сооружений к потребителю осуществляется насосной станцией второго подъема [11].

Необходимо проектирование водонапорной башни в случае суточного объема меньше, чем 25000 кубических метров. Данное сооружение необходимо для обеспечения давления в системе питьевого водопровода города и подачи воды для противопожарного водопровода в случаях пожара на предприятиях и города.

Схема водоснабжения города – кольцевая. При данной схеме обеспечивается безопасность и бесперебойная подача воды до потребителей в случае внезапных аварий.

Схему кольцевого водопровода необходимо проектировать имея в виду:

- 1) Территории с наибольшим расходом воды;
- 2) Рельеф местности;
- 3) План городской застройки;

При прокладке сети необходимо придерживаться тому чтобы сеть имела минимально возможную длину и в то же время обеспечивала подачу воды

самым удаленным потребителям. Это достигается прокладкой сети в пределах населенного пункта.

Магистральные и распределительные водопроводы в совокупности составляют городскую сеть водоснабжения. Магистральный трубопровод необходим для доставки от водоисточника(очистных сооружений) воды в большом объеме до участка с водопотребителями. От магистральных трубопроводов выходят распределительные водоводы которые забирают воду до узлов жилого дома, предприятия.

Для обеспечения бесперебойной работы систем водоснабжения магистральные водоводы необходимо перемыкать. Расчет охватывает диаметр водопроводов.

3.9 Оборудование для поддержания давления в системе питьевого водоснабжения

Электроснабжение насосного оборудования и оборудования для подачи питьевой воды зависит от требуемых мощностей.

- подача воды на градирню, откуда вода поступает в сеть;
- односторонняя схема электроснабжения, при подъеме НС-II вода подает сразу в сеть (безрассудная система);
- двусторонняя система электропитания, когда, в часы максимального потребления воды, вода поступает в сеть с двух сторон: от NS - II, подъем и с водонапорной башни [9].

Водонапорная башня находится на самой высокой и самой дальней высоте местности, но в непосредственной близости от водопроводной сети.

Для выбора режима работы определить регулирования водной (ВБ) резервуары чистой (RCHV), необходимо потребление на основе расчеты в таблице 3, столбец 25. Удобно выбрать режим работы идеального насоса, наложив график подачи встроенного насоса на интегральный график расхода воды, при этом задав идеальное значение WB не менее чем в 2% от суточного

потребления оценено. Вопросы, связанные с определением режима работы и производительности подъемника НС-II в системах с ВБ, подробно описаны в разделе.

При суточном расходе воды более 25 тыс. МЗ использование емкости для воды в качестве регулирующей нецелесообразно из-за большой строительной емкости, поэтому необходимо проектировать неосторожную систему водоснабжения. В этом случае максимальную почасовую производительность НС необходимо считать равной максимальному расходу воды в час в городе. Днем подачу рабочей группы насоса в определенных пределах можно регулировать клапанами [7].

При назначении режима работы и производительности АПС в системах со встречным баком, помимо прочего, следует учитывать, что максимальный переход к мощности не должен превышать 30% потребления в это время, в противном случае запланированная сеть окажется неэкономичной [5].

3.10 Кольцевая схема водоснабжения. Расчет напора и диаметра водоводов

Основными приоритетами при осуществлении гидравлического расчета является обеспечение потребителей водой в требуемом количестве и с требуемым напором. Система водоснабжения должна обеспечивать надежность и отсутствие потерь воды при осуществлении транспортировки воды до водопотребителя. При необходимости расчет производится на регулирующие емкости и насосное оборудование. На данном этапе вычисляется высота подъема емкости и расчет требуемого напора.

Для начала магистральный водопровод необходимо разбить на участки. На каждом участке свое давление согласно которого определяется диаметр водовода. Необходимо учитывать соседние участки относительно рассматриваемого узла.

Рассчитаем потери на изгибы магистрали и трение воды о внутреннюю поверхность труб.

По участкам производится гидравлический расчет который исчисляется как литр/сек.

Длина участка исчисляется как:

- в случае если участок проходит на неразведанной территории;
- расстояние между многоэтажными жилыми зданиями;
- $\frac{1}{2}$ от действительного расстояния в случае ее прокладки по зеленым территориям и по границе красной линии;

На рис. 18 указаны участки водопроводной сети.

