Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт

Инженерные системы зданий и сооружений

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой

_____ А.И. Матюшенко
подпись

«____» _____ 2020 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

20.03.02 Природообустройство и водопользование

Проектирование и расчет систем водоснабжения и водоотведения поселка городского типа

Руководитель _____ к.т.н., доц. ИСЗиС, Т.А. Курилина
подпись, дата

Выпускник _____ В.С. Колычева
подпись, дата

Нормаконтролер _____ Т.А. Курилина
подпись, дата

Красноярск 2020

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Проектирование и расчет систем водоснабжения и водоотведения поселка городского типа». Колычевой Вероники Сергеевны, группы СБ16-06Б. состоящей из пояснительной записки объемом 99 страниц, 6 листов графической части и списка используемой литературы из 44 пунктов. В пояснительной записке 14 иллюстраций, 13 таблиц и 115 формул. Графическая часть выполнена с использованием автоматизированного программного обеспечения Auto CAD, пояснительная записка выполнена в соответствии с СТО 2014 года.

Водоснабжение, водозабор, обезжелезивание, насосная станция первого и второго подъема, очистные сооружения.

Цель работы: решить проблему строительства водозабора, подготовить станцию водоподготовки для обезжелезивания воды для водоснабжения населенного пункта в котором расположены жилые, общественные здания, а также запроектировать систему водоотведения хозяйственно-бытовых сточных вод. На основании физико-географических условий местности и тяжелых климатических условий был предложен забор воды из подземного источника. Качество воды по показателям местности не соответствуют химической водоподготовке по СанПиН питьевая вода 2.1.4.1074-01, поэтому предложена технологическая схема блочных модульных станций обезжелезивания.

Проведен глубокий анализ образующихся стоков, на основании которого была запроектирована технологическая схема очистных сооружений. В состав очистных сооружений входит:

Приемная камера для гашения напора.

Здания решеток и песковых бункеров.

Лоток вентури.

Блок емкостей в составе:

– первичные отстойники;
– аэротенки
– вторичные отстойники;
– аэробные стабилизаторы.

Административно-бытовое здание.

Производственное здание в составе:

– цех механического обезвоживания осадка;
– воздуходувка;
– насосная станция.

Электрокотельная.

Хлораторная.

Аварийные иловые площадки.

Трансформаторная подстанция.

Насосная станция с резервуарами.

Здание фильтров.

Контактные резервуары.

Проектное решение по водоподготовке и водоотведению предоставлены в графической части.

Реализация проектных решений, предусмотренных в данной работе в экологическом аспекте не представляет угрозы для здоровья и не приведёт к необратимым изменениям в природной среде.

Задачи.

Запроектировать водозабор; запроектировать станцию водоподготовки; разработать систему водоотведения для хозяйственно-бытовой канализации.

Исходными материалами для разработки проекта послужили:

– ген. план поселка;
– СанПиН 2.1.4.1110-02;
– ГОСТ Р 22.6.01-95;
– материалы инженерных изысканий.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5
1 Водозабор подземных вод 6
1.1 Гидрогеологическая характеристика водозабора 6
1.2 Инженерно-геологические условия 6
1.3 Оценка эксплуатационных запасов воды 8
1.4 Состав сооружений водозабора 9
1.5 Гидрогеологический расчет водозабора 13
1.6 Природоохранные мероприятия 18
2. Расчет сооружений водоподготовки 25
2.1 Определение полной производительности водопроводной очистной станции 25
2.2. Расчет станции обезжелезивания 25
2.3 Резервуар чистой воды 42
3 Насосная станция II-го подъема 43
4. Расчет и проектирование станции очистки сточных вод 44
4.1 Выбор места выпуска сточных вод и расположения очистной станции 44
4.2 Санитарная оценка условий спуска сточных вод в водоемы 44
4.3 Определение условий спуска сточных вод по общесанитарным показателям вредности (БПК, растворенному кислороду и pH) 46
4.4 Органолептические признаки вредности 50
4.5 Объекты канализацинования и их планировка 52
4.5.1Приемный резервуар очистных сооружений. 54
4.5.2 Канализационная насосная станция 55
4.5.3Решетки 59
4.5.4Песколовоки 61
4.5.5 Первичный отстойник 63
4.5.6 Аэротенки 68
4.5.7 Вторичные отстойники 74
4.5.8 Фильтры. 77
4.5.9 Насосная станция доочистки 78
4.5.10 Иловая насосная станция 79
4.5.11 Хлораторная 80
4.5.12 Контактные резервуары 86
4.6 Характеристика осадков сточных вод 86
4.7 Иловые площадки 91
4.8 Воздуходувная станция 92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 96
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 97

ВВЕДЕНИЕ

Водоснабжение и водоотведение являются важнейшими санитарно- техническими системами, которые создаются для обеспечения нормальной жизнедеятельности населения и всех отраслей экономики государства.

Современные системы водоснабжения и канализации представляют собой сложные инженерные сооружения и устройства, обеспечивающие подачу воды потребителям, а также отвод и очистку сточных вод.

Проектирование систем водоснабжения и водоотведения населенных пунктов – сложная и комплексная проблема, от правильного решения которой во многом зависят масштабы необходимых капитальных вложений в эти системы.

Правильное решение инженерных задач по водоснабжению и водоотведению в значительной степени определяют высокий уровень благоустройства населенных пунктов, жилых, общественных и промышленных зданий, а также рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, и охрану окружающей среды от загрязнений.

Водоснабжение - одна из важнейших отраслей техники, направленная на повышение уровня жизни людей, благоустройство населенных пунктов. Водоснабжение базируется на использовании природного сырья. Водоотведение - это комплекс инженерных сооружений и санитарных мероприятий обеспечивающих приём сточных вод от населения, транспортирование и очистку их с последующим сбросом в реку. Водоснабжение и водоотведение являются важнейшими санитарно- техническими системами, которые создаются для обеспечения нормальной жизнедеятельности населения. Канализация - составная часть системы водоснабжения и водоотведения, предназначенная для удаления твердых и жидких продуктов жизнедеятельности человека, хозяйственно-бытовых и дождевых сточных вод, с целью их очистки от загрязнений, и дальнейшей эксплуатации или возвращения в водоем.

1 Водозабор подземных вод

Выбор источника водоснабжения был осуществлен «Правилами выбора и оценки качества источников централизованного хозяйственно – питьевого водоснабжения». Правильное решение этой задачи гарантирует получение необходимого количества воды в течение длительного периода эксплуатации с учетом роста водопотребления, а также надежность работы системы и качество функционирования всего комплекса сооружений.

При выборе водозабора должно быть обеспечено решение следующих задач:

– добывание из верхнего пласта требуемого количества воды;
– постоянство и надежность действия каптажа;
– предохранение воды от возможного ухудшения ее качества при переходе из водоносного пласта в водозаборное сооружение.

1.1 Гидрогеологическая характеристика водозабора

Источник водоснабжения относительно границ населенного пункта находится на расстоянии 60 м.

Проектом предусматривается бурение восьми скважин (шесть рабочих и двух резервных).

При проектировании водозаборных скважин способ бурения выбирают исходя из общих геологических и гидрогеологических условий участка размещения водозабора, глубины скважины, необходимого диаметра скважины и наибольшей технико-экономической целесообразности способа бурения в конкретных условиях.

Способ бурения скважин – ударно-канатное бурение.

К преимуществам ударно-канатного способа относится вскрытие водоносного горизонта без применения глинистого раствора. Хорошие результаты получаются при вскрытии слабонапорных и безнапорных водоносных горизонтов.

Проектная глубина скважин – 189,4 м.

Категория сооружений по степени обеспеченности подачи воды – 1, класс ответственности здания – 2, степень огнестойкости – II, категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности – Д (по НПБ 105-95).

Исходными материалами для разработки проекта послужили:

– ген. план поселка;
– СанПиН 2.1.4.1110-02;
– ГОСТ Р 22.6.01-95;
– материалы инженерных изысканий.

1.2 Инженерно-геологические условия

Водоносными являются рыхлые и слабосцементированные осадочные породы, содержащие гравитационную воду. В них осуществляется движение

воды по пустотам (поры и трещины). Осадочными водоносными породами являются валунно – галечниковые, гравийные и песчаные отложения; неводоносными – суглинки, глины, а также все обломочные породы сцементированные суглинисто – глинистыми и известковистыми отложениями. К слабоводоносным породам относятся однородные алевриты (пыть) и супеси; глины и суглинки с прослоями и линзами песков и песчано – гравийных отложений; песчаные и песчано – гравийные породы с содержанием пылеватых и глинистых частиц в количестве более 50% от общего объема породы. В слабоводоносных пластах большой мощности преобладает относительно слабый водообмен. Качество воды здесь локальное, часто плохое.

Поверхность территории площадки водоразборных скважин ровная, спланирована насыпными грунтами. Абсолютные отметки поверхности составляют 61,5 м.

Характеристика грунта:

– . Суглинок, буровато – коричневый, с включением дресвы и щебня (до 20) до глубины 2,2 м мерзлый.

– Песчаник буровато – серый, мелкозернистый, средней крепости, на глинистом цементе, слабосцементирован.

– Долерит темно – серый, мелкокристаллический, сильно трещиноватый, по трещинам ожелезнен.

– Песчаник желтовато – серый, мелкозернистый, на глинистом цементе, средней крепости, с прослойками крепкого, массивный, слабо трещиноватый.

– Алевролит темно – серый, массивный, очень крепкий, сильно трещиноватый.

– Песчаник серый, зеленовато – серый, мелкозернистый, на глинистом цементе, слабый и слабый и средней крепости, массивный, слабо трещиноватый.

– Песчаник, зеленовато – серый и темно – серый, мелкозернистый, средней крепости.

– Песчаник серый, зеленовато – серый, мелкозернистый, средней крепости, на глинистом цементе, прослоями крепкий на карбонатно – глинистом цементе, массивный, слабо трещиноватый.

– Песчаники серый, среднезернистые и зеленовато – серые тонко – мелкозернистые, крепкие. Порода массивная, местами волнисто– слоистая.

– Песчаник буровато– серый мелкозернистый, очень крепкий, на глинисто – карбонатном цементе, массивный. Порода слабо трещиноватая.

– Песчаник зеленовато – серый, мелко – тонкозернистый, слабо трещиноватый.

– Переслаивание песчаников буровато– серых и зеленовато – серых, тонко – мелкозернистых с желтовато – серыми средне –грубозернистыми песчаниками на известковистом цементе. Порода крепкая, до очень крепкой, трещиноватая, участками сильно трещиноватая.

– Переслаивание серых и зеленовато – серых мелко – зернистых песчаников на глинистом и карбонатно – глинистом цементе. Порода крепкая.

– Долерит темно – серый, мелкокристаллический, очень крепкий, трещиноватый.

1.3 Оценка эксплуатационных запасов воды

Продолжительность использования источника определяется эксплуатационными запасами самого источника и расчетной производительностью водозабора.

Расчетная производительность водозабора при его равномерной работе, м^3/сут:

$$Q_{сут.р} = \alpha \cdot Q_{сут}, \quad (1)$$

где α – коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды очистных сооружений;

$Q_{сут}$ – полезная производительность водозабора, м^3/сут.

$$Q_{сут.р} = 1{,}03 \cdot 4268{,}7 = 4396{,}76 \text{ м}^3\text{/сут.}$$

Полезная производительность водозабора, м^3/ч:

$$Q_{ч.р} = \frac{Q_{сут.р}}{24}, \quad (2)$$

$$Q_{ч.р} = \frac{4396{,}76}{24} = 183{,}2 \text{ м}^3\text{/ч.}$$

Объем эксплуатационных запасов подземных вод в общем виде определяется из выражения:

$$Q_э = Q_{ст} + Q_{дин} \quad (3)$$

где $Q_{ст}$ – статические запасы подземных вод;

$Q_{дин}$ – динамические запасы подземных вод.

