

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи
УДК 628.144.2(083.74)

Седлуха Светлана Вячеславовна

**Основные направления проектирования систем водоснабжения и
канализации малых населенных пунктов в современных условиях**

Диссертация на соискание ученой степени магистра технических наук
по специальности 70 80 01 Строительство

Научный руководитель
Ющенко Виктор Дмитриевич.
кандидат технических наук, доцент

Допущена к защите
«__» _____ 2022 г.
Зав. кафедрой «Теплогазоводо-
снабжение и вентиляция»
кандидат технических наук

_____ Вишнякова Ю.В.

г. Новополоцк, 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ.....	7
1.1. Общая часть.....	7
1.2. Пути и принципы проектирования систем водоснабжения и водоотведения малых населенных пунктов.....	9
1.2.1. Характеристика систем водоснабжения малых населенных пунктов.....	9
1.2.2. Характеристика систем водоотведения малых населенных пунктов, основные пути и принципы их проектирования	12
1.2.3. Особенности проектирования систем ВиВ.....	16
1.3. ВЫВОДЫ.....	18
ГЛАВА 2. ВЫБОР ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	20
2.1. Краткая характеристика объекта проектирования.....	20
2.2. Характеристика загрязнений подземных вод.....	21
2.3. Методы обработки подземных вод.....	27
2.4. ВЫВОДЫ.....	
ГЛАВА 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАНЦИИ ВОДОПОДГОТОВКИ МАЛОГО НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА.....	32
3.1. Выбор вариантов проектирования.....	32
3.2. Вариант станции водоподготовки с водовоздушным эжектором.....	39
3.3. Вариант станции водоподготовки с компрессором.....	43
3.4. Сравнение потребности в основных энергоресурсах.....	46
3.5. ВЫВОДЫ.....	47
ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ И ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ.....	49
4.1. Основные технологические схемы станций водоподготовки.....	49
4.2. Основные технологические схемы станций и сооружений по очистке сточных вод.....	52
4.3. ВЫВОДЫ.....	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	61

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ВКХ	водопроводно-канализационное хозяйство
pH	водородный показатель среды, в соответствии с РД 52-24-495-2005 представляет собой взятый с обратным знаком десятичный логарифм концентрации водородных ионов в воде $pH = -\lg[H^+]$
ПДК	предельно-допустимая концентрация вещества, мг/л (мг/дм ³)
СанПиН	санитарные правила и нормы
С_{вв}	взвешенные вещества, мг/дм ³
БПК	биохимическое потребление кислорода, мгО ₂ /дм ³
ХПК	химическое потребление кислорода мгО ₂ /дм ³
ВОС	водопроводные очистные сооружения
КОС	водоотводящие (канализационные) очистные сооружения
ГОСТ	Общегосударственный национальный стандарт
ПНР	пусконаладочные работы
ТЭС	технико-экономическое сравнение
ЭВМ	электронно-вычислительная машина

Водоснабжение – технологический процесс, обеспечивающий забор, подготовку, транспортировку и передачу абонентам питьевой воды.

Подземные воды – это воды, находящиеся в горных породах в жидком, твердом и парообразном состоянии.

Водопроводная сеть – система трубопроводов и сооружений на них, предназначенных для транспортировки и передачи абонентам воды в системе водоснабжения.

Водопотребление – использование воды абонентом (субабонентом) на удовлетворение своих нужд.

Водоотведение – технологический процесс, обеспечивающий сбор, транспортировку подготовку и очистку с последующим сбросом сточных вод в поверхностные водоемы или специально отведенные места

Централизованная система водоснабжения— комплекс сооружений и устройств, предназначенный для забора, очистки и подачи хозяйственно-питьевой и производственной воды для деятельности всей совокупности потребителей и абонентов населенного пункта или промышленных предприятий. Централизованные системы водоснабжения служат для первоочередного обеспечения питьевой водой и удовлетворения питьевых и иных нужд физических лиц, обеспечения объектов социального назначения, технологического процесса организаций пищевой и медицинской промышленности, а также для целей пожаротушения.

Централизованная система водоотведения (канализации) — комплекс сооружений и устройств, предназначенный для приема, отведения и очистки сточных вод, образующихся в хозяйственно-бытовой и производственной деятельности всей совокупности потребителей и абонентов населенного пункта.

Централизованные системы водоотведения (канализации) служат для приема, отведения, очистки хозяйственно-бытовых сточных вод и производственных сточных вод с последующим их отведением и сброса в окружающую среду.

Система дождевой канализации — комплекс инженерных сетей и сооружений, обеспечивающих прием, отведение и очистку поверхностных сточных вод с их последующим сбросом в окружающую среду;

Очистные сооружения природных вод населенного пункта (станция очистки природных вод, или водоочистные сооружения) — комплекс сооружений и устройств, предназначенный для очистки природных вод в соответствии с нормативными значениями СанПиН 10.124-99 РБ.

Очистные сооружения сточных вод населенного пункта (станция очистки сточных вод) (далее — очистные сооружения) — комплекс сооружений и устройств, предназначенный для очистки сточных вод и обработки осадка;

Сточные воды — отводящие воды от населения и промышленных предприятий, загрязненные всеми видами веществ в процессе ее использования.

Состав сточных вод — совокупность примесей в сточной воде: органических и неорганических веществ в растворенном, коллоидном и нерастворенном состоянии;

Специфические загрязняющие вещества — загрязняющие вещества в составе производственных сточных вод, образование которых характерно для определенной отрасли экономики в результате осуществления одинаковых или схожих производственных процессов.

Локальные очистные сооружения — сооружения и устройства, предназначенные для очистки производственных сточных вод абонента (субабонента) перед их отведением в централизованную систему водоотведения (канализации) или систему водоотведения (канализации) другого абонента (субабонента);

Нормативно-очищенные производственные сточные воды — сточные воды, качество которых после очистки на локальных очистных сооружениях абонента отвечает нормативам водоотведения (сброса сточных вод);

Нормативы водоотведения (сброса сточных вод) — устанавливаемые местными исполнительными и распорядительными органами показатели качественного состава сточных вод, разрешенных к сбросу в централизованные системы водоотведения (канализации), и обеспечивающие исправное функционирование этих систем;

Абонент — юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, получающие по договору с абонентом питьевую воду из систем водоснабжения абонента и (или) отводящие сточные воды в системы водоотведения (канализации) абонента.

Потребитель — физическое лицо, пользующееся услугами водоснабжения, водоотведения (канализации) исключительно для личных, семейных, домашних и иных нужд, не связанных с осуществлением предпринимательской деятельности, и имеющее с организациями ВКХ (абонентом) заключенный договор на оказание данных услуг.

ВВЕДЕНИЕ

Данная магистерская диссертация на тему «Основные направления проектирования систем водоснабжения и канализации малых населенных пунктов в современных условиях» и состоит из 4 глав, содержит 83 страницы машинописного текста, 5 рисунков, 11 таблиц, 7 приложений и 65 литературных источников.

В последние годы динамика развития водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ) Витебской области направлена на решение вопросов улучшения качества подаваемой населению питьевой воды и отвода сточных вод из централизованных систем водоснабжения и водоотведения. [60,61] Этому способствует рост населения во многих селах, поселках городского типа и агрогородках, развитие местной промышленности. Поэтому системы водоснабжения и водоотведения являются важными показателями жизнеобеспечения населения. От стабильного функционирования указанных систем зависит нормальная работа населенных пунктов, предприятий, здоровье и безопасность жителей [61, 45].

Основной целью развития коммунальных систем водоснабжения и водоотведения малых населенных пунктов Витебской области является повышение эффективности и надежности их функционирования наряду с поддержанием надлежащего качества и снижением затрат на оказание услуг [62].

На первом этапе этого развития необходимо выполнить проектные работы. Причем поиск оригинальных решений и идей в настоящее время ведется посредством применения эвристических методов (методов изобретательного творчества). Решение такой задачи включает подготовительные стадии, оформление и утверждение результатов, оценку эффективности и другие виды работ. Весь этот цикл взаимосвязанных и взаимообусловленных работ составляет проектирование.

По данным 2019 г. [59,63] в Витебской области имеется 6249 сельских населенных пунктов области (более 81,6 % от общего числа) с населением до 50 человек. Во многих местах еще отсутствуют централизованные системы водоснабжения и водоотведения, что является *актуальной и значимой* проблемой.

Данная диссертационная работа была выполнена по соответствующим программам Республики Беларусь [45,64,65,46].

Целью данной работы является изучение и проработка вопросов особенности проектирования систем водоснабжения и канализации малых населенных пунктов в современных условиях.

Для достижения поставленной цели были выделены и решены следующие **задачи**:

а) изучение литературных источников по технологии очистки природных и сточных вод в зависимости от их качества и производительности малых населенных пунктов;

б) изучение возможных альтернативных решений проектирования систем водоснабжения и водоотведения;

в) исследование и оценка проектных решений по конкретному выбранному объекту;

г) разработка технологических схем очистки природных и сточных вод для малых населенных пунктов.

В качестве примера проектирования был выбран объект, расположенный в Витебском районе Витебской области, для которого предложено два варианта станции водоподготовки (обезжелезивания).

Для этого региона подземная вода характеризуется наличием взвешенных веществ и повышенным содержанием двухвалентного железа с учетом их накопления во всем природном диапазоне соотношения $Eh-pH$.

Выполнено технико-экономическое сравнение этих вариантов с учетом надежности работы и обеспечения нормативных показателей по качеству воды, принимая, что конечный продукт должен быть экологически чистым [7,6,5].

Научная новизна и значимость полученных результатов заключается в проектировании станции водоподготовки в современных условиях на конкретном примере и разработке технологических схем систем ВиВ.

Практическая значимость данной магистерской диссертации заключается в применении проектных решений систем водоснабжения и водоотведения малых населенных пунктов в Витебской области.

Результаты работы были представлены на региональном семинаре по обработке подземных вод (сентябрь 2020 г.) Витебского учебного центра ЖКХ и будут использованы УП «Полимерконструкция» на объектах малых населенных пунктов.

По результатам работы подготовлена и опубликована в 2021г статья «Основные пути и решения проектирования систем водоподготовки малых населенных пунктов в Республике Беларусь», Весник Полоцкого Государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. №16 – Новополоцк, 2021.

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

1.1. Общая часть.

Существует много определений термина «проектирование». Но чаще всего под «проектированием» подразумевают практическую деятельность, направленную на удовлетворение новых потребностей людей. Конечным итогом проектной деятельности является проект, т.е. комплект документации, предназначенной для создания определенного объекта, его эксплуатации, ремонта и ликвидации, а также для проверки или воспроизведения промежуточных и конечных решений, на основе которых был разработан данный объект [4]. Объектом проектирования может быть материальный предмет, выполнение работы, оказание услуги.

Проектирование объединяет с творчеством направленность на создание качественно нового (слово «проектирование» происходит от лат. *projectus*, что буквально означает брошенный вперед), но это более общее понятие.

Под проектированием понимается процесс составления описания, необходимого для создания еще не существующего объекта, основанный на творческой способности человека, его воображения, интуиции и опыта, поиска и принятия решения для последующей реализации воплощенного замысла [41].

Внутри процесса проектирования, наряду с расчетными этапами и экспериментальными исследованиями, часто выделяют процесс конструирования.

Конструирование — деятельность по созданию материального образа разрабатываемого объекта, ему свойственна работа с физическими моделями и их графическими изображениями [49]. Эти модели и изображения, а также некоторые виды изделий называют конструкциями.

Современному уровню развития техники стали присущи не только сложность проектируемых объектов, но и их интенсивное воздействие на общество и окружающую среду, тяжесть последствий аварий из-за ошибок разработки и эксплуатации, высокие требования к качеству и цене, сокращению сроков выпуска новой продукции [11].

При разработке аналогичных объектов их уже нужно рассматривать в облике систем, т.е. комплекса взаимосвязанных внутренних составляющих с конкретной структурой, широким набором качеств и различными внутренними и наружными связями. В это же время, как демонстрирует навык преуспевающих компаний, высочайшая эффективность итогов разработок достигается только на базе общего практического применения познаний базовых, технических и социально-экономических наук, повиновение всей работы удовлетворению интересов, до этого всего, человека (покупателя, производителя, разработчика) [11].

Актуальная надобность учета данных событий, а еще необходимость рассмотрения разрабатываемых объектов в облике систем, постепенно

вынуждала заносить конфигурации в обычный нрав и методологию проектной работы.

Проектирование, при котором все проектные решения или их часть получают путем взаимодействия человека и ЭВМ, называют автоматизированным, в отличие от ручного (без использования ЭВМ) или автоматического (без участия человека на промежуточных этапах) [16].

Автоматическое проектирование возможно лишь в отдельных частных случаях для сравнительно несложных объектов.

Проектирование трудных объектов основано на использовании идей и основ, изложенных в ряде теорий и подходов. Более совокупным раскладом считается системный подход, мыслями которого пронизаны всевозможные способа проектирования трудных систем [19].

Превалирующим в настоящее время является система автоматизированного проектирования.

При проектировании необходимо учитывать множество факторов. Все проекты должны быть выполнены с соблюдением технических правовых актов.

Особенности современных методов проектирования обусловлены сложностью современных объектов проектирования.

Как правило, общая задача проектирования разделяется на более простые подзадачи [20]:

- множественность путей достижения цели проектирования требует рассмотрения не одного, а многих вариантов технического решения, к каждому из которых применяются определенные методы анализа и оценки;

- повторное применение методов или алгоритмов проектирования;

- современные методы проектирования должны быть ориентированы на широкое использование ЭВМ, не исключая участия человека при решении наиболее сложных и творческих задач. Такую особенность называют эргодичностью, подразумевая разумное сочетание формализованных (машинных) и неформализованных (человеческих) процедур в процессе проектирования.

Основные задачи методики проектирования:

- первая задача состоит в разделении задачи с целью получения последовательности действий, наилучшим образом организующей процесс проектирования;

- вторая задача заключается в формировании задачи реализации проектирования с применением ЭВМ, разработка математической модели, которая может использоваться для проектирования и описания объекта проектирования;

- третья задача состоит в разработке методов и алгоритмов выполнения проектных работ и организации процесса;

- четвертая задача – это формирование состава проекта.

Содержание этапов проектирования и их взаимосвязь состоит в следующем:

1. Определение потребности – возникновение проблемной ситуации, в результате чего у проектировщика возникает потребность в изменении существующего положения.
2. Определение цели – формулировка в общих выражениях характеристик проектируемого объекта, которые удовлетворяют эту потребность.
3. Научные исследования – сбор всей доступной информации для решения задач, вытекающих из поставленной цели.
4. Формулировка задания – перечень данных и параметров, обеспечивающих достижения поставленной цели.
5. Формулирование идей – процесс рождения новых идей.
6. Выработка концепций – выработка вариантов возможных решений для достижения поставленной цели.
7. Анализ – проверка выбранных концепций на соответствие физическим законам.
8. Эксперимент – создание опытного образца и лабораторные испытания.
9. Решение – описание проектируемого объекта (рабочие чертежи, технические условия).
10. Производство – определение объема производства, методы изготовления продукции, календарное планирование, контроль качества и приемочный контроль.
11. Распределение продукции – установление конкурентоспособности цен, реклама, нахождение рынков сбыта, обеспечение прибыли.
12. Потребление – контакты с потребителями, ремонт, обслуживание.

1.2. Пути и принципы проектирования систем водоснабжения и водоотведения малых населенных пунктов.

1.2.1 Характеристика систем водоснабжения малых населенных пунктов.

Как уже указывалось *система водоснабжения* населенного пункта — это совокупность мероприятий по обеспечению водой различного рода потребителей (население, промышленные предприятия и другие объекты) для удовлетворения их хозяйственно-питьевых, производственных и противопожарных нужд [27].

В различных видах водоснабжения много общих технических приемов, но они существенно отличаются друг от друга по режиму работы, типам и размерам сооружений, качеству подаваемой воды.

Особенно часто используется централизованная система хозяйственно-питьевого водоснабжения – это комплекс сооружений для забора, подготовки (без подготовки), аккумулирования (хранения), подачи и распределения, прежде всего, питьевой воды к местам потребления [4].

Централизованная система водоснабжения населенных пунктов в зависимости от местных условий и принятой схемы водоснабжения должна обеспечивать:

- хозяйственно-питьевое водопотребление;
- хозяйственно-питьевое водопотребление на предприятиях;
- производственные нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий;
- тушение пожаров;
- собственные нужды станций водоподготовки, промывку водопроводных и т.п.

В населенном пункте можно выделить следующие категории потребителей воды:

- население, использует воду для хозяйственно-питьевых целей (приготовление пищи, пользование санузлами, стирка белья, мытье посуды, уборка помещений и т.д.);

- промышленные предприятия, на которых вода используется на технологические (производственные) цели. Кроме того, на предприятиях вода потребляется на хозяйственно-питьевые нужды работающих, на душевые нужды и уборку помещений.

- нужды пожаротушения – современные системы водоснабжения устраиваются чаще объединенными, то есть выполняющими функцию подачи воды для нескольких категорий водопотребителей, в том числе, и на пожаротушение (для тушения пожаров, как в населенном пункте, так и на промышленном предприятии);

- расходы воды на полив зеленых насаждений, мойку улиц и площадей;

- предприятия местной промышленности – химчистки, прачечные, столовые, рестораны и т.д. [57].

Система водоснабжения любого населенного пункта в целом состоит из водозаборных сооружений, сооружений для очистки воды, водонапорной башни или резервуаров чистой воды, насосных станций I и II подъема и инженерных сетей. Они классифицируются по следующим основным признакам [26]:

По назначению:

- питьевые (коммунальные), противопожарные, производственные;
- сельскохозяйственные;
- объединенные (выполняющие параллельно несколько функций).

По виду источника водоснабжения:

- с использованием поверхностных вод в виде водотоков (рек, каналов, ручьев) или водоемов (озер, водохранилищ и т.п.);

- системы, забирающие воду из подземных источников (артезианские, грунтовые воды);

- системы смешанного питания.

По территориальному признаку:

- местные (для обслуживания одного объекта, например предприятия, железнодорожного узла и т.п.);

- централизованные, обслуживающие всех потребителей данного населенного пункта;

- групповые предназначенные для обслуживания группы населенных пунктов.

По характеру использования воды:

- прямоточные (вода используется потребителем однократно, затем сбрасывается как сточная);
- с повторным использованием воды (вода используется последовательно несколькими потребителями, затем сбрасывается как сточная);
- оборотные (вода используется потребителем, затем подвергается очистке на локальных очистных сооружениях и повторно используется этим же потребителем);
- комбинированные (комбинации рассмотренных выше систем).

По видам обслуживаемых объектов:

- городские,
- поселковые;
- промышленные;
- железнодорожные и т.п.

По способу подачи воды:

- гравитационные (самотечные);
- напорные (с подачей воды насосами);
- комбинированные.

По месту расположения водонапорной башни:

- с проходной башней (башня в начале сети);
- с контррезервуаром (башня в конце сети);
- безбашенная система (водонапорная башня отсутствует).

По категории надежности:

- первая;
- вторая;
- третья.

Особенность водоснабжения малых населенных пунктов по сравнению с городским и промышленным заключается в рассредоточенности потребителей по обширной территории и сезонной водопользовании, что усложняет системы водоснабжения и затрудняет их эксплуатацию [11].

Существующие схемы водоснабжения малых населенных пунктов в основном следующие:

- вода из подземного источника забирается насосной станцией I подъема, далее подается в распределительную сеть к потребителю;
- вода из подземного источника забирается насосной станцией I подъема, далее подается в водонапорную башню и в распределительную сеть к потребителю;
- вода из подземного источника забирается насосной станцией I подъема, далее подается в резервуар чистой воды и затем насосами II подъема в распределительную сеть к потребителю;

Станции водоподготовки необходимо выполнять компактными (как единое целое) и надежными в эксплуатации. Желательно предусматривать водонапорную башню или резервуар чистой воды, которые являются емкостью для регулирования расхода воды в часы максимального и минимального водопотребления и хранения запаса воды на собственные нужды и, возможно,

для пожаротушения [26]. Они также служат для поддержания требуемого напора воды в водопроводной сети.

Для малых населенных пунктов, застраиваемых двух-пятиэтажными современными домами повышенной комфортности, объем бака башни могут быть с требуемыми большими объемами и общей большой высоты, что требует значительных капитальных и эксплуатационных затрат. В этом случае необходимо производить ТЭО со схемой водоснабжения с резервуарами чистой воды и насосными станциями II подъема.

Насосная станция II-го подъема обычно проектируется на два расчетных случая: подача воды при максимальном водопотреблении и подача воды на тушение расчетного количества пожаров при максимальном водопотреблении, а также рассматриваются варианты подачи воды насосным оборудованием при минимальном водопотреблении [12].

Для малых населенных пунктов с числом жителей до 5000 человек пожаротушение допускается из естественных или искусственных водоемов. В основном требуемых расход воды для тушения пожаров, которые могут возникнуть, составляет 5 л/с.

Выбор схемы и системы водоснабжения следует производить на основании сопоставления возможных вариантов ее осуществления с учетом особенностей объекта или группы объектов, требуемых расходов воды на различных этапах их развития, источников водоснабжения, требований к напорам, качеству воды и обеспеченности ее подачи.

После этого на ситуационном плане выбираются места расположения сетей и сооружений водоснабжения, включающих в себя водоприемники, насосные станции I и II подъемов, очистные сооружения и резервуары чистой воды, а также промышленных и коммунально-бытовых предприятий. Месторасположение водозаборных сооружений должно соответствовать обеспечению условий определенной категории надежности и организации зон санитарной охраны.

На начальном этапе выполнения проектных работ по станциям водоподготовки, необходимо выполнить по источнику водоснабжения предварительные микробиологические, химические и физические исследования состава воды. В дальнейшем, на основании оценки качества обрабатываемой воды и нормативных документов [1], следует предварительно определить методы и сооружения водоподготовки с уточнением результатов инженерных изысканий, выполняемых непосредственно у подземного источника водоснабжения [2].

Для обеспечения потребителя водой необходимо применять такую технологию ее обработки, которая позволит достичь требуемых результатов.

1.2.2. Характеристика систем водоотведения малых населенных пунктов, основные пути и принципы их проектирования

Сточные воды от населенных мест и промышленных предприятий могут быть классифицированы по трем признакам:

- по месту образования;
- по виду содержащихся в стоках веществ;
- по фазово-дисперсному состоянию загрязнений.

По месту образования сточные воды могут быть:

Бытовые - от раковин, унитазов, ванн и др. источников стоков, установленных в жилых, общественных, коммунальных и промышленных зданиях.

Производственные - стоки, образующиеся при использовании воды для различных технологических процессов производства.

Атмосферные - образуются на поверхности проездов, площадей и крыш зданий при выпадении осадков. К этой категории относятся дождевые и талые стоки, а также воды от поливки улиц (поливомоечные).

Все категории сточных вод в той или иной степени содержат загрязнения, вид и состав которых позволяет делить стоки по виду содержащихся в них веществ. Различают три следующие основные группы загрязнений:

Минеральные загрязнения. К ним относятся: песок, глинистые частицы, частицы руды, шлака, растворимые неорганические соли, кислоты и щелочи.

Органические загрязнения. Могут быть разделены на загрязнения растительного происхождения, в которых преобладает химический элемент углерод (остатки овощей, плодов и т. д.) и животного происхождения, в которых преобладает азот (физиологические выделения, остатки живых тканей и т. д.). В бытовых стоках содержится примерно 60% загрязнений органического происхождения и 40% минерального. Органические загрязнения являются благоприятной средой для развития микроорганизмов, поэтому в стоках содержится еще один, третий вид загрязнений:

Биологические загрязнения. К этой категории относятся бактерии, дрожжевые и плесневелые грибки, яйца гельминтов и вирусы.