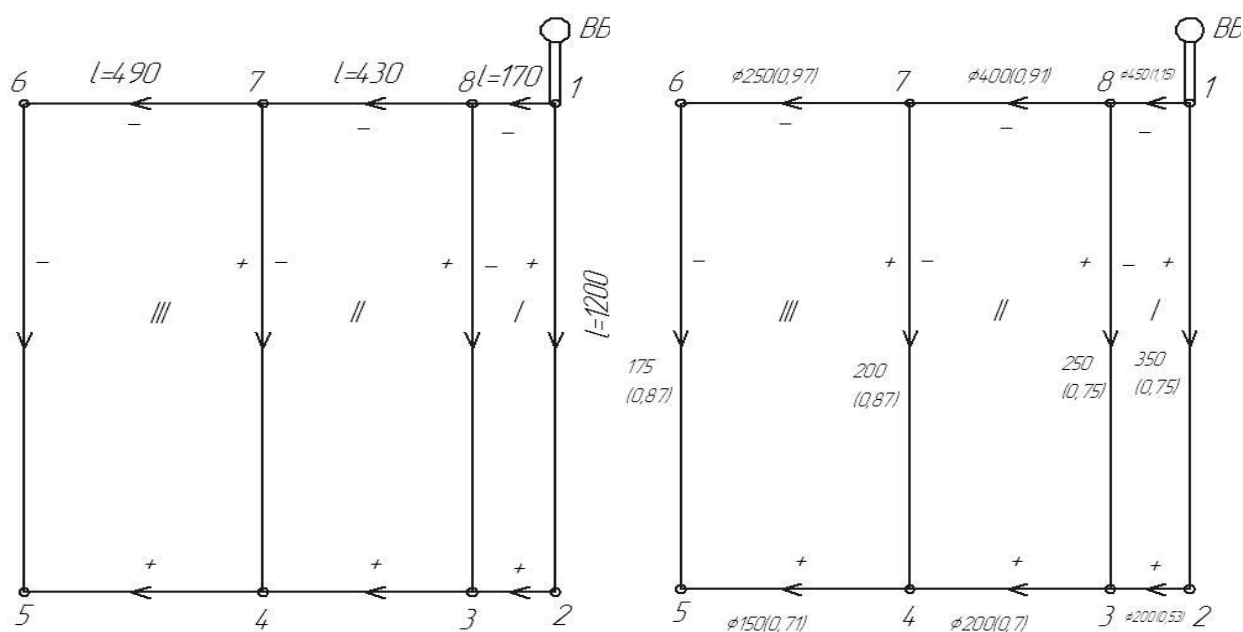


Рисунок 18 – Участки городской сети водоснабжения

Для определения расходов связанных с прокладыванием дороги необходимо рассчитать стоимость конкретных застроек по две стороны от дороги, а также

$$q_{\text{пут.}} = q_{\text{уд.}} \times \ell_{\text{уч.}}, \text{ л/с.} \quad (3.28)$$

Для нахождения расходов участка, как половину общих транспортных расходов, прилегающих к участку. Результат заносится в столбец 7 таблицы 4 участковая трата водных ресурсов эквивалентно 1 п.м расстояния.

$$q_{\text{узл.}} = \frac{\sum q_{\text{пут.}}}{2}, \text{ л/с} \quad (3.29)$$

$\sum q_{\text{пут.}}$ – Расход на определенное расстояние для определенного узла.

Дополнительно к расчету расхода воды производится расчет концентрированной воды, отводящий к промышленным предприятию, общественному зданию и жилым домам. Относительно данных расчетов производится подбор водозабора с требуемым дебетом.

Таблица 3.3 – Путевые и узловые расходы

№ участка	Длина участков, ℓ, м	Прочий расход $q_{\text{уд.}}$, л/с.	Расход по расстоянию, $q_{\text{пут.}}$, л/с	№ участка	Соседние участки	Расход по участку, $q_{\text{узл.}}$, л/с
1	2	3	4	5	6	7
1-2	1200	0,0379	45,42	1	1-2,1-8	25,93
2-3	170	0,0379	6,43	2	2-1,2-3	25,93
3-4	430	0,0379	16,28	3	3-2,3-4,3-8	34,07
4-5	490	0,0379	18,55	4	4-3,4-5,4-7	40,12
5-6	1200	0,0379	45,42	5	5-6,5-4	31,98
6-7	490	0,0379	18,55	6	6-7,6-5	31,98
7-8	430	0,0379	16,28	7	7-6,7-8,7-4	40,12
8-1	170	0,0379	6,43	8	8-7,8-1,8-3	34,07
3-8	1200	0,0379	45,42			
4-7	1200	0,0379	45,42			
Итого	6980		264,20			264,20

3.11 Размет узловых отборов в час максимального водопотребления

Расчет производится для каждого конкретного случая. Для определения диаметров водопроводов необходимо знать количество воды, которое может потребить город в часы пик совместно с предполагаемым забором воды предназначенного для тушения пожаров. Необходимо рассчитать объем воды необходимый городу для потребления этих нужд. Данные объем подаются из насосной станции II-ого подъема.

Для определения потоков сети необходимо составить диаграмму. Для анализа потоков рассчитываются вторичные потоки от конечной до начальной секции [18].

Система водоснабжения должна быть запроектирована так, чтобы потребитель получал воду по наиболее краткому расстоянию. Это позволит уменьшить мощности насосной станции и уменьшит риски аварии по магистрали.

Рассчитаем потоки воды на основе принципа Лобачева-Креста.

Для начала необходимо найти наиболее высокое место на территории (под прокладку водопровода). Данное место находится от станции II-ого подъема намного дальше остальных. Данная точка имеет свой расход. Это может быть как предприятие, так и общественное здание.

Предварительно распределим потоки по правилу Кирхгофа.

Изначально все диаметры водоводов имеют одинаковые диаметры и водопрпускную способность [19].

Данной точкой на местности является городская больница с удельных расходом $q_{узл.}^5 = 31,98 \text{ л/с}$. Общие траты питьевой воды составляют $Q_{бол.} = 2,2 \text{ л/с}$.

$$q_{общ.узл.}^5 = q_{узл.}^5 + Q_{бол.} = 31,98 + 2,2 = 34,18 \text{ л/с}$$

Для нахождения расхода который пройдет через участок 4-6. Произведем расчет с расходом 20 л/с и соотнесем в общий расход мед. учреждения:

$$q_{уч.4-5} = q_{всего узл.}^5 - q_{уч.5-6} = 34,18 - 20 = 14,18 \text{ литр/сек}$$

Необходимая трата в участке шесть: $q_{5-6} = 20 \text{ л/с}$ участковый расход: $q_{узл.}^6 = 31,98 \text{ л/с}$, общий расход на данном участке.

$$q_{всего.узл.}^6 = q_{узл.}^6 + q_{5-6} = 31,98 + 20 = 51,98 \text{ литр/сек}$$

Теоретически расход по участку $q_{уч.6-7}$ будет 51,98 л/с.