Статические запасы включают объем воды в порах и трещинах водоносного пласта:

$$Q_{ст} = \mu \cdot V, \quad (4)$$

где V – объем водоносной породы, м^3;

μ – коэффициент водоотдачи (коэффициент запаса).

$$Q_{ст} = 0{,}15 \cdot 1734488{,}10 = 260173{,}22 \text{ м}^3.$$

Динамические запасы представляют собой объем подземных вод, характеризующий естественную производительность водоносных горизонтов в том размере, в котором забор воды из них компенсируется поступлением в них воды из областей питания:

$$Q_{дин} = b \cdot m \cdot K \cdot i, \tag{5}$$

где b – ширина потока подземных вод, м;

m – мощность водоносного пласта;

K – коэффициент фильтрации, зависящий от пород водоносного пласта, м/сут;

i – гидравлический уклон.

$$Q_{дин} = 102896975{,}32 \cdot 109{,}5 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}02 = 225344375{,}54 \text{ м}^3.$$

$$Q_э = 260173{,}22 + 225344375{,}54 = 225600454{,}76 \text{ м}^3.$$

Продолжительность использования источника водоснабжения:

$$t = \frac{Q_э}{365 \cdot Q_{сут.р}}, \tag{6}$$

$$t = \frac{225604548{,}76}{365 \cdot 4396{,}76} = 140 \text{ лет}.$$

1.4 Состав сооружений водозабора

В результате гидрогеологических и геологических изысканий был рассчитан и запроектирован водозабор:

– мощность водоносного пласта $m = 109{,}5$ м;

– подошва водоносного пласта залегает ниже поверхности земли на 185м;

– статический уровень находится на глубине 74,7 м от поверхности земли, т.е. источником водоснабжения являются напорные воды.

В качестве водозахватного сооружения в данном проекте принята водозаборная скважина как наиболее распространенный тип водозахватного устройства, соответствующего данным условиям залегания водоносного пласта и его мощности.

Водозабор включает в себя:

– насосная станция над скважиной каркасного типа с ограждающими конструкциями из сендвич–панелей (6х4) м

– насосная станция II подъема (30 х 10) м в кирпичном исполнении;

– хим. бак. лаборатория (18 х 8) м в кирпичном исполнении;

– трансформаторная подстанция (4х3) м в кирпичном исполнении – 2 шт.;

– проходная (5х6) м в кирпичном исполнении;

– резервуары чистой воды – 2 единицы, общим объемом воды 1000 м^3;

– над люком двух резервуаров питьевой воды выполнены временные павильоны с размерами (3х3х2,5) м в количестве 4-х штук, обшитые профлистом;

Водозабор является объектом жизнеобеспечения и предназначен для снабжения потребителей хозяйственно –питьевой холодной водой, а также для теплоносителя в сетях отопления и ГВС. Время работы водозабора круглосуточно.

На территории водозабора запроектировано 6 контрольных скважины и 2 резервных. На территории водозабора имеются внутриплощадочные тепловые сети, тепловая камера. Внутренние тепловые коммуникации с тепловым узлом и с приточной вентиляцией в здании хим. бак. лаборатории.

Водопроводная сеть города имеет единую систему хозяйственно–питьевого, противопожарного и производственного водоснабжения.

Состав и схема расположения сооружений водоснабжения, принятых в проекте, приведены на рисунке 1.

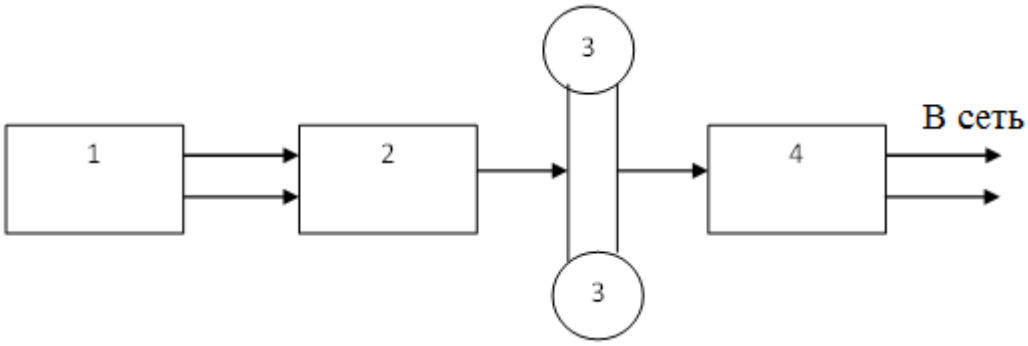

Рисунок 1 – Состав и схема расположения сооружений водоснабжения:1 – водозаборное сооружения (скважины); 2 – сооружения для очистки и подготовки воды; 3 – резервуары чистой воды; 4 – насосная станция II подъема

Схема водоснабжения поселка городского типа.

Вода поднимаемая наверх скважинными насосами подается на станцию водоподготовки, где происходит обезжелезивание воды. После фильтрации вода подается по двум водопроводам подземной прокладки диаметрами 300 мм и 250 мм в два сообщающихся между собой резервуара чистой воды по 500 м^3 каждый. Резервуары расположены на отметке выше, чем насосная станция

II подъема, поэтому вода из резервуара поступает на станцию II подъема самотекам по подземному водопроводу диаметром 300 мм. Поступающая на станцию вода подается через ВК – 2 в сеть потребителей с помощью сетевых насосов создающих давление 8,2 2кгс/см2 (атмосфер) по двум подземным водопроводам диаметром 400мм. Через автодорогу от водозабора находится камера ВК-II, в ней расположены 7 задвижек позволяющие менять схему подачи воды и производить переключения с одного магистрального водопровода на другой.

Рабочая конструкция скважины.

Прежде чем принять окончательную эксплуатационную конструкцию скважины, составляют ее схему (рабочую конструкцию), затем производят расчет основных параметров (приток воды к скважине и пропускной способности фильтра).

Конструкция скважины включает в себя следующие основные элементы:

– кондуктор;
– технические колонны труб;
– эксплуатационную колонну;
– цементную защиту;
– фильтр скважины (водоприемная часть с отстойником и надфильтровой трубой).

Начальный и конечный диаметры скважины принимаются в зависимости от сортамента труб, способа бурения, размеров и конструкции фильтра и насоса. Скважины крепятся несколькими колоннами обсадных труб, число которых зависит от глубины скважины и выхода колонн труб. Колонна обсадных труб наибольшего диаметра называется кондуктором. Эти трубы не входят в число непосредственных технических колонн. Глубина опускания кондуктора назначается до первого водонепроницаемого пласта с заходом в этот пласт на 1 м.

Приток воды к скважине в большей степени зависит от диаметра рабочей части фильтра, чем от его длины. Поэтому для увеличения притока $Q_{скв}$, а следовательно для уменьшения числа скважин сначала назначаем максимальное значение диаметра труб, чтобы получить максимально допустимый при этом способе бурения диаметр фильтра.

Максимальный возможный диаметр кондуктора согласно сортаменту стальных труб, а также ограничению диаметров погружаемых труб, обусловленных выбранными выше типами бурового станка и вибромашины, равен 325 мм. Разница в диаметрах между кондуктором и первой колонной, а также между предыдущей и последующей колоннами обсадных труб должна быть не менее 100 мм.

После анализа гидрогеологических условий в проекте выбран вариант бурения скважин на основной водоносный горизонт верхнепротерозойских песчаников.

Проектные параметры скважин:

- способ бурения – ударно-канатный;
- глубина скважин – 189,4 м;
- статический уровень – 74,7м;
- полный проектный дебит – 4396,76 м^3/сут

Отличительные особенности скважин, пробуренных ударно – канатным способом, заключаются в сохранении высоких дебитов и больших сроков их службы (иногда 70 – 80 лет и более). Сущность способа заключается в том, что порода в скважине разрушается при ударах специального инструмента (долота), прикрепленного к канату.

Представлен проектный геолого-технический разрез скважины. Глубина, конструкция скважины и тип фильтра корректируются в процессе бурения.

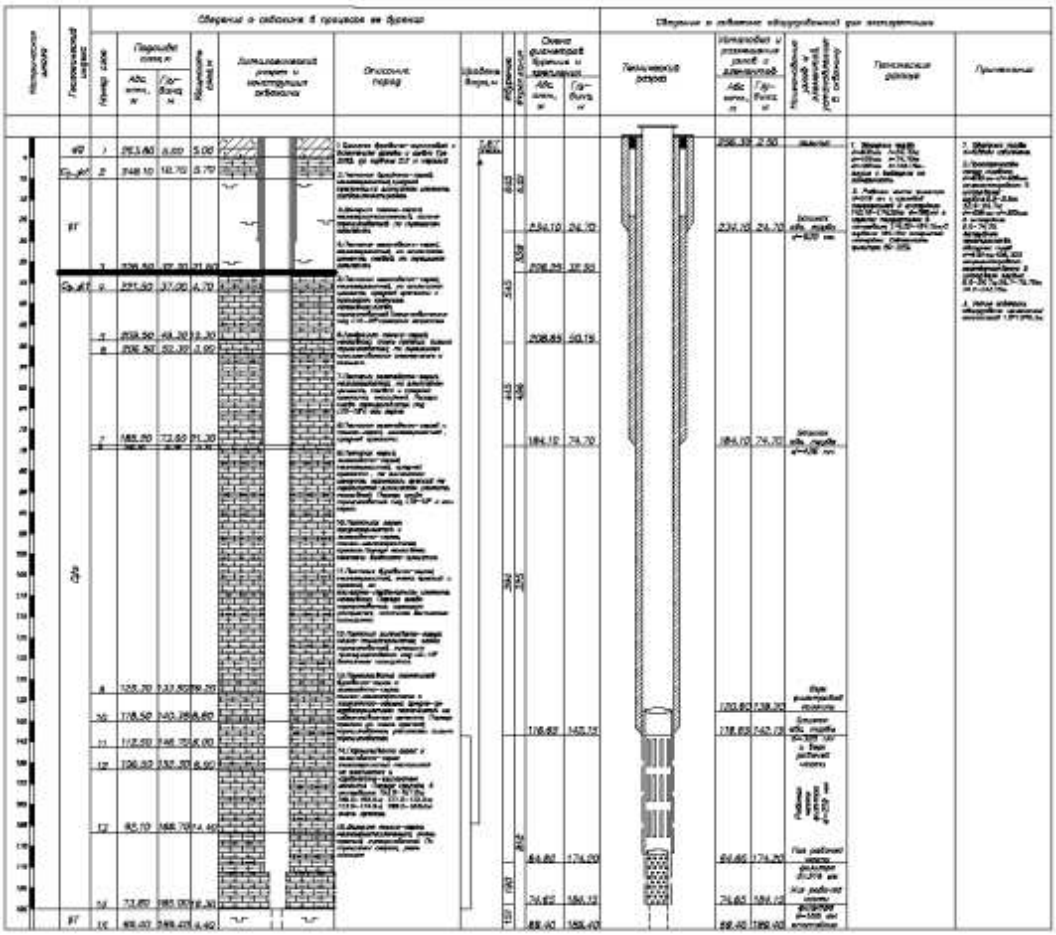

Рисунок 2 – Геолого-технический разрез скважины

Фильтр состоит из водоприемной (рабочей) части, надфильтровой трубы и отстойника. Длина надфильтровой трубы зависит от конструкции скважины.

Расчет фильтровой колонны. Выбор типа фильтра.

Геофизические исследования (стандартный каротаж и гиммакаротаж) производятся при глубине скважин 189 м для получения большей информации о геологическом строении.

