

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный
институт
«Инженерные системы зданий и сооружений»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

Техническая модернизация инженерной инфраструктуры
водообеспечения малых населенных пунктов

Научный руководитель _____
подпись, дата

ст. преподаватель
должность, ученая степень

А.Г. Бобрик
инициалы, фамилия

Выпускник _____
подпись, дата

Р.В. Ткаченко
инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____
подпись, дата

А.Г. Бобрик
инициалы, фамилия

Консультант _____
подпись, дата

О.Г. Дубровская
инициалы, фамилия

Красноярск 2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Техническая модернизация инженерной инфраструктуры водообеспечения малых населенных пунктов» содержит 53 страниц текстового документа, 18 использованных источников.

ИСТОЧНИКА (СКВАЖИНА), ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ФИЛЬТР, РЕФАЙНЕР, УФ- УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ, КАЛЬЦИНАТОР, ЗОНЫ

Село Дзержинское - районный центр в 315 километрах северо-восточнее Красноярска и в 80 километрах от Канска. Расположено село на реке Усолка, что относится к бассейну Ангары, в лесостепной зоне Приангарского плато.

На 2018 год численность населения составила 13254 человека, площадь территории 3,569 тыс кв км

Имеется вблизи поселка река, но предпочтение отдано в системе водоснабжения подземным водам.

Цель ВКР: разработка водозабора подземного источника с усовершенствованной системой водоподготовки.

Целью проекта является модернизирование системы водоподготовки при использовании водозабора подземного источника.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Общие сведения.....	6
1.1 Современное водоснабжение поселка	6
1.1.1 Окислительное обезжелезивание	6
1.1.2 Аэрация	7
1.1.3 Окисление двухвалентного железа с добавлением сильных окислителей	7
1.1.4 Осаждение коллоидного железа традиционным промышленным способом	8
1.1.5 Каталитическое окисление с фильтрацией	8
1.1.6 Ионообменный метод удаления железа	9
1.1.7 Обезжелезивание мембранными методами.....	10
1.1.8 Биологическое обезжелезивание	11
1.1.9 Обратный осмос.....	11
1.1.10 Ультрафильтрация.....	12
1.1.11 Нанофильтрация	13
1.2 Проектирование водопроводной сети.....	13
1.3 Определение расчетных расходов воды	14
2 Расчет скважины	17
2.1 Тип водозаборного сооружения.....	18
2.2 Гидрологический расчет скважин.....	20
2.3 Групповые водозаборы	21
3 Подбор работы насосов.....	25
4 Расчет и проектирование насосных станций	27
4.1 Насосное оборудование	27
4.2 Расчет регулирующей емкости	29
4.3 Насосная станция II подъема.....	29
4.4 Определение уровней воды в РЧВ	30

4.5 Расчет диаметров всасывающих и напорных трубопроводов	31
4.6 Определение требуемого напора насосов.....	32
4.7 Подбор насосов	33
5 Современные локальные установки водоподготовки для индивидуальных жилых строений и малоэтажных поселков	34
5.1 Расчет напорного фильтра.....	38
5.2 Расчет и внедрение УФ-установки для обеззараживания воды	39
5.3 Установки с источниками бактерицидного излучения	41
5.4 Расчет для обеззараживания воды бактерицидным излучением.....	44
6 Технологическая схема водоподготовки	46
6.1 Технология водоподготовки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду	46
6.2 Расчет выбросов пыли при сооружении скважин	46
6.3 Оценка воздействия на атмосферный воздух.....	47
6.4 Расчет границ поясов ЗСО.....	47
Заключение	51
Список использованных источников	52
Приложение А-Е	

ВВЕДЕНИЕ

Дзержинское — село в Красноярском крае, административный центр Дзержинского района и Дзержинского сельсовета.

Дзержинский район является муниципальным районом, расположен в 350 км в северо-восточном направлении от краевой столицы, города Красноярска. Район граничит на севере — с Тасеевским районом, на востоке — с Абанским, на юге — с Канским, на западе — с Сухобузимским районами. Общая площадь территории района составляет 3 569 кв. км.

Климат района резко континентальный. Средняя температура января составляет $-21-22$ °С, июля $+18-19$ °С. В районе протекают реки Усолка, Абан, Убыс, Колон, Топол, расположены озера Маслеево, Улюколь, Тарай, Богатырь и др.

В данной работе необходимо модернизировать системы водоподготовки при использовании водозабора подземного источника обладающего повышенным содержанием железа, а также увеличение сетей водоснабжения села Дзержинское, расположенного на берегу реки Усолка.

1 Общие сведения

1.1 Современное водоснабжение поселка

Водоснабжение в XXI веке — это целый комплекс действий (водоподготовка, транспортировка, подача воды абонентам), осуществляемых с использованием централизованных или нецентрализованных систем водоснабжения. Тем не менее важно совершенствовать технологии добычи, очистки, распределения и расходования воды. Наиболее распространены многофункциональные системы водоснабжения, которые предназначены для питьевого, бытового, хозяйственного, производственного и противопожарного водоснабжения.

Содержание железа в воде придает ей буроватую окраску, появляется характерный запах, металлический привкус и вызывает коррозию труб. В грунтовой воде железо присутствует в растворенном виде в двухвалентном состоянии, но когда вода контактирует с воздухом, происходит окисление и превращается в трехвалентное (ржавчина). Высокое содержание железа ухудшает органолептические показатели питьевой воды, данный параметр относится к третьей категории важности. Для хозяйственно-питьевого назначения концентрация железа не должна превышать $0,03 \text{ мг/дм}^3$. Современные системы водоочистки в состоянии не только привести в норму содержание железа, но и улучшить ее характеристики.

1.1.1 Окислительное обезжелезивание

Данный способ удаления из воды железа подразумевает применение веществ, переводящих железо из растворенной формы (железо невидимо, присутствие его в воде ощущается только по вкусу и запаху) в трехвалентное состояние, т.е. окисленную форму (железо проявляется в виде рыжего осадка, хлопьев). В качестве окислителей может применяться кислород, хлор и

хлорсодержащие вещества, перманганат калия, озон, перекись водорода. Самыми распространенными являются первые три. Образованный в результате такого окисления нерастворимый осадок гидроксида железа (III) удаляется отстаиванием, отстаиванием с добавлением коагулянтов и флокулянтов (А-Т 9.303) и (или) фильтрацией.

1.1.2 Аэрация

Это первичный процесс очистки воды от нежелательных примесей (железа, сероводорода, марганца и др.) и посторонних запахов путем насыщения воды кислородом воздуха. Аэрация, как правило, не является единственным этапом водоподготовки, однако без нее качественная фильтрация практически невозможна. Кроме того, этот метод очистки считается наиболее безопасным, т. к. не требует применения химических реагентов, а также обеспечивает повышение концентрации кислорода в воде.

1.1.3 Окисление двухвалентного железа с добавлением сильных окислителей

Добавление в воду сильных окислителей значительно интенсифицирует процесс окисления двухвалентного железа. Наиболее широко применяется хлорирование, позволяющее также решить проблему дезинфекции воды, а наиболее эффективным оказывается озонирование. Хотя бы еще потому, что, за исключением озона, другие окислители оказываются малоэффективными по отношению к органическому железу.

Однако озонирование является и наиболее дорогостоящим методом, требующим больших затрат электроэнергии. Кроме того, практически всегда обезжелезивание происходит одновременно с удалением из воды марганца, который окисляется значительно труднее, чем железо, и при более высоких значениях рН.

1.1.4 Осаждение коллоидного железа традиционным промышленным способом

В обычных условиях процесс осаждения коллоидных частиц гидроксида трехвалентного железа (размер частиц 1–3 мкм) при отстаивании происходит очень медленно. Для ускорения процесса используют коагулянт. При добавлении коагулянтов происходит укрупнение частиц и ускорение осаждения. Этого же требует использование на очистительных сооружениях песчаных или антрацитовых фильтров, не способных задерживать мелкие частицы. Так же плохо эти фильтры задерживают органическое железо.

Медленное осаждение коллоидных частиц гидроксида железа (III) вкуче с малой эффективностью применения окислителей и аэрации по отношению к органическому железу, а также ограничение по верхней концентрации железа в исходной воде затрудняет применение традиционной промышленной схемы обезжелезивания в сравнительно небольших автономных системах, работающих с высокой производительностью. В таких схемах стараются применять другие установки, обезжелезивание в которых проводится по принципам каталитического окисления с последующей фильтрацией и ионообмена.

1.1.5 Каталитическое окисление с фильтрацией

Это наиболее распространенный на сегодняшний день метод удаления железа, применяемый в высокопроизводительных компактных системах. Суть метода заключается в том, что реакция окисления железа происходит на поверхности гранул специальной фильтрующей среды, обладающей свойствами катализатора (ускорителя химической реакции окисления). Железо быстро окисляется и оседает на поверхности гранул фильтрующей среды. Впоследствии большая часть окисленного железа вымывается в дренаж при обратной промывке. Таким образом, слой гранулированного катализатора является одновременно и фильтрующей средой. Для улучшения процесса окисления в

воду могут добавляться дополнительные химические окислители. Наиболее распространенным является перманганат калия $KMnO_4$ ("марганцовка"), так как его применение не только активизирует реакцию окисления, но и компенсирует "вымывание" марганца с поверхности гранул фильтрующей среды, то есть регенерирует ее. Используют как периодическую, так и непрерывную регенерацию. Все системы на основе каталитического окисления имеют и ряд общих недостатков. Во-первых, они неэффективны в отношении органического железа. Более того, при наличии в воде любой из форм органического железа, на поверхности гранул фильтрующего материала со временем образуется пленка, изолирующая от воды катализатор. Таким образом, вся каталитическая способность фильтрующей засыпки сводится к нулю. Во-вторых, системы этого типа все равно не могут справиться со случаями, когда содержание железа в воде превышает 10-15 мг/л. Присутствие в воде марганца только усугубляет ситуацию.