По участку 4 теоретически будет дорожный расход $q_{4-5} = 14,18 \text{ л/с}$ а в данной точке расход составит $q_{узл.}^4 = 40,12 \text{ литр/сек}$, в общей сумме составляет:

$$q_{\text{всего, узл.}}^4 = q_{\text{узл.}}^4 + q_{4-5} = 40,12 + 14,18 = 54,1 \text{ литр/сек}$$

Предположим, расход $q_{4-7} = 30$ л / с будет проходить через участок 4-7, затем поток пройдет через участок 3-4:

$$q_{3-4} = q_{\text{общ, узл.}}^4 - q_{4-7} = 54,3 - 30 = 24,3 \text{ л/с}$$

Предположим, расход $q_{4-7} = 40$ л / с будет проходить через участок 3-8, затем поток пройдет через участок 2-3:

$$q_{2-3} = q_{\text{общ, узл.}}^3 - q_{3-8} = 58,37 - 40 = 18,37 \text{ л/с}$$

Трассировочная утрата давления $q_{\text{уч.6-7}} = 51,98$ литр/сек, $q_{\text{уч.4-7}} = 30$ литр/сек и натуральный участковый расход на данном участке:

$$q_{\text{всего, узл.}}^7 = q_{\text{узл.}}^7 + q_{\text{уч.6-7}} + q_{\text{уч.4-7}} = 40,12 + 51,98 + 30 = 122,1 \text{ литр/сек}$$

Столб давления воды который подходит к восьмому участку, состоит из расходов предыдущих участков $q_{\text{уч.7-8}} = 122,1$ литр / сек, $q_{\text{уч.3-8}} = 40$ литр / сек и расход питьевой воды для нужд медицинского учреждения $Q_{\text{мед. уч.}} = 0,7$ литр/сек.

$$\begin{aligned} q_{\text{всего узл.}}^8 &= q_{\text{уч.}}^8 + q_{\text{уч7-8}} + q_{\text{уч3-8}} + Q_{\text{отель.}} = 34,07 + 122,1 + 40 + 0,7 \\ &= 196,87 \text{ литр/сек} \end{aligned}$$

Следовательно, поток q_{1-8} будет проходить через секцию 1-8с расходом $q_{1-8} = 196,87$ л/с.

К потоку воды необходимо приблизиться в узле 2, который представляет общий расход необходимый для закрытия необходимого расхода промышленного предприятия $Q_{\text{произв.}} = 32,82$ литр/сек:

$$\begin{aligned} q_{\text{всего узл.}}^2 &= q_{\text{узл.}}^2 + Q_{\text{произв.}} + q_{\text{уч.2-3}} = 25,93 + 32,82 + 18,37 \\ &= 77,12 \text{ литр/сек} \end{aligned}$$

В результате чего, водный столб $q_{\text{уч. 1-8}}$ движется по участку один-два с необходимым давлением $q_{\text{уч.8-1}} = 77,12$ литр/сек.

Для общего представления расхода участка 1-2 необходимо привязать к данным расходам также расходы прилегающих общественных зданий такие как общественная баня. В этом случае расходы на участке 1-2 будут выглядеть следующим образом:

$$q_{у3л.}^1 + Q_{общ.баня} + q_{уч.1-2} + q_{уч.8-1} = 25,93 + 0,6 + 77,12 + 196,87$$

$$= 300,47 \text{ ЛИТР/сек} = Q_{всего}$$

Для данных магистралей согласно рекомендационным документам Шевелева и Андрияшева подберем диаметр труб с условным проходом от 200 до 300мм, а также 300-400мм. При данном диаметре водоводов движение потока будет составлять 0,6 до 1м/с при диаметре 200-300, а при 300-400 – 1-1,3м/с. Материал для труб выбираем в соответствии с ГОСТ «Питьевая вода». При подборе сечения трубопроводных магистралей мы руководствовались следующими признаками:

В системе водопотребления с автоматической регулировкой, а также в сетях без нее расчетный случай работы сети в час максимального потребления воды является решающим фактором для выбора диаметра.

Необходимо учитывать максимальный поток в системе пожаротушения. Он не должен превышать 2,5 м/с. Иначе необходимо уменьшать данный показатель путем подбора большего диаметра.

При подборе сечения трубопроводов необходимо руководствоваться следующими правилами:

- 1) сечения водоводов в кольцевой системе могут быть изменены не менее чем на два размера;
- 2) замыкающие участки необходимо подбирать на 2 размера меньше;
- 3) для увеличения потока при преодолении расстояний необходимо плавно уменьшать сечение магистральных водоводов;
- 4) при совмещении пожарного и питьевого водовода необходимо проектировать трубопровод не менее чем 100мм условного прохода согласно ГОСТ «Питьевая вода»

Согласно общему расходу, идет подбор сечения магистрального трубопровода. При дальнейшей прокладке в точке 1 идет разветвление трубопровода и образования кольца. На рис. 19 указаны расходы основных водопотребителей для наглядности процесса.

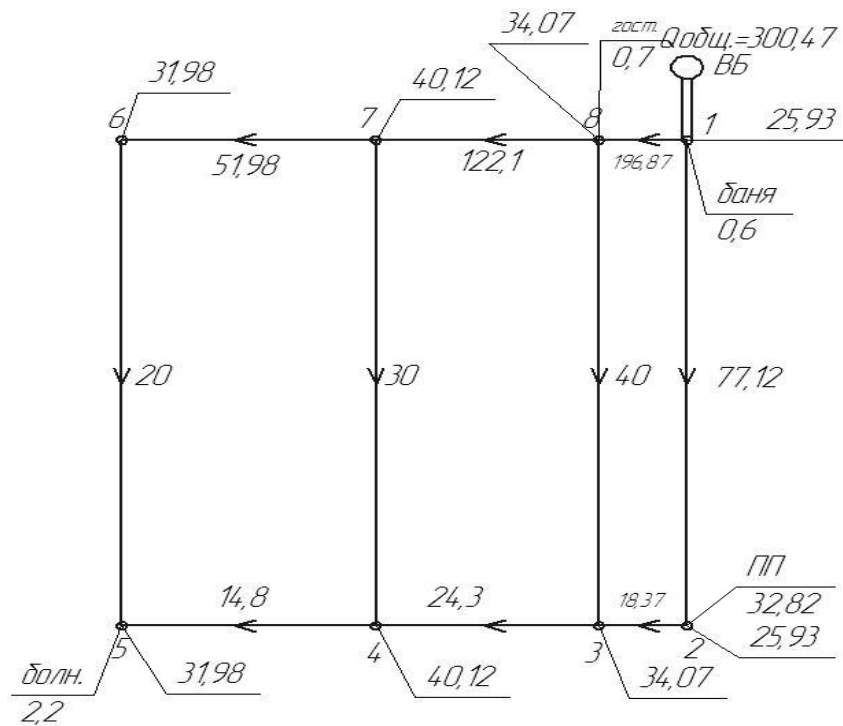


Рисунок 19 – Расход основных водопотребителей

Значения К вводятся в столбец 8 таблицы 3.2.

$$q_{\phi} = q \times \frac{K_1}{K} \quad (3.30)$$

3.12 Теоретический расчет расхода воды в случае пожаротушения

При расчете основными данными являются расходы воды. Согласно СП, расчетное количество пожаром в данном населенном пункте составляет 2ед. Удельный расход на единицу составляет 35литр/сек

Для расчета используем наиболее отдаленный участок с максимальной высотой в горизонте. Таковым является участки 5 и 6. На данном участке расположено предприятие с расходом на пожарный водопровод 25литр/сек.