Длина рабочей части фильтровой колонны, м, определяется по формуле

$$L = \frac{Q \cdot \lambda}{d} \qquad (7)$$

где Q – проектный дебит скважины;

λ – эмпирический коэффициент;

d – наружный диаметр фильтра.

$$L = \frac{183{,}20 \cdot 120{,}15}{219} = 100{,}5 \text{ м.}$$

В качестве водоносного пласта рассматривается песчаник мелкозернистый. Согласно справочным данным могут быть использованы следующие фильтры: фильтр стержневой, спирально-проволочный, с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, сеток квадратного плетения, штампованного листа из нержавеющей стали с песчано-гравийной обсыпкой.

На основании геологического разреза и гранулометрического состава принимаем с щелевой перфорацией в интервале 142,15 – 174,2 м рабочая часть фильтра d – 219 мм; d – 168 мм с круглой перфорацией в интервале 174,2 – 184,15 м. С глубины 184,15 м открытый интервал. Скважность фильтра 20 – 25%.

Обсадные трубы:

– d – 630 мм, l – 24,7 м.
– d – 426 мм, l – 74,7 м.
– d – 325 мм, l – 142,15 м.

Для уменьшения длины коммуникаций, соединяющих водозаборные скважины, улучшение условий их эксплуатации в проекте перед ряд смотрены линейных скважин.

1.5 Гидрогеологический расчет водозабора

Основной задачей гидрогеологического расчета является определение дебита скважин и понижения уровня подземных вод в процессе эксплуатации водозаборного сооружения. Одновременно с решением этих задач на основе расчетов уточняют схему расположения водозаборных скважин, их количество и размеры.

Определение притока воды к скважине.

В связи с тем, что необходимое число скважин еще не установлено, оценка производительности водозабора, м^3/сут, производится применительно к одной скважине:

$$Q_{скв} = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot m \cdot S_{доп}}{R} \qquad (8)$$

где k – коэффициент фильтрации, 1,9 м/сут;

$S_{доп}$ – допустимое понижение уровня подземных вод, м;

$$S_{доп} = H - (0{,}3 \cdot m + \Delta H_{нас} + \Delta H_{ф}) \quad (9)$$

здесь H – напор над подошвой водоносного горизонта, м;

$\Delta H_{нас}$ – максимальная глубина погружения насоса под динамический уровень воды в скважине, м;

$\Delta H_{ф}$ – потери напора на входе в скважину (приблизительно 1,5 м).

$$S_{доп} = 184{,}15 - (0{,}3 \cdot 109{,}5 + 104{,}7 + 1{,}5) = 45{,}1 \text{ м.}$$

где R – гидравлическое сопротивление, зависящее от гидрогеологических условий и типа водозаборного сооружения;

$$R = R_0 + \beta \cdot \xi = 9{,}36 + 1 \cdot 13 = 22{,}36 \quad (10)$$

здесь β – отношение расхода рассматриваемой скважины $Q_{скв}$ к суммарному расходу водозабора $Q_{сут.р}$, т.е. $\beta = Q_{скв} / Q_{сут.р}$; в случае рассмотрения одиночной скважины $\beta = 1$;

ξ – дополнительное сопротивление, учитывающее фильтрационное несовершенство скважины, $\zeta = 13$;

R_0 – гидравлическое сопротивление R в точке расположения скважины;

$$R_0 = \ln \frac{R_{ск}}{r} = \ln \frac{1282{,}40}{0{,}110} = 9{,}36 \quad (11)$$

где r – радиус фильтра, м; $r = d_{ф} / 2 = 0{,}219 / 2 = 0{,}110$ м;

$R_{ск}$ – радиус влияния скважин, определяемый из выражения:

$$R_{ск} = 1{,}5\sqrt{c \cdot t} = 1{,}5\sqrt{73 \cdot 9125} = 1224{,}25 \quad (12)$$

здесь t – время, на которое рассчитывается эксплуатация скважин (25лет), сут; $t = 9125$ сут.

c – коэффициент пьезопроводности водосодержащих пород;

$$c = \frac{k \cdot m}{\mu} = \frac{0{,}1 \cdot 109{,}5}{0{,}15} = 73 \text{ м}^3\text{/сут} \quad (13)$$

$$Q_{скв} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}1 \cdot 109{,}5 \cdot 45{,}1}{22{,}36} = 139{,}1 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Определение пропускной способности фильтра.

Пропуская способность фильтра, определяется по формуле

$$Q_ф = \pi \cdot d_ф \cdot l_ф \cdot v_ф \cdot \eta \qquad (14)$$

где η – скважность фильтра, т.е. отношение площади фильтра к площади его боковой поверхности;

$v_ф$ – максимально допустимая скорость притока воды к фильтру, определенная по эмпирической зависимости;

$$v_ф = 65\sqrt[3]{k} = 65\sqrt[3]{0{,}1} = 30{,}7 \qquad (15)$$

$$Q_ф = 3{,}14 \cdot 0{,}219 \cdot 99{,}1 \cdot 30{,}7 \cdot 0{,}35 = 732{,}2 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Определение числа скважин в групповом водозаборе.

Ориентировочное число скважин в групповом водозаборе определяется по формуле

$$n = \frac{Q_{сут.р}}{Q_ф} = \frac{4396{,}76}{732{,}79} = 6 \text{ скв.} \qquad (16)$$

Принимаем 6 рабочих скважины и 2 резервных.

Часовая производительность одной скважины определяется по формуле

$$Q = \frac{Q_{ч.р}}{n} = \frac{183{,}20}{6} = 30{,}53 \text{ м}^3/\text{ч.} \qquad (17)$$

Действительное понижение уровня определяется по формуле

$$S = \frac{R \cdot Q}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot m} = \frac{22{,}36 \cdot 30{,}53}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}1 \cdot 109{,}5} = 9{,}93 \text{ м} \qquad (18)$$

Скважина оборудуется уровнемером и расходомером для периодических замеров динамического уровня и дебита.

Скважный водозабор включает водозаборную скважину и здание насосной станции над скважиной. Павильонная насосная станция запроектирована (сендвич панели).

Здание насосной станции запроектировано в наземном исполнении. В здании будут расположены участки водопровода с задвижкой регулирования

подачи напора, обратным клапаном, врезанной трубы с задвижкой (для сброса воды на рельеф при промывке скважины), манометра, крана для отбора проб воды лабораторией, счетчиком. Там же будет находится электрооборудование защиты и управления скважинным насосом ЭЦВ.

После сооружения павильона производится установка погружного насоса в скважину на колонне водоподъемных труб, по которым вода подается на поверхность.

Далее производится бетонирование и герметизация устья скважины приподнятой над полом на 0,3м.

Исходными данными, определяющими тип водоподъемного оборудования, являются фактические значения статического и динамического уровней, удельный дебит и дебит скважины, а также влияют диаметр эксплуатационной колонны скважины, необходимый напор над устьем скважины, наличие электроэнергии.

Насосное оборудование подбирают по расходу и напору.

Расход насоса определяют по формуле:

$$q = \frac{Q_p}{n_{раб}} = \frac{183,2}{6} = 30,5 \qquad (19)$$

где Q_p – расчетная производительность водозабора в целом, м3/ч;

$n_{раб}$ – число рабочих скважин.

Напор насосов равен

$$H = H_{геом} + \sum h = 140 + 2 = 142 \text{ м} \qquad (20)$$

где $H_{геом}$ – геометрическая высота подъема воды, равная разности пьезометрических отметок в точке, куда подается вода, и динамического уровня воды в скважине;

$\sum h$ – потери напора от насоса до резервуара, которые учитывают потери напора в оголовке скважины, в напорных трубах внутри скважины и во внешних коммуникациях, в насосной станции (принимаются обычно от 2 до 3 м).

Для устройства напорных водоводов применяют стальные трубы с внутренней изоляцией.

Для эксплуатации скважин подобран погружной насос марки ЭЦВ 12-200-145 с расходом 210 м^3/ч и напором 145 м с погружным электродвигателем ПЭД 125-270 диаметр водоподъемных труб составляет 159 мм.

– При управлении насосными агрегатами оператор руководствуется световой сигнализацией;

– Регулировка рабочего давления осуществляется вручную с помощью запорной арматуры

Краткая характеристика водоподъемного оборудования представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Краткая характеристика водоподъемного оборудования скважин

Наименование скважин	Марка насоса	Производительность $м^3$/час	Электродвигатель	Высота водоподъемной колонны
1	2	3	4	5
Скв. № 1	ЭЦВ 12-200-145	210	Погружной ЭД.ПЭДВ-125-270 3000 об/мин	d-159 мм-122м
Скв. № 2	ЭЦВ 12-210-145	210	Погружной ЭД.ПЭДВ-125-270 3000 об/мин	d-159мм-122м
Скв. № 3	ЭЦВ 12-210-145	210	Погружной ЭД.ПЭДВ-125-270 3000 об/мин	d-159мм-122м
Скв. № 4	ЭЦВ 12-210-145	210	Погружной ЭД.ПЭДВ-125-270 3000 об/мин	d-159мм-127м
Скв. № 5	ЭЦВ 12-210-145	210	Погружной ЭД.ПЭДВ-125-270 3000 об/мин	d-159мм-122м
Скв. № 6	ЭЦВ 12-210-145	210	Погружной ЭД.ПЭДВ-125-270 3000 об/мин	d-159 мм-122м
Скв. № 7	ЭЦВ 12-210-145	210	Погружной ЭД.ПЭДВ-125-270 3000 об/мин	d-159 мм-122м
Скв. № 8	ЭЦВ 12-210-145	210	Погружной ЭД.ПЭДВ-125-270 3000 об/мин	d-159 мм-122м

Скважины оборудованы следующей запорной арматурой (табл.2):

Таблица 2 – оборудование скважин

Наименование	Оборудование	Диаметр
1	2	3
Скважина	Обратный клапан	d-200мм
	Задвижка	d-150мм

1.6 Природоохранные мероприятия

Рабочий проект зоны санитарной охраны и санитарно-защитной полосы разработан на основании данных санитарного обследования территории, намеченной к включению в зоны санитарной охраны и санитарно-защитной полосы и на основании инженерно-геологических и топографических материалов. Рабочий проект зон санитарной охраны водопровода составлен с учётом развития системы водоснабжения на перспективу.

Объекты санитарной защиты.

Водозаборные скважины и водопроводные сооружения располагаются на одной площадке. Площадка расположена на ровном, чистом месте в северной части посёлка. Площадка не затапливается и не подтапливается.

Водоносные горизонты залегают на глубине 131 и 163 м, защищены в пределах зоны, имеют сплошную водоупорную кровлю из плотной глины. Дебиты водоисточника соответствуют потребностям в воде. Подземные воды по санитарному состоянию, органолептическим свойствам и химическому составу не соответствует СанПиН. С водоносными горизонтами поверхностные воды не связаны и их потоки направлены от водозаборной площадки.

Для водозаборной площадки предусматривают три пояса зоны санитарной охраны в границах:

– первый пояс (пояс строгого режима) размером 100×110 м с ограждением;

– второй и третий пояса (пояса ограничений) соответственно радиусом 50 и 320 м, считая от водозаборных сооружений.

Определение размеров зон санитарной охраны (ЗСО) подземных источников водоснабжения.

Для предотвращения загрязнения водозабора подземных вод вокруг него создается зона санитарной охраны (ЗСО), состоящая из трех поясов, в которых осуществляются специальные мероприятия, исключающие возможность поступления загрязнений в водозабор и в водоносный пласт в районе водозабора. В дополнение к этому предусматривается, что водозаборы подземных вод должны располагаться, как указано выше, вне территории промышленных предприятий и населенных пунктов.

По характеру загрязняющих веществ выделяют два основных вида загрязнения подземных вод: микробное и химическое.