1.1.6 Ионообменный метод удаления железа

Ионный обмен как метод обработки воды известен довольно давно и применяется в основном для умягчения воды. Раньше для реализации этого метода использовались природные иониты (сульфоугли, цеолиты). Однако с появлением синтетических ионообменных смол эффективность использования ионного обмена для целей водоочистки резко возросла.

Катиониты способны удалять из воды не только ионы кальция и магния, но и другие двухвалентные металлы, а значит и растворенное двухвалентное железо. Причем теоретически, концентрации железа, с которыми могут справиться ионообменные смолы, очень велики.

Достоинством ионного обмена является также и то, что он "не боится" железа - марганца, сильно осложняющего работу систем, основанных на использовании методов окисления. Главное же преимущество ионного обмена то, что из воды могут быть удалены железо и марганец, находящиеся в растворенном состоянии. То есть совсем отпадает необходимость в такой

капризной и "грязной" (из-за необходимости вымывать ржавчину) стадии, как окисление.

Именно применение ионообменных смол представляется наиболее перспективным направлением в деле борьбы с железом и марганцем в воде. Задача заключается в том, чтобы подобрать такую комбинацию ионообменных смол, которая была бы эффективна в достаточно широких пределах параметров качества воды.

1.1.7 Обезжелезивание мембранными методами

Мембранные методы обезжелезивания применяются для удаления растворенного в воде двухвалентного железа, коллоидных частиц гидроксида, коллоидного и бактериального органического железа с помощью фильтрации через мембрану. Но все же мембранные методы дорогие и не рассчитаны конкретно для обезжелезивания. Это происходит в ходе обеззараживания воды (микрофильтрационные мембраны), при интенсивной ее очистке (ультрафильтрационные и нанофильтрационные) или обессоливании (обратный осмос). Вместе с тем, мембраны легко поддаются зарастанию органической пленкой и забиванию поверхности нерастворимыми частицами, среди которых ржавчина, а также втягивают растворенное двухвалентное железо и теряют способность эффективно задерживать другие вещества.

Фирмы-производители обратноосмотических мембран дают гарантию сохранения их технологических свойств в период эксплуатации при содержании общего железа в воде не более 0,1–0,3 мг/л, взвешенных примесей – не более 0,5–0,6 мг/л, перманганатной окисляемости – не более 5 мг O₂/л и коллоидном индексе не более 2–4 единиц (параметры, учитывающие содержание органического железа).

Но использование мембранных методов обосновано там, где просто необходима высокая степень очистки воды, в том числе и от железа, например, в медицинской или пищевой промышленности.

1.1.8 Биологическое обезжелезивание

Этот метод предполагает использование железобактерий, окисляющих двухвалентное растворённое железо до трёхвалентного, в целях очистки воды, с удалением коллоидов и бактериальных плёнок в отстойниках и на фильтрах.

Иногда это оказывается единственным приемлемым способом снизить содержание железа в воде. Особенно, когда концентрация железа в воде большая, свыше 30 мг/л.

Чтобы микроорганизмы нормально существовали, нужно поддерживать кислую среду на низком уровне, и обеспечивать подачу кислорода из воздуха.

Также применяют биологическое обезжелезивание, если в воде много содержание сероводорода и углекислоты. Такая вода подвергается фильтрации через колонии бактерий на медленных фильтрах с песчано-гравийной загрузкой. Потом делают сорбционную очистку для задержания продуктов жизнедеятельности бактерий и ультрафиолетовому обеззараживанию.

Конечно, этот метод экологичен и эффективен, но у него есть большой минус: низкая скорость процесса. Кроме того, чтобы производительность очистки была на хорошем уровне, нужно иметь очистные емкости больших размеров.

1.1.9 Обратный осмос

Метод обратного осмоса используется с 1970-х годов при очистке воды, получении питьевой воды из морской воды, получении особо чистой воды для медицины и промышленности. В настоящее время эта самая популярная технология, используемая для предварительной очистки воды.

Обратный осмос относится к наиболее перспективным и широко применяемым способам очистки воды. Обратноосмотические фильтры эффективно удаляют из воды частицы размером от 0.001 до 0.0001 мкм. В этот диапазон попадают соли жёсткости, сульфаты, нитраты, ионы натрия, малые

молекулы, красители. Мембраны, используемые для обратного осмоса, очень чувствительны к загрязнениям. Для более эффективной и продолжительной работы фильтров с обратноосмотической мембраной перед системой устанавливается предварительная фильтрация, задерживающая более крупные частицы.

В системах очистки воды обычно используются синтетические полупроницаемые мембраны. Мембрана задерживает высокомолекулярные загрязнители, но пропускает низкомолекулярные вещества, а также растворённые газы, такие как кислород, углекислый газ и пр.

Обратный осмос — прохождение воды или других растворителей через полупроницаемую мембрану из более концентрированного в менее концентрированный раствор в результате воздействия давления, превышающего разницу осмотических давлений обоих растворов.

При этом мембрана пропускает растворитель, но не пропускает некоторые растворённые в нём вещества. Предельно малый размер пор и особое физико-химическое строение мембраны позволяют проникать сквозь нее только молекулам воды. Для остальных же примесей мембрана представляет непреодолимую преграду.

1.1.10 Ультрафильтрация

В отличие от технологии обратного осмоса, этот метод осветляет и обеззараживает воду, не меняя солевой состав без применения химреагентов. В промышленных условиях, УФ-система работает при «тупиковой фильтрации», то есть в режиме не сбрасывая концентрат, что происходит за счет чередования фильтрации и обратной промывки мембраны. Часть очищенной воды идет в обратном направлении для удаления накопившихся загрязнений. Добавив специальный раствор в промывную воду, который состоит из моющих реагентов, улучшается очистка воды. Такая вода для промывки, которая стала концентратом, в среднем составляет 10-20 % из всего потока воды. По

необходимости усиленная промывка мембран циркулирующим моющими растворами резко увеличивает их ресурс. Преимущество этого метода в том, что он может применяться для получения качественной питьевой воды прямо из источника с поверхностными водами, так как УФ-мембрана – это идеальный барьер для большинства вирусов и бактерий. Эта особенность ультрафильтрации воды освобождает воду от необходимости в первичном хлорирования, так как обеззараживание воды проходит непосредственно перед подачей ее потребителю.

1.1.11 Наночильтрация

Так же как и при обратном осмосе, механизмом переноса при наночильтрации является диффузия. Наночильтрационные мембраны схожи по химии поверхностных свойств с обратноосмотическими, но допускают диффузию воды и некоторых ионов, в основном, одновалентных (например, натрия и хлора). Более крупные ионы, включая двух- и многовалентные, и более сложные молекулы задерживаются. Поскольку одновалентные ионы диффундируют через наночильтрационные мембрану вместе с водой, перепад осмотического давления на мембране меньше, чем при обратном осмосе, и именно поэтому наночильтрация обычно проводится под меньшим давлением.

Перечисленные методы обеспечивают гораздо более высокую степень очистки и не требуют построения дополнительных сооружений, в отличие от традиционных методов фильтрации. Но данные виды фильтрации очень дорогостоящие.

1.1.12 Проектирование водопроводной сети

Для транспортирования воды от источников к объектам водоснабжения служат водопроводы. Их выполняют из двух или более трубопроводов, укладываемых параллельно друг другу. Для подачи воды непосредственно к

местам ее потребления (жилые здания, цеха промышленных предприятий) служит водопроводная сеть. При трассировке линий водопроводной сети необходимо учитывать планировку объекта водоснабжения, размещение отдельных потребителей воды, рельеф местности. В хозяйственно-питьевых и производственных водопроводах, как правило, принимают кольцевые сети, вследствие их способности обеспечивать бесперебойную подачу воды. Насосные станции второго подъема служат для подачи воды с очистных сооружений потребителям. Режим работы насосной станции второго подъема зависит от графика водоснабжения. Подача воды в течение суток может быть равномерной и ступенчатой. При ступенчатой подаче уменьшается необходимый объем бака водонапорной башни и полный напор насосов. Насосной станции целесообразно устанавливать однотипные насосы с одинаковой подачей. Режим работы насосной станции выбирают на основе анализа графиков водопотребления и совместной работы насосов, водопроводов и водопроводной сети. Полного соответствия водопотребления и подачи воды насосной станцией добиться невозможно. Для регулирования подачи воды и потребления служат водонапорные башни. Регулирующий объем бака водонапорной башни сложно определить по совмещенным ступенчатым или интегральным графикам подачи и потребления воды.

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

1.1.13 Определение расчетных расходов воды

Водопотребители расходуют воду в течении суток неравномерно со значительными колебаниями в различные часы. Чтобы обеспечить требуемую пропускную способность распределительной сети труб и других сооружений системы водоснабжения необходимо знать максимальный требуемый расход.

Для его определения необходимо просуммировать часовые расходы воды каждым потребителем и составить график водопотребления в течение суток.