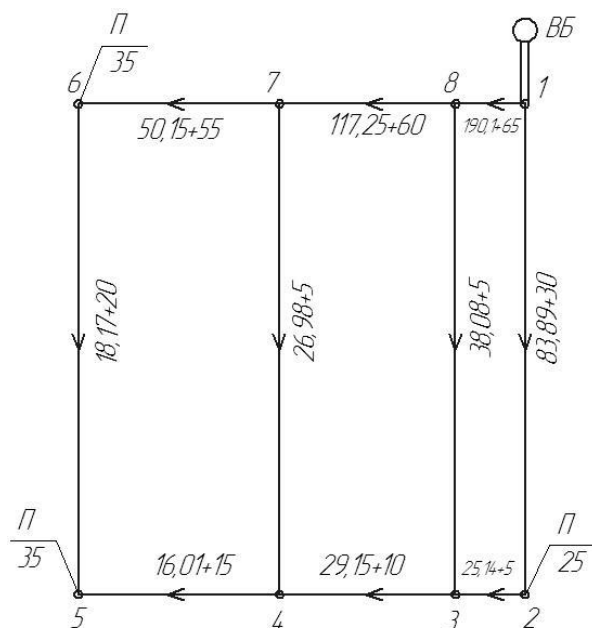


Рисунок 20 – Трассировка с обозначением максимального расхода

При пожаре часть расхода рассчитанного на полив благоустройства и прочих городских территорий, а также для принятия душа идет в счет расхода на пожаротушение.

3.13 Расчет водоводов

От насосной станции до городской водопроводной сети водоводы идут по двум нитям.

При соединении регулирующей емкости и городской сети водоснабжения необходимо учитывать сечение этого трубопровода. Он должен быть определен исходя из общего расхода сети и уже указанных случаев.

Сечение трубопровода отходящего от насосной станции и подходящего к регулируемой емкости определяется максимальной производительности насосной станции. Понижение давления в системе рассчитаны для действий связанных с:

- в часы наибольшего расхода при подачи станцией второго подъема;

– в случае пожаротушения в момент наибольшего водопотребления при подачи воды станцией второго подъема;

– при аварийной ситуации на одном из трубопроводов. При потере в напоре более чем в 2/3.

При расчете необходимо помнить о том что, требуется необходимый запас прочности водопровода. Необходимо закладывать расход с процентным запасом, т.к. несанкционированные отборы воды еще никто не отменял.

Прокладку водопроводных сетей необходимо проводить квалифицированными специалистами. Каждый участок необходимо контролировать на геометрическое соблюдение процесса, а также на герметичность соединений трубопроводов.

Начальным сечением трубопровода, отходящим от резервуара, будем считать диаметр 400мм. Данный диаметр рассчитан с необходимым запасом прочности по напору и объему подаваемой в сеть воды.

$$D_{\text{усл.проход}} = 400 \text{ мм} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v = 1,11 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$$

$$1000\text{ш} = 4.23\text{м}$$

Найдем потери напора в результате максимального забора воды:

$$h_{\text{ВВ-1}} = \frac{i \times \ell}{1000} = \frac{4,23 \times 150}{1000} = 0,63 \quad (3.31)$$

При превышении потерь напора свыше 2/3 от общего напора в результате аварии на одном из участков необходимо средства автоматического отключения подачи и перевод их по резервным путям:

$$Q_{\text{ВВ-1}}^{\text{ав.}} = Q_{\text{общ.}} \times 0,7 = 300,47 \times 0,7 = 210,33 \text{ л/с} \quad (3.32)$$

В результате подтверждаем трубопровод отходящий от регулирующей емкости до городской сети – 400мм.

$$D_{\text{условный.}} = 400 \text{ мм}$$

$$1000i = 8,19 \text{ м}$$

$$V_{\text{напора}} = 1,56 \text{ м / с}$$

В случае чрезвычайной ситуации в результате прорыва воды на магистрали:

$$h_{\text{уч.ВБ-1}}^{\text{чрез.сит.}} = \frac{8,19 \times 150}{1000} = 1,23\text{м}$$

В случае пожара поток пойдет по водопроводным трубам:

$$Q_{\text{ВБ-1}}^{\text{пож.}} = Q_{\text{общ.}} + Q_{\text{пож.общ.}} = 300,47 + 95 = 395,47 \text{ л/с} \quad (3.33)$$

по водотоку пройдет расход:

$$q_{\text{ВБ-1}}^{\text{пож.}} = \frac{395,47}{2} = 194,74 \text{ л/с}$$

Новые значения скорости и падения давления.

С допуском на скорострельность перепад давления на водопроводе будет:

$$h_{\text{уч.ВБ-1}}^{\text{пож.вод.}} = \frac{7,26 \times 150}{1000} = 1,09\text{метров.}$$

3.14 Расчёт регулирующей ёмкости

Регулирующая ёмкость нужна для стабилизации напора в городской сети водоснабжения в случае максимального расхода, а также в случае чрезвычайных происшествий [25].