Микробное загрязнение обусловлено поступлением в водоносный пласт неочищенных сточных вод (хозяйственно-бытовых, дождевых, талых, моечных, инфильтрующихся с территорий жилой и промышленной застройки, с животноводческих и птицеводческих ферм, полей ассенизации и фильтрации, при утечках и аварийных сбросах из канализационных сетей и сооружений), а также речных вод, загрязненных этими сточными водами. Длина пути продвижения болезнетворных микроорганизмов в водоносном горизонте зависит от гидрогеологических факторов (скорость движения воды, литологический со-

став пород), вида микроорганизмов и их количества, но при этом ограничивается временем выживаемости и сохранения вирулентности микроорганизмов в специфических условиях водоносного пласта, характеризующихся относительно низкой температурой, отсутствием освещенности, наличием микробов-антагонистов и др. особенностями. Таким образом микробные загрязнения в подземных водах неустойчивы, нестабильны.

Время выживаемости болезнетворных организмов в подземных водах является важным параметром при определении размеров ЗСО; по данным специальных исследований оно достигает 100-400 сут.

Задерживающее влияние на распространение микроорганизмов в подземных водах оказывает, кроме того, их адсорбция в породах, образующих водоносный пласт. В связи с тем, что величина адсорбции микроорганизмов в породах очень изменчива и еще мало изучена, для количественной характеристики задерживающего влияния адсорбции, как правило, необходимы эксперименты в поле либо в лаборатории на образцах пород эксплуатируемого водоносного пласта, а иногда и пород зоны аэрации. Поэтому при обосновании ЗСО водозаборов подземных вод адсорбция и другие факторы (кроме выживаемости), ограничивающие возможность распространения микроорганизмов, обычно не учитываются; учет этих факторов допускается только в случаях, если их влияние резко выражено и закономерности проявления достаточно изучены.

Основными источниками химического загрязнения подземных вод являются: 1) производственные сточные воды, поступающие в водоемы и фильтрующиеся в грунты на территории промышленных предприятий, накопителей и других сборников производственных отходов; 2) загрязненный сельскохозяйственными удобрениями и ядохимикатами поверхностный сток; 3) склады ядохимикатов и минеральных удобрений, базы горюче-смазочных материалов и другие объекты, конструкции которых не исключают утечки в грунт сточных вод, технологических растворов, загрязненных поверхностных вод. Загрязнение атмосферы и почвы газодымовыми выбросами также влечет за собой ухудшение химического состава подземных вод.

Размеры и конфигурация области захвата водозабора зависят от его типа, схемы размещения скважин и режима их эксплуатации, а также от гидрогеологических условий (степени неоднородности водоносного пласта, наличия внешних источников питания и т.д.). Как правило, вследствие сложности гидрогеологических условий область захвата водозабора имеет весьма прихотливые геометрические очертания, выявление которых возможно только на основе графоаналитических построений с использованием карт гидроизопьез (гидроизогипс), составленных по данным полевых наблюдений и моделирования. Если реальная гидрогеологическая обстановка может быть схематизирована и осреднена по основным расчетным параметрам (обычно это оказывается возможным в относительно простых гидрогеологических условиях, а также в сложных условиях, но на ранних стадиях проектирования), область захвата водозабора и другие искомые величины для обоснования проекта ЗСО

водозаборов подземных вод можно определить путем аналитических расчетов. На рис. 2 представлена принципиальная схема движения подземных вод к водозабору при наличии естественного потока. На схеме выделяются следующие характерные участки:

– область питания водозабора, ограниченная раздельной (нейтральной) линией тока. В пределах области питания все линии тока заканчиваются на водозаборе. За пределами области питания линии тока огибают водозабор и, следовательно, располагающиеся здесь частицы воды или загрязнения, попадающие на поверхность подземных вод на данном участке, никогда не достигнут водозабора.

– область захвата водозабора, сформировавшаяся за время работы водозабора T, составляет часть области питания. Частицы воды, располагающиеся внутри области захвата, к концу расчетного времени T обязательно поступят к водозабору. Область захвата схематично может быть изображена в виде эллипса, вытянутого вдоль потока подземных вод. Площадь области захвата увеличивается в процессе эксплуатации водозабора, ее предельное положение устанавливается по раздельной линии тока.

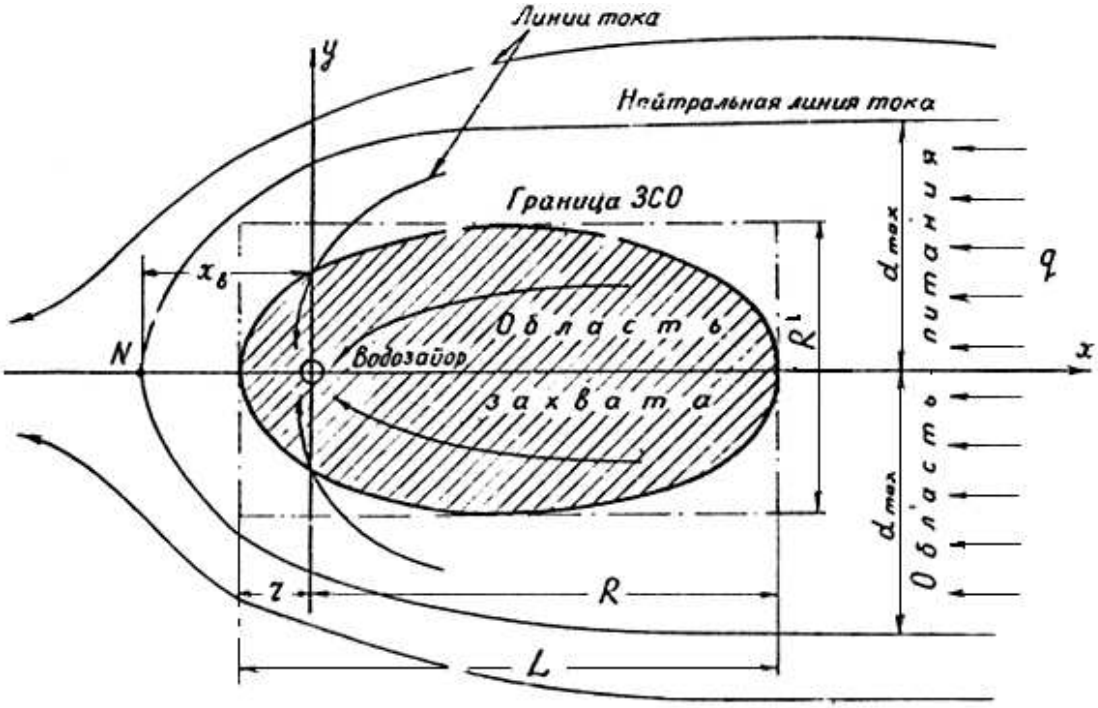

Рисунок 3 – Схема фильтрации подземных вод к водозабору

При проектировании ЗСО водозаборов подземных вод условно принимают, что поступившие в водоносный пласт химические вещества являются стабильными, т.е. не изменяющими свой состав и концентрацию в результате взаимодействия с подземными водами и породами; вследствие этого стабильные вещества могут переноситься потоком в пласте на большие расстояния. В действительности некоторые химические вещества могут активно взаимодей-

ствовать с подземными водами и породами, что приводит к их сорбции, выпадению в осадок, изменению первоначального состава и в результате - к уменьшению концентрации в водоносном пласте по пути движения, сокращению скорости движения загрязнений и ограничению дальности их распространения. Однако, как и для микробных загрязнений, физико-химические превращения химических веществ в водоносных пластах могут учитываться при проектировании ЗСО только в случаях, если эти процессы резко выражены и их закономерности достаточно изучены.

При определении размеров ЗСО водозаборов подземных вод, а также санитарно-оздоровительных и защитных мероприятий в пределах ЗСО должны учитываться гидрогеологические условия и, в частности, естественная защищенность подземных вод от поверхностного загрязнения. Защищенность эксплуатируемого водоносного горизонта определяется возможностью и интенсивностью поступления в него загрязненных вод с поверхности земли или из рек, озер и др. водоемов. С этих позиций можно выделить 2 основные группы подземных вод - защищенные и недостаточно защищенные.

К защищенным подземным водам относятся напорные и безнапорные межпластовые воды, которые имеют в пределах всех поясов ЗСО сплошную водоупорную кровлю, исключающую возможность местного питания из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов или с поверхности земли; должна также отсутствовать непосредственная связь с поверхностными водами.

К недостаточно защищенным подземным водам относятся:

а) грунтовые воды, т.е. подземные воды первого от поверхности земли безнапорного водоносного горизонта, получающего питание на площади его распространения;

б) напорные и безнапорные межпластовые воды, которые в естественных условиях или в результате снижения напора (уровня) при эксплуатации водозабора получают питание на площади ЗСО из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов через литологические окна или проницаемые породы кровли, а также из водотоков и водоемов путем непосредственной гидравлической связи.

В количественном отношении степень защищенности водоносного горизонта оценивается по времени движения загрязнений от поверхности земли до кровли эксплуатируемого водоносного горизонта через толщу перекрывающих пород. Это время зависит от мощности, фильтрационных свойств, пористости перекрывающих пород и градиента напора при вертикальной фильтрации. При оценке степени защищенности имеет значение, кроме того, вид загрязнений.

Если время движения меньше 100-400 сут, водоносный горизонт является незащищенным от микробных загрязнений, фильтрующихся через перекрывающую толщу пород. Если время движения меньше 25-50 лет, водоносный горизонт не защищен от стабильных химических загрязнений в период обычно принимаемого проектного срока работы водозабора.

Основным параметром, определяющим расстояние от границы второго пояса ЗСО до водозабора, является расчетное время $T_м$ продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору, которое должно быть достаточным для утраты жизнеспособности и вирулентности патогенных микроорганизмов, т.е. для эффективного самоочищения.

Граница второго пояса ЗСО определяется гидродинамическими расчетами, исходя из условий, что если за ее пределами через зону аэрации или непосредственно в водоносный горизонт поступят микробные загрязнения, то они не достигнут водозабора. Расчетное время $T_м$ выбирается в соответствии с рекомендациями таблицы 3.

Таблица 3 – Расчетное время $T_м$ для обоснования границ второго пояса ЗСО

Гидрогеологические условия	$T_м$, сут	
	В пределах I и II климатических районов	В пределах III и IV климатических районов
1 Грунтовые воды:	400	400
а) при наличии гидравлической связи с открытым водоемом		
б) при отсутствии гидравлической связи с открытым водоемом	400	200
2 Напорные и безнапорные межпластовые воды:		
а) при наличии непосредственной связи с открытым водоемом	200	200
б) при отсутствии непосредственной гидравлической связи с открытым водоемом	200	100

Для расчетов границ второго пояса при скорости < 0,01 м/сут. в направлении поперек естественного потока используем формулу и рисунок 3:

$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot T_м}{3{,}14 \cdot m_{ср} \cdot n}} = \sqrt{\frac{4396{,}76 \cdot 200}{3{,}14 \cdot 109{,}5 \cdot 0{,}35}} = 85{,}48 \qquad (21)$$

где Q – производительность водозабора, м^3/сут.;

$T_М$ – расчетное время продвижения микробного загрязнения, сут.;

$m_{ср.}$ – средняя мощность водоносного горизонта, м;

n – пористость пород водоносного пласта (для среднепористых пород 0,3-0,35).

Для расчетов границ второго пояса при скорости движения подземного потока >0,01 м/сут. в направлении поперек естественного потока $R^/$ (рисунок 2) используем формулу

$$R = \frac{L}{2} = \frac{19985,27}{2} = 9992,64 \text{ м} \quad (22)$$

где L – ширина области питания скважины, м.

$$L = \frac{Q}{q} = \frac{4396,76}{0,22} = 19985,27 \text{ м} \quad (23)$$

где Q – производительность водозабора, м^3/сут.;

q – единичный расход (на один метр ширины потока) подземных вод на участке расположения водозабора в естественных условиях м^2/сут.

$$q = K_ф \cdot m_{ср} \cdot I = 0,1 \cdot 109,5 \cdot 0,02 = 0,22 \text{ м}^2/\text{сут} \quad (24)$$

где $K_ф$ – коэффициент фильтрации водоносных пород, м/сут.