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

$$Q_{\text{сут}}^{\text{ср}} = \frac{\sum(q_{\text{ж}} \cdot N_{\text{ж}})}{1000} \quad (1)$$

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

N – расчетное число жителей в населенном пункте, чел.

$$Q_{\text{ср.сут(к)}} = \frac{230 \cdot 3228}{1000} = 742,44 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$Q_{\text{ср.сут(у)}} = \frac{160 \cdot 14706}{1000} = 2352 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$Q_{\text{ср.сут}} = 742,44 + 2352,96 = 3095,4.$$

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

$$Q_{\text{сут макс}} = k_{\text{сут макс}} \cdot Q_{\text{сут}}^{\text{ср}} \quad (2)$$

$$Q_{\text{сут мин}} = k_{\text{сут мин}} \cdot Q_{\text{сут}}^{\text{ср}} \quad (3)$$

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

Если в населенном пункте имеются зоны с различным санитарно-техническим оборудованием зданий, то среднесуточный расход на хозяйственно-питьевые нужды населения определяем по суточному расходу воды для каждой зоны, а затем находим их сумму.

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

$$K_{ч.макс} = \alpha_{макс} \cdot \beta_{макс} = 1,2 \cdot 1,2 = 1,44. \quad (4)$$

$$K_{ч.мин} = \alpha_{мин} \cdot \beta_{мин} = 0,4 \cdot 0,5 = 0,2. \quad (5)$$

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

β – коэффициент, принимаемый по таблице [1], учитывающий $\beta_{макс} = 1,3$; $\beta_{мин} = 0,7$

$$Q_{сут\ макс} = 1,44 \cdot 3095,4 = 4457,3 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

$$Q_{сут\ мин} = 0,2 \cdot 3095,4 = 619,08 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

Максимальные и минимальные часовые расходы воды населением из водопроводной сети, $\text{м}^3 / \text{ч}$, определяются по формулам:

$$q_{ч.макс} = \frac{k_{ч.макс} \cdot Q_{сут.макс}}{24} = \frac{1,44 \cdot 4457,3}{24} = 267,4 \text{ м}^3 / \text{ч.} \quad (6)$$

$$q_{ч.мин} = \frac{k_{ч.мин} \cdot Q_{сут.мин}}{24} = \frac{0,2 \cdot 619,08}{24} = 5,15 \text{ м}^3 / \text{ч.} \quad (7)$$

Для поливочных расходов по СП 31.13330.2012 принимаем 50 л/сут на одного человека (квартиры) и 90 л/сут на одного человека (усадыбы):

$$Q_{полив(к)} = \frac{50 \cdot 3228}{1000} = 161,4 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

$$Q_{полив(д)} = \frac{90 \cdot 14704}{1000} = 1323,5 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

$$Q_{полив} = 161,4 + 1323,5 = 1484,9 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

Расходы воды на нужды местной промышленности принимаем как 10 % от максимального суточного расхода на хозяйственно-питьевые нужды:

$$Q_{\text{м.п.}} = (10 \% \cdot Q_{\text{сут.маx}}/100)/24 = 4457,3 \cdot 0,1 = 445,73 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (8)$$

На собственные нужды:

$$Q_{\text{с.н.}} = (10 \% \cdot Q_{\text{сут.маx}}/100)/24 = 445,73 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (9)$$

Расход на пожаротушение:

$$Q_{\text{пож}} = (3,6 \cdot n \cdot q) \cdot 3 = 432 \text{ м}^3/\text{за 3 часа.} \quad (10)$$

$$Q_{\text{общ}} = = 3095,4 + 1484,9 + 432 + 445,73 + 445,73 = 5903,76 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (11)$$

2 Расчет скважины

2.1 Тип водозаборного сооружения

Подземные воды добывают специальными устройствами – водозаборами различных типов с учетом условий залегания подземных вод, их формирования и обеспечения потребного расхода в течение расчетного срока, а в ряде случаев и в перспективе.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение имеет приоритет перед другими потребителями подземных вод.

Это связано с высоким качеством пресных подземных вод и их лучшей защищенностью от загрязнения.

Устройство водозаборных узлов и состав их сооружений определяется условиями залегания, мощностью, водообильностью, глубиной и геологическим строением водоносных горизонтов, гидравлическими характеристиками подземного потока (напором, скоростью и направлением движения, связью с другими водоносными массивами, пластами и поверхностными водами), санитарным состоянием территории, намеченной производительностью и технико-экономическими показателями.

Приток воды к скважине (дебит), м³/сут, определяется по формуле:

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot k_{\phi} \cdot m \cdot S}{\lg \frac{R}{r}} = \frac{2,75 \cdot 15 \cdot 25 \cdot 2,5}{\lg \frac{150}{0,65}} = \frac{2578,12}{5,44} = 1084,4 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (12)$$

где k_{ϕ} – коэффициент фильтрации, м/сут, водоносного пласта

m – мощность водоносного пласта, м;

S – понижение уровня воды в скважине при откачке, м;

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

S принимается в размере 10-15 % от m .

Диаметр фильтра, м, определяют по формуле:

$$D_{\phi} = \frac{Q_{max}}{m \cdot l_{\phi} \cdot V_{\phi}} = \frac{4457,3}{3,14 \cdot 15 \cdot 160,3} = \frac{4457,3}{7550,13} = 0,6. \quad (13)$$

где Q_{max} – подача насоса м³/сут ;

l_{ϕ} – длина рабочей водоприемной части фильтра, м, принимается в пластах с мощностью менее 10 м- на 1-2 м меньше мощности пласта, в пластах с мощностью более 10 м- определяется по формуле:

$$l_{\phi} = (0,5-0,8) \cdot m = 0,6 \cdot 25 = 15 \text{ м}. \quad (14)$$

где V_{ϕ} - скорость фильтрации, м³/сут. Для дырчатых, щелевых проволочных и сетчатых фильтров V_{ϕ} определяется по формуле:

$$V_{\phi} = 65 \sqrt[3]{k_{\phi}} = 65 \sqrt[3]{15} = 160,3 \text{ м}^3/\text{сут}. \quad (15)$$

Для решения вопроса о том, обеспечивает ли скважина потребность в воде, необходимо сравнить дебит скважины с подачей насоса.

После расчета скважины необходимо выполнить схему конструктивных размеров элементов водозаборной скважины.

Диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб определяется по формуле:

$$D_{\text{э}} = D_{\phi} + 50 \text{ мм} = 0,65 \text{ м} \quad (16)$$

Внутренний диаметр направляющей трубы равен :

$$D_{\text{н}} = D_{\text{э}} + 100 \text{ мм} = 0,75 \text{ м} \quad (17)$$

В таблице 1 представлены типы фильтров и область их применения.

Таблица 1- Тип фильтра в области его применения.

Тип фильтра	Материалы для изготовления	Особенности конструкции	Область применения
С ребристой водоприемной поверхностью	Фильтровые элементы колец или сегментов из пластмасс. Стержни $\varnothing 10$ мм из стеклопластика	Скважность каркаса до 20...25%. Ребристость в большинстве случаев продольная. Шаг ребер подбирается в зависимости от состава каптируемых пород.	Крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые пески. Подземные воды характеризуются коррозионными свойствами.

2.2 Гидрологический расчет скважин

Гидрогеологические расчеты водозаборных сооружений производят на основании законов движения подземных вод с учетом гидравлических условий состояния подземного потока (напорный и безнапорный), при той или иной степени схематизации гидрогеологической обстановки. Обычно для расчетов выделяют три основные схемы водоносных пластов: неограниченные по площади распространения, изолированные и слоистые горизонты, к которым относятся артезианские бассейны; полуограниченные пласты, полосы, долины рек; ограниченные по площади распространения пласты. Кроме того, учитывают также расположение водоприемной части скважины в пласте, намеченном к эксплуатации: водоприемная часть вскрывает пласт на полную мощность (совершенная скважина) или не на полную (несовершенная скважина).

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

$$Q_c = -2\pi r m k \frac{dh}{dr} \quad (18)$$

где i_r – гидравлический градиент потока на расстоянии r от оси скважины,

$$i_r = -\frac{dh}{dr}.$$

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

$$Q_c = \frac{2\pi kms}{\ln \frac{R}{r_c}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 25 \cdot 2,5}{\ln \frac{150}{0,65}} = 2495 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (19)$$

А так же уравнение кривой напоров (напорной линии):

$$h_r = H_0 - \frac{Q_c}{2\pi km} \ln \frac{R}{r} = 150,8 - \frac{2495}{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 25} \ln \frac{150}{0,65} = 148,3 \text{ м.} \quad (20)$$

Определяем количество скважин:

$$n = \frac{Q_{\text{общ}}}{Q_c} = \frac{5903,73}{2287,7} = 2,5 = 3 \text{ скважины} + 1 \text{ резервная}$$

2.3 Групповые водозаборы

Для забора из подземных источников большого объема воды применяют групповые водозаборы из нескольких скважин.

Когда скважины таких водозаборов забирают воду одновременно из одного и того же водоносного пласта и расположены друг от друга на расстоянии, меньшем суммы их радиусов влияния, производительность каждой из них снижается.

Если расстояние между ними превышает сумму их радиусов влияния, они рассчитываются как независимые одиночные скважины.