По фазово-дисперсному состоянию все загрязнения делятся по степени дисперсности на:

- растворенные вещества, состоящие из молекулярно-дисперсных частиц, размером не более 0,01 мкм (10⁻⁸ м);
- коллоидные вещества - частицы размером от 0,01 до 0,1 мкм.;
- нерастворенные примеси, размер частиц которых составляет более 0,1 мкм. В свою очередь эти примеси делятся на всплывающие, оседающие и взвешенные вещества.

Производственные сточные воды делятся на условно-чистые, которые использовались преимущественно на охлаждение и почти не загрязнены, и загрязненные. Последняя категория может быть разделена на три группы стоков, содержащих:

- преимущественно минеральные вещества;
- преимущественно органические вещества;
- органические, ядовитые вещества.

В зависимости от концентрированности производственные сточные воды могут быть высококонцентрированными и слабоконцентрированными, по значению показателя рН стоки делятся на малоагрессивные (в том числе

слабокислые и слабощелочные) и высокоагрессивные (сильнокислые и сильнощелочные).

Комплекс инженерных сооружений и санитарных мероприятий, предназначенных для сбора, отвода за пределы населенного пункта, очистки, обезвреживания и обеззараживания сточных вод и выпуска их в водоемы называется *водоотводящей системой* [14].

Каждый населенный пункт и промышленные предприятия имеют комплекс подземных самотечных и напорных трубопроводов, очистных сооружений.

В процессе жизнедеятельности человек использует большое количество воды. При использовании ее в быту и промышленности вода загрязняется, в ней накапливаются вещества органического и минерального происхождения и при этом изменяются ее физические свойства. И вот такую воду принято называть *сточной водой*. Загрязняя окружающую среду, сточные воды создают обстоятельства для появления всевозможных заболеваний и эпидемий [14].

Кроме того, в сточных водах могут содержаться токсичные вещества (кислоты, щелочи, соли, тяжелые металлы), которые вызывают отравления живых организмов и гибель растений. Поэтому сточные воды должны удаляться из населенных пунктов и промышленных помещений. Таким образом, водопроводная вода, используемая в бытовой и производственной деятельности человека, загрязняясь органическими и неорганическими веществами, превращается в сточную воду и подлежит удалению.

Сточные воды образуются при использовании природной или водопроводной воды для бытовых целей и технологических процессов промышленных предприятий. К сточным водам относятся также атмосферные осадки - дождевые и талые воды, выпадающие на территории городов и промышленных предприятий [51]. Сточные воды содержат в своем составе органические загрязнения, которые способны загнить и служить средой для развития различных микроорганизмов. Поэтому сточные воды являются источником различных заболеваний и распространения инфекций, что может вызвать возникновение эпидемий. Кроме органических загрязнений сточные воды содержат в своем составе и минеральные загрязнения, вредные и токсичные вещества. Таким образом, сточные воды являются источником загрязнения окружающей природной среды - водоемов, почв и т.д.

Для её решения очистки сточных вод используют различные, способы и методы по их устранению, среди которых наиболее распространены методы биологической и механической очистки [51].

Наиболее остро проблема водоочистки стоит перед малыми населёнными пунктами, для которых характерен объем сточных вод до 1,5 тыс. м³/сут. Учитывая требования, в настоящей работе основное внимание уделяется биостанциям малой пропускной способностью: конструктивные особенности, условиями их функционирования, что позволяет усовершенствовать технологию водоподготовки малых объектов.

Особенностью этих систем является неравномерность водоотведения по времени, как по части расходов, так и загрязнений, что при вводе в эксплуатацию

новых объектов - источников сточных вод [14].

В настоящее время повсеместно функционирует множество малых населенных пунктов, отдаленных от крупных централизованных систем водоотведения, с собственными биологическими очистными сооружениями.

Основными характеристиками сточных вод являются:

- количество сточных вод, характеризующееся расходом, л/с или $\text{м}^3/\text{с}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, $\text{м}^3/\text{смену}$, $\text{м}^3/\text{сут}$ и т.д.;

- виды загрязнений и содержание их в сточных водах, характеризующееся концентрацией загрязнений, измеряемой в мг/л или $\text{г}/\text{м}^3$.

Важной характеристикой сточных вод является степень равномерности их образования и поступления в водоотводящие системы. Обычно она определяется неравномерностью поступления сточных вод по часам суток в году. Эти характеристики учитываются при проектировании водоотводящих систем.

В бытовых сточных водах содержатся загрязнения минерального и органического происхождения. Те и другие находятся в нерастворенном, растворенном и коллоидном состояниях. Часть нерастворенных загрязнений, задерживаемых при анализах на бумажных фильтрах, называют взвешенными веществами. Наибольшую санитарную опасность представляют загрязнения органического происхождения. В бытовых сточных водах взвешенных веществ органического происхождения содержится в среднем 100...300 мг/л. Содержание органических загрязнений, находящихся в растворенном состоянии, оценивается значениями биохимической потребности в кислороде (БПК) и химической потребности в кислороде (ХПК). Бытовые сточные воды имеют БПК=100...400 мг/л, а ХПК=150...600 мг/л, и их можно оценить как весьма загрязненные. При хранении они способны загнить через 12-24 ч (при $t=20^\circ\text{C}$) [12].

По концентрации загрязняющих веществ сточные воды делятся на высококонцентрированные и слабоконцентрированные.

При оценке качества производственных сточных вод особое внимание следует обращать на активную реакцию воды рН. Эта величина играет решающую роль при выборе материалов канализационных сооружений.

По степени агрессивности сточные воды разделяют на:

– слабоагрессивные (слабокислые 6,5 и слабощелочные 9);

– сильноагрессивные (сильнокислые с $\text{pH}<6$ и сильнощелочные с $\text{pH}>9$).

При оценке агрессивности сточных вод нужно учитывать их температуру и скорость движения, так как увеличение того или другого показателя в большинстве случаев ускоряет процесс коррозии.

В последние годы, в связи с ужесточением требований к сбросу сточных вод в водоемы, не все действующие очистные сооружения могут обеспечить требуемую степень очистки. В связи с изменением категорий водоемов ужесточились требования на сброс сточных вод, поэтому фактические концентрации очищенных сточных вод стали превышать предельно допустимые по показателям: БПК, содержание взвешенных веществ, концентрация соединений азота и фосфора.

Из характерных особенностей малых канализационных очистных сооружений вытекают следующие требования к их проектированию и строительству:

- малые очистные сооружения не могут быть просто уменьшенными по размерам копиями больших сооружений;
- регулирование и усреднение притока сточной воды на очистку может быть более важным для обеспечения эффективности очистки, чем применение самых высокотехнологичных методов очистки;
- предпочтение должно отдаваться простым универсальным конструкциям по сравнению со сложными многоступенчатыми конструкциями;
- сооружения должны быть простыми в исполнении и обслуживании с надежными механическими устройствами, без применения сложной автоматики;
- эксплуатационная безопасность и удобство технического обслуживания должны быть приоритетными в сравнении с достижением высоких показателей производительности.

Проектирование систем канализации (водоотведения) должно осуществляться на основе схем канализации населенных пунктов, разработанных в соответствии с генеральными планами развития территорий (населенных пунктов).

При этом надо учитывать данные о водоотведении не менее чем за предшествующий двухлетний период развития систем водоснабжения и водоотведения в населенном пункте, динамики изменения численности населения, развития объектов производства и других организаций на территории объекта водоснабжения и водоотведения, изменения степени ее благоустройства.

Выбор систем и схем канализации объекта и степень их централизации следует производить с учетом требований к степени очистки сточных вод и условиям их отведения, рельефа местности, климатических, геологических и гидрологических условий. [51]

Перечисленные особенности определяют выбор метода очистки и технических решений установок малой канализации: они должны быть эффективными, простыми, надёжными в работе, должны иметь высокое качество и одновременно низкую стоимость за счет индустриальности строительства. В местных и малых системах канализации в основном применяются механические и биологические методы очистки, а в случае необходимости предусматривается и доочистка сточных вод [51].

1.2.3. Особенности проектирования систем ВиВ.

Проектирование систем водоснабжения и водоотведения — это один из основных и важных разделов в проектировании.

При их проектировании малых населенных пунктов выбирается одна из возможных схем водоснабжения или водоотведения. Желательно использовать наиболее целесообразную (зависит от опыта проектировщика), при этом схему,

которую очень часто, необходимо дополнять станцией водоподготовки или сооружениями для очистки сточных вод.

Проектирование систем водоснабжения и канализации ведут поэтапно. Первым делом необходимо собрать исходную информацию об объекте проектирования. Предполагаемое место строительства объекта, его функции, геологические характеристики. После этого формируется задание на проектирование и составляется состав проект.

Основой для проектирования являются ситуационный план и генплан населенного пункта [49].

Прежде всего, следует внимательно изучить генплан и задание и наметить на генплане места расположения промышленных и коммунально-бытовых предприятий. После этого на ситуационном плане выбирается местоположение сетей и сооружений систем водоснабжения и водоотведения.

При проектировании систем водоснабжения и водоотведения широко используются средства вычислительной техники для расчётов и моделирования, что позволяет сократить сроки и повысить качество проектирования.

Специализированные пакеты на основе AutoCAD для различных отраслей проектирования, разработанные фирмой Autodesk (AutoCAD Architecture, AutoCAD Mechanical, AutoCAD Civil 3D и др.), а также надстройки, разработанные участниками сети Autodesk Developer Network.

Одна из наиболее распространенной программы является AutoCAD, в состав которой входит инструментарий MEP 2022.

Разработанная система автоматизированного проектирования решает следующие задачи:

- проектирование сетей водоснабжения и водоотведения;
- автоматического построения в рабочем пространстве системы AutoCAD спроектированной аксонометрической схемы.
- расчет пропускной способности. В результате определяются следующие параметры: диаметр трубопровода, наполнение и скорость движения.
- гидравлический расчет сети.
- построение профиля.
- составление спецификации.

При разработке проектной документации и согласовании следует руководствоваться требованиями нормативных правовых актов (далее – НПА) и ТНПА Республики Беларусь, настоящим техническим кодексом, иными документами, регулирующими инвестиционную деятельность [52].

Выполнение проектной документации можно осуществлять в одну или две стадии с выделением очередей строительства, пусковых комплексов, необходимость которых определяет заказчик, застройщик в задании на проектирование [49].

При проектировании в одну стадию разрабатывают строительный проект, который, включая все основные комплекты рабочих чертежей, представляется в органы государственной экспертизы и подлежит утверждению заказчиком в соответствии с экспертным заключением.

При проектировании в две стадии разрабатывают архитектурный проект (утверждаемая первая стадия) и строительный проект (вторая стадия).

Содержание разделов проекта строительства объектов производственного назначения и инженерной инфраструктуры выполняется согласно [49]

После сбора и анализа всех исходных данных выполняются следующая последовательность разработки проекта по водоснабжению или канализации:

- Выполняется расчет водопотребления и водоотведения.

- Определяется состав сооружений.

- Выполняются инженерно – геодезические изыскания площадки строительства.

- На плане геодезических изысканий выполняется размещение сооружений, трассировка инженерных сетей, определяются подъездные дороги и разворотные площадки, ограждение территории.

- Выполняются геологические изыскания на геодезическом плане с размещенными сооружениями. Это необходимо для определения основания до начала строительных работ для обеспечения, как безопасности, так и долговечности, и устойчивости сооружений.

- Производится разработка разделов согласно составу проекта.

Согласование проектной документации с местными органами градостроительства и архитектуры - по вопросам размещения, рационального использования намеченной для отвода территории, соответствия предусмотренных проектом решений требованиям архитектурно-планировочного задания, действующей градостроительной документации,

При наличии особых условий размещения объекта (исторические зоны городов, оползневые территории и др.) необходимо по указаниям органов градостроительства и архитектуры согласовать проектную документацию с соответствующими организациями.

Проектную документацию необходимо передать на рассмотрение и согласование в Санитарно- гигиеническую экспертизу.

Если проектом предусматривается бурение водозаборной скважины, то объект необходимо передать на оценку в геологическую экспертизу.

Согласно законодательству, при необходимости объект передается на рассмотрение в экологическую экспертизу.

Завершающим этапом проектная документация передается на Госстрой экспертизу.

1.3. ВЫВОДЫ.

1. Основной целью развития коммунальных систем водоснабжения и водоотведения малых населенных пунктов Витебской области является повышение эффективности и надежности их функционирования наряду с поддержанием надлежащего качества и снижением затрат на оказание услуг.

2. Проектирование систем водоснабжения и водоотведения — это один из основных и важных разделов в проектировании. При их проектировании для

малых населенных пунктов выбирается одна из возможных схем водоснабжения или водоотведения.

3. Основой для проектирования являются ситуационный план и генплан населенного пункта.

4. Под проектированием понимается процесс составления описания, необходимого для создания еще не существующего объекта, основанный на творческой способности человека, его воображения, интуиции и опыта, поиска и принятия решения для последующей реализации воплощенного замысла

5. Проектирование, при котором все проектные решения или их часть получают путем взаимодействия человека и ЭВМ, называют автоматизированным, в отличие от ручного (без использования ЭВМ) или автоматического (без участия человека на промежуточных этапах) [20].

6. Автоматическое проектирование возможно лишь в отдельных частных случаях для сравнительно несложных объектов.

7. Проектирование сложных объектов основано на применении идей и принципов, изложенных в ряде теорий и подходов. Наиболее общим подходом является системный подход, идеями которого пронизаны различные методики проектирования сложных систем.

8. При проектировании систем водоснабжения и водоотведения широко используются средства вычислительной техники для расчётов и моделирования, что позволяет сократить сроки и повысить качество проектирования. Завершающим этапом проектной документации является экспертиза.

ГЛАВА 2. ВЫБОР ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Все малые населенные пункты Республики Беларусь в качестве источника водоснабжения используют подземные воды с помощью скважинных водозаборов.

Рассмотрим вопросы проектирования, строительства и эксплуатации на примере водоочистных сооружений малого населенного пункта из подземных источников.

2.1. Краткая характеристика объекта проектирования.

В качестве примера проектирования принят конкретный объект с рассмотрением вариантов расположения и состава станции водоподготовки. При этом для принятия окончательного решения по вариантам проектирования необходимо выполнить изучение состава подземной воды и дать характеристику загрязнениям, присутствовавшим в ней с превышением нормативных значений.

Объектом проектирования и строительства выбрана деревня Пестуница Зароновского сельского совета Витебского района Витебской области с населением в количестве постоянного проживания 281, летом 346 человек, которые являются потребителями воды. Деревня расположена в 18 км к северо-западу от Витебска. Имеется дом культуры, библиотека, амбулатория, отделение связи. На территории поселения расположено озеро Пестуница. По западной окраине деревни протекает река Пестуница.

Климат умеренно-континентальный с преобладающим влиянием морских воздушных масс, переносимых циклонами с Атлантического океана. Характерно влияние сибирского антициклона, приносящего морозную безоблачную погоду в зимнее время. Это и обуславливает более суровый климат в сравнении с другими районами страны. Среднегодовая температура $5,1^{\circ}\text{C}$, осадков 665 мм, глубина промерзания суглинистых пород 1,4 м

Участок проектирования расположен в южной части д. Пестуница. Рельеф местности спокойный. Неблагоприятные геологические процессы не установлены. Площадка проектирования находится в водоохраных зонах оз. Пестуница. Геологическое строение участка представлено растительным слоем мощностью до 0,3 м в районе скважины №3, техногенными отложениями голоценового горизонта мощностью от 0,8 м – 1,0 м, водноледниковыми отложениями поозерского горизонта мощностью от 3,7 м- 6,7 м.

На площадке проектирования отсутствуют памятники истории, культуры и архитектуры, железные и автомобильные дороги, магистральные нефте - газопроводы, аэродромы.

В настоящее время водоснабжение поселка осуществляется из существующей водозаборной скважины.

Существующая система водоснабжения в д. Пестуница хозяйственно-питьевая, централизованная низкого давления. Вода из водозаборной скважины поступает напрямую в сеть. Режим водопотребления и давление в

водопроводной сети поддерживается посредством частотного преобразователя. Сети водопровода - тупиковые, проложены из труб Ду 50-100 мм.

Среднесуточное водопотребление с учетом реализации воды за предшествующий 2-х летний период составляет в соответствии с заданием на проектирование - 29,19 м³/сут.

По протоколу испытаний воды из скважины от 10.06.2020г (лаборатории филиалов УП «Витебскоблводоканал»), качество воды соответствует СанПиН 10-124 РБ 99 по всем показателям, кроме содержания железа (2,2 мг/дм³), мутности (4,58 мг дм³/) и марганца (0,185 мг/дм³).

Подробный состав воды из скважины приведен на рисунке 1.

Таблица 1.

Характеристика подземных вод, существующая скважина д. Пестуница

Наименование показателей	Значение показателей	
	СанПиН 10.124-99 РБ	Скважина
Мутность, (мг/дм ³)	1,5	4,8-5,5
Цветность, (градусы по шкале)	20	26
Привкус, запах (баллы)	<2	железистый
Величина рН	6-8,5	7,2-7,7
Величина Eh, мВ	-	<80
Минерализация, общая (мг/дм ³)	1000	250-350
Жесткость общая, (мг-экв/дм ³)	7	5,0-5,5
Окисляемость перманганатная (мгО ₂ /дм ³)	5	4,0-6,0
Хлориды Cl ⁻ (мг/дм ³)	350	1-10
Сульфаты SO ₄ ²⁻ (мг/дм ³)	500	35-100
Na ⁺ (200 мг/дм ³)	200	60-150
Железо Fe, общее (мг/дм ³)	0,3	1,5-1,8
Марганец Mn ²⁺ (мг/дм ³)	0,1	0,185
NH ₄ ⁺ (мг/дм ³)	2,0	0,02-5,0
Нитриты NO ₂ ⁻ (2,0 мг/дм ³)	2,0	0,3-3,5
Нитраты NO ₃ ⁻ (мг/дм ³)	45	2-30
Сероводород H ₂ S (0,05 мг/дм ³)	0,5	-

Согласно таблице 1 к показателям воды, превышающие нормативные значения относятся мутность, цветность, окисляемость общее железо и марганец. Рассмотрим данные загрязнения и методы их очистки более подробно.

2.2. Характеристика загрязнений подземных вод

Подземная вода подразделяется на грунтовую и артезианскую, представляет собой сложный природный раствор, в котором содержатся все известные химические элементы в виде ионов, комплексных соединений, растворенных, либо газообразных молекул. Состав подземных вод в республике Беларусь приведен в таблице 2 [48].

Химический состав подземных вод в Республике Беларусь

Наименование показателей	Значение показателей	
	Грунтовые воды	Артезианские воды
Величина pH	7,0-7,3	7,2-7,7
Величина Eh, мВ	70-80	80-110
Минерализация, общая (мг/дм ³)	250-350	250-350
Жесткость общая, (мг-экв/дм ³)	3,6-6,5	4,0-9,0
Окисляемость перманганатная (мгО ₂ /дм ³)	4,0-10,0	4,0-6,0
Хлориды Cl ⁻ (мг/дм ³)	28-65	1-10
Сульфаты SO ₄ ²⁻ (мг/дм ³)	50-120	35-100
Na ⁺ (мг/дм ³)	10-25	60-150
K ⁺ , мг/дм ³	2-4	2-4
Ca ²⁺ , мг/дм ³	35-80	40-100
Mg ²⁺ , мг/дм ³	5-25	10-50
Железо Fe, общее (мг/дм ³)	3-10	0-8
Марганец Mn ²⁺ (0,1 мг/дм ³)	0,05-0,4	0-0,7
SiO ₃ ²⁻ (мг/дм ³)	5-12	5-12
NH ₄ ⁺ (мг/дм ³)	0,5-3,0	0,02-5,0
Нитриты NO ₂ ⁻ (мг/дм ³)	0,3-4,5	0,3-3,5
Нитраты NO ₃ ⁻ (мг/дм ³)	5-50	2-30
Сероводород H ₂ S (мг/дм ³)	0-0,5	0-0,5

При этом состав подземной воды отражается не только большим количеством химических элементов, но и изменчивостью их количественного состава и разнообразием растворенных форм каждого элемента. В воде содержатся многие живые и мертвые микроорганизмы (бактерии), механические и коллоидные вещества, сложные органоминеральные и другие комплексы.

Основные источники соединений **железа** в водоемах, озерах и реках – это процесс химической эрозии горных пород, который влечет за собой их механическое разрушение с последующим растворением. Содержащиеся в природных водах органические и минеральные вещества в следствие взаимодействия образуют разнообразие форм железа в растворенном, коллоидном или взвешенном виде.

Для железа характерны двухвалентные и трехвалентные формы соединений, которые присутствует в воде с разной степенью окисления в растворенном, либо нерастворенном состоянии. Трехвалентное железо, является более сильным окислителем.

Концентрация общего железа зависит от сезонных изменений. Как правило, в поверхностных источниках значительное повышение концентрации железа в придонных слоях происходит из-за застоя воды в зимний и летний период.

Осаждению железа содействуют щелочные и окислительные условия, в то время как кислые и восстановительные - наоборот растворяют. Свободное железо быстро фиксируется в виде гидроксидов и оксидов, замещает магний и алюминий и образует комплексы с химическими лигандами.

Часто с таким случаем накопления окиси железа FeO в водах сталкиваются на береговых водозаборах, расположенных на берегах озер и водохранилищ, которые по своей гидрохимии представляют собой рукотворные озера.

Высокая концентрация железа прослеживается в болотах, где оно, в основном, представлено в виде гуматов (соли гуминовых кислот).

Определяющими факторами наличия той или иной формы железа в водных растворах являются значения водородного показателя pH , окислительно-восстановительного потенциала Eh и химического состава вод.

Соединения растворенного железа в виде оксидов и гидроксидов, представляют собой растворенные органические и неорганические вещества, которые находятся в ионной форме в природных водах. При этом существует прямая зависимость: чем выше величины pH и Eh , тем меньше общее содержание растворенного двухвалентного железа.

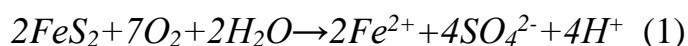
Смешение водных масс в осенне-зимнее время сопутствует окислению двухвалентного железа в трехвалентное, с последующим образованием гидроксида железа (III) [28]. Установлено, что в озера железо попадает с проточной водой, где с помощью кислорода окисляется вплоть до трехвалентного железа, с последующим образованием в нейтральных или щелочных условиях нерастворимой формы $Fe(OH)_3$, которая оседает на дно. Здесь, из-за полного отсутствия кислорода (анаэробное состояние водной среды), в присутствии биогенного углекислого газа, трехвалентная форма восстанавливается до двухвалентного железа, растворимого в воде [31], причем его высокая концентрация наблюдается в подземных водах с невысокими значениями pH и Eh .

В подземной воде преобладающей формой содержания железа Fe^{2+} является бикарбонат закиси, т.е. двууглекислое железо $Fe(HCO_3)_2$. Это соединение является малоустойчивым и превращается в гидрат закиси $Fe(OH)_2$ в результате реакции гидролиза с образованием углекислого газа и дальнейшим снижением величины pH .

Причина накопления Fe^{2+} в подземной воде заключается в том, что уже в первом водоупоре слагаемых пород исчезает кислород, в то время как при нейтральных значениях величины pH уменьшается концентрация гидроксильных ионов OH^- , которые необходимы для осаждения гидрата закиси железа.

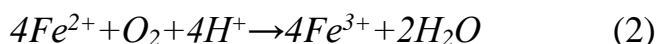
При наличии кислорода воздуха закиси железа подвергаются полному окислению с последующим переходом в различные нерастворимые формы. Эта особенность широко применяется в аэрационных методах очистки воды.