Границы второго пояса совпадают с границами третьего пояса.

Санитарные мероприятия в границах территорий зон.

Первый пояс.

Предусмотрено:

- ограждение сеткой «рабица» изгородью 1,5 м с насадкой поверху из колючей проволоки на высоту 0,5 м и посадкой с внутренней стороны ограды по периметру сплошной «живой» изгороди из кустарника в один ряд и деревьев через 5 м;
- планировка с целью отвода поверхностного стока за пределы первого пояса;
- устройство на проездах и подъездах к сооружениям покрытия из гравийно-песчаной смеси;
- канализование насосной станции II подъёма в водонепроницаемый выгреб;
- установка светильника у входа в зону;
- травосеяние на незадернованной территории.

Запрещено:

- все виды строительства, за исключением реконструкции или расширения водозаборных и основных водопроводных сооружений;
- прокладка трубопроводов различного назначения, за исключением трубопроводов, обслуживающих водопроводные сооружения;
- размещение жилых и хозяйственно-бытовых зданий;
- проживание людей, в том числе работающих на водопроводе;
- применение для растений ядохимикатов и удобрений; - водопой и выпас скота;
- выпуск сточных вод, свалка мусора, навоза и нечистот;

- рытьё траншей, ям, канав, каналов и других, не связанных с эксплуатацией водопровода.

Второй пояс.

Предусмотрено и запрещено:

- то же, что и для первого пояса (т.к. радиус его действия совпадает с границами строгого режима).

Третий пояс.

Предусмотрено:

- тампонаж старых бездействующих скважин;

- устройство водонепроницаемых выгребов.

Запрещено:

- бурение новых скважин без регулирования;

- отведение территорий без регулирования для населённого пункта лечебно-профилактических оздоровительных учреждений, сельскохозяйственных и других объектов, связанных с повышением степени опасности загрязнения источника водоснабжения сточными водами;

- размещение складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей, шламохранилищ и других объектов, которые могут вызвать химические загрязнения водоисточника;

- размещение кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации, полей фильтрации, земледельческих полей орошения, сооружений подземной фильтрации, навозохранилищ, силосных траншей, животноводческих и птицеводческих предприятий и других объектов, которые могут вызвать микробные загрязнения водоисточника;

- применение удобрений и ядохимикатов;

- закачка отработанных вод в подземные пласты, подземное складирование твёрдых отходов и разработка недр земли;

- загрязнение территории нечистотами, мусором, навозом и др.

Санитарно-защитная полоса водовода

Запрещено размещение источников загрязнения почвы и грунтовых вод: уборных, пойменных ям, навозохранилищ, приемников мусора и пр.

2. Расчет сооружений водоподготовки

2.1 Определение полной производительности водопроводной очистной станции

Полная производительность водопроводной очистной станции является суммой расчётного расхода воды для суток максимального водопотребления и расхода воды на собственные нужды очистной станции (промывка фильтров, потери воды на удаление осадка из отстойников, очистка и промывка очистных сооружений, приготовление растворов реагентов). Поскольку на станции предусмотрен оборот промывных вод, то коэффициент расхода на собственные нужды станции в соответствии может быть принят К=1,03-1,04.Для станции обезжелезивания подземных вод К=1,03 и после этого расчетный расход воды, поступающей на станцию составит:

$Q_{сут}$=4396,76$м^3/сут$

$Q_ч$=183,2$м^3/ч$

$Q_с$=50,9 $л/с$

Для выбора метода очистки воды, схемы и состава сооружений необходимо сравнить показатели качества воды в источнике с нормативами СанПин. Сравнение показателей приведены в таблице 4.

На основании сравнения показателей качества воды с нормами можно сделать вывод о необходимости обезжелезивания воды, а также об ее дегазации.

В связи с небольшим превышением содержания Mn требуется ее обезмарганцевание, которое может быть осуществлено в тех же сооружениях, что и обезжелезивание воды.

2.2. Расчет станции обезжелезивания

Обезжелезивание или деферризация – это процесс извлечения из подземных вод железа, присутствующего в виде сложных органических и минеральных соединений двухвалентного железа, карбонатов и бикарбонатов железа, коллоидных и тонкодисперсных взвесей гидроксидов и сульфатов железа.

Повышенное содержание соединений железа в природной воде делает её непригодной для питья и использования в технологических процессах отдельных производств текстильной, химической, целлюлозной, бумажной и других отраслей промышленности.

Таблица 4 – показатели воды в источнике

№П/П	Наименование показателей	Единицы измерения	В источнике водоснаб-жения	СанПин	Заключение о необходимости подготовки воды
1	2	3	4	5	6
1	Железо	мг/л	8,0	0,3	требуется обезжелезивание
2	Марганец	мг/л	0,11	0,1	Требуется обезмарганцев.
3	pH	-	7,4	6-9	-
4	Eh	мВ	110	-	-
5	Щёлочность	моль/л	4,8	-	-
6	Окисляемость	мг/л	3,8	5,0	-
7	Сероводород	мг/л	0,2	0,003	требуется дегазация
8	Свободная углекислота	мг/л	21,0	-	требуется аэрация
9	Микробное число	шт/мл	0	Не >50	-
10	Общее количество колиформных бактерий	шт/100мл	0	-	-
11	Метан	мг/л	0,2	-	Требуется дегазация

В работе рассматриваются методы обезжилезивания безреагентные, так как для удаления железа из подземных вод наибольшее распространение получили данные методы обработки. В подземных водах железо встречается в виде растворенного железа, карбонатов и бикарбонатов или комплексных железоорганических соединений, а в поверхностных водах в виде колоидныхтонкодисперсных взвесей гидроксидов, сульфита или в виде комплексов сложного состава. Выбор метода, технологической схемы и водоочистных сооружений обезжелезнивания воды зависит от формы железа в обрабатываемой воде и производительности установки.

Обезжелезнивание наиболее часто производят аэрационными методами. Этот метод обезжелезивания воды может быть применен в следующих случаях: а) при щелочности воды более 2мг-экв/л; б) при pH воды после аэрации выше 7: в) при окисляемости воды (перманганатная) менее 0,15 (Fe^{2+})+3 мг/л O_2; г) при содержании аммонийных солей менее 1 мг/л; д) при содержании сероводорода менее 0,2 мг/л.

При аэрации из воды удаляется углекислота, что ускоряет процесс окисления двухвалентного железа в трехвалентное и последующий гидролиз с образованием гидрата окиси железа.

Двух- и трехвалентное железо -проявляется в виде осадка только после контакта воды с открытым воздухом. Также выявляется в связи с привкусом и запахом металла. Первоначально не заметно в прозрачной воде. Еще одним

неприятным маркером растворенного железа является желтый налет на эмалированных поверхностях: ванне, раковине, унитазе и металлических — например, ржавчина внутри чайника на нагревательном элементе. Вроде бы из крана течет прозрачная вода, но при отстаивании и нагревании железо выпадает в осадок и портит бытовую технику и сантехнику. Среди научно доказанных последствий употребления воды с чрезмерно высоким содержанием железа отмечают: увеличение печени и ухудшение состава крови; проблемы с сердечным ритмом, повышенный риск инфаркта миокарда и инсульта; расстройства пищеварительной системы и нарушения в работе щитовидной железы; развитие дерматитов и аллергии; высокую подверженность онкологическим заболеваниям пищевода, желудка, толстой кишки и мочевого пузыря; большую утомляемость и частую слабость, а также рассеянность и плохую память.

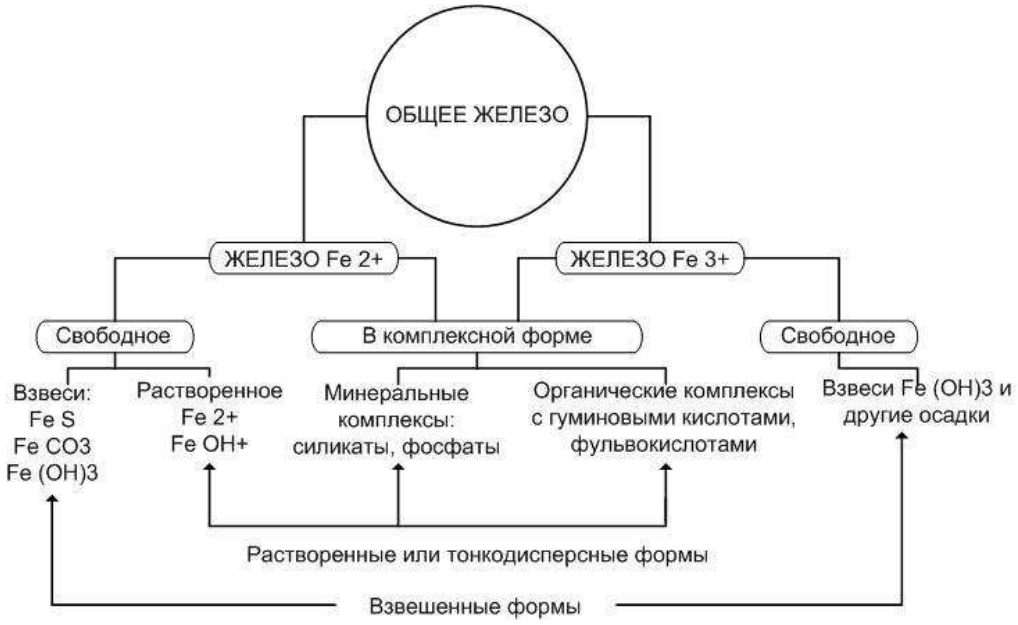

Рисунок 4 − Формы существования железа в воде

Строительными нормами приведены пределы применимости метода фильтрования с упрощенной аэрацией для обезжелезивания воды:

1)содержание общего железа ≤10 мг/л, при этом $[Fe^{2+}] \geq 70\%[Fe_{общ}]$;

2)pH ≥ 6.8;

3)Eh≥ 100мВ;

4)щелочность ≥1−1,5ммоль/л;

5)окисляемость ≤6−7 мг/л;

6)сероводород (H_2S) ≤2 мг/л.

На основании приведенных данных принимается метод фильтрования с упрощенной аэрацией в безнапорных фильтрах. После фильтрования вода поступает в РЧВ, пройдя предварительную обработку бактерицидным облучением.

В этой схеме вода из скважины подается в вентиляторную градирню 1,загруженную насадкой из колец Рашига. Вентилятор 2 подает воздух во

встречном направлении по отношению к потоку воды. При этом происходит выделение свободной углекислоты, и вода насыщается кислородом. После пропуска через градирню, вода стекает в контактный резервуар 3. Отсюда насосом 4 вода подается в напорный фильтр 5, где заканчивается образование хлопьев гидроокиси и их задержание в слое сорбента. Наиболее совершенными устройствами для аэрации и дегазации воды являются градирни-дегазаторы. Они способны удалять из воды двуокиси углерода до остаточной концентрации 5-10 мг/л. Основной недостаток этого сооружения заключается в больших затратах энергии на подачу воздуха вентилятором.