Величина изменения расходов или динамических уровней при взаимном влиянии работающих скважин зависит от многих причин, в том числе от количества забираемой воды, расстояния между скважинами, мощности, водообильности и условий питания водоносного пласта, взаимного расположения скважин и местности и т.п.

Степень взаимного влияния обычно учитывают коэффициентом влияния:

$$\beta = \frac{Q_c}{s} = \frac{1084,4}{2,5} = 433,76 \quad (21)$$

где - дебит скважины при отсутствии взаимодействия.

Поскольку расходы напорных скважин пропорциональны изменению s , то с учетом срезки будем иметь:

$$Q'_1 = \frac{Q_1}{s_1}(s_1 - t_{1,2}) = Q_1 \left(1 - \frac{t_{1,2}}{s_1}\right) = 1084,4 \left(1 - \frac{1,07}{2,5}\right) = 620 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (22)$$

$$Q'_2 = \frac{Q_2}{s_2}(s_2 - t_{2,1}) = Q_2 \left(1 - \frac{t_{2,1}}{s_2}\right) = 1084,4 \left(1 - \frac{1,07}{2,5}\right) = 620 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (23)$$

В общем случае при действии целой группы n скважин истинная срезка и расход i -й скважины будут выражаться в виде:

$$Q'_i = Q_i \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^n t_{ij}}{s_i}\right) = \beta_i \cdot Q_i = 433,76 \cdot 1084,4 = 470369 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (24)$$

где t_{ij} - срезка в i -й скважине от воздействия j -й скважины, находящейся от нее на расстоянии.

Величина этой срезки при производительности Q_i воздействующей скважины с радиусом влияния R_i будет:

$$t_{ij} = \frac{Q_j(R_j/\rho_{ij})}{2\pi km} = \frac{1084,4 \ln(150/0,65)}{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 25} = 1,08. \quad (25)$$

Приток воды в скважине групповых водозаборов в напорных и безнапорных пластах обычно рассчитывают по формулам:

$$Q = \frac{2\pi kms}{\Phi_c + \zeta_1 + \zeta_2} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 25 \cdot 2,5}{7,52 + 2,75 + 2,75} = 454,28 \text{ м}^3/\text{сут}. \quad (26)$$

$$Q_c = \frac{2\pi km(H_0 - s)s}{\Phi_c + \zeta_1 + \zeta_2} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 25 (2 \cdot 37 - 2,5) 2,5}{7,52 + 2,75 + 2,75} = 16165,75 \text{ м}^3/\text{сут}. \quad (27)$$

где Φ_c – безразмерное фильтрационное сопротивление скважины, зависящее от особенностей водоносного пласта, характера расположения в ней скважин и продолжительности эксплуатации водозабора.

Для линейного ряда скважин радиусом r_c , расположенных в неограниченном пласте на расстоянии l_c друг от друга перпендикулярно основному направлению потока:

$$\Phi_c = \ln \frac{l_c}{2\pi r_c} + \frac{\pi R}{l_c} = \ln \frac{200}{4,08} + \frac{3,14 \cdot 150}{200} = 6,24 \quad (28)$$

График водопотребления в населенном пункте по часам суток представлен в таблице 2

Таблица 2 - Водопотребления по часам суток.

Часы суток	Хозяйственно- питьевые нужды населения		Поливка улиц зеленых насаждений	$Q_{мп}$	$Q_{пп}$	Всего	%
	$K=1,8 \%$	$Q_{пит},$ $\text{м}^3/\text{ч}$					

Продолжение таблицы 2

0-1	2,5	111,4	247,5	18,57	18,57	396,04	5,99
1-2	2,65	118,1	247,5	18,57	18,57	402,74	6,09
2-3	2,2	98,06	247,5	18,57	18,57	382,7	5,79
3-4	2,25	100,28		18,57	18,57	137,42	2,07
4-5	3,2	142,6		18,57	18,57	179,74	2,71
5-6	3,9	173,8		18,57	18,57	210,94	3,19
6-7	4,5	200,57		18,57	18,57	237,71	3,59
7-8	5,1	227,3		18,57	18,57	264,44	4,00
8-9	5,35	238,4		18,57	18,57	275,54	4,17
9-10	5,85	260,7		18,57	18,57	297,84	4,5
10-11	5,35	238,4		18,57	18,57	275,54	4,17
11-12	5,25	234		18,57	18,57	271,14	4,10
12-13	4,6	205,03		18,57	18,57	242,17	3,66
13-14	4,4	196,12		18,57	18,57	233,26	3,53
14-15	4,6	205,03		18,57	18,57	242,17	3,66
15-16	4,6	205,03		18,57	18,57	242,17	3,66
16-17	4,9	218,4		18,57	18,57	255,54	3,86
17-18	4,8	213,9		18,57	18,57	251,04	3,8
18-19	4,7	209,49		18,57	18,57	246,63	3,73
19-20	4,5	200,6		18,57	18,57	237,74	3,6
21-22	4,2	187,2	247,5	18,57	18,57	471,84	7,14
22-23	3,7	164,9	247,5	18,57	18,57	449,54	6,8
23-24	2,7	120,34	247,5	18,57	18,57	404,98	6,12
Всего:	100	4269,9	1484,9	445,73	445,73	6608,87	100,00

3 Подбор работы насосов

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

Количество насосов и время их работы определяется согласно [1] в зависимости от $Q_{\max}^{\text{сут}}$. Так как $Q_{\max}^{\text{сут}} = 4457,3 \text{ м}^3/\text{сут}$ до 20 тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$, то принимаем 1 насос, с временем работы каждого $t_1 = 22 \text{ ч}$, $t_2 = 0 \text{ ч}$, $t_3 = 0 \text{ ч}$.

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

$$Q_I = \frac{100}{\alpha_1 \cdot t_1 + \alpha_2 \cdot t_2 + \alpha_3 \cdot t_3} \quad (29)$$

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

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

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

$$Q_I = \frac{100}{\alpha_1 \cdot t_1 + \alpha_2 \cdot t_2 + \alpha_3 \cdot t_3} = \frac{100}{(1 \cdot 22 + 0,8 \cdot 0 + 0,6 \cdot 0)} = 4,54 \%,$$

Полный объем резервуаров чистой воды, $W_{\text{РЧВ}}$, м^3 , определяется по формуле:

$$W_{\text{РЧВ}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{соб.н}} + W_{\text{пож}} \quad (30)$$

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

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

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

Объем регулирующей емкости резервуара составляет 4,37 % суточного расхода воды:

$$W_{\text{рег}} = \frac{4,37 \cdot Q_{\text{общ}}}{100} = \frac{4,37 \cdot 5903,76}{100} = 257,9 \text{ м}^3 \quad (31)$$

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

$$W_{\text{пож}} = T_{\text{пож}} \cdot 3,6(n_{\text{н.п}} \cdot q_{\text{н.п}} + n_{\text{п.пр}} + q_{\text{п.пр}}) = 3 \cdot 3,6(1 + 15 + 1 \cdot 15) = 324 \text{ м}^3 \quad (32)$$

где n - расчетное количество пожаров соответственно в населенном пункте и на промышленном предприятии, принимаются по СП 31.13330.2012;

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

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

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

$$W_{\text{соб.н}} = 0,08 \cdot Q_{\text{сут.мах}} = 0,08 \cdot 4457,3 = 356,58 \text{ м}^3. \quad (33)$$

Полный объем резервуаров чистой воды:

$$W_{\text{рчв}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{пож}} + W_{\text{соб.н}} \quad (34)$$

$$W_{\text{рчв}} = 257,9 + 324 + 356,58 = 938,48 \text{ м}^3.$$

Принимаю.

4 Расчет и проектирование насосных станций

4.1 Насосное оборудование

Для подъема воды из водозаборных скважин, как правило, принимаются погружные насосы. Работу насосов следует принимать в повторно-кратковременном режиме совместно с регулирующей емкостью. Производительность насосов при этом должна составлять не менее максимального часового расхода воды, для которого проектируется автономная система водоснабжения. Полный напор насосной установки H_p , м определяют по формуле:

$$H_p = H_{geom} + \sum H_{totl} + H_f \quad (35)$$

где H_{geom} - геометрическая высота подъема воды от динамического уровня воды в водозаборном сооружении до расчетной точки (наиболее высоко расположенного прибора), м, принимаем как от отметки динамического уровня отнимаем отметку статического уровня и отметку верхнего водоупора, т.е.

$$H_{geom} = Z_{дин} - (Z_{ст} - Z_{верх.в/у}), \text{ м} \quad (36)$$

$$H_{geom} = 150,8 - (124,6 - 41,3) = 67,5 \text{ м};$$

$\sum H_{totl}$ - потери напора при движении воды до расчетной точки, м, находим как к отметки поверхности земли прибавляем высоту отмотки без глиняного замка и отнимаем геометрическую высоту подъема воды, т.е.

$$\sum H_{totl} = Z_{земли} + 0,5 - H_{geom}, \text{ м} \quad (37)$$

$$\sum H_{totl} = 193 + 0,5 - 67,5 = 125,9 \text{ м}.$$

H_f - необходимый свободный напор в расчетной точке, м, принимаем 4м для скважин глубиной заложения до 105м.