В условиях пониженного значения величины pH характерного для болотных вод, протекают окислительные реакции дисульфида железа (минерал пирит) до его сульфата:

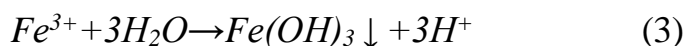


При $pH > 3,5$ двухвалентное железо существует в водном растворе только в виде комплекса, постепенно переходящего в гидроксид.

В области нейтральных величин pH и значениях $Eh > 100$ мВ под воздействием кислорода, протекает окисление железа Fe^{2+} в Fe^{3+} :



Заключительной стадией процесса является реакция гидролиза, приводящая к образованию красно-бурого осадка гидроксила железа (Fe^{3+}):



При $pH > 8$ железо (Fe^{2+}) может существовать в виде аквакомплекса, претерпевая окисление через стадию образования железа (Fe^{3+}):



Но, основной формой при высоких значениях pH все же является $Fe(OH)_3$.

Марганец по распространённости среди других элементов занимает четырнадцатое место. Нечасто встречается в чистом виде, зато входит в состав большого числа минералов. Некоторые кислые и железистые руды также содержат марганец.

В природе химический элемент марганец мало распространён. Он содержится в почве, воде, растениях, в организме людей и животных. В воду марганец попадает из минералов, а также от разложившихся животных и синезеленых растений, содержащихся в воде.

Марганец в природных водах находится преимущественно в форме бикарбоната двухвалентного марганца $Mn(HCO_3)_2$, хорошо растворимого в воде, а также комплексных соединений с сульфатами, бикарбонатами, коллоидной и ионной. – в присутствии кислорода осуществляется переход в высоковалентные оксиды MnO_2 , MnO_3 и MnO_4 , выпадающие в осадок. Может существовать в виде комплексных соединений с органическими веществами (органическими кислотами, аминами, гумусовыми веществами и аминокислотами).

В подземные источники большое содержание солей марганца поступает вымыванием из почвы [28], и часто содержится совместно с железом, хотя концентрация его значительно ниже. Поэтому если вода содержит железо, то с большей вероятностью там находится и марганец. Но не наоборот. Марганец может присутствовать в воде и без содержания железа. Когда подземные воды выходят на поверхность, где происходит контакт с воздухом, нарушаются равновесные состояния растворенных веществ. В результате удаления углекислоты и поглощения кислорода происходит распад бикарбонатов и повышение pH воды.

Количество марганца в воде, как и железа, постоянно колеблется в зависимости от сезона: содержание металла зимой и летом больше, а весной и осенью наоборот. Но также имеются другие условия, от которых зависит концентрация марганца в природной воде: температура, концентрация

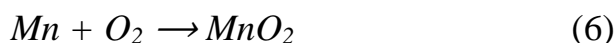
кислорода, значения величины рН, поглощение или, наоборот, выделение его водными организмами, влиянием сточными водами и т.д.

Характерные степени окисления марганца: 0, +2, +3, +4, +6, +7 (степени окисления +1, +5 малохарактерны). Увеличение степени окисления становится причиной возрастания окислительных и кислотных характеристик марганца.

Все соединения Mn^{2+} относятся к восстановителям. Оксид марганца имеет восстановительные свойства, серо-зеленого цвета, в воде и щелочах не растворяется, зато отлично растворяется в кислотах.



При окислении на воздухе может пассивироваться. Порошкообразный марганец сгорает в кислороде:



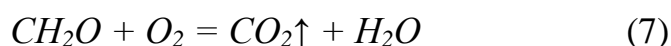
Образование Mn^{4+} может быть и окислителем, и восстановителем. Гидроксил марганца в воде не растворяется, по цвету белое вещество.

Гидроксилы $Mn(OH)_2$ и $Mn(OH)_3$ имеют основной характер, $MnO(OH)_2$ — амфотерный. Для окисления марганца необходимы более высокие значения величин рН и Eh, чем для железа.

Кроме того, необходимо принимать во внимание, что находящийся в подземных водах Mn^{2+} весьма долго окисляется до Mn^{3+} и Mn^{4+} с помощью аэрации или иными окислителями. Темп окисления двухвалентного марганца находится в зависимости от рН воды. Для окисления марганца кислородом воздуха рН должно быть не менее 8, а интенсивный переход Mn^{2+} в Mn^{3+} и Mn^{4+} осуществляется при рН > 9,5. Довольно стремительно автоокисление этого элемента кислородом совершается в присутствии рН > 9,5.

Концентрации **органических соединений** в подземной воде определяются разнообразием ее состава [6]. В анаэробных условиях происходит микробиологическое разложение животных и растительных остатков (обычно выражается общей формулой CH_2O), причем часть из них растворяется в воде. Видовой состав органических веществ в воде приведен на рисунке 2.

Если в воде имеется какая-то концентрация растворенного кислорода, то будет происходить разложение органики, сопровождающее процесс минерализации веществ с образованием:



То есть в воде происходит увеличение концентрации свободной углекислоты (процесс противоположный фотосинтезу для поверхностных вод).

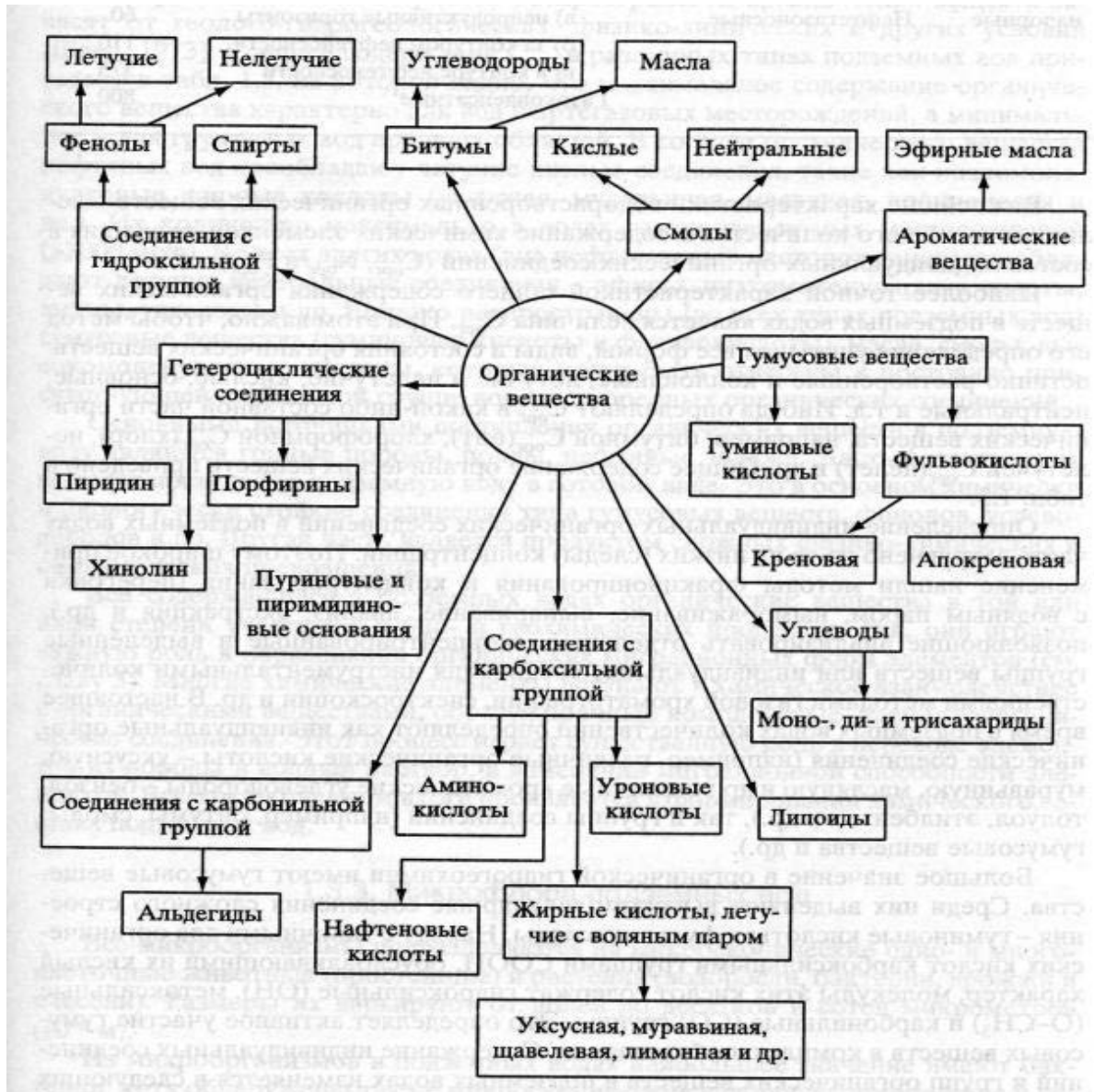


Рисунок 1. Классификация состава органических веществ в подземных водах [66].

Другая часть органических веществ может трансформироваться в новые соединения. Например, гумусовые вещества, попадающие в подземную воду, разлагаются на гуминовые кислоты и фульвокислоты, которые уже участвуют в образовании комплексов многих металлов [31].

Величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ, при воздействии в определенных условиях одним из сильных химических окислителей, называется **окисляемостью**. Обусловливается присутствием органических и некоторых легкоокисляющихся неорганических примесей, таких, как железо (II), сульфиты, сероводород и др [31].

Источники окисляемости воды делятся на два типа: природные и антропогенные. К первому типу относятся различные процессы внутри водоемов и поступления извне, выпадения осадков и состав прилегающей почвы. Ко второму типу можно отнести бытовые, сельскохозяйственные и промышленные отходы, которые сливаются в реки и попадают инфильтрацией в подземные воды

(как правило, скважины для забора подземных вод представляют собой инфильтрационные водозаборы).

Существует несколько видов окисляемости воды: **перманганатная, бихроматная, йодатная, цериевая** [29]. Последние два вида окисляемости для оценки природных вод применяют очень редко, в основном для определения содержания органических веществ в воде промышленных и медицинских производств.

Для природных малозагрязненных вод рекомендовано определять перманганатную окисляемость (П), в более загрязненных водах определяют, как правило, бихроматную окисляемость (ХПК). Следует отметить также, что именно перманганатная окисляемость является единственным показателем из всех ее видов, регламентирующим качество питьевой воды [29].

Для водных поверхностных проток в паводковый период перманганатная окисляемость может быть до 60 и выше, а болотные воды даже до 400 мгО₂/дм³.

В подземной воде перманганатная окисляемость (П) может колебаться от 2-15 мгО₂/дм³ и обычно уже свыше 4-х указывает на ее загрязнение посторонними примесями, в основном органического и антропогенного характера.

Как и все остальные параметры, окисляемость зависит от периода года и определяется, с одной стороны, гидрологическим режимом и поступлением органических веществ с водосбора, с другой - гидробиологическим режимом.

Подземные воды содержат меньшую окисляемость, чем поверхностные. Чем больше в воде находится продуктов разложения живой и неживой природы, тем выше окисляемость воды. Как правило, органические вещества, находящиеся в воде, не наносят вреда жизни и здоровью человеку, но в присутствии марганца и железа трудно поддаются фильтрации, препятствуют обеззараживанию и образуют побочные элементы, отрицательно влияющие на эндокринную и пищеварительную систему человека.

Таким образом, проблемой прямого использования подземных вод для хозяйственно-питьевых нужд малых населенных пунктов является наличие в них, прежде всего, повышенного содержания железа, а в некоторых случаях марганца, аммиака, нитритов и нитратов [3,4].

Например, в подземных водах не редкость присутствие азотсодержащих веществ (соли аммония NH⁴⁺, нитраты NO₃⁻ и нитриты NO₂⁻), что указывает на содержание в воде органических веществ животного происхождения. Образуются эти соединения в воде преимущественно в результате разложения мочевины и белков, поступающих в неё с бытовыми сточными водами [30].

2.3. Методы обработки подземных вод.

Метод обработки подземных вод определяется непосредственно у подземного источника водоснабжения [26].

При малой и средней производительности станций водоподготовки, наиболее рентабельным и наиболее часто применяемым способом водоподготовки является безреагентный метод очистки воды от железа

упрощенной или интенсивной аэрацией и фильтрованием на безнапорных или напорных фильтрах.

Аэрационные методы, которые применяются обычно при обезжелезивании воды, могут быть использованы и для удаления марганца, а также и в случае совместного присутствия их в воде.

Метод обезжелезивания воды упрощенной либо интенсивной аэрацией является основным от любых соединений железа, которые присутствуют в природной воде при $pH=6,8...8$ и $Eh>100$ мВ, кроме его комплексной формы.

Отличительная черта данного метода состоит в том, что при аэрации из воды удаляется доля углекислоты и происходит насыщение воды кислородом. При этом увеличивается pH воды, что содействует процессу окисления и гидролиза железа и частично марганца с образованием соответствующих гидроокисей железа и марганца. Образовавшееся соединение окиси марганца (IV) является катализатором для последующего окисления и принимает участие в процессе.

В природной воде ионы аммония окисляются бактериями *Nitrosomonas* и *Nitrobacter* до нитритов и нитратов. Если в воде присутствует аммиак, и отсутствуют нитраты, следовательно, вода была загрязнена органическими веществами относительно недавно. Наиболее известный способ обработки воды с такими загрязнениями также является аэрация. Присутствие в воде нитратов и отсутствие аммиака служат показателем более давнего органического фекального загрязнения, и следовательно, вода прошла самоочищение.

Кроме аэрации, при больших концентрациях нитритов и нитратов в исходной воде, часто применяется метод ионного обмена с применением натрий-хлорирования. Но есть недостаток, как увеличение количества хлор-ионов и натрий-ионов уже в очищенной воде.

Для снижения затрат на очистку воды, возможно смешивать фильтрат с основным потоком исходной воды в определенном соотношении.

Процессы дегазации и окисления, растворенных в жидкости веществ аэрацией с последующей фильтрацией, является одним из самых эффективных методов очистки воды от органических примесей и газов.

Итак, на основании опыта использования установок водоподготовки в Витебской области, можно предложить следующие варианты применения аэрационных методов обработки подземных вод при проектировании станций обезжелезивания.

Метод упрощенной аэрации используется для большинства станций водоподготовки населенных мест при местном превышении железа, до 10 мг/дм³ (желательно, на практике до 5 мг/дм³). Причем опыт проектирования и реализации данного варианта, если загрязнителем является только железо, в основном положительный.

Загрузка фильтров состоит из песка или его смесь с модифицированными материалами, например, сорбент АС, а подача воздуха на окисление железа производится эжекторами или компрессором в соотношении (3-4):1 м³ воздуха к обрабатываемой воде. Экспериментально подбирается объем загрузки фильтров,

степень их аэрации и определяются условия регенерации загрузки, часто в виде обратной промывки (может применяться и водовоздушная).

Интенсивная аэрация с соотношением 5 м³ воздуха к 1 м³ воды и более устанавливается индивидуально в каждом конкретном случае, и осуществляется воздухом или озоном, причем лучше использовать компрессоры, чем эжекторы.

При интенсивной аэрации, если в воде кроме железа присутствуют еще другие загрязнители, желательно устройство отдельного напорного аэратора перед фильтрами. В качестве загрузки фильтров применяются песок, модифицированные материалы или их совместные отдельные слои. Например, песок + сорбент АС в пропорции 1:1 по высоте при удалении железа. Если в воде присутствует еще и марганец, то дополнительно применяется и сорбент МС (допустим в соотношении по высоте - 1,0:0,8:0,2), может быть песок + пиролюзит.

Также могут использоваться марганцевый глауконитовый песок, Вirm, МТМ, разнородная загрузка и различные синтетические материалы. В большинстве случаев высшие оксиды марганца дают желаемый окислительный эффект.

В особых случаях в воду может быть добавлено достаточное количество растворенного кислорода, при этом фильтрующий слой служит просто катализатором для ускорения реакции кислорода и железа. В таких установках загрузка обязательно должна периодически промываться, но химическая регенерация фильтрующих материалов не требуется.

Для большинства загрузок это достигается путем пропуска раствора перманганата калия через фильтрующий слой, с последующей промывкой. Этот процесс механически подобен регенерации систем умягчения воды.

При «сухом фильтровании» процесс происходит аналогично методу упрощенной аэрации, водовоздушное соотношение принимается результатам экспериментов зависит от концентраций загрязнений. Например, при концентрациях железа до 5 мг/дм³ исходной воде по железу и аммонийных солей до 1,5 мг/дм³ это соотношение на первом этапе эксплуатации можно принять 3,5:1.

Адсорбционно-каталитическая пленка на поверхности зерен загрузки состоит из сидерита, гетита, гематита и имеет плотную структуру в 4-5 раз меньше, чем при упрощенной аэрации. Вследствие этого, в фильтрах темп прироста потерь напора будет ниже, а продолжительность фильтроцикла выше и может достигать 50-75 кг загрязнений на 1 м³ загрузки.

Для удаления больших концентраций аммонийного азота или его солей нередко применяют дополнительные методы обработки воды. Например, используется промежуточная емкость с устройством вентиляции (примерно ≈ 50-60% от часового расхода воды, но не менее 3 м³) в которую подается сжатый воздух для отдувки аммиака или устанавливается дополнительная аэрационная колонна. Желательно также применить вторую ступень фильтров с загрузкой из активированного угля (особенно после резервуара) или сорбентов (клиноптилолит - цеолиты).

К интенсивной аэрации воды сложного состава дополнительно могут использоваться и специальные окислители, которые интенсифицируют процессы окисления различных загрязнителей, например, марганец и аммонийные соли. В качестве реагентных окислителей используются опять-таки озон или гипохлорит натрия (калия).

В 90-х годах прошлого века в Республике Беларусь стали применять биохимические технологии очистки подземных с использованием микроорганизмов биологически активной загрузки (БАЗ), состоящей, прежде всего, из различных видов железобактерий и марганцовоокислых бактерий. Метод получил развитие как в реконструкции существующих станций напорного и безнапорного типа, так и в строительстве новых и является одним из современных направлений, повышающих эффективность удаления железа в присутствии марганца и растворенных газов в скорых фильтрах. Данный метод является практически универсальным, т.ч. и для обработки воды сложного состава.

У типичных представителей железобактерий и марганцовоокислых бактерий родов *Leptothrix*, *Metallogenium*, *Siderocapsa* и др., развивающихся в пресных водах с нейтральной или слабощелочной средой, окисление железа и марганца происходит в результате взаимодействия выделяющейся перекиси водорода с ионами металлов (перекисный механизм). Активная реакция воды рН и окислительно-восстановительный потенциал E_h могут оказывать существенное влияние на развитие железобактерий, поэтому при использовании биотехнологий необходимо контролировать стабильность воды, что обычно не предусмотрено на станциях обезжелезивания воды.

В сущности, биотехнология обработки воды представляет собой два противоположных процесса: биологическое окисление и механическое фильтрование. Если процессы происходят в одном сооружении (например, скором фильтре), то ясно, что это не может быть решено оптимальным образом без ущерба одному из них, поэтому в последнее время при проектировании и строительстве новых станций (установок) обезжелезивания воды рекомендуются двухступенчатые схемы удаления этих соединений в безнапорном варианте, т.е. разделить процессы биоокисления и фильтрования [8,9].

Поэтому было принято решение первую стадию проводить в аэрационной колонне - биореакторе, часть которой заполнена элементами со значительной активной поверхностью для роста биомассы, а уже затем направлять воду на фильтрование. Такая схема обеспечивает наиболее устойчивую и эффективную работу станции в широком диапазоне состава обрабатываемой воды с включением биологических процессов окисления железа, марганца и эффективного удаления растворённых газов (диоксида углерода, сероводорода и др.), а также соединений азотной группы.

К недостаткам этого метода можно отнести высокую стоимость и сложность в эксплуатации.

Для воды очень сложного состава в последнее время часто используются методы ионного обмена и обратного осмоса.

2.4. Выводы.

1. В качестве примера проектирования принят конкретный объект с рассмотрением вариантов расположения и состава станции водоподготовки.

2. Объектом проектирования и строительства выбрана деревня Пестуница Зароновского сельского совета Витебского района Витебской области с населением в количестве постоянного проживания 281, летом 346 человек, которые являются потребителями воды.

3. Существующая система водоснабжения в д. Пестуница хозяйственно-питьевая, централизованная низкого давления. Вода из водозаборной скважины поступает напрямую в сеть. Система водоснабжения хозяйственно-питьевая, централизованная низкого давления.

4. Проанализировав химический состав подземных вод, пути их поступления в подземные воды, и определив по каким показателям, она не соответствует нормативным значениям, а также используя технологические изыскания, можно подобрать наиболее эффективный, желательный экономичный, метод водоподготовки для малых населенных пунктов с учетом опыта эксплуатации сооружений, работающих в аналогичных условиях.

5. Качество воды из существующей скважины не соответствует СанПиН 10-124 РБ 99 по содержанию общего железа ($2,2 \text{ мг/дм}^3$), мутности ($4,58 \text{ мг дм}^3/$) и марганца ($0,185 \text{ мг/дм}^3$).

6. Подробно рассмотрены причины поступления загрязнений в подземные воды и методы их очистки.

7. Учитывая состав воды из скважин, ее очистку для рассматриваемого объекта следует предусматривать аэрационными методами.

ГЛАВА 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАНЦИИ ВОДОПОДГОТОВКИ МАЛОГО НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

Рассмотрим варианты проектирования и эксплуатации на примере водоочистных сооружений малого населенного пункта д. Пестуница из подземных источников.

3.1. Выбор вариантов проектирования

На разных этапах проектирования (особенно часто на начальных этапах) перед разработчиком встает задача выбора наилучшего варианта из множества допустимых проектных решений, которые удовлетворяют предъявленным требованиям.

Под вариантным проектированием понимается разработка нескольких разнозначных и равноценных вариантов, при которых используются разные архитектурные, планировочные, конструктивные, инженерные и другие решения.

Целью разработки нескольких вариантов является:

- достижение целей, поставленных в техническом задании, наиболее эффективными и рациональными способами;
- учет особенностей местности, климатический условий, мест расположения существующих объектов и коммуникаций;
- оптимизация расходов заказчика на приобретение материалов, аренду спецтехники, фонд оплаты труда, обязательные платежи;
- обеспечение надлежащего качества и сроков строительства, безопасности будущего объекта.

Чтобы сделать правильный, обоснованный и экономически эффективный выбор, для каждого варианта разрабатываются основные решения на здания, сооружение. Также специалисты проектной организации сделают необходимые расчеты по характеристикам и стоимости материалов, строительных работ, предложат на выбор места размещения стройплощадки. Окончательный выбор осуществляется по согласованию с заказчиком, после чего проектная организация начинает полноценную работу по проекту.

Существует много способов окисления железа (см. главу 2), включая его размягчение известью или использование реагентов, таких как диоксид хлора ClO_2 , озон O_3 или перманганат калия $KMnO_4$.

Однако наиболее рентабельным, экологически чистым и часто применяемым способом окисления железа является аэрация и последующая фильтрация.

Железо легко окисляется атмосферным кислородом, а процесс аэрации обеспечивает растворенный кислород, необходимый для превращения железа в нерастворимую форму без использования химических веществ. Следует отметить, что процесс аэрации требует тщательного контроля, поскольку при недостаточном расходе воздуха железо не будет должным образом окисляться.

В то же время, если расход воздуха слишком высок, вода может стать перенасыщенной растворенным кислородом и коррозионно-активной.

Обычно используются два метода аэрации:

- распыление воды в воздух;
- подача воздуха в воду.