Высотная схема М 1:100

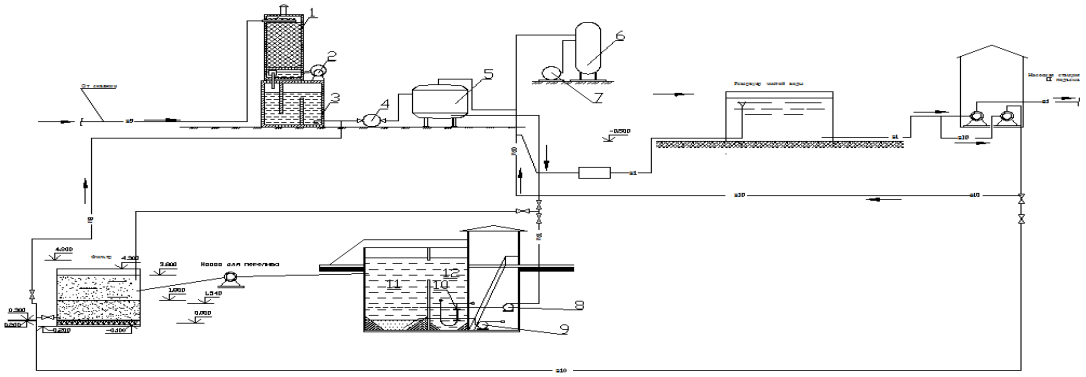

Рисунок 5 − Принципиальная схема сооружений станции обезжелезивания: 1 – градильня; 2 – вентилятор; 3 –контактный резервуар; 4,7,8,9 – насосы; 5 – напорный фильтр; 6 – компрессор; 10 – гидроэлеватор; 11 – резервуар-отстойник; 12 – песколовки.

С целью экономии воды на собственные нужды станции предусматривается оборот воды после промывки фильтров, заключающийся в следующем: грязная вода после промывки фильтров отводится в отстойники оборотного водоснабжения, откуда после длительного отстаивания равномерно откачивается и подается в голову сооружения, т.е. в водовод первого подъема, подающий воду на станцию обезжелезивания.

Осадок из отстойников оборотного водоснабжения периодически перекачивается на шламовые площадки, располагаемые за пределами станции водоподготовки.

Дегазатор в схеме принят прямоугольной формы в плане. При работе дегазатора в верхнюю его часть подается исходная вода, которая равномерно распределяется по площади сооружения с помощью сливных трубок диаметром 20-40 мм, установленных в распределительной плите. Для дробления притока воды предназначен насадок. На станции обезжелезивания применены высокоэффективные насадки керамические кольца Рашига. На встречу притоку воды, от вентилятора 5 подается поток воздуха с расходом 4-5 $м^3$ на 1 $м^3$ обрабатываемой воды, при частичном удалении двуокиси углерода. Воздух проходит через насадки, выводится из дегазатора вместе с двуокисью углерода через воздушные трубки 3, диаметром 50 мм, и далее через трубопровод 8 выбрасы-

вается в атмосферу. Во избежание выноса капель воды, над трубами устанавливается простейший водоуловитель. Отвод воды производится через гидравлический затвор 7 с помощью трубопровода 6.

Для осуществления аэрации применяют: а) вентиляторные градирни (дегазаторы); б) контактные градирни с естественной вентиляцией, если производительность обезжелезивающих установок не более 50-75 м^3/ч.

Строительными нормами приведены пределы применимости метода фильтрования с упрощенной аэрацией для обезжелезивания воды.

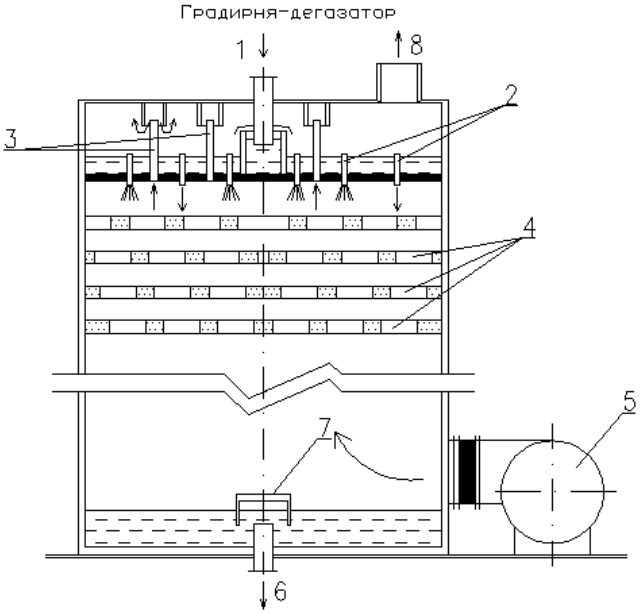

Рисунок 6 − Градирня-дегазатор: 1 − подача исходной воды; 2 − водосливные трубки; 3 − воздушные трубки; 4 − насадок; 5 − вентилятор; 6 − выход обработанной воды; 7 − гидравлический затвор; 8 − выход газов из градирни

На основании приведенных данных принимается метод фильтрования с упрощенной аэрацией на фильтрах

Площадь вентиляторной градирни определяют по формуле

$$F_{гр} = \frac{Q_ч}{q_{гр}}, \qquad (25)$$

где $q_{гр}$ – удельный расход воды на 1 м^{2}вентиляторной градирни,для деревянной хордовой насадки $q_{гр}$=40 м^3/ч на 1 м^{2}площади градирни.

$$F_{гр} = \frac{183{,}2}{40} = 4{,}6\ м^2.$$

Напор вентилятора определяют по формуле

$$h_{вент} = h_{кр} \cdot 30, \qquad (26)$$

где $h_{кр}$ – высота слоя насадки из колец Рашига, принимается равной 3*м*.

$$h_{вент} = 3 \cdot 30 = 90 \text{ м.вод.ст.}$$

Емкость контактного резервуара равна

$$W = \frac{Q_ч \cdot t}{60}, (28)$$

где t – время пребывания воды в контактном резервуаре, t =30 *мин*.

$$W = \frac{183{,}2 \cdot 30}{60} = 91{,}6 \ м^3.$$

По размеру берем 1 контактны1 резервуар объемом 91,6$м^3$ при глубине слоя воды в резервуаре 4 *м*, а размеры его в плане будут 6,9х6,9*м*.

Расчетная скорость фильтрования $V_p = 10 \ м/ч$, количество промывок фильтра в течении суток $n = 2$, интенсивность взрыхления фильтрующего $\omega_1 = 8 \ л/с \cdot м^2$, при времени $t_1 = 1мин = 0{,}017ч$, длительность водо–воздушной промывки $t_2 = 5мин = 0{,}083ч$,при интенсивности $\omega_2 = 8 \ л/с \cdot м^2$, времени $t_3 = 2мин = 0{,}034ч$, время простоя фильтра в связи с промывкой $t_4 = 0{,}33ч$.

$$F = \frac{Q_{сут}}{T \cdot V_p - 3{,}6(\omega_1 \cdot t_1 + \omega_2 \cdot t_2 + \omega_3 \cdot t_3) - n \cdot t_4 \cdot V'_p}, \quad (27)$$

где $Q_{сут}$ – производительность фильтров, *м*^{3}*/сут*;

V_p – расчетная скорость фильтрования ,*м/ч*;

n – количество промывок всех фильтров в сутки;

ω_1 – интенсивность *л/с·м*^{2};

t_1 – продолжительность взрыхления фильтрующего слоя;

ω_2 – интенсивность *л/с·м*^{2};

t_2 – продолжительность водо–воздушной промывки;

ω_3 – интенсивность *л/с·м*^{2};

t_3 – продолжительность отмывки;

t_4 – время простоя фильтра в связи с промывкой, *ч*.

$$F = \frac{4396{,}76}{24 \cdot 10 - 3{,}6 \cdot 2(8 \cdot 0{,}017 + 4 \cdot 0{,}083 + 8 \cdot 0{,}034) - 2 \cdot 0{,}33 \cdot 10} = 21{,}2 \text{ м}^2.$$

Число фильтров на станциях производительностью более 100 должно быть не менее двух. Количество фильтров рассчитывается с округлением до целого числа по формуле

$$N = \frac{F}{f} \tag{28}$$

$$N = \frac{F}{f} = \frac{21,2}{7,1} = 3$$

Принимаем 3 фильтра рабочих и 1 резервный диаметром 2,6м. Производят проверку дренажа фильтра с колпачком $ВТИ = 5$ при максимальной интенсивности промывки $\omega = 8$л/с·м^2.

Расход воды на промывку одного фильтра вычисляют по формуле

$$q_{пр} = \frac{\omega \cdot 60 \cdot t}{1000}, \tag{29}$$

где ω − интенсивность промывки;

t − продолжительность промывки.

$$q_{пр} = f \cdot \omega.$$

$$q_{пр} = 7,1 \cdot 8 = 56,8 л/с = 0,057 м^3/с$$

Для трубчатого дренажа определяется диаметр коллектора на пропуск промывного расхода со скоростью 0,8-1,2 м/с. Намечается количество и положение ответвлений от коллектора из условия, что расстояние между их осями принимается 250-350 мм. Диаметр труб,ответвлений находим по скорости входа в них промывной воды 1,6 – 2 м/с. От низа ответвлений до дна фильтра принимают не менее 80-120мм. При поддерживающих слоях на ответвлениях предусматривают отверстия диаметром 10-12мм. Общая площадь отверстий составляет 0,25-0,3 % площади фильтра.

При скорости движения воды $V_{пр} = 1,07$ м/с. Диаметр коллектора вычисляют по формуле

$$d = \sqrt{\frac{q_{пр}}{\pi \cdot V_{пр}}}, \tag{30}$$

$$d = \sqrt{\frac{0,057}{3,14 \cdot 1,07}} = 0,07 \text{ м}.$$

Суммарную площадь щелей в дренажных колпачках ВТИ=5 принимают 0,8% от площади фильтра

$$\sum f_{щ} = 0{,}008 \cdot \frac{\pi \cdot D}{4}, \qquad (31)$$

$$\sum f_{щ} = \frac{0{,}008 \cdot 3{,}14 \cdot 2{,}6}{4} = 0{,}016\,м^2.$$

Каждый дренажный колпачок ВТИ=5 имеет площадь щелей $f_{щ} = 0{,}000192$ м^2. Общее количество колпачков определяют по формуле

$$n_к^{общ} = \frac{\sum f_{щ}}{f_{щ}}, \qquad (34)$$

$$n_к^{общ} = \frac{0{,}016}{0{,}000192} = 83{,}3 \approx 84\,шт.$$

При круглом сечении фильтра в плане и диаметре 2,6м, ответвления будут разной длины: 0,41; 0,77; 0,98 м.

Отверстия размещают в 2 ряда в шахматном порядке под углом 45 градусов к низу от вертикали через 150 -200 мм, щели располагают равномерно поперек оси и по периметру не менее чем в 2 ряда с расстоянием не менее 20мм.

Длину ответвлений распределительной системы фильтра определяют по формуле

$$L = 4 \cdot (0{,}41 + 0{,}77 + 0{,}98) = 8{,}64\,м. \qquad (32)$$

Средний шаг между колпачками определяется по формуле

$$e = \frac{L}{n_к^{общ}}, \qquad (33)$$

$$e = \frac{8{,}64}{84} = 0{,}1\,м.$$

На ответвлениях устанавливаем по 14,8колпачков.

Всего размещено колпачков

$$n_к = 1 \cdot (14 + 8) = 22\,шт \qquad (34)$$

Расход промывной воды на один колпачок определяют по формуле

$$q_{колп} = \frac{\sum f_{щ}}{n_к}, \quad (35)$$

$$q_{колп} = \frac{0{,}016}{22} = 0{,}0007\,м^3/с.$$

Расход промывной воды на ответвление с числом колпачков 14

$$q'_{колп} = 14 \cdot q_{колп}, \quad (36)$$

$$q'_{колп} = 14 \cdot 0{,}0007 = 0{,}01\,м^3/с = 10\,л/с.$$

Принимаем диаметр ответвлений 50 мм, при скорости движения воды 1,8м/с.