$$H_p = 67,5 + 125,9 + 6 = 121,5 \text{ м.}$$

В качестве скважинного электронасосного агрегата для воды принимаем насос ЭЦВ10-120-100 компании АО «Ливнынасос». Насос предназначен для для подъема воды с общей минерализацией (сухой остаток) не более 1500 мг/л, с водородным показателем (рН) от 6,5 до 9,5, температурой до 25°C, массовой долей твердых механических примесей – не более 0,01 % с размером 0,1 мм, с содержанием хлоридов - не более 350 мг/л, сульфатов - не более 500 мг/л, сероводорода - не более 1,5 мг/л. Основные технические характеристики представлены в таблице 3, а конструкция насоса рисунок 1

Таблица 3 - Технические характеристики агрегата эцв10-120-100

Номинальные параметры электронасоса					Габаритные размеры, мм		Масса, кг	Диаметр скважины, мм
Подача, м ³ /ч	Напор Н, м	Ток I, А	КПД %	Мощность двигателя, кВт	D	L		
120	100	95	86	45	235	1670	227	250

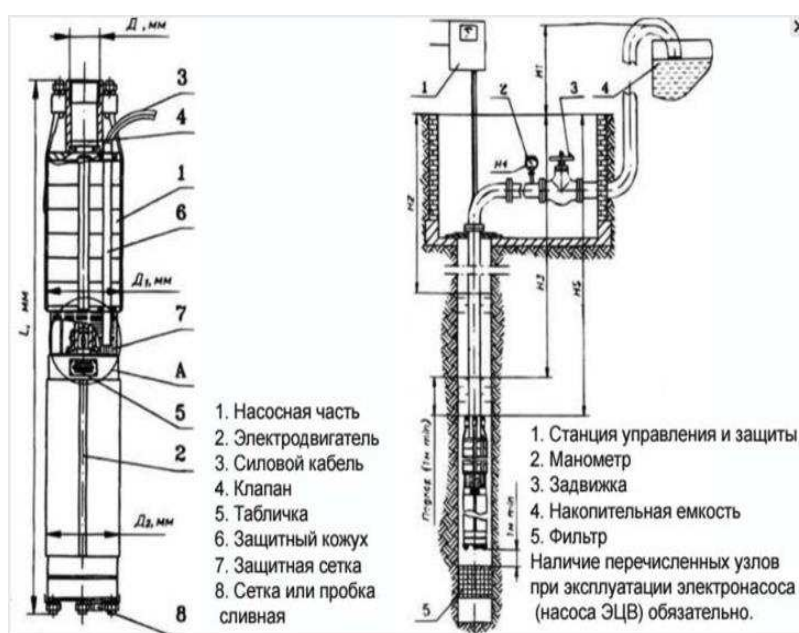


Рисунок 1 - Конструкция погружных насосов типа ЭЦВ

4.2 Расчет регулирующей емкости

Регулирующий объем емкости W , определяется по формуле:

$$W = \frac{q_{hr}}{4n} \quad (38)$$

где q_{hr} - производительность насоса, м³/ч;

n - допустимое число включений насоса в час, принимаемое для установок с безнапорными баками- до 4.

$$W = \frac{120}{4 \cdot 4} = 7,5 \text{ м}^3.$$

Полную вместимость емкостей V , м³, определяем по формуле для безнапорного бака:

$$V = B \cdot W \quad (39)$$

где B - коэффициент запаса вместимости бака, принимаемый 1,2 – 1,3.

$$V = 1,2 \cdot 7,5 = 9 \text{ м}^3.$$

4.3 Насосная станция II подъема

Насосная станция второго подъема предназначена для подачи воды водопроводную сеть поселения или промышленного предприятия. Она обеспечивает подачу чистой или технической воды.

Главное отличие станции второго подъема от первого состоит в изменении производительности на протяжении суток.

Насосное оборудование подбирается таким образом, чтобы обеспечить подачу в необходимом объеме в часы пик.

Напор насосов станции II подъема определяют после расчета сети. Напор на станции должен быть достаточным для обеспечения требуемого свободного

напора в сети населенного пункта с учетом потерь напора в сети и рельефа местности.

4.4 Определение уровней воды в РЧВ

Для хранения рассчитанного объема воды принимаю прямоугольные железобетонные резервуары. Полный объем РЧВ составляет $W_p = 313,89 \text{ м}^3$.

Число резервуаров N_p выбираются в зависимости от величины аккумулированного объема и в количестве не менее двух. Принимаю 2 РЧВ, объемом $W_p = 518,4 \text{ м}^3$ каждый. Размеры резервуара определяют исходя из размеров сборных унифицированных конструкций заводского изготовления.

Принимаем резервуар длиной $L=12 \text{ м}$, шириной $B=9 \text{ м}$ и высотой $H=4,8 \text{ м}$.

Максимальная высота слоя воды в резервуаре и слоя противопожарного запаса воды составит:

$$h_{\max} = \frac{W}{N \cdot F_p} = \frac{518,4}{2 \cdot 108} = 2,4 \text{ м} \quad (40)$$

$$h_{\Pi} = \frac{W_{\Pi}}{N \cdot F_p} = \frac{324}{2 \cdot 108} = 1,5 \text{ м} \quad (41)$$

где W_{Π} - неприкосновенный противопожарный объем, м^3 ;

W -полный объем РЧВ, м^3 ;

N -количество резервуаров;

F_p -площадь одного РЧВ.

Заглубление резервуара задается из условий минимальной выемки грунта котлована под сооружение, равное половине высоты H_p .

По вычисленному значению высоты определяется отметка слоя пожарного запаса воды в резервуаре:

$$Z_{\Pi} = Z_{\text{д}} - h_{\Pi} = 193 - 1,5 = 191,5 \text{ м}. \quad (42)$$

Максимальный уровень воды в резервуаре:

$$Z_{p.\max} = Z_D - h_{\max} = 193 - 2,4 = 190,6 \text{ м.} \quad (43)$$

4.5 Расчет диаметров всасывающих и напорных трубопроводов

Диаметр всасывающих и напорных труб определяют по расчетному расходу при нормальном режиме работы водозабора и скорости движения воды в трубах:

$$D = \sqrt{\frac{Q_1}{0,785 \cdot V_T}} = 1,13 \cdot \sqrt{Q_1/V_T}, \quad (44)$$

где Q_1 – расчетный расход одной секции;

V_T – допустимая расчетная скорость в трубопроводе, для трубопроводов насосных станций $V_T^{bc} = 1,0$ м/с и $V_T^{нап} = 2,0$ м/с.

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

Диаметр всасывающих трубопроводов насосной станции:

$$D = \sqrt{\frac{0,012}{0,785 \cdot 1,0}} = 1,13 \cdot \sqrt{0,012/1,0}$$

$$D = 0,12 \approx 0,118 \text{ м} \rightarrow D = 140 \text{ мм.}$$

Диаметр напорного трубопровода определяется по 100 % расчетному расходу при нормальном режиме работы водозабора и скорости движения воды в трубах.

Диаметр напорных трубопроводов насосной станции:

$$D = \sqrt{\frac{0,012}{0,785 \cdot 2,0}} = 1,13 \cdot \sqrt{0,012/2,0}$$

$$D = 0,087 = 0,087 \text{ м} \rightarrow D = 110 \text{ мм}$$

4.6 Определение требуемого напора насосов

Высота подъема насосов определяется по формуле:

$$H_H = H_\Gamma + h_{w.вс.л} + h_{w.н.л} \quad (45)$$

где $h_{w.вс.л}$ – потери напора во всасывающем трубопроводе, м;

$h_{w.н.л}$ – потери напора в напорных коммуникациях и в водоводе от НС.

$$h_{w.н.л} = S_{o.вс} \cdot L_{вс} \cdot Q_{вс}^2 + h_{к.вс}, \text{ м} \quad (46)$$

где $S_{o.вс}$ – удельное сопротивление труб, принимаются по таблицам Ф.А. Шевелева;

$L_{вс}$ – длина всасывающего трубопровода, м, его значение принимаются по генплану;

$Q_{вс}$ – расчетные расходы всасывающих линий, м³/с;

$h_{к.вс}$ – потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, на всасывающей линии, м; принимаются равными $h_{к.вс} = 1,5$ м.

$$h_{w.н.л} = 8,761 \cdot 10^{-7} \cdot 500 \cdot 113,34^2 + 1,5 = 7,1 \text{ м},$$

$$h_{w.н.л} = h_{w.y.} + h_{к.н.} \quad (47)$$

где $h_{к.н.}$ – потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, на напорной линии, м; принимаются равными $h_{к.н.} = 2,0$ м;

$h_{w.y.}$ – потери напора на участках до диктующей точки, м:

$$h_{w.y.} = 7,96 + 19,53 + 13,48 = 40,97 \text{ м},$$

$$h_{w.н.л} = 40,97 + 2 = 42,97 \text{ м}.$$

Геометрическая высота подъема воды, м, определяется по формуле:

$$H_{\Gamma} = H_Z, \text{ м} \quad (48)$$

где H_Z – разность отметок поверхности земли у диктующей точки $Z_{\Pi \text{ рчв}}$:

$$H_Z = Z_{\text{д.м.}} - Z_{\Pi} = 199 - 191,5 = 7,5 \text{ м} \quad (49)$$

$$H_H = 7,5 + 7,1 + 42,97 = 57,57 \text{ м.}$$

Полная высота подъема насосов определяется по формуле:

$$H_n = H_H + H_{\text{св}}, \text{ м} \quad (50)$$

где $H_{\text{св}}$ – требуемый свободный напор над поверхностью земли в диктующей точке, определяется по формуле:

$$H_{\text{св}} = 4 \cdot (n - 1) + 10 = 4 \cdot (3 - 1) = 18 \text{ м.} \quad (51)$$

Полная высота подъема насосов:

$$H_n = 57,57 + 18 = 75,57 \text{ м.}$$

4.7 Подбор насосов

Насосы в насосной станции II подъема, как правило, работают совместно, в параллельном режиме подачи воды в водопровод, т.е. несколько насосов подают воду в одну систему. Подбор марки насосов производится по требуемой подаче $Q_H = 42,67 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напору $H_n = 75,57 \text{ м}$. По сводному графику рабочих зон насосов предварительно намечается марка насосов. Окончательный выбор производится по рабочим характеристикам насосов:

Принимаем 3 рабочих насоса, 1 резервный марки.