На время реакции влияет рН воды. Поэтому необходимо отслеживать и корректировать уровни рН в процессе пребывания воды в аэраторе. В последнее время принята подача воздуха в воду с помощью эжекторов или компрессорами

Осадок, производимый установкой для водоподготовки, представляет собой суспензию твердых веществ, неорганических и органических, удаленных из воды в качестве остаточного результата процесса водоподготовки. Он содержит преимущественно неорганические вещества и поэтому относится к минеральным типам осадка.

Состав и свойства осадка, образующегося при подготовке водопроводной воды, зависят в первую очередь от состава сырой воды, требуемого качества питьевой воды и применяемой технологии очистки. Осадок состоит из иловой воды и твердых частиц различной формы и размеров. Вода присутствует в осадке в свободной, коллоидной и химически связанной форме. Сырая вода из подземного водоносного горизонта имеет стабильный состав, следовательно, то же самое относится к качеству и количеству осадка.

Таблица 3.

Стандартный состав осадка, образующегося при промывки песчаных фильтров

Состав осадка	Ед. изм.	Мин. объем	Макс. объем
Al ₂ O ₃	%	0,08	0,17
Fe ₂ O ₃	%	53,0	64,0
MnO	%	0,35	2,2
CaO	%	2,5	6,2
MgO	%	0	1,0
Прочие неорганические	%	7,0	1,0

Образующийся осадок можно утилизировать на полигоне или использовать в целях восстановления нарушенных земель, например, на открытых площадках, таких как заброшенные карьеры, шахты, и в лесном хозяйстве.

Для удаления осажденного железа из фильтрующей загрузки необходима ее периодическая обратная промывка. Реже может потребоваться регенерация, для восстановления окислительной способности фильтрующих сред.

Независимо от формы железа (растворенное или осажденное), рекомендуется фильтрация с помощью фильтров для удаления железа. Такие фильтры содержат несколько слоев загрузки, имеющей умеренную окислительную способность. Когда сырая вода окисляется кислородом воздуха, а затем проходит через фильтрующую загрузку, все растворенное железо переходит в нерастворимую форму трехвалентного железа, а затем механически отфильтровывается из воды.

Для обеспечения потребителей качественной питьевой водой население д. Пестуница предусматривается строительство станции обезжелезивания.

Максимально-суточное водопотребление определено расчетом с учетом коэффициента суточной неравномерности и составляет - 32,11 м³/сут.

Производительность водозаборных и водоочистных сооружений принята на максимальный час – 3 м³/час (33,17 м³/сут) в т.ч.:

1. Расход воды на хоз-питьевые нужды - $Q_{сут} = 32,11 \text{ м}^3/\text{сут}$;

2. Расход воды на собственные нужды (промывка фильтров) - 1,06 м³/сут.

Годовая производственная программа по очищенной воде составляет 11720,15 м³/год.

Проектом предусматривается:

- демонтаж существующего деревянного ограждения, устройства проезда, разворотной площадки, обочины из ПГС;

- устройство обваловки существующей водозаборной скважины;

- озеленение площадки в границах работ (*Приложение А*)

- вырубка зеленых насаждений (липа, ивы), удаление травяного покрова, компенсационные выплаты должны быть рассчитаны с учетом проектируемого газона.

Профиль проезда – односкатный, с отводом воды с проезжей части поверхностным способом на рельеф.

Кроме периодического проезда машин специального назначения, движение другого транспорта по участку не предусматривается.

Также проектом предусматривается модернизация существующей водозаборной скважины № 10785/12686/64.

Согласно акта обследования скважины от 02.06.21, при производительности скважинного насоса 3 м³/час динамический уровень составит 25,3м, удельный дебит – 1,4 м³/час*м.

Скважина с насосной станцией 1-го подъема располагается в существующем павильоне из железобетонных колец диаметром 2,5м, в обваловке.

По паспорту водозаборной скважины дебит – 7,05 м³/час; удельный дебит – 1,4 м³/час*м; водоносный горизонт представлен известняком, диаметр эксплуатационной колонны – 219 мм; кондуктора - 325мм; глубина скважины (разведочный ствол) – 75 м.

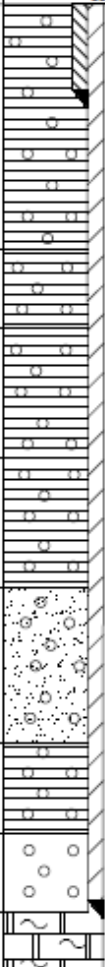
Мас штаб	Геологический индекс	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания слоев, м			Геологический разрез и конструкция скважины	Категория пород по:		Диаметр долота, мм Интервал бурения, м	
			От	До	Мощность		бур	уст		
10									393 / 0-8	
20	gIIpž	Глина с гравием и галькой	0	19	19		3	1		
30	gIIpž	Глина с галькой и валунами	19	25	6		3	1		
40	gIIIsz	Глина с валунами	25	35	10		3	1		
	gIIIsz	Глина с гравием	35	45	10		3	1		
50										
60	fIIId-sž	Песок с гравием и галькой	45	57	12		2	1		
	gIIId	Глина с гравием и галькой	57	64	7		3	1		
70	fI-II	Гравий с галечником и валунами	64	70	6		3	1		295 / 8-71
75	D3f	Известняк доломитизированный	70	75	5	3	1	190 / 71-75		

Рисунок 2 - Геологический разрез водозаборной скважины № 10785/12686/64.

Обеззараживание воды будет обеспечиваться ультрафиолетовыми лампами с высокой интенсивностью излучения. Это экологически безопасный метод, не предполагающий использования химических реагентов, хлора или озона. Облучение ультрафиолетом убивает присутствующие в воде живые микроорганизмы, такие как бактерии, вирусы и паразиты, а также способствует разложению вредных для здоровья химических соединений. Ни запах, ни вкусовые качества воды при этом не ухудшаются.

Принята следующая технологическая схема: вода из существующей водозаборной скважины насосной станцией 1-го подъема подается в станцию обезжелезивания на напорную блочно-модульную установку водоподготовки (аналог УП “Полимерконструкция”), расположенную в контейнере совместно с насосной станцией 2-го подъема и РЧВ. Очищенная вода насосами второго подъема подается в сеть потребителю.

Фильтры поставляются в комплекте с обвязкой трубопроводами.

Загрузка фильтров безреагентная – кварцевый песок фракция 1-2 мм, высотой до 1,5 м.

В режим промывки фильтры выходят поочередно. Регенерация (промывка) загрузки производится обратным током воды снизу – вверх с интенсивностью 17-19 л/с*м². Запас промывной воды хранится в резервуаре чистой воды (РЧВ), объемом – 6м³, расположенном в станции обезжелезивания. Продолжительность регенерации 4-5 мин, не чаще одного раза в 7 суток в зависимости от содержания солей железа в исходной воде, по результатам проведения пусконаладочных работ. Объем воды на одну промывку – 1,06 м³.

Таблица 4.

Технические показатели станции обезжелезивания.

№	Показатель	Размерность	Значение
1	Производительность суточная	м ³ /сут	33,17
2	Производительность часовая	м ³ /ч	3
3	Концентрация растворенного железа:		
	в исходной воде	мг/л	5,2
	в очищенной воде*	мг/л	не более 0,3
4	Количество фильтров	шт.	2
5	Диаметр фильтра	м	0,5
6	Количество воды на 1 промывку фильтра*	м ³	1,06
7	Количество промываемых фильтров в сутки	шт.	1
8	Интенсивность промывки одного фильтра при 18,0 л/с*м ²	л/с	3,53
9	Скорость фильтрования при среднечасовом расходе	м/час	7,64

Обеззараживание воды будет обеспечиваться ультрафиолетовыми лампами с высокой интенсивностью излучения. Это экологически безопасный метод, не предполагающий использования химических реагентов, хлора или озона. Облучение ультрафиолетом убивает присутствующие в воде живые микроорганизмы, такие как бактерии, вирусы и паразиты, а также способствует разложению вредных для здоровья химических соединений. Ни запах, ни вкусовые качества воды при этом не ухудшаются.

Для расчета водопроводных сетей, насосной станции 2-го подъема нормами принимаются следующие расчетные расходы и напоры:

1. Расход воды на хоз-питьевые нужды - $Q_{сут} = 32,11$ м³/сут;
2. Расход воды на собственные нужды (промывка фильтров) - 1,06 м³/сут.
3. Максимально-часовой расход – 4,27 м³/час;
4. Минимально часовой расход – 0,014 м³/час;
5. Давление на выходе с насосной станции 2-го подъема – 15 м.

Выбор типа насосов и количество рабочих агрегатов определен с учетом обеспечения расчетных расходов и требуемых напоров.

К установке приняты 2 группы насосов:

1-я группа насосов обеспечивает подачу воды на хозяйственно-питьевые нужды.

К установке приняты 2 насоса с производительностью 4,3 м³/ч и напором 16м, $N_{ном} = 0,75$ кВт (в том числе 1 резервный) с частотным преобразователем на группу насосов (по 3-й категории обеспеченности подачи воды).

Управление группой насосов предусмотрено автоматическое по давлению в напорных трубопроводах.

2-я группа обеспечивает подачу воды на собственные нужды станции обезжелезивания (промывка фильтров).

Про́мывка фильтров обеспечивается насосом с расходом 12,7 м³/ч. и напором 12 м (в т.ч. один резервный хранится на складе), $N_{ном} = 1,1 \text{ кВт}$.

Управление работой насосов 2-й группы предусмотрено автоматическое по сигналу со шкафа управления работой станции водоподготовки.

Очищенная вода, после установки обезжелезивания, равномерно в течение суток поступает в проектируемый запасно-регулирующий резервуар чистой воды, расположенный в станции обезжелезивания. Расчетный объем воды в РЧВ складывается из регулирующего объема 3,92 м³, объема воды на две промывки фильтров – 2,12 м³.

В качестве аналога принят резервуар питьевой воды $V_{раб} = 6 \text{ м}^3$, как аналог РЧВ УП «Полимерконструкция» полной заводской готовности, которые изготавливаются из конструкционных полимерных материалов и предназначены для хранения питьевых жидкостей.

Равномерность обмена воды в резервуарах и предотвращение образования застойных зон обеспечивается соответствующим размещением подающего и отводящего трубопроводов.

Устройство для выпуска и впуска воздуха при наполнении и опорожнении резервуара выполняется специальной системой вентиляции, где предусмотрены мероприятия по предотвращению заражения запаса воды, хранящегося в резервуарах – организация воздухообмена через гидравлический пылеуловитель, устанавливаемый на переливной трубопровод резервуара.

Отопление контейнерной станции водоподготовки.

Для поддержания в помещении проектируемого здания станции обезжелезивания контейнерного типа температуры воздуха в соответствии с санитарными нормами предусматривается система электрического отопления.

Температуры внутреннего воздуха в помещении станции +5 С°.

В качестве нагревательных приборов приняты электрические конвекторы «МИСОТ-Э».

Для регулирования температуры воздуха в помещении нагревательные приборы предусмотрены со встроенными терморегуляторами.

Нагревательные приборы приняты в напольном исполнении.

Для поддержания в помещениях проектируемого здания станции обезжелезивания параметров воздушной среды в соответствии требованиями санитарных норм и технологии проектом предусматривается устройство системы вентиляции.

В помещениях станции предусмотрено приточная - вытяжная вентиляция с естественным побуждением.

Расчетный воздухообмен в помещении станции принят трехкратный согласно технологического задания.

Удаление воздуха - посредством воздуховода в атмосферу, выводимый выше кровли на 0.5 м.

Для возмещения количества удаляемого воздуха системой вытяжной вентиляции обеспечивается приток требуемого объема воздуха.

Приток наружного воздуха осуществляется через наружный воздухозаборный клапан с ручным управлением, установленный в наружной стене на отметке 2 метра от уровня земли.

Для удаления осажденного железа из фильтрующей загрузки необходима ее периодическая обратная промывка.

Промывная вода самотеком поступает в отстойник промывных вод, откуда, после отстаивания в течении не менее 6 часов, поступает в проектируемый сборный колодец - накопитель, откуда производится откачка отстаивших вод специализированным автотранспортом 1 раз в неделю.

В станциях этого типа сохранены все положительные технологические и конструктивные решения напорных станций. Отличительной их особенностью являются компоновочные решения, позволяющие производить и поставлять станции обезжелезивания полной заводской готовности в одиночных или спаренных транспортируемых контейнерах. В зависимости от существующей или проектируемой схемы водозабора контейнерные станции выпускаются трех модификаций:

- Работа на водонапорную башню (промывка фильтров из водонапорной башни);

- Работа на резервуар чистой воды (комплектуется резервуарами запаса промывной воды и промывными насосами);

- Работа непосредственно на водопроводную сеть (комплектуется встроенными или выносными резервуарами чистой воды, промывными насосами и насосами второго подъема).

Работа станции полностью автоматизирована. При необходимости в схему автоматики включается скважина, РЧВ или водонапорная башня, обеспечивая автоматизацию и диспетчеризацию всего комплекса водозаборного узла. Несомненным достоинством контейнерных станций являются высокое качество изготовления и монтажа, контролируемые в заводских условиях, сокращение сроков ввода объекта в эксплуатацию, минимизация подготовительных, строительных и монтажных работ.

Промывная вода самотеком поступает в отстойник промывных вод, откуда, после отстаивания в течении не менее 6 часов, поступает в проектируемый сборный колодец - накопитель, откуда производится откачка отстаивших вод специализированным автотранспортом 1 раз в неделю.

Основная комплектация станции водоподготовки была приведена в таблицах 4 и 5.

В качестве **вариантного проектирования** были рассмотрены два способа подачи воздуха в фильтры: эжекторы и компрессоры.

3.2 Вариант станции водоподготовки с водовоздушным эжектором.

Эжекторная аэрация воды (создание водо-воздушной смеси с помощью воздушного эжектора) – может оказаться наиболее экономичным и простым в реализации способом предварительной подготовки для безреагентного обезжелезивания воды, поступающей из скважины.

Удаление железа, марганца и сероводорода – типичная задача водоподготовки. Универсальных и всесторонне идеальных решений этой задачи, способных вытеснить все другие решения, не существует.

Использование природного кислорода воздуха для окисления железа в воде с последующей фильтрацией окисленного железа в слое загрузки остается самой популярной в мире технологией очистки подземной воды от железа и сероводорода. Вода из скважины анаэробна, не содержит растворенный кислород. Напротив, вода содержит растворенное железо и газы-антиоксиданты – сероводород и уголекислоту.

Воздух в систему поступает за счет работы водоструйного эжектора (рисунок 2), параметры которого отрегулированы так, чтобы обеспечить стабильно высокую линейную скорость потока через сопло Вентури. Поток жидкости, двигающийся через сопло Вентури с большой скоростью, попадает в камеру смешивания. Воздух поступает в камеру за счет создания на стенке корпуса разрежения и подсоса воздуха через клапан.

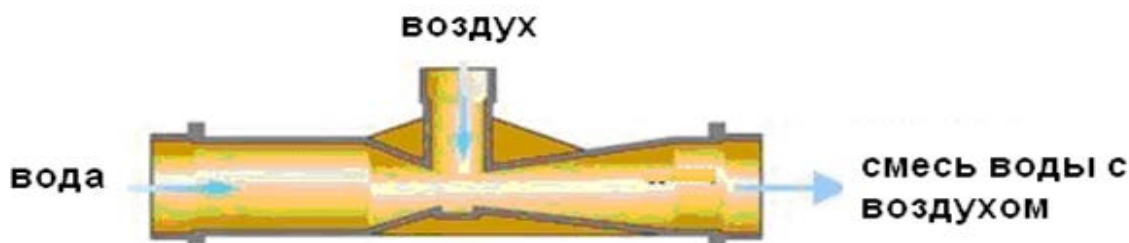


Рисунок 3 - Схема работы эжектора

Работа эжектора неизбежно связана с потерей динамического напора в системе после эжектора. Этот недостаток устранить нельзя, но можно преодолеть, изменив условия работы оборудования, расположенного последовательно вдоль направления потока. Эжектор выполняет основную задачу предподготовки – стабильно обеспечивает ввод кислорода воздуха в напорный поток воды без применения воздушного компрессора. Избыток воздуха при необходимости сбрасывается через клапан-воздухоотделитель, установленный в ловушку для воздуха. Вода с железом и растворенным кислородом поступает в фильтр.

Отличительной особенностью данного типа станций является оригинальная система эжекторной аэрации, обеспечивающая стабильное соотношение вода-воздух и равномерное распределение воды по всем фильтрам независимо от гидравлического сопротивления загрузки (*Приложение Б*).

Принцип работы эжектора основан на законе Бернулли: если в сужающемся сечении трубопровода создается пониженное давление одной среды, это вызовет подсос в формируемый поток другой среды и ее перенос от места всасывания.

Для работы напорной станции водоподготовки необходимо учитывать дополнительно потери на эжекторе (в зависимости от диаметра сопла Вентури), они составят 15 м. при расчете скважинного насоса.

Насосная станция 1-го подъема.

Расчет требуемого напора скважинного насоса:

Требуемый напор насоса определяем по формуле:

$$H_{mp} = H_{геом.} + H_{дин.} + H_{н.с.} + H_{к} + H_{со} + H_{дл}$$

где: $H_{геом.}$ – высота геометрическая от земли у артскважины до максим. уровня воды в резервуаре чистой воды расположенном в контейнерной станции - 2,5 м.

$H_{дин.}$ – динамический уровень - 28м.

$H_{н.с.}$ – потери напора в насосной станции 1-го подъема - 2,0 м.

$H_{к}$ – потери напора по длине в водоподъемной колонне - 0,33м;

$H_{со}$ – потери напора на установке обезжелезивания (при эжекторной схеме) – 25 м.

$H_{дл}$ – сумма потерь по длине трубопровода от насосной станции 1-го подъема до станции обезжелезивания - 0,29 м;

$$H_{mp} = 2,5 + 28 + 2,0 + 0,33 + 25 + 0,29 = 58,12 \text{ м.}$$

Требуемый напор насоса составит - 58 м.

Проектом предусматривается следующая модернизация: установка скважинного насоса с подачей $Q=3\text{ м}^3/\text{час}$ и напором $H=58\text{ м}$, $N=1,1\text{ кВт}$ (насос марки WILO TWI 4.03-15-DM-CI принят за аналог) приведен в таблице 5, щит управления насосом с функцией плавного пуска.

Таблица 5.

Перечень основного технологического оборудования водозаборной скважины:

№ п/п	Наименование	Кол-во, шт.	Требуемый расход и напор	Назначение
1	WILO TWI 4.03-15-DM-CI мощность – 1,1 кВт. (принят за аналог)	2 компл. 1 раб, 1 рез (на склад)	$Q=3\text{ м}^3/\text{час.}$ $H=58\text{ м}$	Подача воды на установку водоподготовки

Обезжелезивание воды предусмотрено методом упрощенной аэрации путем окисления 2-х валентного железа кислородом и превращение его в 3-х валентное железо, которое выпадает в осадок. К установке приняты 2 напорных фильтра $\Phi 500\text{ мм}$, включенных параллельно, и работающих одновременно поставки УП «Полимерконструкция» (как аналог). Контакт сырой воды с кислородом происходит путем подачи воздуха в трубопровод перед фильтрами водовоздушным насосом (эжектором).

Таблица 6.

Перечень и технические характеристики основного оборудования станции обезжелезивания при эжекторной схеме водоподготовки.

п/п	Наименование	Кол-во, шт.	Характеристика	Назначение
1	Напорный фильтр - модуль «Кристалл-Н» 500мм	2 шт.	Q=3 м ³ /час	Очистка воды напорным методом
2	Технологические трубопроводы с запорно-регул. арматурой	1 компл.		
2.1	Технологические трубопроводы для 2-х фильтров	1 компл.		
2.2	Запорно-регулирующая арматура	1 компл.		
2.3	Насос водоструйный (Эжектор)	2 шт		
2.4	Автоматический клапан удаления воздуха (вантуз)	2 шт		
2.5	Дренажно-распределительная система	1 компл.		
3	Фильтрующая загрузка	1 компл.		
3.1	Кварцевый песок	63 т		
3.2	БАЗ	0,02т		
4	Пневмоуправление (2 компрессора для пневмоуправления) FUBAG OL 195/24 CM N=2x1,1кВт (1 раб., 1 рез.)	1 компл		Пневмоуправление запорной арматурой.
5	Резервуар чистой воды, V=6м ³	1 компл		
6	Насосная установка промывной воды			
6.1	Насос IPL 32/125-1.1/2 Q=12.7 м ³ /час, H=12м, N=1,1кВт (1 раб, 1 рез- на склад)	2 шт		
6.2	Запорно-регулирующая арматура для 2-х насосов	1 компл		
6.3	Обвязочные трубопроводы для 2-х насосов	1 компл		
7	Насосная станция 2-го подъема			
7.1	Насос WILO MVIL 502-16/E/3-400-50-2 Q=4,27 м ³ /час, H=16м, N=0,75кВт с преобразователем частоты (1 раб, 1 рез)	2 шт		
7.2	Запорно-регулирующая арматура для 2 насосов	1 компл		
7.3	Обвязочные трубопроводы для 2 насосов	1 компл		

Для работы схемы водоподготовки с эжектором необходимо обеспечить требуемый напор насосом первого подъема, таким образом увеличивается давление скважинного насоса и потребление электроэнергии.

Данная схема приемлема при подаче воды в РЧВ или водонапорную башню которые находятся на одной площадке водозабора, так как не будет необходимости в большом требуемом давлении после станции водоподготовки.

Установка лишена отмеченных выше недостатков и позволяет в полной мере реализовать преимущество метода обезжелезивания упрощенной аэрацией и фильтрованием. Основными элементами установки являются фильтры. Каждый фильтр оборудован колпачковой дренажной системой, экраном и воздушным вантузом с подводящей трубой, низ которой размещаем с

определенным зазором к фильтрующей загрузке. Фильтрующей загрузкой служит кварцевый песок крупностью 1-2 мм.

Исходная вода в фильтры подается по двум трубопроводам:

- основному (постоянно работающему), который соединен с трубопроводом подачи воды от скважинного водозабора;
- обводному, соединенному с трубопроводом через регулятор давления «до себя».

На трубопроводе, соединяющим каждый фильтр с основным трубопроводом установлен ремонтный затвор и водо-воздушный эжектор, всасывающий патрубок которого соединен с атмосферой через обратный клапан.

На трубопроводе, соединяющий каждый фильтр с обводным трубопроводом установлен ремонтный затвор, обратный клапан и водо-воздушный эжектор с обратным клапаном на всасывающем патрубке.

Каждый фильтр имеет также трубопровод отвода промывной воды на котором установлен гидроклапан.

Основной подводящий трубопровод и все оборудование на нем рассчитаны на минимальную подачу воды от скважинного трубопровода. Обводной трубопровод рассчитан на разность между максимальной (расчетной) подачей воды и минимальной.

Отвод очищенной воды из каждого фильтра в резервуар чистой воды осуществляется через ручной затвор (задвижку) и трубопровод. Вода для промывки фильтра поступает из резервуара чистой воды через водопровод при помощи промывного насоса.

Впоследствии окончания промывки очередного фильтра, все гидроклапаны находятся в закрытом состоянии, вся остальная запорная арматура – в открытом. В степени расхода воды, подаваемым скважинным водозабором, вода в каждый фильтр поступает или же лишь только по подводящему трубопроводу, или по основному и обводному трубопроводу. При этом все пространство над загрузкой промытого фильтра оказывается заполненным водой. Однако, не растворившейся воздух в воде, поступающий в промытый фильтр, скапливается над поверхностью воды. Уровень воды в фильтре в течение относительно короткого периода снижается до низа подводящей трубы вантуза, и избыточный воздух через вантуз начинает выходить в атмосферу. Фильтр переходит на стабильный режим работы при постоянном уровне воды в нем. Небольшой слой воды над загрузкой сводит к минимуму время между аэрацией воды и входом ее в загрузку. Окисление двухвалентного железа и коагуляция гидроокисью верхнего слоя загрузки при данном буквально практически исключается.