Необходимый объем ёмкости определяется в кубических метрах и определяется:

$$W_{\text{ВБ}} = W_{\text{рег.ВБ}} + W_{\text{пож.ВБ}} \quad (3.34)$$

$W_{\text{рег.ВБ}}$ – вода для регулирования давления в системе, м³;

$W_{\text{пож.ВБ}}$ – неприкосновенный пожарный резерв, м³, для тушения одного внутреннего пожара и одного внешнего пожара в течение 10 минут при удовлетворении хозяйственно-питьевой потребности:

Контрольный объем бака можно определить по интегральной схеме или таблично в виде таблицы 7.

$$W_{\text{рег.ВБ}} = \frac{\alpha_{\text{мах}} \times Q_{\text{сут.}}}{100} \text{ м}^3 \quad (3.35)$$

$\alpha_{\text{мах}}$ – наибольший коэффициент;

$Q_{\text{сут.}}$ – значение траты водных ресурсов населенного пункта.

Произведем расчет траты водных ресурсов на нужды противопожарного водопровода на 10 минут тушения:

$$W_{\text{пож.ВБ}} = 0,6 \times (q_{\text{пож.}} + q_{\text{пож.}}^{\text{пр.}}) \quad (3.36)$$

$q_{\text{пож.}}$ – трата водных ресурсов на единицу, $q_{\text{пож.}} = 35$ л/с;

$q_{\text{пож.}}^{\text{пр.}}$ - удельный расчет на единицу пожаротушения, $q_{\text{пож.}}^{\text{пр.}} = 25 \frac{\text{л}}{\text{с}}$

Таблица № 3.4 – Проектирование общего объема бака.

Промежутки времени, ч	Расход воды города, % / $Q_{\text{сут}}$	Выработка насоса 2ого подъема	Подача в распределительный бак, %	Подача воды из бака, %	Резерв бака, %
1	2	3	4	5	6
00:00 - 01:00	2,79	2,48	0,00	0,37	3,20
01:00 – 02:00	2,35	2,48	0,10	0,01	3,29
02:00 – 03:00	2,36	2,48	0,09	0,00	3,37
03:00 – 04:00	2,39	2,48	0,10	0,00	3,50
04:00 – 05:00	2,73	2,48	0,00	0,25	3,49
05:00 – 06:00	3,43	4,73	1,30	0,01	4,54
06:00 – 07:00	4,24	4,73	0,50	0,01	5,04
07:00 – 08:00	4,69	4,73	0,04	0,01	5,10
08:00 – 09:00	5,57	4,73	0,01	0,84	4,26
09:00 – 10:00	5,5	4,73	0,01	0,76	3,52
10:00 – 11:00	5,49	4,73	0,00	0,75	2,77
11:00 – 12:00	5,43	4,73	0,01	0,69	2,08
12:00 – 13:00	5,72	4,73	0,00	0,98	1,09
13:00 – 14:00	4,84	4,73	0,00	0,10	1,01
14:00 – 15:00	4,76	4,73	0,00	0,02	0,99
15:00 – 16:00	5	4,73	0,00	0,26	0,71
16:00 – 17:00	5,47	4,73	0,01	0,73	0,01
17:00 – 18:00	4,69	4,73	0,05	0,00	0,02
18:00 – 19:00	4,64	4,73	0,10	0,00	0,11
19:00 – 20:00	4,46	4,73	0,28	0,00	0,45
20:00 – 21:00	4,73	4,73	0,01	0,00	0,44
21:00 – 22:00	3,82	4,73	0,92	0,00	1,33
22:00 – 23:00	2,85	4,73	1,89	0,00	3,21
23:00 – 24:00	2,14	2,48	0,35	0,00	3,58

В результате значение выбирается $\alpha_{\text{max}} = 5,10$.

Необходимый объем сосуда для осуществления регулирования:

$$W_{\text{рег.ВБ}} = \frac{5,10 \times 20128,45}{100} = 1026,55 \text{ м}^3.$$

Запас воды в сосуде, для осуществления 10 минут тушения пожара.

$$W_{\text{пож.ВБ}} = 0,6 \times (35 + 25) = 36 \text{ м}^3.$$

Суммируем значения и получаем полный объем бака.

$$W_{\text{ВБ}} = 1026,55 + 36 = 1062\text{м}^3.$$

Полученное просуммированное значение округляем в большую сторону, так чтобы бак был кратным 50м^3 . Получаем:

$$W_{\text{ВБ}} = 1100 \text{ м}^3.$$

3.15 Определение размеров бака водонапорной башни

Для определения сосуда необходимо принять во внимание геометрические габаритные размеры. Принятые отношения высоты к диаметру сосуда от 1:2 до 1:1. Принимаем $\frac{h}{D} = 0,7$.

В этом случае:

$$h = 0,7 \times D \quad (3.37)$$

$$W_6 = \frac{\pi \times D^2}{4} \times h = \frac{\pi \times D^2}{4} \times 0,7 \times D \quad (3.38)$$

Для определения диаметра бака воспользуемся формулой:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times W_6}{0,7 \times \pi}} \text{ м} \quad (3.39)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times 1100}{0,7 \times 3,14}} = \sqrt[3]{\frac{4400}{2,198}} = \sqrt[3]{2002} = 12,6\text{м}$$

Высота сосуда согласно максимальной отметки уровня воды:

$$h = 0,7 \times 12,6 = 8,82\text{м}$$

Общая высота сосуда:

$$h_6 = 0,25 + h + 0,2\text{м} \quad (3.40)$$

0,25 – показатель наиболее возможного осадка на дне бака;

0,2 – технологический запас по высоте от уровня наполнения бака.

$$h_6 = 0,25 + 8,82 + 0,2 = 9,27\text{м}.$$

3.16 Расчет высоты регулирующей емкости

Подъем регулирующего бака зависит от фактора неконтролируемого напора, а также с высотой жилых домов.

$$H_{\text{конт.нап.}} = 10 + 4 \times (n_{\text{кол-во эт}} - 1), \text{ метров} \quad (3.41)$$

$n_{\text{кол-во эт.}}$ – число этажей в жилом районе города

Расчет давления для домов с двумя этажами:

$$H_{\text{св.}} = 10 + 4 \times (5 - 1) = 26 \text{ м}$$

Точка 5 является критической.

По формуле определим высоту в метрах водонапорной башни:

$$H_6 = H_{\text{св.}} + \sum h_c - (Z_6 - Z_0) \quad (3.42)$$

H_6 – Расстояния от уровня земли до дна сосуда;

$\sum h_c$ – потери напора от дальней точки до башни водонапора.