5 Современные локальные установки водоподготовки для индивидуальных жилых строений и малоэтажных поселков

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

Рефайнеры -это комплексные специализированные автоматические системы умягчения и очистки воды, содержащей высокие концентрации хлора и солей жесткости. Снижение содержание этих веществ обеспечивается с помощью современных наполнителей, не требующих применения агрессивных химических реагентов. Рассмотрим несколько вариантов. Рефайнер системы ATOLL EXCELLENCE B-35 показан на рисунке 2.



Рисунок 2 - Рефайнер системы ATOLL EXCELLENCE B-35

Система Atoll excellence В-35 является экономичной, бытовой автоматической системой умягчения воды, которая содержит высокий уровень концентрации солей жесткости. Производительность 2,2 м³/ч при высоте всего 105 см. Очистка воды-полностью автоматизированна. В рабочем режиме холодная вода из магистрали поступает в систему умягчения, проходит через слой загрузки , в котором удаляются соли жесткости, железо и марганец.

После очистки некоторого объема воды рабочая способность наполнителя истощается. Для того чтобы его восстановить необходимо провести регенерацию солевым раствором. Задаём периодичность регенерации по расходу воды, при помощи электронного управляющего клапана .

И применяется схема регенерации обратным потоком, что позволяет снизить расход воды и таблетированной соли (реагент для восстановления работоспособности наполнителя).Когда система работает в режиме регенерации, соляной раствор проходит через смолу снизу вверх, то есть в направлении, обратном рабочему процессу фильтрации, начиная восстановление свойств смолы с наименее загрязненных слоев.

Также используется процесс пропорционального дозирования реагента (только столько, сколько нужно). Благодаря этому процесс регенерации становится более эффективным, занимает меньше времени, требует меньших затрат электроэнергии, реагента и воды.

Расширение фильтрующего материала происходит в процессе обратной промывки, в результате чего происходит эффективная очистка от загрязняющих веществ.

Tapworks TMT 35 ED-профессиональный фильтр для комплексной очистки воды хозяйственно-бытового назначения с повышенным содержанием солей жесткости, железа, марганца, аммония, органических соединений.

Фильтрующий материал Esomix- уникальный запатентованный фильтрующий материал — очищает воду от пяти основных загрязнений всего лишь за 1 стадию в 1 фильтре. Рейфайнер Tapworks TMT 35 ED показан на рисунке 3



Рисунок 3- Рефайнер Tapworks TMT 35 ED

Рефайнер системы EcoWater благодаря современным технологиям водоочистки практически полностью избавляют воду от различных примесей. Фильтрация воды с помощью рефайнеров EcoWater абсолютно безопасна, так как технология очистки воды с их помощью не предусматривает необходимости использования агрессивных химических реагентов.

Высокая эффективность рефайнеров EcoWater объясняется использованием наполнителя с уникальными свойствами. В качестве рабочего материала в рефайнерах EcoWater применяется ионообменная смола. Благодаря небольшим размерам крупинок наполнителя, обмен катионами в рефайнерах EcoWater проходит в несколько раз быстрее, чем в фильтрах, работающих с другими смолами.

Именно благодаря использованию таких загрузок могут очищать воду и от умеренного количества растворенного железа, бария и свинца. Загрузка в этих системах на 20 % состоит из активированного коксового угля, потому рефайнеры EcoWater способны избавить воду от неприятного запаха и привкуса. Регенерация рабочего материала в рефайнерах проходит по уникальной схеме, запатентованной компанией EcoWater.

Благодаря тому, что поток соляного раствора, применяемого для восстановления смолы, проходит в направлении, обратном стандартному ходу воды, рефайнеры завершают цикл регенерации намного быстрее и эффективнее других водоочистителей. Рефайнер EcoWater показан на рисунке 4



Рисунок 4- Рефайнер EcoWater

В таблице 4 представлены сравнения рефайнеров трех видов.

Таблица 4- Сравнительная таблица технических характеристик

Параметры	Atoll excellence	Tapworks	EcoWater
Жесткость воды макс. (мг-экв/л)	14	10	18
Раб.поток макс. (м3/час) / падение давления (бар)	1,5/0,8	1,5/0,8	1,8/0,8
Емкость макс. (мг/экв)	19900	18600	37200
Рабочее давление (бар)	1,4/8,6	1,4/8,6	1,4-8,7
Рабочая температура (°C)	4-49	4-49	1-37
Емкость солевого танка (кг)	90	...	110
Расход воды (л) / время (мин) на рег-цию	125	200	170/90
Расход воды (л) / время (мин) на рег-цию	5	...	3,6

Расчет количества рефайнера:

$$N_p = \frac{Q_{\text{общ}}}{Q_p} \quad (52)$$

где $Q_{\text{общ}}$ –общий расход,

Q_p –расход рефайнера.

$$N_p = \frac{6608,87}{43,2} = 153$$

Эффективность очистки рефайнера приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Расчет эффективности рефайнера

Исходная концентрация(мг-экв/л)	Исходная концентрация(мг-экв/л)	Эффект. Очистки, Э %
18	0,36	98 %
12	0,24	98 %

5.1 Расчет напорного фильтра

Определение площади фильтра. Площадь напорного фильтра определяют по формуле:

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T \cdot v_{p,m} - 3,6 \cdot n (w_1 \cdot t_1 + w_2 \cdot t_2 + w_3 \cdot t_3) - n \cdot t_4 \cdot v_{p,n}} \quad (53)$$

где $Q_{\text{сут}}$ –производительность фильтра (полезная) в м³/сут;

T – продолжительность работы станции в течении суток в ч;

$v_{p,m}$ –расчетная скорость фильтрования в м/ч;

n –число промывок фильтров за сутки;

w_1 и t_1 –интенсивность в л/секм² и продолжительность в ч первоначального взрыхления фильтрующей загрузки; w_2 и t_2 – интенсивность подачи воды в л/сек м² и продолжительность в ч воздушной промывки;

w_3 и t_3 – интенсивность в л/сек m^2 и продолжительность отмывки в ч; t_4 – продолжительность простоя фильтра из-за промывки в ч.

При заданной полезной производительности установки с напорными фильтрами $Q_{сут} = 5903,76 \text{ м}^3/\text{сутки}$, или $Q_{час} = 245,99 \text{ м}^3/\text{час}$:

$$F = \frac{5903,76}{24 \cdot 10 - 3,6 \cdot 2(8 \cdot 0,017 + 4 \cdot 0,083 + 8 \cdot 0,034) - 2 \cdot 0,34 \cdot 10} = 25,9 \text{ м}^2.$$

Количество напорных фильтров при площади одного фильтра $f = 7,1$ должно быть:

$$N = \frac{F}{f} \tag{54}$$

$$N = \frac{25,9}{7,1} = 3,6.$$

Принимаем 4 рабочих фильтра и один резервный (если количество рабочих фильтров больше 10, то должно быть 2 резервных фильтра).

Первый этап очистки заключается в фильтровании через окислительную загрузку бирм с расчетной эффективностью 60 %.

После данной префильтрованной установки вода поступает на блок рефайнеров в количестве 48 штук.

5.2 Расчет и внедрение УФ-установки для обеззараживания воды

Наиболее распространенным способом обеззараживания воды в настоящее время является хлорирование. Однако, этот способ не свободен от ряда недостатков.

Токсичность хлора требует особых мер предосторожности при его хранении, транспортировании, дозировании. Необходим постоянный контроль за дозой хлора.

Обеззараживающее действие хлора является не мгновенно, а требует двухчасового контакта воды с хлором. Хлор действует только на вегетативные

виды бактерий; спорообразующиеся бактерии при обычных дозах хлора не погибают.

Для ТЭЦ наиболее опасным является соединение хлора с органическими составляющими воды, образующими стойкие твердые отложения внутри котла, приводящее к снижению образования пара, к снижению КПД котла, приводящее в целом к повышенной амортизации котлового оборудования.

Из-за всех этих недостатков хлорирования, рекомендуются введение в эксплуатацию на промышленных объектах – бактерицидных облучателей.

Этот способ полностью автоматичен, не требует введения в воду дополнительных реагентов, не влияет на органолептические свойства воды и действует не только на вегетативные бактерии, но и на бактериальные споры. Действие бактерицидного облучателя практически мгновенно, вода, прошедшая через установку, может сразу же поступать в промышленный цикл.

Обеззараживание воды происходит вследствие фотохимического воздействия на бактерии, находящиеся в воде, ультрафиолетовой бактерицидной энергией, излучаемой специальными лампами. Расход электроэнергии на обеззараживание 1 м³ воды из поверхностных источников бактерицидным излучением, составляет до 30 кв.ч.