При поступлении по основному трубопроводу (при этом регулятор давления «до себя» закрыт) в фильтры воды только обратные клапаны на линиях подвода к каждому фильтру от обводного трубопровода предотвращают переток воды из фильтров, в которых давление выше, в фильтры с более низким давлением. В связи с тем, что через сопло водо-воздушного эжектора вода поступает в его камеру смешения, при этом давление не зависит от потерь напора

в загрузке и всегда равно атмосферному, обеспечивается распределение исходной воды по всем фильтрам равномерно.

В случае если на установку вода поступает с расходом, превышающим минимальное расчетное значение, но меньше максимального, регулятор давления «до себя» частично открывается, поддерживая в основном подводящем трубопроводе давление, необходимое для работы водо-воздушных эжекторов. При данном водо-воздушные эжекторы на обводном трубопроводе воздух не подают и выполняют роль гидравлических сопротивлений, ограничивающих расход воды. Подача воздуха, для окисления двухвалентного железа, с избытком обеспечивается водо-воздушными эжекторами, установленными на основном подводящем трубопроводе.

При увеличении подачи воды на установку, степень открытия регулятора давления «до себя» увеличивается, при этом воздух начинают подавать и водо-воздушные эжекторы обводной линии.

Когда потери напора в загрузке фильтра достигают расчетного значения, производится промывка. Для этого открывается гидроклапан и вода из резервуара чистой воды, описанным выше путем, поступает в дренажную систему фильтра и далее в загрузку, взвешивая и промывая ее. В это время исходная вода через водо-воздушные эжекторы с прежним расходом поступает в трубопровод отвода промывной воды, сбрасывается вместе с промывной водой. При этом не нарушается режим работы остальных фильтров. После окончания промывки гидроклапан закрывается и фильтр переходит в режим фильтрования.

3.3. Вариант станции водоподготовки с компрессором.

Компрессором называется устройство для сжатия и перемещения газов под давлением. Включение компрессора осуществляется автоматически при получении сигнала от датчика, контролирующего поток. Таким образом предотвращается наличие излишнего количества воздуха в системе, когда водный поток отсутствует. Обычно в такой системе аэрации имеется как минимум два компрессора, они включаются поочередно, что помогает избежать перегрева.

Исходная вода под напором из артезианских скважин насосной станцией первого подъема, через водомерный узел подаётся на обработку.

Фильтрованию воды в обезжелезивающих напорных фильтрах предшествует аэрация воды сжатым воздухом в закрытых (напорных) аэраторах, которые монтируются непосредственно на трубопроводе, подающем исходную воду на обезжелезивающие фильтры. Воздух, подаваемый в аэратор, в процессе обезжелезивания воды является источником кислорода, необходимого для окисления двухвалентного железа до трехвалентного, а также способствует удалению избытка свободной углекислоты и других газов, растворенных в воде. Подаваемый внутрь напорных аэраторов воздух должен быть сжат в безмасляных компрессорах или подвергаться обезжириванию, так как даже небольшое количество масла в нагнетаемом воздухе существенно ограничивает

эффективность адсорбции кислорода водой и приводит к неудовлетворительному эффекту аэрации.

Удаление растворённого железа и марганца производится по методу упрощённой аэрации. Исходная вода насыщается кислородом воздуха при помощи безмаслянного компрессора.

Для работы напорной станции водоподготовки необходимо учитывать потери на напорных фильтрах при расчете скважинного насоса.

Насосная станция 1-го подъема.

Расчет требуемого напора скважинного насоса:

Требуемый напор насоса определяем по формуле:

$$H_{тр} = H_{геом.} + H_{дин.} + H_{н.с.} + H_{к} + H_{со} + H_{дл}$$

где: $H_{геом.}$ – высота геометрическая от земли у артскважины до максим. уровня воды в резервуаре чистой воды расположенном в контейнерной станции - 2,5 м.

$H_{дин.}$ – динамический уровень - 28м.

$H_{н.с.}$ – потери напора в насосной станции 1-го подъема - 2,0 м.

$H_{к}$ – потери напора по длине в водоподъемной колонне - 0,33м;

$H_{со}$ – потери напора на установке обезжелезивания (при эжекторной схеме) – 10 м.

$H_{дл}$ – сумма потерь по длине трубопровода от насосной станции 1-го подъема до станции обезжелезивания - 0,29 м.

$$H_{тр} = 2,5 + 28 + 2,0 + 0,33 + 10 + 0,29 = 43,12 \text{ м.}$$

Требуемый напор насоса составит - 43 м.

Проектом предусматривается следующая модернизация: установка скважинного насоса с подачей $Q=3\text{ м}^3/\text{час}$ и напором $H=43\text{ м}$, $N=0,75\text{ кВт}$ (насос марки WILO TWU 4.0409-C принят за аналог), щит управления насосом с функцией плавного пуска.

Таблица 7.

Перечень основного технологического оборудования водозаборной скважины

№п/п	Наименование	Кол-во, шт.	Требуемый расход и напор	Назначение
1	WILO TWU 4.0409-C мощность – 0.75 кВт. (принят за аналог)	2 компл. 1 раб, 1 рез (на склад)	$Q=3\text{ м}^3/\text{час}$. $H=43\text{ м}$	Подача воды на установку водоподготовки

Обезжелезивание воды предусмотрено методом упрощенной аэрации путем окисления 2-х валентного железа кислородом и превращение его в 3-х валентное железо, которое выпадает в осадок. К установке приняты 2 напорных фильтра $\Phi 500\text{ мм}$, включенных параллельно, и работающих одновременно поставки УП «Полимерконструкция» (как аналог). Контакт сырой воды с кислородом происходит путем подачи воздуха в трубопровод перед фильтрами безмаслянным компрессором (*приложение В*).

Таблица 8.

Перечень и технические характеристики основного оборудования станции обезжелезивания при компрессорной схеме водоподготовки.

п/п	Наименование	Кол-во, шт.	Характеристика	Назначение
1	Напорный фильтр - модуль «Кристалл-Н» 500мм	2 шт.	Q=3 м3/час	Очистка воды напорным методом
2	Технологические трубопроводы с запорно-регул.арматурой	1 компл.		
2.1	Технологические трубопроводы для 2-х фильтров	1 компл.		
2.2	Запорно-регулирующая арматура	1 компл.		
2.3	Компрессор Atlas Copco LF 2-10SE (1ph) DOL (1 раб., 1 рез.)	2 шт		Для аэрации воды
2.4	Автоматический клапан удаления воздуха (вантуз)	2 шт		
2.5	Дренажно-распределительная система	1 компл.		
3	Фильтрующая загрузка	1 компл.		
3.1	Кварцевый песок	63 т		
3.2	БАЗ	0,02т		
4	Пневмоуправление (2 компрессора для пневмоуправления) FUBAG OL 195/24 CM N=2x1,1кВт (1 раб., 1 рез.)	1 компл		Пневмоуправление запорной арматурой.
5	Резервуар чистой воды, V=6м3	1 компл		
6	Насосная установка промывной воды			
6.1	Насос IPL 32/125-1.1/2 Q=12.7 м3/час, H=12м, N=1,1кВт (1 раб, 1 рез- на склад)	2 шт		
6.2	Запорно-регулирующая арматура для 2-х насосов	1 компл		
6.3	Обвязочные трубопроводы для 2-х насосов	1 компл		
7	Насосная станция 2-го подъема			
7.1	Насос WILO MVIL 502-16/E/3-400-50-2 Q=4,27 м3/час, H=16м, N=0,75кВт с преобразователем частоты (1 раб, 1 рез)	2 шт		
7.2	Запорно-регулирующая арматура для 2 насосов	1 компл		
7.3	Обвязочные трубопроводы для 2 насосов	1 компл		

Обогащение воздухом исходной воды производится в смесителе при помощи компрессора и ресивера. Проаэрированная вода по трубопроводам подается в два работающих фильтра. Такая система аэрации имеет ряд недостатков, связанных с необходимостью периодического ремонта компрессорного оборудования и определенной сложности дозирования воздуха,

но не требуется увеличивать давление насоса первого подъема (скважинного насоса).

Обязательным требованием норм является регулирование скорости фильтрования или равномерное распределение воды между фильтрами. Для отвода фильтрата на трубопроводе с каждого фильтра устанавливается диафрагма, дифманометр, расходомер и задвижка с электроприводом. Недостаток, невозможность регулирования скорости фильтрования таким способом потому, что необходимо обеспечить равенство между суммарным расходом воды, поступающим во все фильтры, и расходом, подаваемым на станцию водозаборными сооружениями (скважинами), что технически невозможно. Невозможно вывести один фильтр в режим промывки. Фильтры промываются одновременно, это ведет к увеличению объема отстойника (шламонакопитель).

3.4. Сравнение потребности в основных энергоресурсах.

Сравнение вариантов проектирования производилось по потребности в основных энергоресурсах с учетом надежности работы станции водоподготовки в целом. При этом были обеспечены нормативные показатели по мутности ($\leq 1,5$ мг/дм³), цветности (≤ 20 град.), окисляемости (≤ 5 мгО₂/дм³), общему железу ($\leq 0,3$ мг/дм³). По марганцу произошло только небольшое снижение марганцу до 0,5 при норме $\leq 0,1$ мг/дм³. Это связано с тем, что процесс образования каталитической пленки на зернах загрузки происходит очень медленно в течение многих месяцев и в настоящее время еще не был достигнут.

Таблица 9.

Потребность в основных энергоресурсах.

№	Показатель	Размерность	Значение при эжекторной схеме	Значение при компрессорной схеме
1	Проектная мощность по выпуску продукции: чистая вода питьевого качества. Расчетный расход (производительность)	м3/год	11 821,9	11 821,9
2	Суточная производительность	м3/сут	33,17	33,17
3	Установленная мощность электроприемников (технологическое оборудование):	кВт	9,6	9,25
4	Потребляемая мощность электроприемников (технологическое оборудование)	кВт	7,8	7,45
5	Расход электроэнергии на 1 м3 подаваемой воды	кВт	0,93	0,93
6	Ресурсы на производственные и эксплуатационные нужды: Годовое потребление электроэнергии	кВт*ч/год	11029,0	11 042,1
7	Продолжительность строительства	Мес.	1,0	1,0
8	Стоимость строительства,	тыс.руб.		

в том числе:		340,415	344,441
- строительно-монтажных работ		81,774	81,774
- оборудования		134,585	137,827

Расчет стоимости строительства для варианта станция водоподготовки с эжекторной схемой выполнен в ценах на 1 июня 2021г. (*Приложение Е*)

Расчет стоимости строительства для варианта станция водоподготовки с компрессорной схемой выполнен в ценах на 1 июня 2021г. (*Приложение Ж*)

При сравнении двух вариантов работы станции обезжелезивания с эжекторной схемой и компрессорной схемой можно сделать следующие выводы:

- Установленная мощность электроприемников и потребляемая мощность электроприемников, при эжекторной схеме, выше за счёт скважинного насосного оборудования;

- Расход электроэнергии на 1 м³ подаваемой воды одинаковый при двух вариантах;

- Стоимость оборудования, станции обезжелезивания, при компрессорной схеме выше за счет стоимости компрессорного оборудования;

- Стоимость строительно – монтажных работ при двух вариантах одинакова.

- При равномерной работу станции обезжелезивания необходимо предпочтение отдавать эжекторной схеме;

- Если концентрация железа более 3 мг/дм³ в присутствии марганца и аммонийного азота и при даже небольшой неравномерности, то однозначно интенсивную аэрацию исходной воды необходимо производить при помощи компрессора.

На данном объекте, предусматривается подача воздуха с помощью водовоздушных эжекторов (водоструйных насосов), установленных перед каждым фильтром. Такое решение обеспечивает гарантированную подачу необходимого количества воздуха перед каждым фильтром.

Эжектор выполняет функцию регуляторов скорости фильтрования на каждом фильтре. В напорных фильтрах, при компрессорной схеме, необходимо дополнительно устанавливать датчики давления, регулировочные автоматические клапаны, которыми должны быть оборудованы все фильтры.

В данном случае использование водовоздушных эжекторов наиболее целесообразно, так как это решение позволяет одновременно решить две задачи - аэрацию очищаемой воды и стабилизацию скоростей фильтрования. При этом отпадает необходимость применения других более дорогих и сложных устройств, которые в конечном итоге обеспечивают такое регулирование путем дросселирования потока.

Не менее важный фактор — это дороговизна качественных компрессорных установок по сравнению с водоструйными насосами и их эксплуатация.

Станция водоподготовки была запроектирована и построена в 2021 г.

Опыт эксплуатации показал правильность выбранного варианта аэрационного устройства – эжекторы.

3.5. Выводы

1. Под вариантным проектированием понимается разработка нескольких разнозначных и равноценных вариантов, при которых используются разные архитектурные, планировочные, конструктивные, инженерные и другие решения.

2. В качестве вариантного проектирования были рассмотрены два способа подачи воздуха в фильтры: эжекторы и компрессоры.

3. Все технологические варианты обеспечивают аналогичные качественные технические результаты.

4. Затраты на строительство станции с водовоздушным эжектором и строительство станции с компрессором практически одинаковы.

5. При компрессорной схеме фильтры промываются одновременно, поэтому необходимо учитывать объем отстойника (шламонакопителя) для двух промывок.

6. Эжекторную схему возможно применять при условии нахождения на площадке водозабора регулирующей емкости.

7. Для равномерной работы станции водоподготовки и насосной станции над водозаборной скважиной необходимо использовать регулирующую емкость.

ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СТАНЦИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ И ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

4.1. Основные технологические схемы станций водоподготовки.

Рассмотренные два проектных варианта для системы водоснабжения д. Пестуница в контейнерном исполнении обеспечивают нормативное качество питьевой воды при следующих показателях качества воды источника водоснабжения:

- содержание железа (общего) - до 10,0 (на практике, желательно до 5) мг/л, в том числе двухвалентного (Fe^{2+}) – не менее 70%;
- запах - не более 2 баллов;
- цветность - не более 20 град.;
- pH - не менее 6,8;
- содержание сероводорода (H_2S) - не более 0,5 мг/л;
- содержание марганца (Mn) - не более 0,5 мг/л;
- содержание аммиака (по азоту) - не более 2,0 мг/л;
- окисляемость перманганатная - не более 5,0 мг O_2 /л;
- свободная углекислота (CO_2) - не более 40,0 мг/л;
- общее солесодержание (сухой остаток) - не более 1000 мг/л
- общая жесткость - не более 7,0 мг-экв/л.

Для удаления из подземных вод избыточных концентраций железа, марганца, аммиака и взвешенных веществ, снижения содержания растворенных газов и токсичных примесей, а также обеззараживания очищенной воды в соответствии с нормативными требованиями УП «Полимерконструкция» рекомендует безреагентные установки водоподготовки «Кристалл-Б».

В основу технологии положен наиболее широко используемый в странах ЕС метод контактного окисления железа и марганца кислородом воздуха в окислительной камере (биореакторе) и последующего фильтрования. Этот метод обеспечивает наиболее устойчивую работу станции в широком диапазоне состава обрабатываемой воды в связи с возможностью удаления растворенных газов (диоксида углерода, сероводорода, метана и др.) снижения окисляемости, цветности и аммиака. Это достигается усиленной аэрацией и включением биологической составляющей процесса контактного окисления (*Приложение Г*).

Исходная вода из скважин подается в верхнюю зону биореактора, где с помощью специальных устройств обеспечивается интенсивная дегазация и аэрация, в результате которых из воды удаляются растворенные газы (диоксид углерода, сероводород, метан и другие) и происходит практически полное ее насыщение кислородом воздуха. При этом, как правило, существенно увеличивается значение pH и окислительно-восстановительного потенциала Eh ,

что способствует увеличению скорости последующих окислительных процессов.

В центральной части биореактора на развитой поверхности загрузки образуется биопленка, состоящая из окисленных форм железа, марганца и железо- и маргацеоокисляющих бактерий. В результате протекания сложных каталитических физико-химических и биологических процессов в биореакторе происходит окисление основной массы двухвалентного железа и его удаление не менее чем на 50-70% в виде избыточной биопленки и других окисленных форм, а также предварительное окисление марганца. Это снижает нагрузку на фильтр, увеличивает продолжительность его межрегенерационного периода и существенно сокращает расход промывной воды. В нижней конусообразной зоне биореактора происходит выделение, уплотнение и накопление избыточной биопленки и других продуктов окисления удаляемых веществ. Структура образующегося осадка отличается высокой концентрацией, крупными хлопьями, хорошо сгущается и обезвоживается за счет процессов биофлокуляции и образования кристаллических форм оксигидроокисей железа. Осадок из биореактора удаляется периодически (2-3 раза в месяц) по иловой трубе.[32]

Предварительно обработанная вода из биореактора через распределительные устройства поступает в нижнюю зону фильтров с плавающей загрузкой. При фильтровании воды через загрузку в ней задерживаются выносимые из биореактора микрохлопья окисленных форм железа, доокисление и удаление остаточных концентраций растворенного железа и окончательное окисление марганца. В связи с интенсивными протеканиями биологических процессов окисленное железо и марганец задерживаются в более компактной форме, что в несколько раз увеличивает грязеемкость фильтра и снижает расход промывной воды.

По мере закупоривания порового пространства фильтрующей загрузки возрастает ее гидравлическое сопротивление. При достижении предельных потерь напора в фильтре он выводится на промывку путем открытия автоматического затвора с пневмоприводом на линии сброса промывной воды. При этом вода из блока надфильтровых пространств нескольких фильтров проходит через загрузку сверху-вниз с определенной интенсивностью (в среднем 12 л/с м²), расширяет ее переводя в псевдооживленное состояние и обеспечивает интенсивное гидромеханическое удаление задержанных загрязнений как из порового пространства, так и с поверхности гранул загрузочного материала.

Периодичность промывки фильтров зависит от содержания загрязнений в исходной воде и устанавливается в процессе выполнения пусконаладочных работ. Обычно она составляет от 2-х до 5-ти суток и окончательно определяется в процессе пусконаладочных работ. Продолжительность промывки не превышает 4-5 минут.

Для поддержания постоянного объема воды в надфильтровом пространстве установка оборудуется переливной колонной устанавливаемой на отводе очищенной воды в РЧВ.

В целях информативности пусконаладочных работ, мониторинга процессов в процессе эксплуатации и автоматизации станция оборудуется

пробоотборниками и датчиками на каждой ступени и на каждой единице оборудования.

В связи с постоянным совершенствованием технологических и конструктивных решений поставщик оставляет за собой право вносить изменения, не ухудшающие технико-экономические показатели поставляемой продукции. Разработка технологической схемы и подбор оборудования для каждого отдельного объекта производится специалистами УП «Полимерконструкция» на основании заполненного опросного листа и предоставляется заказчику или проектной организации в кратчайшие сроки.

Данные станции водоподготовки запроектированы и построены в г. Речица, РФ г. Краснодар, г. Орел и др. объектах.

Благодаря применению передовых уникальных технологических решений, установка типа «Кристалл-Н» является отличным вариантом для решения вопросов очистки подземных вод от железа, марганца, цветности и мутности. В ряде случаев с помощью данной установки могут быть решены вопросы удаления из исходной воды растворенных газов: сероводорода и аммиака.

В основе технологии лежит аэрационный безреагентный метод биохимического окисления железа и марганца. Все конструктивные и технологические решения защищены патентом РБ.

Напорная блочно-модульная установка водоподготовки «Кристалл-Н» предназначена для очистки подземных вод от железа, марганца, цветности и мутности до требований СанПиН. Производится согласно ТУ ВУ 390151606.004-2008. Технологические схемы и варианты комплектации позволяют применять данную установку практически в любых схемах централизованных систем водоснабжения населенных пунктов.

Основным элементом установки водоподготовки является напорный фильтр-модуль «Кристалл-Н» диаметром от 0,3 м до 3,0 м.

Станции разработаны с применением современных достижений и передовых технологий и защищены патентом РБ №10695 «Установка для обезжелезивания подземной воды» от 03.06.08 - патентообладатель УП «Полимерконструкция» (*приложение Д*).

Исходная вода из скважин через водовоздушный эжектор подается в верхнюю зону фильтра, где создается воздушная «подушка» определенной высоты. Избыток воздуха вместе с частично выделенными растворенными газами удаляется через вантуз.

Обогащенная кислородом воздуха вода поступает в фильтрующую загрузку, поверхность зерен которой покрыта активной биопленкой из железо-/марганце-окисляющих бактерий и продуктов окисления - гидроокиси. В результате сложных автокаталитических физико-химических и биохимических процессов в толще фильтрующего материала происходит окисление растворенного двухвалентного железа, марганца и выделение его гидроокиси на поверхности зерен и в поровом пространстве загрузки. В процессе работы потери напора в фильтре возрастают и достигают предельных значений, что определяет продолжительность фильтроцикла и необходимость вывода фильтра-модуля на промывку.

В зависимости от местных условий промывка фильтров может осуществляться водой из вблизи расположенной водонапорной башни или специальными промывными насосами, забирающими воду из РЧВ. Другие способы требуют обоснования и тщательных гидравлических расчетов. В любом случае должен быть обеспечен расчетный режим промывки по интенсивности, продолжительности и периодичности.

При принятом конструктивном оформлении установки интенсивность промывки должна составлять 16-18 л/см², продолжительность 5-6 мин.

Периодичность промывки фильтров (продолжительность фильтроцикла) зависит от содержания железа и марганца, технологических параметров процесса обезжелезивания и его конструктивного оформления. Запатентованная технология позволяет максимально продлить фильтроцикл (до 7-10 суток) и гарантировать равные скорости фильтрования на всех фильтрах независимо от степени коагуляции.

Оптимизация технологического процесса и конструкции установки позволила максимально использовать возможности аэрационных методов обезжелезивания подземных вод и при высоком качестве очищенной воды, существенно снизить эксплуатационные затраты за счет снижения энергоемкости и потребления воды на собственные нужды.

4.2. Основные технологические схемы станций и сооружений по очистке сточных вод.

Если рассматривать опыт очистки сточных вод отдельных объектов и предприятий в нашей стране, то традиционными очистными сооружениями в таких случаях являлись поля фильтрации, подземные поля фильтрации, фильтрующие траншеи, песчано-гравийные фильтры и подобные сооружения.

Главным плюсом указанных сооружений была простота их устройства. Положительной особенностью полей фильтрации является тот факт, что эксплуатация таких сооружений не требует применения электромеханического оборудования, поэтому и практика их применения для объектов с небольшими расходами сточных вод остается довольно распространенной.

Совместно с тем в настоящее время поля фильтрации возможно отнести к типу сооружений, которые неактуальны в технологическом отношении, и их применение оказывает важное негативное воздействие на окружающую среду. Конкретный контакт сточных вод с атмосферным воздухом на больших площадях приводит к появлению неприятных ароматов, размножению насекомых и т.д. и требует устройства санитарно-защитных зон. Довольно распространенной практикой является устройство полей фильтрации без водоотводящей сети. При значительных нагрузках велика вероятность фильтрации сточных вод, содержащих значительные количества биогенных веществ (азот, фосфор), в грунт и далее в нижележащие водоносные горизонты. Введение в 2010 г. новых строительных норм проектирования сократило область применения таких сооружений. Их применение возможно для объектов,

расположенных вне населенных пунктов, при расходе сточных вод, не превышающем 200 м³/сутки, и дальности транспортирования очищенных сточных вод до водотока-приемника, превышающей 1 км. В дальнейшем Водной стратегией Республики Беларусь на период до 2020 года ставилась задача сокращения использования полей фильтрации в Беларуси на 50 %.