Скорость воды в щелях колпачка

$$V_{щ} = \frac{q_{колп}}{0{,}0004}, \quad (37)$$

$$V_{щ} = \frac{0{,}0007}{0{,}0004} = 1{,}75\,м/с.$$

Потери напора в щелях колпачка

$$h_к = \frac{V_{щ}^{\ 2}}{2 \cdot g \cdot 0{,}25}, \quad (38)$$

$$h_к = \frac{1{,}75^2}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}25} = 0{,}6\,м.$$

На наиболее длинных ответвлениях установлено 14 колпачков, следовательно

$$\sum h = 14 \cdot h_к, \quad (39)$$

$$h = 14 \cdot 0{,}6 = 8{,}4\,м.$$

Для обезжелезивания воды рекомендуется применение напорного фильтра с нисходящей фильтрацией, т.к. в этом случае меньше опасность засорения дренажа окисями железа. В напорных фильтрах, по сравнению с открытыми, обеспечивается более высокая степень очистки воды от железа. Это объясня-

ется более высоким давлением вводимого в фильтры воздуха. Поскольку растворимость газов пропорциональна их давлению над поверхностью жидкости, достигается более высокая растворимость кислорода в воде и больший его избыток в реакции окисления железа. Напорные фильтры, по сравнению с открытыми, быстрее монтируются и имеют более качественное исполнение, так как изготавливаются в заводских условиях. Они представляют собой закрытые металлические резервуары, оборудованные дренажно-распределительной системой и необходимыми трубопроводами.

Используется водо-воздушная промывка и низкий отвод промывной воды. Водо-воздушная промывка производится с расширением фильтрующего слоя. Воздушный трубчатый дренаж размещают обычно под водяным дренажом. Запроектирован колпачковый дренаж, поэтому вода и воздух подается через те же колпачки.

Применение водо-воздушной промывки и низкого отвода промывной воды обеспечивает эффективную отмывку загрузки при относительно малом расходе промывной воды. Это становится возможным за счет хорошего выравнивания сопротивления в слое загрузки и оттирания загрязнений от зерен воздушным потоком. Вода лишь выносит загрязнений из загрузки и транспортирует их в канал.

Наиболее простым и в конструктивном исполнении самым распространенным способом промывки фильтрующих сооружений является водяная промывка. Однако она имеет ряд недостатков: не всегда обеспечивается необходимая эффективность отмывки фильтрующего слоя; происходит гидравлическая сортировка загрузки, что ведет к сокращению продолжительности фильтроциклов и снижению производительности сооружений; расходуется большое количество воды (до 7-8 $м^3$ на 1 $м^2$ поверхности фильтрующего слоя), что, в свою очередь, требует использования мощных насосов и больших емкостей для накопления запаса воды на промывку; требуются большие сооружения для обработки промывных вод при их повторном использовании.

Эффективность водяной промывки может быть повышена чаще всего за счет использования водо−воздушной промывки. Применение воздуха дает возможность резко сократить количество промывной воды, и соответственно уменьшить размеры коммуникаций для ее подвода, отвода и сооружений по ее повторному использованию.

При водяной промывке истинная скорость движения воды в поровом пространстве не превышает 2,5-3,5 см/с, тогда как скорость подъема воздушных пузырьков в водной среде на порядок выше и составляет 25-30 см/с. Такие пузырьки увлекают за собой некоторую часть воды, поэтому местные скорости потока резко возрастают. Вследствие этого усиливается отрыв загрязнений от поверхности зерен фильтрующего слоя.

Наиболее часто применяют совместный режим водо-воздушной промывки, который осуществляется в три этапа. На первом этапе длительностью 1−2 мин подается только воздух интенсивностью 15−20 л/с·м^2. На втором

этапе осуществляется совместная водо-воздушная продувка, когда в дополнение к воздуху подается промывная вода интенсивностью 2,5−4 л/с·м^2. Продолжительность этого этапа составляет 4-5 мин для скорых фильтров и 6−7 мин для контактных осветителей. За счет совместного действия воды и воздуха на втором этапе промывки происходит полное разрушение структуры задержанных загрязнений поровым каналом; они перемещаются вверх, выходя на поверхность загрузки, при этом из загрузки удаляется основная масса загрязнений. Интенсивность подачи на основном (втором) этапе подобрана таким образом, чтобы загрузка не расширялась. Благодаря этому не происходит смещение и перемешивание слоев загрузки, обеспечивается заданное первоначальной укладке загрузки распределение ее крупности по высоте слоя.

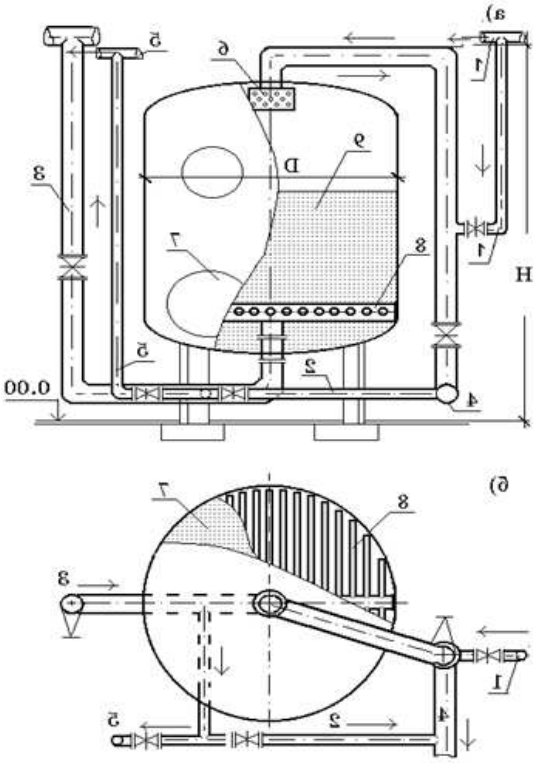

Рисунок 7− Напорный фильтр:а) − вид в профиль; б) − план; 1−- подача исходной воды; 2 − сброс первого фильтрата; 3 − подвод промывной воды; 4 − сброс сточных вод; 5 − отвод фильтрата; 6 − водораспределитель; 7 − люк; 8 − трубчатый дренаж из щелеванных труб; 9 − фильтрующая загрузка

По окончании совместной водо−воздушной промывки подача воздуха прекращается, и в течении 5−6 мин осуществляется подача только воды интенсивностью 6-7 л/с·м^2, т.е. больше, чем на втором этапе, для удаления оставшихся в загрузке защемленных загрязнений, задержанного воздуха, разрыхления фильтрующего слоя.

Поскольку интенсивность подачи воды на третьем этапе недостаточна для транспортирования загрязнений вертикальным потоком воды, совместная водо−воздушная промывка может быть эффективно использована только при одновременном устройстве горизонтального (низкого) отвода воды, в котором

для транспортирования загрязнений не требуется большого расхода промывной воды.

При использовании водо-воздушной промывки экономия промывной воды может быть до 30-35% по сравнению с водяной промывкой, а интенсивность подачи воды может быть уменьшена до 2 раз.

Водо–воздушную промывку рекомендуется применять при использовании песчаных загрузок фильтров. При использовании фильтрующих загрузок из дробленых антрацита или керамзита водо–воздушная промывка не допускается.Водяной дренаж фильтров с водо-воздушной промывкой без расширения загрузки рассчитывают на пропуск расхода воды, соответствующей интенсивности 5-7л/с·м^2. Круглые отверстия располагают по нижней образующей трубе в один ряд. Суммарная площадь отверстий составляет 0,18-0,22% площади фильтра.

Трубчатый воздушный дренаж рассчитывают на пропуск максимального расхода воздуха л/с при интенсивности $W_в = 15-20$ л/с·м^2

$$q_в = W_в \cdot F_ф, \tag{40}$$

$$q_в = 15 \cdot 19{,}3 = 289{,}5 м^3/с.$$

Отверстия диаметром 3-5 мм размещают в шахматном порядке по двум образующим под углом 45 градусов к вертикали при направлении их вниз. В каждом ряду отверстия располагаются с шагом 100-180 мм, щели нарезают перпендикулярно оси трубы шириной 0,5 мм и длинной в свету 15-25 мм. Воздушный дренаж рассчитывают по скорости движения воздуха: в коллекторе 7-10 м/с; в ответвлениях 13-17 м/с; в отверстиях 45-50 м/с. Скорость движения воздуха в подводящих на фильтры трубопроводах принимается 18-25м/с.

Для оптимизации процесса обезжелезивания в экономически выгодных условиях и для эффективного решения данной проблемы рекомендуется принять следующую схему обезжелезивания.

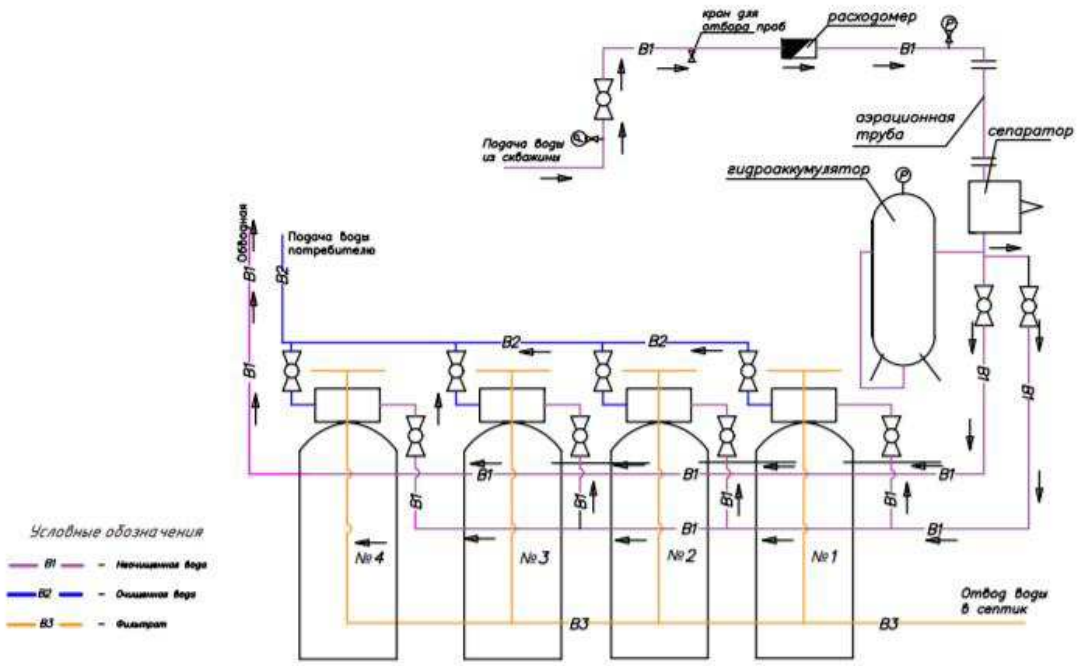

Рисунок 8– Технологическая схема блочных модульных станций обезжелезивания на скважине

В качестве фильтрующей загрузки фильтров применен «Экоферокс» - алюмосиликатный сорбентнового поколения, разработанный на основе природного минерального сырья месторождений Свердловской области – опал кристобалитовой породы, относящийся к природным цеолитовым туфам с содержанием основного вещества 85 — 95 %. Разрабатывался и применяется для очистки любых типов воды от огромного спектра загрязнений, в том числе железа на концентрациях, до 50 мг/л.Экоферокс– это оптимальное, экономически приемлемое решение для очистки воды от многих загрязнителей, таких как железо, стронций, алюминий, другие тяжелые и цветные металлы, нефтепродукты, фенол, фтор и пр. Экофероксне разрушается реагентами, применяющимися при очистке воды. Он подходит для применения как в напорных так и в безнапорных системах в качестве главного компонента фильтрующей загрузки или как часть многокомпонентной загрузки. Экоферокс служит катализатором окисления при взаимодействии растворенного в воде кислорода с соединениями железа. Продуктом окисления является гидроксид железа (III), нерастворимое соединение, которое легко отфильтровывается слоем зернистой загрузки и удаляется обратной промывкой. При фильтрации воды через слой загрузки на ее частицах образуется пленка гидроксида железа, повышающая сорбционную способность материала не только по железу, но и по сероводороду, марганцу, алюминию, стронцию, хрому, барию, тяжелым цветным металлам, фенолу, фтору, радионуклидам. Экоферокс переводит их во взвешенное состояние, в котором они могут задержаться в фильтрующем слое. При эксплуатации сорбент не расходуется. Экоферокс– весьма прочный материал, физико-химические свойства сорбента отвечают требованиям ГОСТ Р 51641-

2000. Сорбент не имеет каталитического покрытиями на основе марганца, как у многих распространенных фильтрующих загрузок. Активный катализатор распределен по объему гранулы равномерно, поэтому эффективная работа Экоферокса гарантируется даже при разломе гранулы. Это исключает отказ фильтра при разрушении или растворении слоя катализатора.