Основными факторами, влияющими на процесс обеззараживания воды бактерицидными облучателями являются:

- а) бактерицидный поток используемых источников облучения;
- б) поглощение излучения водой;
- в) сопротивляемость бактерий воздействию бактерицидных лучей.

Для обеззараживания воды могут быть использованы аргоно-ртутные лампы низкого давления и ртутно-кварцевые лампы высокого давления:

- БУВ-30;
- БУВ-60П;
- ПРК-7;
- РКС-2,5.

Характеристика ламп для бактерицидного облучения дана в таблице 6

Таблица 6 – Характеристика ламп для бактерицидного облучения

Тип ламп	Потребляемая мощность электрической энергии, Вт	Номинальная мощность лампы Вт·ч	Напряжение, В		Сила тока на лампе, А	Бактерицидная облученность, 2 мкВт/см ² , м	Бактерицидный поток в лампе, Вт	
			В сети	На лампе			Номинальный	Расчетный
БУВ-15	19	15	127	57	0,3	12	1,2	0,8
БУВ-30	36	30	220	110	0,32	30	3,2	2
БУВ-30П	38	30	127	46	0,65	21	2,5	1,7
БУВ-60П	72	60	220	100	0,65	100	6	4
ПРК-7	1000	1000	220	135	8	-	50	35
РКС-2,5	2500	2500	220	850	3,4	-	125	50-75

5.3 Установки с источниками бактерицидного излучения

Применение бактерицидного излучения для обеззараживания воды возможно как при размещении этих источников в воздухе над свободной поверхностью облучаемой воды, так и при погружении их в воду в кварцевых чехлах, защищающих их от влияния температуры воды. Установки для обеззараживания воды делятся на два типа: с не погруженными и погруженными источниками бактерицидного излучения.

Нами будет использована установка с погруженным источником бактерицидного облучения.

В конструктивном отношении она представляет собой несколько последовательно соединенных герметических камер, в которых размещены несколько бактерицидных ламп в кварцевых чехлах. Эти установки предназначены для обеззараживания воды в напорной системе водопроводов с рабочим давлением до 5 атмосфер.

Обеззараживаемая вода проходит непрерывным потоком через несколько камер, подвергаясь бактерицидному воздействию ламп . Лампы размещены в кварцевых чехлах. Внутри каждой камеры находится по четыре перегородки, при помощи которых вода дважды приближается к источнику бактерицидного излучения, занимающему центральную часть камеры. Установка при помощи переходных патрубков присоединяется к напорному трубопроводу.

Каждая секция производительностью 30 м³/час состоит из последовательно соединенных камер (от 2 до 5 , в зависимости от расчета).

Технические характеристики бактерицидного облучателя приведены в таблице 7

Таблица 7 – Технические характеристики бактерицидного облучателя

Наименование показателей	Единица измерения	Значение		
		Вода из поверхностного источника	Вода из подземного источника	Вода, прошедшая глубокую очистку
Производительность установки	м ³ /ч	60	87	133
Доза УФ облучения	мДж/см ²	25	25	25
Потери напора в установке за счет гидравлического сопротивления	см.вод.ст.	19	40	92
Минимальный и максимальный расходы	м ³ /ч	20..40		
Условный диаметр входного и выходного патрубков камеры обеззараживания	мм	150		
Рабочее давление в камере обеззараживания, не более	Мпа(бар)	1(10)		

Разрежение в камере обеззараживания, не более	Мпа(бар)	-0,01(-0,1)		
Тип лампы		ДБ 300Н		
Наименование показателей	Единица измерения	Значение		
Тип воды		Вода из поверхностного источника	Вода из подземного источника	Вода, прошедшая глубокую очистку
Количество ламп в камере	шт	10		
Срок службы лампы, не менее	ч	1200		
Напряжение питания	В	220±10 %		
Коэффициент мощности, не менее		0,96		
Габариты: – камера обеззараживания – пульт управления – насос промывочный	мм	1231x450x410 800x600x252 512x210x345		
Объем камеры обеззараживания	дм ³	42		

УФ-облучатель изображен на рисунке 5.1.

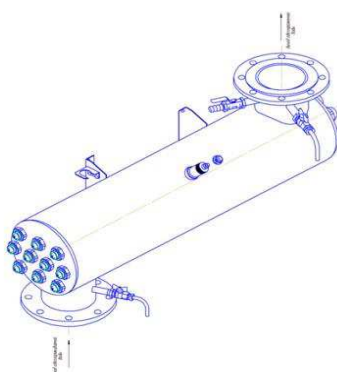


Рисунок 5.1 – УФ-облучатель

5.4 Расчет установки для обеззараживания воды бактерицидным излучением

Расчетный бактерицидный поток рассчитывается по формуле:

$$F_6 = \frac{Q_{\text{час}} \cdot \alpha \cdot k \cdot \log\left(\frac{P_0}{P}\right)}{1563,4 \cdot \mu \cdot \mu_0} \quad (55)$$

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

α - коэффициент поглощения облучаемой воды см⁻¹, для обработанной воды из поверхностных источников водоснабжения 0,3 см⁻¹.

k - коэффициент сопротивляемости облучаемых бактерий, принимаемый равным 2500 ;

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

P - количество бактерий после облучения;

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

μ_0 - коэффициент использования бактерицидного излучения, зависящий от толщины слоя воды, ее физико-химических свойств и конструктивного типа установки, равным 0,9.

$$F_6 = \frac{245,99 \cdot 0,3 \cdot 2500 \cdot \log(248)}{1563,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 0,12$$

Расход электроэнергии на обеззараживание воды вычисляется по формуле:

$$S = \frac{N_n}{Q_{\text{час}}} \text{ Вт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3 \quad (56)$$

где N – мощность потребляемая одной лампой;

$$S = \frac{60}{245,99} = 0,24 \text{ Вт}\cdot\text{ч/м}^3$$

Потребляемое количество ламп составит:

$$n = \frac{F_{\delta}}{N_n} \tag{57}$$

$$n = \frac{0,12}{60} \approx 1.$$

Эффективность очистки предложенной схемы водоподготовки составляет 96-98,9 %.

Предлагаемая схема считается высоко эффективной и экономически выгодной.

6 Технологическая схема водоподготовки

Схема водоподготовки включает следующие процессы: фильтрация и гидродинамическая кавитация

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

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

6.2 Расчет выбросов пыли при сооружении скважин

Расчет максимально разовых выбросов определяют по формуле:

$$Q_z = \frac{n \cdot z \cdot (1 - \eta)}{3600} = \frac{4 \cdot 396 \cdot (1 - 0,95)}{3600} = 0,022 \text{ г/с.} \quad (58)$$

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

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

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

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

$$Q_z = \frac{n \cdot z \cdot (1 - \eta)}{3600} = \frac{4 \cdot 360 \cdot (1 - 0,95)}{3600} = 0,02 \text{ г/с.} \quad (59)$$

Количество снижения пыли определяется как разница между традиционным бурением и предлагаемым:

$$Q = Q_{\text{трад}} - Q_{\text{предл}} = 0,022 - 0,02 = 0,002 \text{ г/с.} \quad (60)$$

6.3 Оценка воздействия на атмосферный воздух

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

6.4 Расчет границ поясов ЗСО

Зона санитарной охраны подземных источников водоснабжения (водоохранная зона) представляет собой специально выделенную территорию, примыкающую к скважинам (шахтным колодцам и т.п.), на которой устанавливается специальный режим хозяйственной или иных видов деятельности с целью предотвращения загрязнения (биологического, химического и др.), заиления и истощения водных объектов, а также сохранение объектов животного и растительного мира. Зона санитарной охраны состоит из трех поясов. Границы зон санитарной охраны назначаются в соответствии с СанПин 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».

В каждом из поясов устанавливается свой особый режим, соблюдение которого, является частью комплекса природоохранных мер по улучшению гидрологического, гидрохимического, гидробиологического, санитарного и экологического состояния водных объектов и благоустройству их прибрежных территорий.

Первый пояс- строгого режима- предотвращает случайное загрязнение подземных вод непосредственно в водозаборных сооружениях и охватывает

территорию, на которой расположены водоприемные сооружения, водозаборные колодцы, а также связанные с ними насосные станции, установки для обработки воды в резервуаре. Территория первого пояса устанавливается с учетом рельефа местности, направления грунтового потока, защищенности водоносных горизонтов от загрязнения с поверхности и т.п. Запрещается проживание и временное нахождение лиц, не связанных с работой на водопроводных сооружениях, а также какое бы то ни было строительство, за исключением связанного с техническими нуждами самого водопровода. Для надежно защищенных напорных горизонтов подземных вод границы первого пояса устанавливаются на расстоянии не меньше 30 м от водозабора.

Границу второго пояса (зона ограничения), который охватывает территорию, непосредственно окружающую источники водоснабжения, устанавливают расчетом. Во втором поясе запрещается такое использование территории или источников водоснабжения, которое может вызвать качественное или количественное ухудшение последних. В расчете учитывают время продвижения микробного загрязнения воды до водозабора, составляющее в зависимости от климатических районов и защищенности подземных вод от 100 до 400 сут.

Граница третьего пояса ЗСО (м), предназначенного для защиты водоносного пласта от химических загрязнений, так же определяются гидродинамическими расчетами.

При этом учитывают время продвижения химического загрязнения воды до водозабора, которое должно быть больше принятой продолжительности эксплуатации водозабора. Обычный срок эксплуатации водозаборного сооружения-25 лет.