В связи с этим актуальной становится задача разработки и поиска технических решений, которые могут заменить эти традиционные сооружения и обладают надежностью, простотой в эксплуатации и экономичностью, обеспечивая при этом современные санитарные и природоохранные требования. Обычной практикой при выводе полей фильтрации из эксплуатации является строительство очистных сооружений с биологической очисткой в искусственно созданных условиях, с применением биофильтров или аэротенков. В Беларуси такой подход применялся при реконструкции систем отведения ряда населенных пунктов. Следует отметить, что все белорусские города имели такой вид очистки, как поля фильтрации, и в последующем переходили на более мощные сооружения. Например, в Минске станция аэрации запущена в эксплуатацию в 1963 г., в других городах такая замена производилась несколько позднее.

Для объектов с небольшими объемами водоотведения строительство типовых сооружений биологической очистки может быть нецелесообразным, и отказ от полей фильтрации может реализоваться за счет применения очистных сооружений заводского изготовления.

На основании исходных данных и поставленной задачи для биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод и близких к ним по составу производственных стоков разработана в УП «Полимерконструкция» при моем участии установка заводского заглубленного типа «Кристалл-БИО-П».

Установка очистки работает по технологии полного окисления и предназначена для полной биологической очистки сточных вод с достижением качества очищенной сточной воды по требованиям ПДК (постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ от 26 мая 2017. № 16) малых населенных мест приведено в таблице 10.

Таблица 10.

Состав исходной и очищенной сточной воды на установке типа «Кристалл-БИО-П».

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Исходная вода (согласно проекту)	Нормативы ПДК согласно Постановлению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ от 26 мая 2017. № 16
1	Взвешенные вещества	мг/л	260	25
2	ХПК	мг/л	505	120
3	БПК ₅	мг/л	253-260	25
4	Азот аммонийный	мг/л	44	20
5	Фосфор общий	мг/л	9	Не нормир.
6	Жиры	мг/л	50	20 (по проекту)

В состав установки «Кристалл-БИО-П» входит следующее оборудование:

- распределительный колодец с решеткой механической очистки;
- биоблок;
- вторичный отстойник;
- воздуходувная станция;

Преимущества установки «Кристалл-БИО-П» (продленная аэрация):

- минимальные эксплуатационные затраты;
- отсутствие реагентного хозяйства;
- длительный срок службы – не менее 30 лет;
- работа установки без постоянного присутствия обслуживающего персонала;
- малое количество избыточного активного ила за счет его минерализации;
- отсутствие запаха.

На первом этапе очистки, сточная вода под напором поступает в распределительный колодец, в котором установлена решетка ручной очистки с величиной прозоров 16 мм и контейнер для сбора отбросов (в колодце). Контейнер периодически извлекается для опорожнения на поверхность. В колодце происходит очистка исходной воды от грубых механических загрязнений и распределение потока на две технологические линии биологической очистки. При необходимости вывода из работы какой-либо линии предусмотрены запорные шиберы.

Биологическая очистка сточных вод осуществляется по принципу продленной аэрации (метод полного окисления).

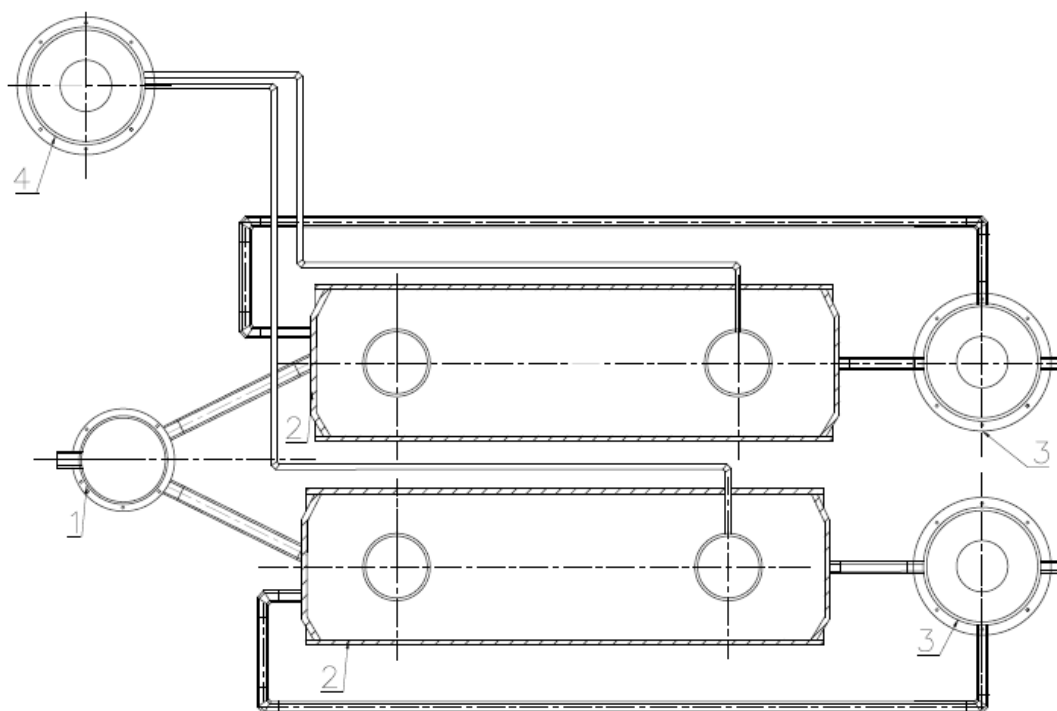


Рисунок 3. Установка «Кристалл-БИО-П»

- 1 – колодец распределительный; 2 - биоблок; 3 – вторичный отстойник;
4 – воздуходувная установка.

Полное окисление органических загрязнений протекает в три фазы. В первой фазе наличия большого количества в сточной воде органических веществ обеспечивает быстрое размножение микроорганизмов с непрерывным прогрессированием общего их количества. Во второй фазе нагрузка по органическим загрязнениям на активный ил значительно ниже, и из-за недостаточного количества этих загрязнений размножение микроорганизмов несколько сдерживается. Устанавливается определенное соотношение между количеством поступивших органических веществ и приростом ила.

В третьей фазе размножение микроорганизмов активного ила замедляется из-за недостатка органических загрязнений. Ил как бы находится в «голодном» состоянии. Это заставляет микроорганизмы активного ила использовать не только органические вещества, поступившие со сточными водами, но и большую часть органических веществ отмерших микроорганизмов, т. е. минерализовать органическую часть самого активного ила. В результате полного окисления органических загрязнений прирост активного ила настолько мал, что его можно удалять из сооружений через 1–4 месяца.

Для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов-минерализаторов в биоблоке обеспечивается непрерывная аэрация с помощью воздуходувок, которые установлены в подземном колодце, и постоянной рециркуляции активного ила из вторичного отстойника.

Биоблок работает с переменной концентрацией активного ила 2-6 г/л (средняя 3-4 г/л). При повышении дозы ила в аэротенке до 6-7 г/л или если объем активного ила после 0,5-часового отстаивания составит более 70%, необходимо произвести откачку избыточного активного ила на иловые площадки. Откачка производится ассенизационной машиной.

Дополнительно в биоблоке используется объемная иммобилизующая загрузка «Био-Еж» с развитой свободной поверхностью (180 м²/м³), которая:

- интенсифицирует процессы биологической очистки сточных вод;
- улучшает условия для очистки сточных вод от трудно окисляемых органических веществ;
- позволяет за счет прикрепленной микрофлоры повысить устойчивость и стабильность к резким изменениям состава и свойств очищаемой сточной воде;
- позволяет снизить концентрацию нитратов за счет развития процессов денитрификации;
- снизить вероятность к «вспуханию» активного ила;

Вторичный отстойник предназначен для выделения активного ила из очищенной воды и формирования потока циркулирующего активного ила. Осветлённая вода собирается водосбросным лотком и отводится из отстойника, а выпадающий осадок в виде циркулирующего активного ила постоянно перекачивается погружным насосом в биоблок. При нормальной эксплуатации вторичного отстойника обеспечивается вынос взвешенных веществ на уровне не более 10%. Минерализованный ил имеет низкое удельное сопротивление фильтрации, легко отдает воду и не загнивает.

После отстаивания во вторичном отстойнике очищенная сточная вода самотеком поступает в выпуск очищенных стоков. Избыточный активный ил периодически откачивается, и вывозится на иловые площадки.

Установка очистки сточных вод заглубленного типа, полной заводской готовности типа «КРИСТАЛЛ-БИО-П» была применена при реконструкции детского санатория «Росинка» ОАО «Белагроздравница». <https://polymercon.com/catalog/wastewater/kristall-bio-p/>

При ряде достоинств использование таких сооружений сопряжено с необходимостью организации энергоснабжения и технического обслуживания оборудования, удаления и обработки образующегося осадка, а также со значительными первоначальными затратами на приобретение, монтаж и наладку оборудования.

В последнее время интенсивно развивается альтернативное направление — использование усовершенствованных методов биологической очистки сточных вод в условиях близких к естественным, например, очистка на грунтово-растительных площадках [43].

Грунтово-растительные площадки (в англоязычной литературе обозначаются терминами *wetland*, *constructed wetlands*) предназначены для биологической очистки с использованием влаголюбивой растительности. Отличительным признаком указанных сооружений является использование водной, околководной и влаголюбивой растительности.

К грунтово-растительным площадкам в настоящее время относят большое количество видов сооружений, различающихся по конструкции и принципу действия приведены на рисунке 4,5.

Во-первых, это пруды, как правило, небольших и средних размеров, в которых очистка сточных вод производится с применением биоценоза свободно плавающих растений, растений, произрастающих на грунте под водой и имеющих надводную часть, а также растений, произрастающих на берегах. Во-вторых, это сооружения, использующие для очистки сточных вод слой фильтрующей загрузки и влаголюбивую растительность, которая высаживается на почвенном слое над фильтрующей загрузкой. Если первая группа сооружений по принципу действия является близкой к биологическим прудам, то вторая — к сооружениям очистки сточных вод в грунте.

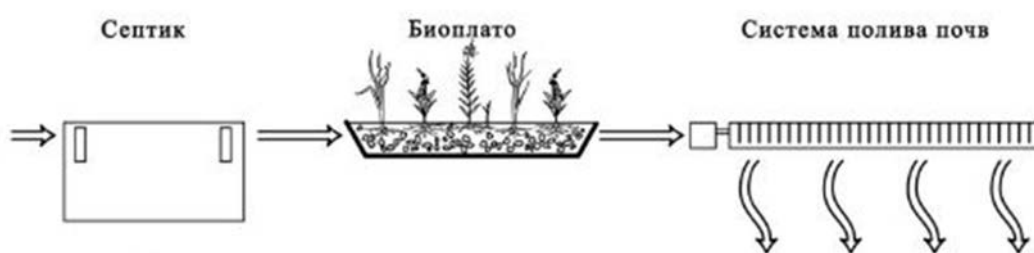


Рисунок 4 – схема использования биоплато для очистки сточных вод в индивидуальном хозяйстве.

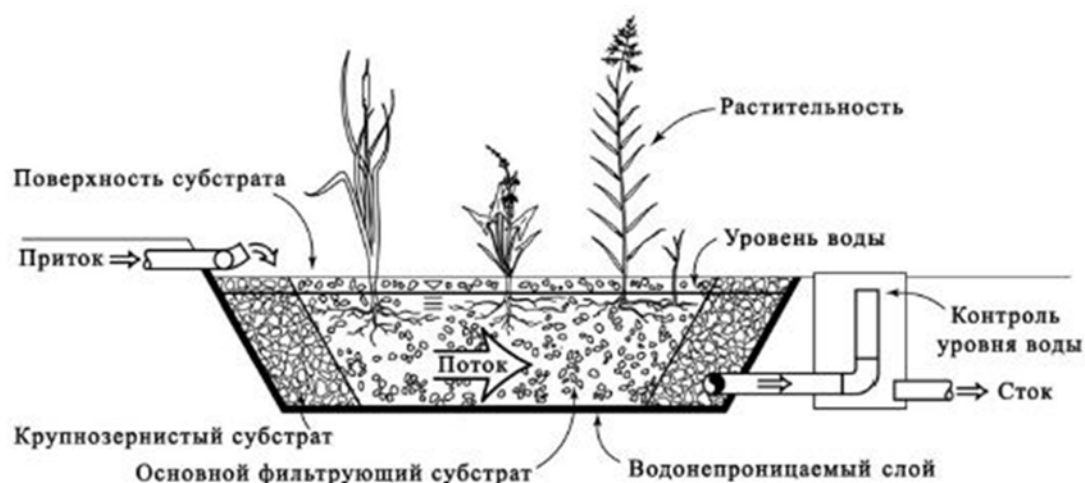


Рисунок 5 – схема организации биоплота по типу вертикального потока для очистки сточных вод.

ТНПА Республики Беларусь детально не регламентируют правила проектирования грунтово-растительных площадок, но и не содержат запретов на применение таких сооружений. Так, согласно ТКП 45-4.01 -202-2010 допускается применение методов биологической очистки сточных вод в условиях, близких к естественным, в т.ч. с помощью грунтово-растительных биофильтров. Согласно немецкому стандарту DWA-A 2625 для грунтово-растительных площадок с горизонтальным потоком общая фильтрующая площадь принимается $AF = 5 \text{ м}^2/\text{ЭН}$, нагрузка по ХПК — $1 \text{ б г}/(\text{м}^2 \times \text{сут})$, гидравлическая нагрузка — $40 \text{ л}/(\text{м}^2 \times \text{сут})$. Для грунтово-растительных площадок с вертикальным потоком общая фильтрующая площадь принимается $Ar = 4 \text{ м}^2/\text{ЭН}$, нагрузка по ХПК — $20 \text{ г}/(\text{м}^2 \times \text{сут})$, гидравлическая нагрузка — $80 \text{ л}/(\text{м}^2 \times \text{сут})$. Указанные данные позволяют определить потребность в площадях для размещения таких сооружений.

Таблица 11.

Сравнительная характеристики очистных сооружений

Тип очистных сооружений	Биологический пруд	Грунтово-растительная площадка	Очистная установка заводского изготовления
Требуемая площадь для размещения	Очень большая (более $10 \text{ м}^2/\text{ЭН}$)	Значительная ($2-4 \text{ м}^2/\text{ЭН}$)	Средняя
Уровень потребления энергии	Низкий	Низкий	Средний
Стоимость строительства	Низкая	Средняя	Высокая
Стоимость эксплуатации	Низкая	Низкая	Средняя
Потребность в квалифицированных специалистах для строительства и технического обслуживания	Низкая	Низкая	Средняя
Санитарная безопасность при обращении с очищенными сточными водами	Приемлемая	Приемлемая	Хорошая

4.3. Выводы

1. При проектировании рассматриваются несколько разнозначных и равноценных вариантов, при которых используются разные архитектурные, планировочные, конструктивные, инженерные и другие решения.

2. В качестве вариантного проектирования применяются объекты аналоги.

3. Использование высокотехнологичных установок для малых населенных пунктов может значительно удорожать строительство и эксплуатацию сооружений водоподготовки и очистки стоков. Во многих случаях приходится искать компромиссные решения, которые удовлетворяли бы природоохранным и санитарным требованиям, но были бы достаточно доступны в строительстве и эксплуатации по экономическим параметрам.

4. Упрощенная оценка возможностей применения очистных сооружений, приведенная в таблице, показывает, что сооружения с меньшими капитальными затратами требуют больших площадей для их размещения и это может быть определяющим фактором при анализе приемлемости того или иного варианта. Выбор конкретного технического решения в немалой степени определяется местными условиями (рельеф, грунты, доступность коммуникаций и т.д.), а также финансовыми возможностями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной целью развития коммунальных систем водоснабжения и водоотведения малых населенных пунктов Витебской области является повышение эффективности и надежности их функционирования наряду с поддержанием надлежащего качества и снижением затрат на оказание услуг.

Под проектированием понимается процесс составления описания, необходимого для создания еще не существующего объекта, основанный на творческой способности человека, его воображения, интуиции и опыта, поиска и принятия решения для последующей реализации воплощенного замысла.

Проектирование, при котором все проектные решения или их часть получают путем взаимодействия человека и ЭВМ, называют автоматизированным, в отличие от ручного (без использования ЭВМ) или автоматического (без участия человека на промежуточных этапах) [20].

Проектирование систем водоснабжения и водоотведения — это один из основных и важных разделов в проектировании. Основой для проектирования являются ситуационный план и генплан населенного пункта.

При вариантном проектировании для малых населенных пунктов выбирается одна из возможных схем водоснабжения или водоотведения. Широко используются средства вычислительной техники для расчётов и моделирования, что позволяет сократить сроки и повысить качество проектирования.

Завершающим этапом проектной документации является экспертиза.

Для сложных объектов проектирование основано на применении идей и принципов, изложенных в ряде теорий и подходов.

В качестве примера проектирования принят конкретный объект с рассмотрением вариантов расположения и состава станции водоподготовки.

Объектом проектирования и строительства выбрана деревня Пестуница Зароновского сельского совета Витебского района Витебской области с населением в количестве постоянного проживания 281, летом 346 человек, которые являются потребителями воды.

Для выбора состава водоподготовки подробно рассмотрены причины поступления загрязнений в подземные воды и методы их очистки.

Существующая система водоснабжения в д. Пестуница хозяйственно-питьевая, централизованная низкого давления. Вода из водозаборной скважины поступает напрямую в сеть. Система водоснабжения хозяйственно-питьевая, централизованная низкого давления.

Проанализировав химический состав подземных вод, пути их поступления в подземные воды, и определив по каким показателям, она не соответствует нормативным значениям, а также используя технологические изыскания, можно подобрать наиболее эффективный, желательный экономичный, метод водоподготовки для малых населенных пунктов с учетом опыта эксплуатации сооружений, работающих в аналогичных условиях. Качество воды из существующей скважины не соответствует СанПиН 10-124 РБ 99 по содержанию

общего железа (2,2 мг/дм³), мутности (4,58 мг дм³/) и марганца (0,185 мг/дм³). Учитывая состав воды из скважин, ее очистку для рассматриваемого объекта следует предусматривать аэрационными методами.

Для рассматриваемого объекта выполнено вариантное проектирование – это разработка нескольких разнозначных и равноценных вариантов, при которых используются разные архитектурные, планировочные, конструктивные, инженерные и другие решения.

В данном случае рассмотрены два способа подачи воздуха в фильтры: эжекторы и компрессоры, которые обеспечивают аналогичные качественные технические результаты. Для равномерной работы станции водоподготовки и насосной станции над водозаборной скважиной использовалась регулирующая емкость.

Установлено:

- эжекторную схему возможно применять при условии нахождения на площадке водозабора регулирующей емкости.

- при компрессорной схеме фильтры промываются одновременно, поэтому необходимо учитывать объем отстойника (шламонакопителя) для двух промывок.

- если концентрация железа более 3 мг/дм³ в присутствие марганца и аммонийного азота и при даже небольшой неравномерности, то однозначно интенсивную аэрацию исходной воды необходимо производить при помощи компрессора.

- качественные компрессорные установки по сравнению с водоструйными насосами для аэрации воды дороже и их эксплуатация требует эксплуатационных затрат.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, Н.Н. Водоснабжение: учебник для вузов / Н.Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.
2. Сомов, М.А. Водопроводные системы и сооружения: учебник для вузов / М.А. Сомов. – М.: Стройиздат, 1988. – 336 с.
3. Николадзе, Г.И. Водоснабжение: учебник для вузов / Г.И. Николадзе, М.А. Сомов. – М.: Стройиздат, 1995. – 688 с.
4. Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: учебное пособие: в 3 т. / М.Г. Журба. – М.: Издательство СВ, 2004. – Т. 1. – 744 с.
5. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий: справочник проектировщика / под ред. И.А. Назарова. – М.: Стройиздат, 1976. – 248 с.
6. Белан, А.Е. Проектирование и расчет устройств водоснабжения / А.Е. Белан. – Киев: Будівельник, 1981. – 312 с.
7. Абрамов, Н.Н. Расчет водопроводных сетей: учебное пособие для вузов / Н.Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1983. – 278 с.
8. Рекомендации по инженерному оборудованию сельских населенных пунктов. 4.2. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1984. – 80 с.
9. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения: справочник / под ред. Б.Н. Репина. – М.: Высшая школа, 1995. – 432 с.
10. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации: справочник строителя / под ред. А.К. Перешивкина. – М.: Стройиздат, 1988. – 653 с.
11. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений: справочник монтажника. – М.: Стройиздат, 1979. – 430 с.
12. Яковлев, С.В. Канализация: учебник для вузов / С.В. Яковлев. – М.: Стройиздат, 1975. – 632 с.
13. Калицун, В.И. Водоотводящие системы и сооружения: учебник для вузов / В.И. Калицун. – М.: Стройиздат, 1987. – 336 с.
14. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: справочник проектировщика / под ред. В.Н. Самохина. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.
15. Лукиных, А.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формулам академика Н.Н. Павловского / А.А. Лукиных, Н.А. Лукиных. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1987. – 152 с.
16. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с. ISBN 978-5-7577-0336-7.
17. Жожикашвили В.А., Вишневский В.М. Сети массового обслуживания. Теория и применение к сетям ЭВМ. - М.: Радио и связь, 1988. - 192 с.: ил.
18. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями. - М.: Мир, 1979. – 600 с.
19. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. / Олифер В.Г., Олифер Н.А. – СПб: Питер, 2006. – 958 с.: ил. ISBN 978-5-469-00504-9. (Глава 7 – Методы обеспечения качества обслуживания).
20. Основы теории вычислительных систем/ С.А.Майоров, Г.И.Новиков, Т.И.Алиев, Э.И.Махарев, Б.Д.Тимченко. – М.: Высшая школа, 1978. – 408 с.

21. Вишневецкий В.М., Семенова О.В. Системы поллинга: теория и применение в широкополосных беспроводных сетях. – М.: Техносфера, 2007. – 312 с. ISBN 978-5-94836-166-6.
22. Столингс В. Современные компьютерные сети. – СПб.: Питер, 2003. – 783 с.: ил. ISBN 978-5-94723-327-4. (Часть 3 – Моделирование и оценка производительности)
23. Авен О.И., Гурин Н.Н., Коган Я.А. Оценка качества и оптимизация вычислительных систем. - М.: Наука, 1982. - 464 с.
24. Феррари Д. Оценка производительности вычислительных систем. - М.: Мир, 1981.
25. Санитарные правила и нормы "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: СанПиН 10-124 РБ 99: введ. 01.01.2000 – Минск. Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 1999. – 122 с.
26. СН 4.01.01-2019. Строительные нормы Республики Беларусь. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения – Минск. Минстройархитектуры, 2020 г – 450 с.
27. Николадзе, Г.И. Обезжелезивание природных и оборотных вод / Г.И. Николадзе. – М.: Стройиздат, 1978. – 160 с.
28. Золотова, Е.Ф. Очистка воды от железа, марганца, фтора и сероводорода / Е.Ф. Золотова, Г.Ю. Асс. – М., Стройиздат, 1975. – 176 с.
29. Труфанов, А.И. Формирование железистых подземных вод / А.И. Труфанов – М.: Наука, 1982 г. – 138 с.
30. Швец, В.М. Органические вещества подземных вод. Недра – М., 1973 г. – 192 с.
31. Юдович, Я. Э., Основные закономерности геохимии марганца / Я. Э. Юдович, М. П. Кетрис – Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2013 – 40 с.
32. Седлухо, Ю. П., Инновационные технологии биологической очистки подземных вод / Ю. П. Седлухо, С. А. Иванов, В. Л. Еловик // Вода – 2016. – № 11. – С. 2-6.
33. Рашкевич Е.И., Ющенко В.Д., Велюго Е.С. Основные технологические решения вариантов водоподготовки для небольших объектов водоснабжения // Региональные проблемы природно-техногенных систем: сб. науч. трудов. — Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ». — С. 74-85.
34. Диксон Дж. Проектирование систем. Изобретательство, анализ и принятие решений. Пер. с англ. Коваленко Е.Г. - М: Мир, 1969. - 440 с.
35. Насосные станции систем водоснабжения. Правила проектирования: ТКП 45-4.01-200–2010 – Минск: М-во стр-ва и архитектуры, 2011.
36. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого водоснабжения: Санитарные нормы и правила Республики Беларусь: СанПиН 10-113 РБ 99.
37. Скважинные водозаборы. Правила проектирования. ТКП 45-4.01-199–2010. – Минск: М-во стр-ва и архитектуры, 2011.