Z_6 – Высотная отметка поверхности в окрестностях водонапорной башни, согласно генплана города.

Z_0 – высотная отметка поверхности в окрестностях критической точки.

От критической точки до ВБ выберем критический путь (потери давления самые большие):

$$\text{ВБ-1-2-3-4-5:} \quad \sum h_c = 0,63 + 2,56 + 0,59 + 1,95 + 2,86 = 8,59 \text{ м}$$

$$\text{ВБ-1-8-3-4-5:} \quad \sum h_c = 0,63 + 0,48 + 2,96 + 1,95 + 2,86 = 8,88 \text{ м}$$

$$\text{В Б-1-8-7-4-5:} \quad \sum h_c = 0,63 + 0,48 + 0,89 + 4,56 + 2,86 = 9,42 \text{ м}$$

$$\text{ВБ-1-8-7-6-5:} \quad \sum h_c = 0,63 + 0,48 + 0,84 + 2,04 + 6,05 = 10,04 \text{ м}$$

Наиболее критичным является путь: ВБ-1-8-7-6-5.

Высота нахождения сосуда находим по формуле: (47):

$$H_6 = 26 + 10,04 - (328 - 321,5) = 29,5 \text{ м}$$

Отметка дна сосуда:

$$П_6 = H_6 + Z_6 \quad (3.43)$$

$$П_6 = 29,5 + 328 = 357,5 \text{ м}$$

Отметка верха сосуда:

$$П_6^B = П_6 + (h_6 - 0,2) \quad (3.44)$$

$$П_6^B = 357,5 + (9,27 - 0,2) = 366,57 \text{ м.}$$

3.17 Расчет характеристик насосного оборудования НС-II

Единица насосного оборудования подаёт 2,48% от $Q_{\text{сут.}}$

Определим рабочую мощность насоса:

$$q_{\text{нас}} = \frac{2,48 \times Q_{\text{сут.}}}{100} \quad (3.45)$$

$$q_{\text{нас}} = \frac{2,48 \times 20128,45}{100} = 438,8 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Произведем расчет высоты подъема насосного оборудования, $^{ч}/_{\text{макс. Потреб.}}$

$$H_{\text{нас}} = H_{\Gamma} + h_{\text{НС}} + h_{\text{в}} \quad (3.46)$$

H_{Γ} – разность геодезических отметок ;

$$H_{\Gamma} = \Pi_{\text{б}}^{\text{в}} - Z_{\text{в.РЧВ}}^{\text{наим.ур.воды}} \quad (3.47)$$

$h_{\text{НС}}$ – сумма потерь давления в засасывающей и нагнетающей линий НС (от 3 до 5 м), ДХ = 3,5 м;

Потери напора в водопроводах от НС-II до ВБ (см. Раздел 5.4).

Верхняя отметка уровня воды в РЧВ берется на 0,5 м выше уровня земли, а нижняя отметка уровня воды в РЧВ находится на 2 м ниже отметки поверхности земли. Вода в РЧВ:

$$Z_{\text{в.РЧВ}}^{\text{верх.ур.воды}} = Z_{\text{в.РЧВ}}^{\text{земли}} + 0,5\text{м} \quad (3.48)$$

$$Z_{\text{в.РЧВ}}^{\text{верх.ур.воды}} = 323 + 0,5 = 323,5\text{м}$$

$$Z_{\text{в.РЧВ}}^{\text{наим.ур.воды}} = Z_{\text{в.РЧВ}}^{\text{верх.ур.воды}} - 2\text{м} \quad (3.49)$$

$$Z_{\text{в.РЧВ}}^{\text{наим.ур.воды}} = 323,5 - 2 = 321,5\text{м}$$

$$H_{\Gamma} = 366,57 - 321,5 = 45,07\text{м}$$

$$H_{\text{нас}} = 45,07 + 3,5 + 2,7 = 51,27\text{м}$$

Произведем расчет высоту подъема насосного оборудования во время максимального расхода противопожарного оборудования:

$$H_{\text{нас.}}^{\text{пож.}} = H_{\Gamma} + H_{\Pi} + \sum h_{\Pi} + h_{\text{в}} + h_{\text{НС}} \quad (3.50)$$

H_{Γ} – значение разности высотных отметок критической точки(точка5) и водонапорной башни.

$$H_{\Gamma} = Z_{\text{в.РЧВ}}^{\text{наим.ур.воды}} - Z_{\text{зем.}}^5 = 321,5 - 321,5 = 0\text{м}$$

H_{Π} - требуемое давление на месте пожара (с системой пожаротушения низкого давления $H_{\Pi} = H_{\text{в.}} = 10$ м); $\Sigma h_{\text{п}}$ - сумма потерь давления в сети при пожаре:

$$\Sigma h_{\text{п}}(Б - 1 - 8 - 7 - 6 - 5) = 1,09 + 0,87 + 1,92 + 7,44 + 17 = 28,32\text{м}$$

$h_{\text{в}}$ - возможные утраты давления НС – П с ВБ.

$$H_{\text{нас.}}^{\text{пож.}} = 0 + 10 + 28,32 + 1,71 + 3,5 = 43,53\text{м}$$

При подборе насосного оборудования необходимо учитывать максимальную высоту подъема и его производительность. Характеристику и марку подберем из каталога. Принимаем рабочий и резервный насос. Д500-65, $q = 500$ м³ / час, $H = 65$ м.

3.18 Проектирование объема резервуара чистой воды

РЧВ – жидкостные резервуары, предназначенные для аккумуляции чистой воды, предназначенные для чрезвычайных случаев. Данные емкости находятся на ОС. Вода из емкостей направлена в городскую сеть. Объем РЧВ определяется по формуле:

$$W_{\text{РЧВ}} = W_{\text{РЧВрег}} + W_{\text{НПЗ}} + W_{\text{СН}} \quad (3.51)$$

$W_{\text{РЧВрег}}$ - объем воды для регулирования, м³; $W_{\text{НПЗ}}$ - запас для противопожарных нужд, м³; $W_{\text{СН}}$ - нужды очистных сооружений, м³.