Границу второго и третьего поясов зоны санитарной охраны устанавливают из условия предупреждения возможности поступления в водоносный горизонт на участке водозабора химических и микробиологических загрязнений.

Для обеспечения необходимой санитарной защиты данного водозабора предусматриваем создание трех поясов зоны санитарной охраны. Первый пояс ЗСО (зона строгого режима) составляет 50 м от границ помещений водозабора. В этом поясе запрещается все виды деятельности, сопровождающиеся токсичными выбросами.

$$Q_c - \text{расход скважины}-16165,75 \text{ м}^3/\text{сут};$$

где Q -суммарный водоотбор на водозаборе-13900 м³/сут;

m -средняя мощность зоны активной фильтрации водоносного горизонта на участке водозабора-25 м;

n - пористость водовмещающих пород – 0,18;

k_f -коэффициент фильтрации водовмещающих пород-15 м/сут.

Первый пояс ЗСО – пояс строгого режима. Предотвращает случайное загрязнение подземных вод и охватывает скважины с учетом перспективного развития. Он предназначен для защиты места водозабора от случайного или умышленного загрязнения и повреждения. Определяется в зависимости от прилегающей территории, так как у нас вокруг лес, то границы первого пояса составляют 30 м во все стороны. Так же при использовании защищенных подземных вод.

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

$$R_2 = \sqrt{\frac{Q_c \cdot T_m}{\pi \cdot m \cdot n}}, \text{ м}, \quad (61)$$

где Q_c – расход скважины, м³/сут;

T_m – время микробного продвижения к скважине, 200 суток, т.к. водоносный горизонт на площадке водозабора напорный, неограниченный пласт и не имеет непосредственной связи с водоемом;

m – мощность водоносного пласта, м;

n – пористость водоносного пласта 0,18 м.

$$R_2 = \sqrt{\frac{16165,75 \cdot 200}{3,14 \cdot 25 \cdot 0,18}} = 137,7 \text{ м}$$

Третий пояс ЗСО (пояс ограничения) – рассчитываем с учетом времени продвижения химического загрязнения воды до водозабора. Зависит от срока эксплуатации водозабора. Рассчитываем по формуле

$$R_3 = \sqrt{\frac{Q_c \cdot T_x}{\pi \cdot m \cdot n}}, \text{ м}, \quad (62)$$

где Q_c – то же, что и в формуле (4.1);

T_x – время эксплуатации скважины, 25–30лет, принимаем равное периоду эксплуатации водозабора 9125 суток;

m – то же, что и в формуле (4.1);

n – то же, что и в формуле (4.1).

$$R_3 = \sqrt{\frac{16165,75 \cdot 9125}{3,14 \cdot 25 \cdot 0,18}} = 927,62 \text{ м}$$

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

$$R_{\text{ср}} = \frac{R_2 + R_3}{2}, \text{ м}, \quad (63)$$

где R_2 – второй пояс ЗСО, м;

R_3 – третий пояс ЗСО, м.

$$R_{\text{ср}} = \frac{137,7 + 927,62}{2} = 532,48 \text{ м}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работе было предложена модернизация системы водоподготовки при использовании водозабора подземного источника, обладающего повышенным содержанием железа, в качестве водоочистки от которого на данном водозаборе установлен напорный фильтр с загрузкой бирм и последующая доочистка на блоке рефайнеров.

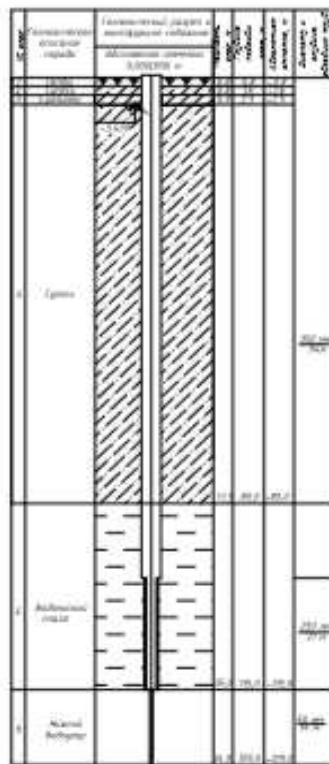
Так же был подобран блок обеззараживающей очистки. Эффективность очистки предложенной схемы водоподготовки составляет 96-98,9 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

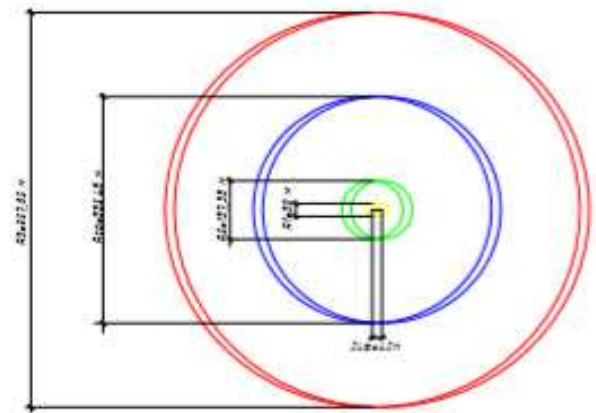
- 1 СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*».
- 2 СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения"
- 3 СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/Министерство строительства РФ. – М.: Стройиздат, 1985. – 136 с.
- 4 СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий/ Государственный строительный комитет СССР, М. 1985.
- 5 Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. М., Стройиздат, 1971. 304 с.
- 6 ГН 2.1.5.1315–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». М.: Минздрав России , 2003.
- 7 СанПиН 2.1.4.1110 – 02 «Зоны санитарной охраны источника водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».
- 8 Курганов А.М. «Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения» : Учебное пособие / А.М. Курганов : Издательство «АСВ», 1998 г., 246 с.
- 9 Репин Б.Н. «Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник». – М.: Высш. Шк., 1995. – 431 с.
- 10 Абрамов Н.Н. «Водоснабжение». – М.: Стройиздат, 1974. – 480 с.
- 11 Журба М.Г «Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений»: В 3-х т. – Т 1. Системы водоснабжения. Водозаборные сооружения. Вологда-Москва: ВоГТУ, 2001. - 209 с.

- 12 Москвитина А.С. «Оборудование водопроводно-канализационных сооружений» – М.: Стройиздат, 1979. – 430 с.
- 13 В.Ф. Кожин «Очистка питьевой и технической воды». М., Стройиздат, 1971. 304 с.
- 14 Журба М.Г «Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений»: В 3-х т. – Т 2. Очистка и кондиционирование природных вод. Вологда – Москва: ВоГТУ, 2001. – 324 с.
- 15 С.Е. Беликов «Водоподготовка»: справочник/Под. ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е.Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. - 240с.
- 16 А.И Матюшенко «Водозаборы подземных вод»: – Красноярск, ИПЦ КГТУ, 2005. – 2
- 17 М.А Сомов «Водопроводные системы и сооружение». – М.: Стройиздат, 1988. - 399 с.
- 18 Фрог Б.Н., Левченко А.П. «Водоподготовка»: Учебное пособие для вузов. М.: Издательство МГУ, 1996 г., 680 с.

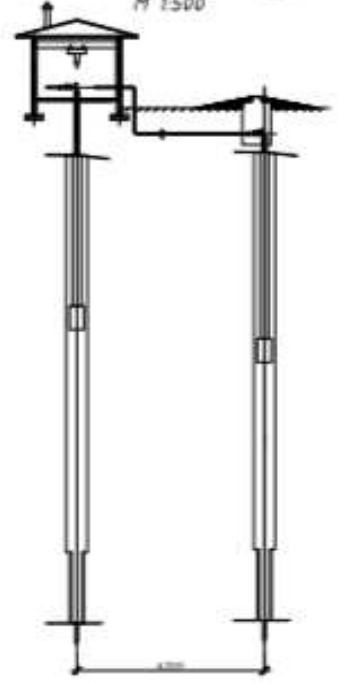
Геолого-технологический
разрез скважины
М 1:400



Зоны санитарной охраны
М 1:1000



Профиль водозаборного сооружения
М 1:500




№П 20.02.02 - 2019.01			
Учебно-исследовательский институт Машиностроения и Энергетики			
Исполнитель:	Проверенный:	Дата:	Лист:
С.И.Иванов	А.В.Петров	15.01.2019	1
Инженер-проектировщик		Подпись: К.И.И.	



Рисунок 1.1 - График потребления воды в городе (—), подача воды насосной станцией (---).

		ФР 25.02.01 - 2019 г.	
		Сибирский федеральный университет Инженерно-педагогический институт	
Исполнитель:	Технический специалист	Дата:	01.02.2019
Проверенный:	Инженер	Лист:	2
Утвержденный:	Инженер	Коллекция:	Инженер

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный
институт
«Инженерные системы зданий и сооружений»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« 12 » 04 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

Техническая модернизация инженерной инфраструктуры
водообеспечения малых населенных пунктов

Научный руководитель


11.07.2019
подпись, дата

стр. преподаватель
должность, ученая степень

А.Г. Бобрик
инициалы, фамилия

Выпускник


11.07.2019
подпись, дата

Р.В. Ткаченко
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


11.07.2019
подпись, дата

А.Г. Бобрик
инициалы, фамилия

Консультант


11.07.2019
подпись, дата

О.Г. Дубровская
инициалы, фамилия

Красноярск 2019