38. Суреньянц, С. Я. Эксплуатация водозаборов подземных вод /С. Я. Суреньянц, А. П. Иванов. – М.: Стройиздат, 1989. – 80с.
39. Белан, А. Е. Проектирование и расчет устройств водоснабжения/ А. Е. Белан, П. Д. Хоружий. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Будівельник, 1981. – 192 с.
40. Плотников, Н. А. Проектирование и эксплуатация водозаборов подземных вод / Н. А. Плотников, В. С. Алексеев. – М.: Стройиздат, 1990. – 256 с.
41. Гуринович, А. Д. Системы питьевого водоснабжения с водозаборными скважинами: Планирование, проектирование, строительство и эксплуатация / А. Д. Гуринович. – Минск: УП «Технопринт», 2004. – 244 с.
42. Труфанов А.И. Формирование железистых подземных вод. М., Наука,1982, 132 с.
43. Hallberg R.O., Martinell R. Vyredox - in-situ purification of ground water. J. Ground water. Vol. 4, 2, 1976.
44. Martinell R. Controlled water treatment in the soil - in-situ removal of iron and manganese according to the Vyredox method. Paris, IWSA, 1980.
45. Водный кодекс Республики Беларусь от 15 июля 1998 г. № 191-3.
46. Закон Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» от 24 июня 1999 г. № 271-3.
47. Санитарные правила и нормы Республики Беларусь
48. СанПиН № 10-113 РБ 99 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения.
49. Строительство. ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ. Состав и содержание. ТКП 45-1.02-295–2014. – Минск: М-во стр-ва и архитектуры, 2014.
50. Белан А.Е. Технология водоснабжения. М., 2005. – 264 с.
51. Канализация. Наружные сети и сооружения. СН 4.01.02-2019— Минск: М-во стр-ва и архитектуры, 2020.
52. Закон Республики Беларусь «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь» от 5 июля 2004 г. № 300-3.
53. Положение о порядке разработки, согласования и утверждения градостроительных проектов, проектной документации. Утверждено постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 8 октября 2008 г. № 1476.
54. Декрет Президента Республики Беларусь «О создании дополнительных условий для инвестиционной деятельности в Республике Беларусь» от 6 августа 2009 г. № 10.
55. Положение о порядке проведения государственной экспертизы градостроительных проектов, обоснований инвестирования в строительство, архитектурных, строительных проектов, выделяемых в них этапов работ, очередей строительства, пусковых комплексов и смет (сметной документации). Утверждено постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 8 октября 2008 г. № 1476.
56. Инструкция о порядке определения сметной стоимости строительства и составления сметной документации на основании нормативов расхода ресурсов

в натуральном выражении. Утверждена постановлением Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 18 ноября 2011 г. № 51.

57. Единая классификация назначения объектов недвижимого имущества, утвержденная Постановлением Комитета по земельным ресурсам, геодезии и картографии при СМ РБ от 5 июля 2004 г. № 33.

58. Положение о порядке проведения государственной экологической экспертизы. Утверждено постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19 мая 2010 г. № 755.

59. Ющенко В.Д., Велюго Е.С., Рашкевич Е.И., Просолов В.П. Седлуха С.В. Основные пути и решения проектирования систем водоподготовки малых населенных пунктов в республике Беларусь. Полоцкий Государственный Университет. Серия F. Строительство. Прикладные науки, 2021.

60. Войтов, И.В. Научные основы рационального управления и охраны водных ресурсов трансграничных рек для достижения устойчивого развития и эколого-безопасного водоснабжения Беларуси /И.В. Войтов. - Минск: Современное слово, 2000. - 476 с.

61. Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2020 года. Проект, коллектив авторов, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Минск: 2010. – 43 с.

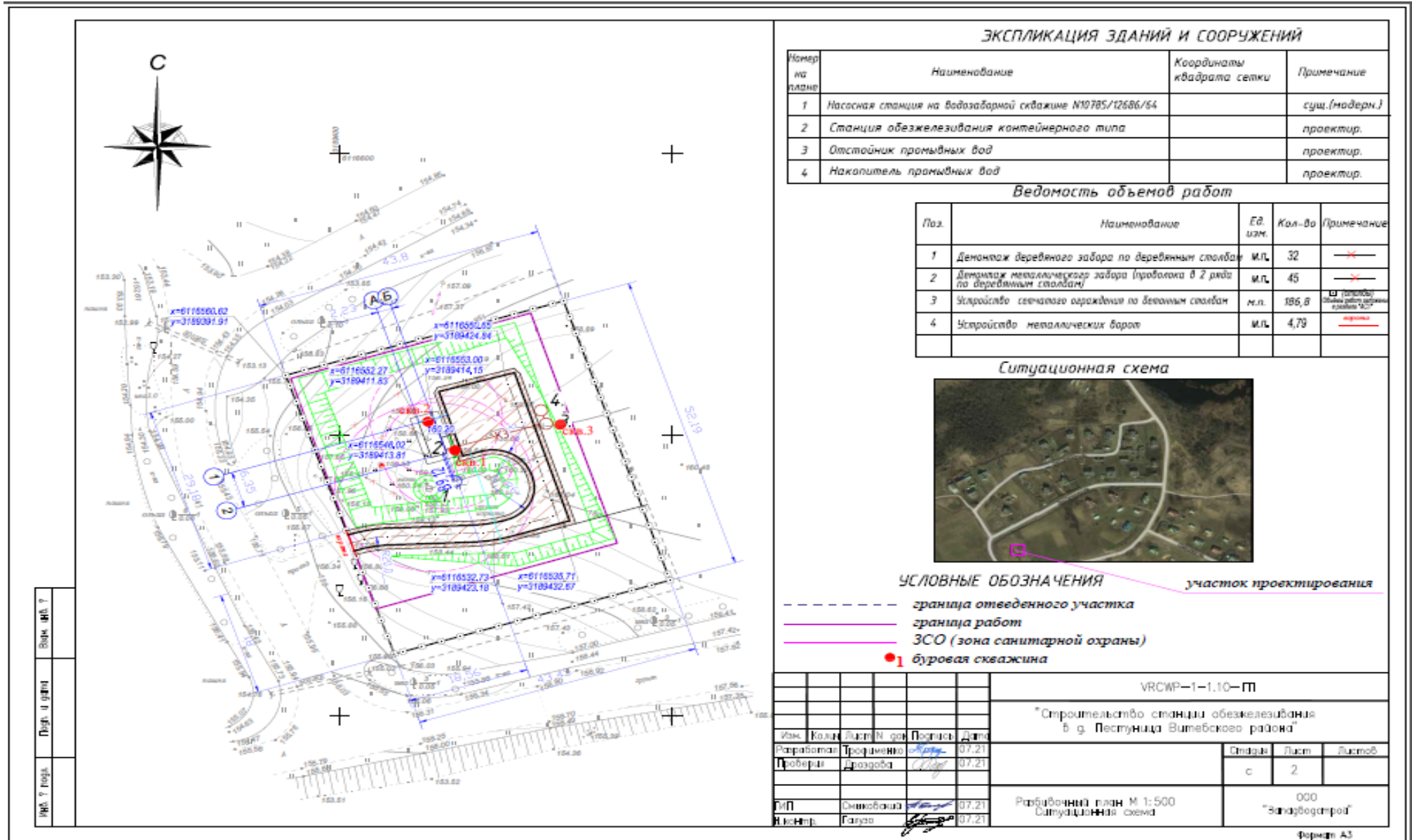
62. Гурский В.Л., Пуко Е.И. Организационно-экономические аспекты региональной централизации управления водопроводно-канализационным хозяйством (на примере Витебской области) // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. / БНТУ; ред. кол. С.Ю. Солодовников [и др.]. – Минск, 2019. - Выпуск № 9. - С. 152-168.

63. Ющенко В.Д. Велюго Е.С. Рашкевич Е.И. К вопросу совместного удаления железа и аммонийного азота при аэрационной обработке подземных вод малых населенных пунктов. *Probleme actuale ale urbanismului si amenajerii teritoriului. Conferinta tehnico-stiintifica internationala, Chisinau, noiembrie 2020.*

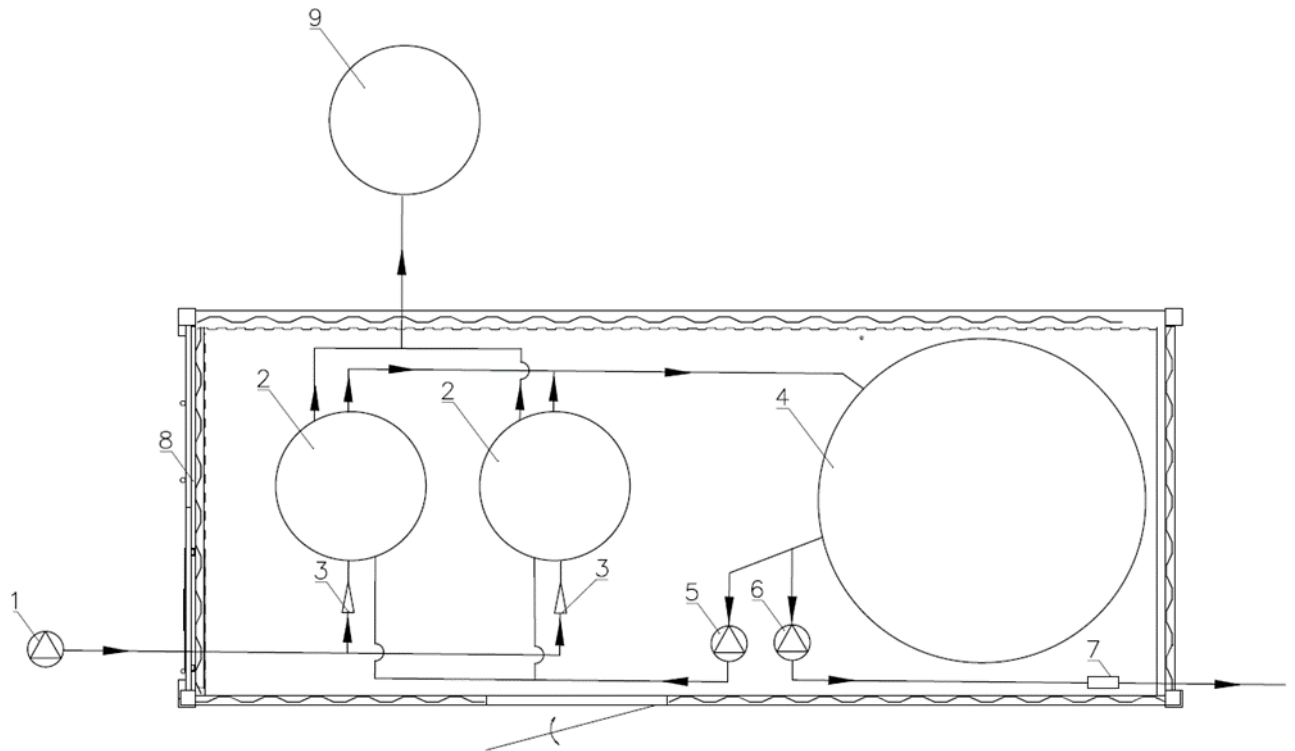
64. Государственная программа «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2016 – 2020 годы» (подпрограмма «Чистая вода»), утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21 апреля 2016 г. № 326.

65. Концепция совершенствования и развития жилищно-коммунального хозяйства до 2025 года, утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь 29.12.2017, № 1037.

Генеральный план водозабора д. Пестуница

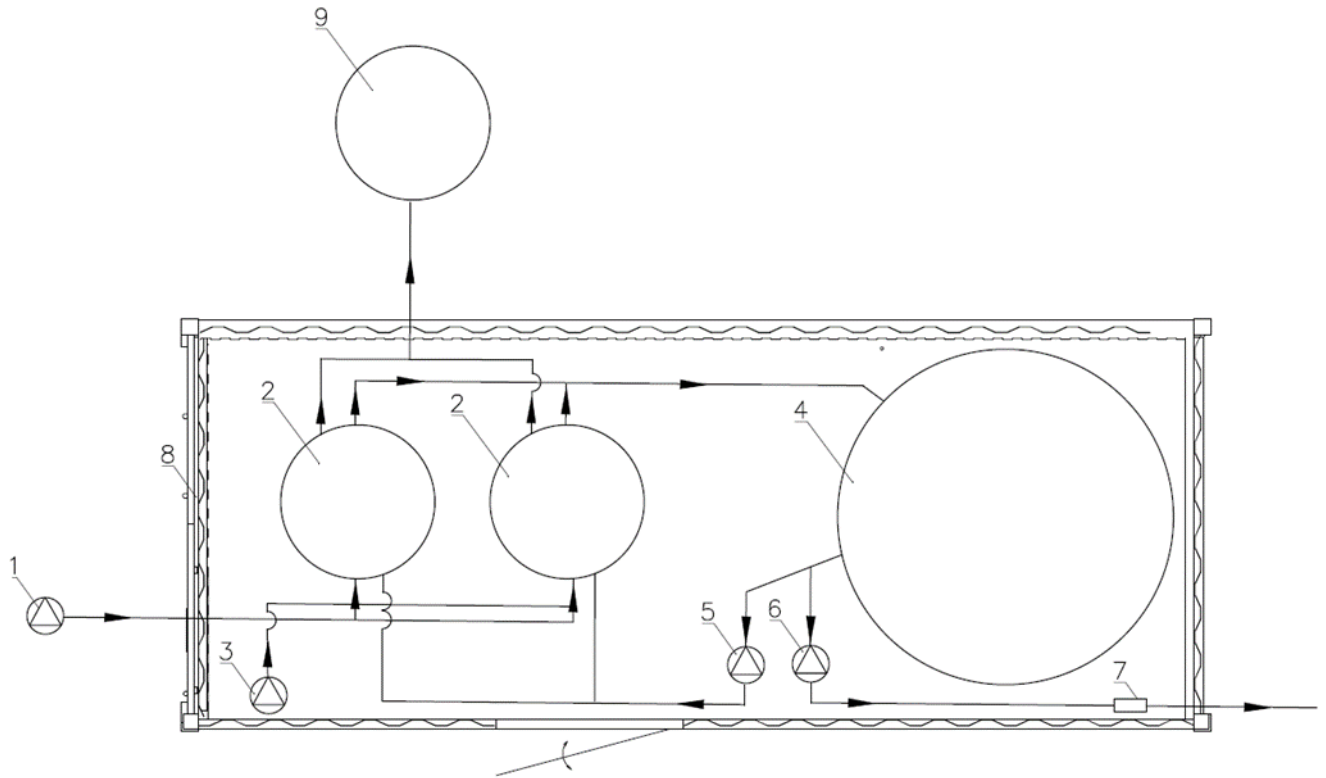


Контейнерная станция водоподготовки с эжекторной схемой



- 1 – насос подачи воды из скважины;
- 2 – напорный фильтр;
- 3 – эжектор для насыщения воды кислородом;
- 4 – резервуар чистой воды;
- 5 – насосы подачи воды для промывки фильтров;
- 6 – насосы 2-го подъема;
- 7 – бактерицидная установка;
- 8 – контейнер;
- 9 – отстойник промывной воды (шламонакопитель)

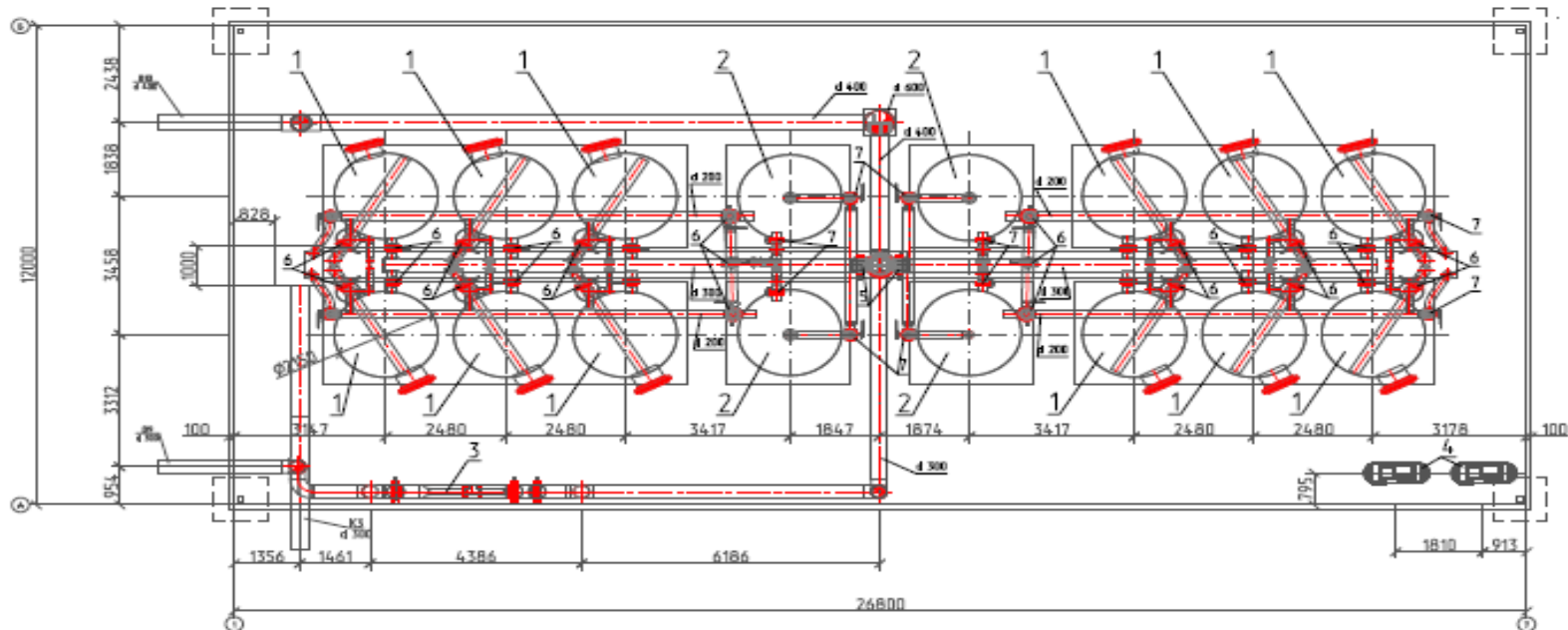
Контейнерная станция водоподготовки с компрессорной схемой



Контейнерная станция водоподготовки с компрессорной схемой

- 1 – насос подачи воды из скважины;
- 2 – напорный фильтр;
- 3 – компрессор для насыщения воды кислородом;
- 4 – резервуар чистой воды;
- 5 – насосы подачи воды для промывки фильтров;
- 6 – насосы 2-го подъема;
- 7 – бактерицидная установка;
- 8 – контейнер;
- 9 – отстойник промывной воды (шламонакопитель)

Безнапорная блочно-модульная установка водоподготовки Кристалл-Б

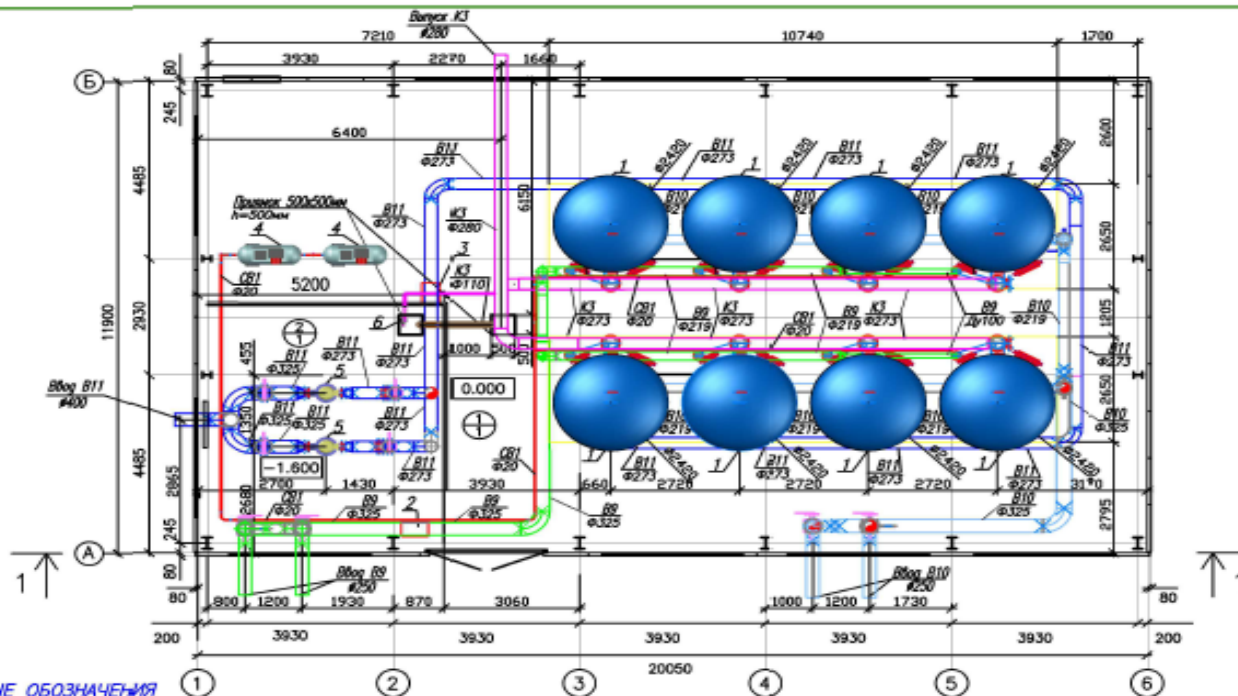


Экспликация оборудования

N поз	Обозначение	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Прим
	Кристалл Б 2.0	Фильтр безнапорный D=2м, Н=4м	шт	12	
2		Префильтр (биореактор) D=2м, Н=6,5м	шт	4	
3	ВУ-1	вадомерный узел исходной воды	компл	1	лист 7
4	СБ4/С-100.0L30	компрессор 265л/н, 8валн, 100л, 2,2кВт	шт	2	
5	LU12	запор поб. нефланцевый D300	шт	2	
6	LUB	запор поб. нефланцевый D200	шт	30	
7	LU6	запор поб. нефланцевый D150	шт	12	
8	ГОСТ 18599-2001	технологические трубопроводы	компл	1	

ТХ 12-08					
Устройство станции обезжелезивания производительность 6000 м3/сут на Первомайском водозаборе г.Краснодар и реконструкция сварного водовода					
Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Станция обезжелезивания				РП	2
План расстановки оборудования				ООО "Эководстрой"	
Исполн.	Трипачев				
ГВП	Трипачев				
Вед. инженер	Евдоким				
Нач. отд.	Оганова				

Напорная станция обезжелезивания Кристалл НК



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- B9 — трубопровод исходной воды
- B10 — трубопровод очищенной воды
- B11 — трубопровод подачи промывной воды
- K3 — трубопровод отвода промывной воды
- CB1 — трубопровод сжатого воздуха

ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

поз.	Обозначение	Наименование	Ед. изм.	Количество	Примеч.
1		Напорный фильтр-модуль Ø2400мм	компл.	8	
2		Ультразвуковой расходомер	компл.	1	
3		Ультразвуковой расходомер	компл.	1	
4		Компрессор	компл.	2	
5		Насос центробежный линейный Q=29,3м ³ /час, H=18м, P=22кВт	компл.	2	
6		Насос центробежный дренажный Q=3,6м ³ /час, H=4м, P=0,175кВт	компл.	2	

ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Номер по порядку	Наименование	Площадь м ²	Категория по степени опасности
1	Фильтровальный зал	206.10	Д
2	Насосная станция промывки	32.50	Д
23-1-14-ТХ			
Строительство станции обезжелезивания воды на водозаборе "Южный" в г. Осиповичи			
Изм.	Лист	Нач. Ком. Подпись	Дата
ГИП	Седуко		
Гл. спец.	Пляско		
Исполн.	Якимец		
Станция обезжелезивания		Стация	Лист Листов
		С	2
План расстановки оборудования		000 "ЗападВодСтрой"	
И.контр. Апенка			

Копировал

Формат А3

Составлено

Инд. № подл. Подпись и дата Взам. инд. №

ПРИЛОЖЕНИЕ Е.