Регулирующий объем РЧВ может быть определен комбинацией графика подачи воды в резервуар с технологической установки и графика отбора проб.

Таблица 3.5 – Определение регулирующей емкости РЧВ

Часовые промежутки	Подача воды насосами I-подъема, в %	Подача воды насосами II-подъема, в %	Поступление воды в РВЧ в %	Расход воды из РВЧ в %	Остаток воды в РВЧ в % от $Q_{\text{сут}}$
1	2	3	4	5	6
0-1	4,16	2,48	1,68	0	3,39
1-2	4,16	2,48	1,68	0	5,07
2-3	4,16	2,48	1,68	0	6,75
3-4	4,16	2,48	1,68	0	8,43

Продолжение таблицы 3.5

1	2	3	4	5	6
4-5	4,16	2,48	1,68	0	10,11
5-6	4,16	4,73	0	0,57	9,54
6-7	4,16	4,73	0	0,57	8,97
7-8	4,16	4,73	0	0,57	8,4
8-9	4,17	4,73	0	0,56	7,84
9-10	4,17	4,73	0	0,56	7,28
10-11	4,17	4,73	0	0,56	6,72
11-12	4,17	4,73	0	0,56	6,16
12-13	4,17	4,73	0	0,56	5,6
13-14	4,17	4,73	0	0,56	5,04
14-15	4,17	4,73	0	0,56	4,48
15-16	4,17	4,73	0	0,56	3,92
16-17	4,17	4,73	0	0,56	3,36
17-18	4,17	4,73	0	0,56	2,8
18-19	4,17	4,73	0	0,56	2,24
19-20	4,17	4,73	0	0,56	1,68
20-21	4,17	4,73	0	0,56	1,12
21-22	4,17	4,73	0	0,56	0,56
22-23	4,17	4,73	0	0,56	0
23-24	4,17	2,48	1,69	0	1,69
	100%	100%			

Регулирующий объем РЧВ вычисляем по формуле:

$$W_{\text{РЧВрег}} = \frac{\alpha_{\text{сут. max}}}{3} \quad (3.52)$$

где α_{max} - максимальное значение в гр. 6 табл.10.

$$W_{\text{РЧВрег}} = \frac{10,11 \times 20128,45}{100} = 2035 \text{ м}^3$$

Запас воды для ликвидации пожара в течении 3 часов:

$$W_{\text{НПЗ}} = \sum Q_{\text{пож.}} + \sum Q_i - 3Q_I \quad (3.53)$$

$\sum Q_{\text{пож.}}$ - трата водных ресурсов для удельного количества внутренних и наружных пожаров, л/с;

$$Q_{\text{пож.}} = \frac{95 \times 3600}{1000} = 342 \text{ м}^3$$

$\sum Q_i$ - общий расход воды в течении трех часов непрерывной подачи;

$$\sum Q_{i-\text{тое}} = 1148,73 + 971,31 + 955,69 = 3075,73 \text{ м}^3$$

$Q_{I-тое}$ - распределение воды, подаваемое на насосную станцию первого подъема и предназначенную для пожаротушения, м³

$$Q_{I-тое} = \frac{4,17 \times Q_{днев.}}{100} = \frac{4,17 \times 20148,45}{100} = 839,36 \text{ м}^3$$

$$W_{ННЗ} = 342 + 3074,71 - 839,16 = 2578,37 \text{ м}^3$$

Трата воды на внутренние расходы помещения водоотчистных сооружений с использованием промывочной воды принимается в размере 3-4% от максимального сеточного расхода:

$$W_{СН} = \frac{4\% \times Q_{сут.}}{100} = \frac{4\% \times 20128,45}{100} = 805,14 \text{ м}^3$$

$$W_{рчв} = 2035 + 2578,37 + 805,14 = 5418,51 \text{ м}^3 \Rightarrow W_{рчв} = 5500 \text{ м}^3$$

Принимаем 2 резервуара чистой воды по 2250 м³ каждый.

3.19 Мероприятия по реконструкции системы водоснабжения г. Верхний Уфалей

Для восстановления функционирования системы водоснабжения г. Верхний Уфалей требуется проведение следующих мероприятий:

- 1) Разработка проекта реконструкции системы водоснабжения;
- 2) Строительство надскваженных павильонов и организация первого пояса зон санитарной охраны подземного водозабора;
- 3) Частичная замена устаревшего оборудования скважин;
- 4) Замена водоводов;
- 5) Замена на полиэтиленовые трубы или реновация трубопроводов водопроводной сети;
- 6) Строительство и восстановление регулирующих емкостей на водопроводной сети;
- 7) Организация работы службы эксплуатации водопроводно-канализационного хозяйства систем водоснабжения и водоотведения.

Выводы по главе 3:

В качестве схемы водоснабжения принята кольцевая схема. В данной главе рассчитаны суммарный расход питьевой воды от всех зданий и сооружений [26]. Для аккумуляции воды предусмотрены 2 емкости для чистой воды суммарным объемом 5500 м³. Суммарное расстояние всех водоводов составляет 7000 м.

Рассчитаны расходы всех зданий и согласно данных расходов выбраны водоводы. Рассчитано теоретическое количество пожаров на данной территории. С учетом этого рассчитан расход воды на пожаротушение.

Диаметр водоводов отходящие от насосной станции II-ого подъема составляет 400 мм.

Рабочий и резервный насосы станции II-ого подъема приняты Д500-65 с рабочим объемом 500 м³ в час и высотой подъема 65 м.

Скважины оснащены павильоном, тем самым оберегая скважину от попадания дождевой воды и сора.

Заключение

Для поддержания стабильного водоснабжения малых городов необходимо своевременно блокировать утечки при транспортировке воды и следить за объемом водозабора, произведенного потребителями.

Контролировать утечки необходимо при помощи установки контрольно-измерительных приборов, учитывающих объем воды пройденного за определенный промежуток времени. Также необходимо устранить несанкционированные врезки в водопроводную сеть города [27].

Для поддержания стабильной работы скважинных насосов необходимо контролировать уровень водного столба для исключения всасывания ила или воздуха.