НАИМЕНОВАНИЕ УТВЕРЖДАЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ _____

УТВЕРЖДЕНО

ВСЕГО В СУММЕ (с учетом продолжительности строительства)

340,415 ТЫС.РУБ

в том числе:

на дату начала разработки сметной документации

336,836 ТЫС.РУБ

на дату начала строительства объекта (выполнение строительных, специальных, монтажных работ)

339,512 ТЫС.РУБ

Возвратные суммы

0,255 ТЫС.РУБ

(ссылка на документ об утверждении)

" _____ " _____ 20__ г.

СВОДНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА (ОЧЕРЕДИ СТРОИТЕЛЬСТВА)

НАИМЕНОВАНИЕ ОБЪЕКТА:

СТРОИТЕЛЬСТВО СТАНЦИИ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ В Д. ПЕСТУНИЦА ВИТЕБСКОГО РАЙОНА -
ЭЖЕКТОРНАЯ СХЕМА

КОД ОБЪЕКТА:

VRCWP-1-1.10

Дата начала разработки сметной документации

на 1 июня 2021г.

Дата начала строительства

сентябрь 2021

Продолжительность строительства

1 мес.

НОМЕРА СМЕТНЫХ РАСЧЕТОВ (СМЕТ)	НАИМЕНОВАНИЕ ГЛАВ, ОБЪЕКТОВ, РАБОТ, СРЕДСТВ	СТОИМОСТЬ, ТЫС.РУБ.						ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ, ТЫС. РУБ.
		ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА	ЭКСПЛУАТА- ЦИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ	МАТЕРИАЛЫ, ИЗДЕЛИЯ, КОНСТРУК- ЦИИ	ОХР И ОПР	ОБОРУДОВА- НИЕ, МЕБЕЛЬ, ИНВЕНТАРЬ	ПРОЧИЕ СРЕДСТВА	
			В Т.Ч. З/П МАШИНИСТОВ	ТРАНСПОРТ	ПЛАНОВАЯ ПРИБЫЛЬ	ТРАНСПОРТ		ТРУДОЕМ- КОСТЬ, ЧЕЛ.-Ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9

ГЛАВА 1 ПОДГОТОВКА ТЕРРИТОРИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

ОБЪЕКТНАЯ СМЕТА 1	ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ	0,423	1,567 0,324	- 0,08	0,588 0,529	- -	0,449	3,636 89
----------------------	-------------------------	-------	----------------	-----------	----------------	--------	-------	-------------

	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 4	0,522	0,251	1,543	0,376	0,93	-	4,018
			0,08	0,107	0,27	0,019		84
	В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗВРАТ МАТЕРИАЛОВ							0,01
	ГЛАВА 5 ЗДАНИЯ, СООРУЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ХОЗЯЙСТВА И СВЯЗИ							
ОБЪЕКТНАЯ СМЕТА 5	АВТОМАТИЗАЦИЯ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ ВОДОЗАБОРА	0,386	0,167	1,658	0,247	9,302	-	12,232
			0,055	0,099	0,187	0,186		63
	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 5	0,386	0,167	1,658	0,247	9,302	-	12,232
			0,055	0,099	0,187	0,186		63
	ГЛАВА 6 НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИЯ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ГАЗОСНАБЖЕНИЯ							
ОБЪЕКТНАЯ СМЕТА 6	НАРУЖНЫЕ СЕТИ ВОДОПРОВОДА	0,73	1,029	3,573	0,812	-	-	7,653
			0,301	0,778	0,731	-		119
ОБЪЕКТНАЯ СМЕТА 7	НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИИ	0,646	1,112	3,135	0,773	-	-	6,752
			0,335	0,391	0,695	-		117
	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 6	1,376	2,141	6,708	1,585	-	-	14,405
			0,636	1,169	1,426	-		236
	ГЛАВА 7 БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ							
ОБЪЕКТНАЯ СМЕТА 9	ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН	2,652	2,49	24,703	2,634	-	-	38,113
			0,699	3,263	2,371	-		450
	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 7	2,652	2,49	24,703	2,634	-	-	38,113
			0,699	3,263	2,371	-		450
	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 1-7	7,458	8,206	43,318	6,916	132,858	3,519	218,004
			2,237	7,01	6,062	2,657		1243
	В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗВРАТ МАТЕРИАЛОВ							0,06
	ГЛАВА 8 ВРЕМЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ							
НРР 8.01.102-2017	ВРЕМЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ 14,2X0,93 - 13,206%	0,32	0,192	0,768	-	-	-	1,28
			0,038	-	-	-		106
	КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕХОДА К ТРУДОЕМКОСТИ ДЛЯ СРЕДСТВ НА ВРЕМЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ (83)							
	В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗВРАТ МАТЕРИАЛОВ							0,192
	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 8	0,32	0,192	0,768	-	-	-	1,28
			0,038	-	-	-		106

	В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗВРАТ МАТЕРИАЛОВ								0,192
	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 1-8	7,778	8,398 2,275	44,086 7,01	6,916 6,062	132,858 2,657	3,519	219,284 1349	0,252
	В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗВРАТ МАТЕРИАЛОВ								
	ГЛАВА 9 ПРОЧИЕ РАБОТЫ И РАСХОДЫ								
НРР 8.01.103- 2017	ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНО- МОНТАЖНЫХ РАБОТ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ 5,2700X0,93 - 4,901%	0,231	0,161 0,058	0,083 -	- -	- -	- -	- -	0,475 72
	КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕХОДА К ТРУДОЕМКОСТИ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ (0,7)								
ПОДПУНКТ 30.11 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ	-	-	-	-	-	14,669	14,669	-
ПОДПУНКТ 30.4 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА, СВЯЗАННЫЕ С ПОДВИЖНЫМ И РАЗЪЕЗДНЫМ ХАРАКТЕРОМ РАБОТ, С ПЕРЕВОЗКОЙ РАБОЧИХ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ И КОМАНДИРОВАНИЕМ РАБОЧИХ ПРИ НАЛИЧИИ СВЕДЕНИЙ О ПОДРЯДЧИКЕ	-	-	-	-	-	2,346	2,346	-
ПОДПУНКТ 30.2 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА, СВЯЗАННЫЕ С ОТЧИСЛЕНИЯМИ НА СОЦИАЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ - 34%	-	-	-	-	-	3,296	3,296	-
ПОДПУНКТ 30.10 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА, СВЯЗАННЫЕ С ПОДГОТОВКОЙ ОБЪЕКТА К ПРИЕМКЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ - 0,306%	-	-	-	-	-	0,25	0,25	-
	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 9	0,231	0,161 0,058	0,083 -	- -	- -	20,561	21,036 72	
	ИТОГО ПО ГЛАВАМ 1-9	8,009	8,559 2,333	44,169 7,01	6,916 6,062	132,858 2,657	24,08	240,32 1421	

**В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗВРАТ
МАТЕРИАЛОВ**

0,252

ГЛАВА 10 СОДЕРЖАНИЕ ЗАКАЗЧИКА, ЗАСТРОЙЩИКА

ПОДПУНКТ 31.1 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА СОДЕРЖАНИЕ ЗАСТРОЙЩИКА, ЗАКАЗЧИКА (ИНЖЕНЕРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ) - 1,38%	-	-	-	-	-	3,287	3,287	-
ПОДПУНКТ 31.3 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА ПРОЕКТНЫЕ И ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ С НАЛОГАМИ	-	-	-	-	-	33,537	33,537	-
ПОДПУНКТ 31.4 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ С НАЛОГАМИ	-	-	-	-	-	5,093	5,093	-
ПОДПУНКТ 31.4 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА ПРОВЕДЕНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ С НАЛОГАМИ	-	-	-	-	-	0,186	0,186	-
ПОДПУНКТ 31.2 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ АВТОРСКОГО НАДЗОРА - 0,2%	-	-	-	-	-	0,161	0,161	-
ПОДПУНКТ 31.7 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА МОНИТОРИНГ ЦЕН (ТАРИФОВ), РАСЧЕТ ИНДЕКСОВ ЦЕН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ - 0,09%	-	-	-	-	-	0,091	0,091	-
ПОДПУНКТ 31.6 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА ЦЕЛЕВЫЕ ОТЧИСЛЕНИЯ, ПРОИЗВОДИМЫЕ ЗАКАЗЧИКАМИ, ЗАСТРОЙЩИКАМИ ОТ СТОИМОСТИ СМР НА ФИНАНСИРОВАНИЕ ИНСПЕКЦИЙ ДЕПАРТАМЕНТА КОНТРОЛЯ И НАДЗОРА ЗА СТРОИТЕЛЬСТВОМ И СПЕЦ. ИНСПЕКЦИИ ГОСКОМИТЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ - 0,28%	-	-	-	-	-	0,242	0,242	-

ПОДПУНКТ 33.3.1 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА, УЧИТЫВАЮЩИЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГНОЗНЫХ ИНДЕКСОВ ЦЕН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ДАТУ НАЧАЛА СТРОИТЕЛЬСТВА	-	-	-	-	-	2,676	2,676
	ИТОГО НА ДАТУ НАЧАЛА СТРОИТЕЛЬСТВА	8,113	8,67 2,363	44,743 7,101	7,006 6,141	134,585 2,692	120,461	339,512 1439
ПОДПУНКТ 33.3.2 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА, УЧИТЫВАЮЩИЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГНОЗНЫХ ИНДЕКСОВ ЦЕН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ В НОРМАТИВНЫЙ СРОК СТРОИТЕЛЬСТВА	-	-	-	-	-	0,903	0,903
	ИТОГО ПО СВОДНОМУ РАСЧЕТУ С УЧЕТОМ СРЕДСТВ, УЧИТЫВАЮЩИХ ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГНОЗНЫХ ИНДЕКСОВ ЦЕН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	8,113	8,67 2,363	44,743 7,101	7,006 6,141	134,585 2,692	121,364	340,415 1439
ПОДПУНКТ 34.1 ИНСТРУКЦИИ	ВОЗВРАТНЫЕ СУММЫ							0,255
	ВСЕГО ПО СВОДНОМУ СМЕТНОМУ РАСЧЕТУ	8,113	8,67 2,363	44,743 7,101	7,006 6,141	134,585 2,692	121,364	340,415 1439

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.

НАИМЕНОВАНИЕ УТВЕРЖДАЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

УТВЕРЖДЕНО

ВСЕГО В СУММЕ (с учетом продолжительности строительства)

344,441 ТЫС.РУБ

в том числе:

на дату начала разработки сметной документации

340,859 ТЫС.РУБ

на дату начала строительства объекта (выполнение строительных, специальных, монтажных работ)

343,537 ТЫС.РУБ

Возвратные суммы

0,255 ТЫС.РУБ

(ссылка на документ об утверждении)

" _____ " _____ 20__ г.

СВОДНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА (ОЧЕРЕДИ СТРОИТЕЛЬСТВА)

НАИМЕНОВАНИЕ ОБЪЕКТА:

СТРОИТЕЛЬСТВО СТАНЦИИ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ В Д. ПЕСТУНИЦА ВИТЕБСКОГО РАЙОНА - КОМПРЕССОРНАЯ СХЕМА

КОД ОБЪЕКТА:

VRCWP-1-1.10

Дата начала разработки сметной документации

на 1 июня 2021г.

Дата начала строительства

сентябрь 2021

Продолжительность строительства

1 мес.

НОМЕРА СМЕТНЫХ РАСЧЕТОВ (СМЕТ)	НАИМЕНОВАНИЕ ГЛАВ, ОБЪЕКТОВ, РАБОТ, СРЕДСТВ	СТОИМОСТЬ, ТЫС.РУБ.						ПРОЧИЕ СРЕДСТВА	ОБЩАЯ СТОИМОС ТЬ, ТЫС. РУБ.
		ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА	ЭКСПЛУАТА- ЦИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ	МАТЕРИАЛЫ , ИЗДЕЛИЯ, КОНСТРУК- ЦИИ	ОХР И ОПР	ОБОРУДОВА- НИЕ, МЕБЕЛЬ, ИНВЕНТАРЬ	ТРУДОЕМ- КОСТЬ, ЧЕЛ.-Ч		
			В Т.Ч. З/П МАШИНИСТО В	ТРАНСПОРТ	ПЛАНОВАЯ ПРИБЫЛЬ	ТРАНСПОРТ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	

ГЛАВА 1 ПОДГОТОВКА ТЕРРИТОРИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

ОБЪЕКТНАЯ СМЕТА 1	ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ	0,423	1,567 0,324	- 0,08	0,588 0,529	- -	0,449	3,636 89
----------------------	-------------------------	-------	----------------	-----------	----------------	--------	-------	-------------

В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗВРАТ МАТЕРИАЛОВ

0,004

ОБЪЕКТНАЯ СМЕТА 5	АВТОМАТИЗАЦИЯ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ ВОДОЗАБОРА	0,386	0,167 0,055	1,658 0,099	0,247 0,187	9,302 0,186	-	12,232 63
	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 5	0,386	0,167 0,055	1,658 0,099	0,247 0,187	9,302 0,186	-	12,232 63
	ГЛАВА 6 НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИЯ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ГАЗОСНАБЖЕНИЯ							
ОБЪЕКТНАЯ СМЕТА 6	НАРУЖНЫЕ СЕТИ ВОДОПРОВОДА	0,73	1,029 0,301	3,573 0,778	0,812 0,731	- -	-	7,653 119
ОБЪЕКТНАЯ СМЕТА 7	НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИИ	0,646	1,112 0,335	3,135 0,391	0,773 0,695	- -	-	6,752 117
	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 6	1,376	2,141 0,636	6,708 1,169	1,585 1,426	- -	-	14,405 236
	ГЛАВА 7 БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ							
ОБЪЕКТНАЯ СМЕТА 9	ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН	2,652	2,49 0,699	24,703 3,263	2,634 2,371	- -	-	38,113 450
	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 7	2,652	2,49 0,699	24,703 3,263	2,634 2,371	- -	-	38,113 450
	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 1-7	7,458	8,206 2,237	43,318 7,01	6,916 6,062	136,058 2,721	3,519	221,268 1243
	В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗВРАТ МАТЕРИАЛОВ							0,06
	ГЛАВА 8 ВРЕМЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ							
НРР 8.01.102- 2017	ВРЕМЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ 14,2X0,93 - 13,206%	0,32	0,192 0,038	0,768 -	- -	- -	-	1,28 106
	КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕХОДА К ТРУДОЕМКОСТИ ДЛЯ СРЕДСТВ НА ВРЕМЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ (83)							0,192
	В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗВРАТ МАТЕРИАЛОВ							0,192
	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 8	0,32	0,192 0,038	0,768 -	- -	- -	-	1,28 106
	В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗВРАТ МАТЕРИАЛОВ							0,192
	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 1-8	7,778	8,398 2,275	44,086 7,01	6,916 6,062	136,058 2,721	3,519	222,548 1349
	В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗВРАТ МАТЕРИАЛОВ							0,252
	ГЛАВА 9 ПРОЧИЕ РАБОТЫ И РАСХОДЫ							

НРР 8.01.103-2017	ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ 5,2700X0,93 - 4,901%	0,231	0,161 0,058	0,083 -	- -	- -	- -	0,475 72
КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕХОДА К ТРУДОЕМКОСТИ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ (0,7)								
ПОДПУНКТ 30.11 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ	-	- -	- -	- -	- -	14,669	14,669 -
ПОДПУНКТ 30.4 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА СВЯЗАННЫЕ С ПОДВИЖНЫМ И РАЗЪЕЗДНЫМ ХАРАКТЕРОМ РАБОТ, С ПЕРЕВОЗКОЙ РАБОЧИХ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ И КОМАНДИРОВАНИЕМ РАБОЧИХ ПРИ НАЛИЧИИ СВЕДЕНИЙ О ПОДРЯДЧИКЕ	-	- -	- -	- -	- -	2,346	2,346 -
ПОДПУНКТ 30.2 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА, СВЯЗАННЫЕ С ОТЧИСЛЕНИЯМИ НА СОЦИАЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ - 34%	-	- -	- -	- -	- -	3,296	3,296 -
ПОДПУНКТ 30.10 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА, СВЯЗАННЫЕ С ПОДГОТОВКОЙ ОБЪЕКТА К ПРИЕМКЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ - 0,306%	-	- -	- -	- -	- -	0,25	0,25 -
ИТОГО ПО ГЛАВЕ 9		0,231	0,161 0,058	0,083 -	- -	- -	20,561	21,036 72
ИТОГО ПО ГЛАВАМ 1-9		8,009	8,559 2,333	44,169 7,01	6,916 6,062	136,058 2,721	24,08	243,584 1421
В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗВРАТ МАТЕРИАЛОВ								
ГЛАВА 10 СОДЕРЖАНИЕ ЗАКАЗЧИКА, ЗАСТРОЙЩИКА								
ПОДПУНКТ 31.1 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА СОДЕРЖАНИЕ ЗАСТРОЙЩИКА, ЗАКАЗЧИКА (ИНЖЕНЕРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ) - 1,38%	-	- -	- -	- -	- -	3,332	3,332 -

ПОДПУНКТ 31.3 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА ПРОЕКТНЫЕ И ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ С НАЛОГАМИ	-	-	-	-	-	33,537	33,537	-
ПОДПУНКТ 31.4 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ С НАЛОГАМИ	-	-	-	-	-	5,093	5,093	-
ПОДПУНКТ 31.4 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА ПРОВЕДЕНИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ С НАЛОГАМИ	-	-	-	-	-	0,186	0,186	-
ПОДПУНКТ 31.2 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ АВТОРСКОГО НАДЗОРА - 0,2%	-	-	-	-	-	0,161	0,161	-
ПОДПУНКТ 31.7 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА МОНИТОРИНГ ЦЕН (ТАРИФОВ), РАСЧЕТ ИНДЕКСОВ ЦЕН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ - 0,09%	-	-	-	-	-	0,091	0,091	-
ПОДПУНКТ 31.6 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА ЦЕЛЕВЫЕ ОТЧИСЛЕНИЯ, ПРОИЗВОДИМЫЕ ЗАКАЗЧИКАМИ, ЗАСТРОЙЩИКАМИ ОТ СТОИМОСТИ СМР НА ФИНАНСИРОВАНИЕ ИНСПЕКЦИЙ ДЕПАРТАМЕНТА КОНТРОЛЯ И НАДЗОРА ЗА СТРОИТЕЛЬСТВОМ И СПЕЦ.ИНСПЕКЦИИ ГОСКОМИТЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ - 0,28%	-	-	-	-	-	0,242	0,242	-
	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 10	-	-	-	-	-	42,642	42,642	-
	ГЛАВА 11 ПОДГОТОВКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАДРОВ								
ПУНКТ 32 ИНСТРУКЦИИ	ПОДГОТОВКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАДРОВ - ОБУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА ЗАКАЗЧИКА	-	-	-	-	-	1,129	1,129	-

	ИТОГО ПО ГЛАВЕ 11	-	-	-	-	-	1,129	1,129
	ИТОГО ПО ГЛАВАМ 1-11	8,009	8,559	44,169	6,916	136,058	67,851	287,355
	В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗВРАТ МАТЕРИАЛОВ		2,333	7,01	6,062	2,721		1421
ПОДПУНКТ 33.1 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА НА НЕПРЕДВИДЕННЫЕ РАБОТЫ И ЗАТРАТЫ БЕЗ СТОИМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ, ОПРЕДЕЛЁННОГО ПО КОНТРАКТУ (284,046 - 2,160 - 129,104) X 2,4 : (284,046 - 2,160) = 1,30 % - 1,3%	0,104	0,111	0,574	0,09	1,769	0,854	3,707
			0,03	0,091	0,079	0,035		18
	ИТОГО С УЧЕТОМ НЕПРЕДВИДЕННЫХ РАБОТ И ЗАТРАТ	8,113	8,67	44,743	7,006	137,827	68,705	291,062
			2,363	7,101	6,141	2,756		1439
	В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗВРАТ МАТЕРИАЛОВ							0,252
НАЛОГ	НДС - 20%	-	-	-	-	-	49,797	49,797
			-	-	-	-		-
	ИТОГО	-	-	-	-	-	49,797	49,797
			-	-	-	-		-
	ИТОГО НА ДАТУ НАЧАЛА РАЗРАБОТКИ СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	8,113	8,67	44,743	7,006	137,827	118,502	340,859
			2,363	7,101	6,141	2,756		1439
	В ТОМ ЧИСЛЕ ВОЗВРАТ МАТЕРИАЛОВ							0,252
ПОДПУНКТ 33.3.1 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА, УЧИТЫВАЮЩИЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГНОЗНЫХ ИНДЕКСОВ ЦЕН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ДАТУ НАЧАЛА СТРОИТЕЛЬСТВА	-	-	-	-	-	2,678	2,678
			-	-	-	-		-
	ИТОГО НА ДАТУ НАЧАЛА СТРОИТЕЛЬСТВА	8,113	8,67	44,743	7,006	137,827	121,18	343,537
			2,363	7,101	6,141	2,756		1439

ПОДПУНКТ 33.3.2 ИНСТРУКЦИИ	СРЕДСТВА, УЧИТЫВАЮЩИЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГНОЗНЫХ ИНДЕКСОВ ЦЕН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ В НОРМАТИВНЫЙ СРОК СТРОИТЕЛЬСТВА	-	-	-	-	-	0,904	0,904	-
	<i>ИТОГО ПО СВОДНОМУ РАСЧЕТУ С УЧЕТОМ СРЕДСТВ, УЧИТЫВАЮЩИХ ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГНОЗНЫХ ИНДЕКСОВ ЦЕН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ</i>	8,113	8,67 2,363	44,743 7,101	7,006 6,141	137,827 2,756	122,084	344,441 1439	
ПОДПУНКТ 34.1 ИНСТРУКЦИИ	<i>ВОЗВРАТНЫЕ СУММЫ</i>								0,255
	<i>ВСЕГО ПО СВОДНОМУ СМЕТНОМУ РАСЧЕТУ</i>	8,113	8,67 2,363	44,743 7,101	7,006 6,141	137,827 2,756	122,084	344,441 1439	