Как показала практика, 90% случаев перебоев воды в Российской Федерации это перебои связанные с отказом оборудования для транспортировки воды, запорной арматуры и прорывы магистральных трубопроводов. Для уменьшения количества таких аварий необходима своевременная замена агрегатов и частей магистральных трубопроводов согласно графика их замены и с окончанием сроков эксплуатации.

Верхний Уфалей находится в регионе со слаборазвитой водной акваторией. Для промышленных предприятий данного региона необходимо использование оборотных систем водоснабжения для уменьшения их водопотребления.

Для полива и орошения в хозяйственном водопроводе частных секторов, также возможно использование технической воды для уменьшения нагрузки на очистительные сооружения.

Список используемых источников

1. Бобылев, А.В. Гидроэкологический и градостроительный подходы при создании схем территориального планирования муниципальных образований с каскадом водохранилищ / .В.Бобылев, А.В.Малаев, Н.С.Рассказова // Сборник Международной научно-практической конференции «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов»
2. Вдовин Ю.И. Повышение надежности водозаборов из поверхностных источников в зоне мерзлоты // Сб. материалов семинара /МДНТП. – М., 1985.– Повышение эффективности водозаборов из поверхностных и подземных источников. – С. 25-35.
3. Вдовин Ю.И. Теория и практика фильтрующего водоприема для систем водоснабжения. – М.: ВИНТИ, 1998.
4. Гаврилко, В. Н. Фильтры буровых скважин / В. Н. Гаврилко, В. С. Алексеев. – М.: Недра, 1985. – 334 с.
5. ГОСТ 10428–84. Агрегаты электронасосные центробежные скважинные для воды. Основные параметры и размеры. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
6. Дыбин А.В. «Все уверены что РМК» : [Электронный ресурс] : Znak.com // версия печат. публ. URL: https://www.znak.com/2020-03-02/neizvestnaya_firma_s_kornyami_v_ofshore_kupila_ufaleynikel_chno_govoryat_vl_asti.
7. Журба М.Г., Мезенева Е.А., Чудновский С.М. Очистка в водозаборном узле // Метроном, 1996. – №6. – С. 43- 48.
8. Замалеев, З. Х. Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / З.Х. Замалеев, В.Н. Посохин, В.М. Чефанов. — Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.
9. Крестин, Е. А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. А. Крестин, И. Е. Крестин.

Электрон. дан. — Санкт Петербург : Лань, 2018. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>

10. Курганов, А. М. Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения / А. М. Курганов. – М.: АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 1998. – 246 с.

11. Лушкин И.А. Исследование фильтрующего водоприема из источников с обильной водной растительностью: диссертация ... кандидата технических наук : 05.23.04. - Пенза, 1999. - 204 с

12. Мезенева Е.А. Совершенствование водозаборно-очистных сооружений фильтрующего типа: Автор. дис. канд. техн. наук. – Н.Новгород, 1993.

13. Образовский А.С., Ереснов Н.В., Казанский Е.А., Ереснов В.Н. Водозаборные сооружения для водоснабжения из поверхностных источников. – М.: Стройиздат, 1976. Режим доступа: <https://miemigration.ru/?singlepage=1#3>.

14. Павлинова, И. И. Водоснабжение и водоотведение [Электронный ресурс] :учебник и практикум для академического бакалавриата / И. И. Павлинова, В. И. Баженов, И. Г. Губий. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2018. – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>.

15. Патент РФ № 108542, 20.09.2011. Многослойная труба для систем водоснабжения и отопления // Патент России № 108542. 2011. / Шаев Е.Я., Козлов О.В.

16. Патент РФ № 2710187/С1, 19.10.2018. Установка для производства воды из сухого атмосферного воздуха // Патент России № 2710187. 2019. Бюл. № 36. / Попов А.И.

17. Патент РФ № 2714633/С1, 13.05.2019. Устройство для забора воды из поверхностных источников // Патент России № 2714633. 2020. Бюл. № 5. / Голубенко М.И.

18. СанПиН 2.1.4.1110–02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. – М., 2002.

19. СанПиН 2.1.4.1074–01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М., 2001.

20. Сахарова Е.В. ОАО Уфалейникель 75 лет со дня ввода в строй : [Электронный ресурс] : История края// версия печат. публ. URL: http://resources.chelreglib.ru:6007/el_izdan/kalend2008/ufaleinik.html

21. Сидорова. Ю. Д До водичики Уфалею еще очень долго : [Электронный ресурс] : Уфалейка.ру// версия печат. публ. URL: <http://ufaleyka.ru/news/housing-and-communal-services/to-water-from-the-new-source-ufaley-a-very-long-time/>

22. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84* (с Изменениями N 1, 2, 3).

23. Справочное пособие к СНиП 2.04.02-84. Проектирование сооружений для забора поверхностных вод – М.: Стройиздат, 1990.

24. Штеренлихт, Д. В. Гидравлика [Электронный ресурс] : учебник / Д. В. Штеренлихт. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>.

25. «Bioleaching of toxic metals from anaerobically digested sludge without external chemical addition» : [Электронный ресурс] : Water research// версия печат. публ. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135421004097>

26. «Evaluating existing water supply reservoirs as small-scale pumped hydroelectric storage options – A case study in Connecticut» : [Электронный ресурс] : sciencedirect.com// версия печат. публ. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030626191831225X>

27. «Evaluation of a photovoltaic water-supply scheme for the surface water system in Xiamen, China» : [Электронный ресурс] : sciencedirect.com// версия печат. публ. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030626191831225X>

28. Lakos pump protection Seeparators // Lacos separators. – 1992. – 22 с.

29. «Role of wall-fluid interaction and rough morphology in heat and momentum exchange in nanochannel» : [Электронный ресурс] : sciencedirect.com// версия печат. публ. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261921006115>.

30. «Roles and Knowledge Gaps of Point-of-Use Technologies for Mitigating Health Risks from Disinfection Byproducts in Tap Water: A Critical Review» : [Электронный ресурс] : Water research// версия печат. публ. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135421004632>.