Преимущества материала Экоферокс

Длительный срок службы. Экоферокс служит не менее 10 лет, ежегодные потери менее 2%.

- Экоферокс работает со всеми видами окислителей - гипохлорит натрия, хлор, озон и др.
- Предварительное хлорирование не уменьшает активность Экоферокса**.**
- Наличие сероводорода не препятствует работе Экоферокса. Сероводород окисляется до элементарной серы и задерживается в слое фильтрующей загрузки.
- Экоферокс работает при низком pH от 6,0 (для Birm минимальное значение pH=6,8).
- Экофероксувеличивает ресурс ионообменных смол. Фильтроцикл возрастает в 2-4 раза, значительно снижается загрязнение смол железом.
- Экоферокс эффективно удаляет все виды железа (концентрации до 50 мг/л), в том числе двухвалентное, трехвалентное, коллоидное, органическое и бактериальное.
- Высокая грязеёмкость. Фильтроцикл составляет в среднем 380-400 $м^3$/м, что в 3-6 раз выше в сравнение с песчаными фильтрами.
- Наименьшая стоимость Экоферокс– фильтрующий материал стоит не дороже традиционных фильтрующих материалов.
- Эффективная модернизация. Переход на Экоферокс позволяет увеличить производительность водоочистного оборудования.
- Экоферокс не требует эксплуатационных расходов. Наименьшая себестоимость очистки.

Нюансы использования Экоферокса

- загрузив Экоферокс в фильтр, требуется выполнение обратной промывки;
- эффективное окисление двухвалентного железа, концентрация которого превышает 3 мг/л, требует проведения предварительной стадии подготовки в зависимости от состава исходной воды (подбор выполняется инженерами).

Область применения материала Экоферокс

- Осадочная фильтрация;
- Каталитическое осветление воды;
- Промышленное обезжелезивание;
- Очистка сточных вод.

Технические решения, принятые в рабочих чертежах, соответствуют требованиям технического задания на проектирование, требованиям Федеральных законов №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», требованиям экологических, санитарно-гигиенических норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных чертежами мероприятий.

Рабочий проект модульной станции водоочистки (обезжелезивания)разработан на основании:

– Исходных данных от поставщика оборудования;
– СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация»
– СП 40-101-96 Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена «Рандом сополимера»
– СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводом систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов».
– СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования ».

В данном проекте предусмотрено обвязка технологического оборудования для очистки воды. Ввиду того, что вода не соответствует СанПиН 2.14.1074. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.», в данной модульной станции размещаем следующее оборудование:

– Сепаратор шлама BE125;
– Станцию аэрации на баллонах 3672/AP200/FLU25;
– Фильтр обезжелезивающий на корпусе 4278 с блоками управления F77B1;
– Уф-лампы обеззараживания ОДВ-40;
– Повысительная насосная установка (в комплекте).

Ввод, магистраль и выпуск водопровода выполнены из стальных труб по ГОСТ 10704-91 «Трубы стальные электросварные прямошовные». Вся обвязка оборудования и фильтров выполнена из пластмассовых труб и фитингов к ним по ТУ 2248-032-00284581-98 «Трубы для систем холодного, горячего водоснабжения и отопления».

В качестве запорной арматуры, на магистрали сети, используем стальные задвижки и дисковые поворотные затворы .

Чтобы своевременно узнать о степени загрязненности сепаратора, в начале и в конце сети установлены манометры давления мп-100,а также краны для отбора проб Ду15.

Дренажная сеть выполнена из полипропиленовых труб по ТУ 2248-001-52384398-2003,фасонные детали – по ТУ 2248-002-52384398-2003 диаметром 110 мм.

Проходы трубопроводов в стенках и в полу модуля выполнены с помощью стальной гильзы. Межтрубное пространство заполнено ППУ.

После прохождения всех ступеней очистки вода, при помощи повысительной насосной установки , которая установлена в блок – модуле, подается в разводящую сеть потребителя.

Ввиду того, что вода в скважине может иметь небольшое содержание песка, необходимо периодически проводить прокачку воды с помощью эрлифта.

Описание технологической схемы обезжелезивания с использованием современного сорбента Экоферокс.

Первая стадия очистки – сепаратор шлама, задерживающие взвешенные частицы и защищающие автоматические блоки управления последующих фильтров от загрязнения и поломок. Отличие сепараторов от обычных сетчатых фильтров в том, что они оснащены специально разработанным для этого устройством, способствующим осаждениям грязи в сепараторе. При этом не происходит забивания сетки, не повышается гидравлическое сопротивление сепаратора, не требуется остановка системы для его очистки. Удаление скопившейся грязи осуществляется периодической продувкой (сливной кран в нижней части сепаратора). Материал изготовления корпуса-сталь. Максимальное давление 10 Бар. Максимальная температура 100 C^o. Присоединение производится с помощью сварки или фланцев.

Выпускаются сепараторы различных размеров: от бытовой серии до промышленных образцов. Их назначение-очистка воды от взвешенных частиц и защита блоков управления автоматических фильтров.

Вторая стадия очистки – аэрация воды для окисления имеющихся в воде соединений двухвалентного железа до трехвалентного. Трехвалентное железо способно образовывать взвесь и оседать на загрузке обезжелезивающих фильтров.

Станция аэрации состоит из корпуса фильтра и компрессора, подающего воздух в трубопровод исходной воды. Компрессор снабжен датчиком протока и выключается, если расход исходной воды будет равен нулю. Вода, насытившись воздухом, попадает в корпус станции аэрации, а после него – на обезжелезивающий фильтр. По расчету берем 4 фильтров обезвреживающих на корпусе со следующими характеристиками (табл.5)

Таблица 5 – Характеристика фильтров

Подложка	Фильтрация $м^3$ при F до 5 мг/л	Промывка	
		Расход воды $м^3/ч$	Объем воды $м^3$
1	2	3	4
170/1990	400	28	4,7

Третья стадия очистки – автоматически обезжелезивающий фильтр, загруженные фильтрующим материалом «Экоферокс». На этих фильтрах удаляются также взвешенные вещества, «ответственные» за появления мутности и цветности воды.

За появление мутности и цветности воды.

Описание автоматических фильтров:

– Корпуса фильтров изготовлены из стеклопластика и не подвержены коррозии ;

– Внутренние дренажные системы фильтров выполнены из пластика;

– Все процессы по восстановлению фильтрующей способности загрузки автоматизированы, что исключает ошибки оператора и делают ненужное постоянное его присутствие .

Включение фильтров в работу и отключение его на промывку производится автоматически по заданному времени;

– Автоматическое отключение фильтров на промывку увеличит надежность работы водоподготовительной установки за счет обеспечения стабильного качества отфильтрованной воды;

– Оптимизации процесса промывки позволит снизить затраты на собственные нужны ВПУ за счет экономии воды;

– Применение пластиковых трубопроводов предотвращает большое количество ремонтов, связанных с их коррозией.

Применяемая фильтрующая загрузка Экоферокс - автокаталитический алюмосиликатный сорбент нового поколения, разработанный на основе природного минерального сырья, относящийся к природным цеолитовым туфам с содержанием основного вещества 85-95%. Разрабатывался и применялся для очистки любых типов воды от огромного спектра загрязнений, в том числе железа на концентрациях до 50 мгл-л.

Экоферокс действует как катализатор окисления в реакциях взаимодействия растворенного кислорода с соединениями железа (II) и (III), в результате чего образуется гидроксид железа (III), который является нерастворимым соединением и легко удаляется обратным током воды.

Экоферокс в процессе эксплуатации не расходуется является очень прочным материалом, физико-химические свойства сорбента отвечают требованиям ГОСТ Р 51641-2000 «Материалы фильтрующие зернистые». Сорбент не обработан дополнительно химически активными покрытиями на основе марганца или иного каталитически активного металла что исключает вероятность отказа в работе при истощении ли смыве данных поверхностей.

Четвертая стадия очистки–обеззараживание воды. Обеззараживание воды предусмотрено в конце всего цикла водоочистки с помощью УФ-ламп марки ОДВ-40.

Ультрафиолетовые стерилизаторы представляют собой камеру из нержавеющей стали (камеру обеззараживания) с расположенным внутри ультрафиолетовыми лампами, заключенными в прочные кварцевые чехлы, которые исключает контакт УФ-лампы с водой.

Вода, проходя через камеру обеззараживания, непрерывно подвергается облучения ультрафиолетом, который убивает все находящиеся в воде микроорганизмы (бактерии, вирусы, простейшие и т.д.). Установки обеспечивают надежное обеззараживание в широком диапазоне качества обрабатываемой воды за счет предусмотренного запаса УФ дозы.

Установки УФ обеззараживания комплектуются пультом управления, контролирующим работу УФ лампы и сигнализирующим о неисправностях.

Кроме того, в УФ установках может предусматриваться система очистка кварцевых чехлов, т.к. в процессе их работы на внутренней поверхности бактерицидных ламп накапливаются отложения органического и минерального происхождения. Системы очистки в современных УФ стерилизаторах позволяют производить удаление отложений не вынимая ламп, что делает эти устройства безопасными и удобными в использовании.

Для бесперебойной работы системы УФ- обеззараживания предусмотрена резервная установка.

2.3 Резервуар чистой воды

Очищенная вода после фильтров поступает в два бака с водой. Резервуары чистой воды имеют размеры по периметру 12×12м, высоту – 3,5 м, объем каждого резервуара равен $12 \times 12 \times 3{,}5 = 500$ м^3. В резервуарах чистой воды выполнен приямок для сбора загрязнений (песка, ила) и последующего удаления при чистке резервуаров по грязевому трубопроводу $d = 150$мм в грязевой колодец.

Для предотвращения обратного течения воды из резервуаров в скважины (при их отключении) подающая в резервуары воду труба $d = 150$заходит в верхней части стены резервуара. Вода из каждого резервуара поступает на станцию 2-го подъема самотеком по двум водопроводам диаметром 300 мм каждый. Входное отверстие первого водопровода расположено на высоте 1м от пола резервуара (на этой же высоте расположен конец нижнего электрода датчика уровня воды в скважине), эта высота равная 1 м является нижним предельно-допустимым уровнем воды в резервуаре, при опускании воды ниже этого уровня срабатывает на панели оператора звуковая и световая сигнализация. Все что ниже 1м, является неприкосновенным противопожарным запасом воды, объем которого в одном резервуаре равняется $12 \times 12 \times 1 = 144$м^3.

Входное отверстие второго водопровода расположено на высоте у самого пола резервуара и позволяет в случае возникновения пожара полностью забрать всю воду из резервуара. В верхней части стены резервуара расположена труба перелива $d = 150$мм, которая в случае переполнения емкостей отводит воду в грязевой колодец.

3 Насосная станция II-го подъема

Насосная станция П подъема включает в себя следующие помещения:

– машинный зал, в котором установлены пять сетевых насосов Д 200-90, трубопровод с запорно-регулирующей и предохранительной арматурой и дренажный насос марки АНС;

– помещение, в котором расположено рабочее место оператора со щитом дистанционного управления скважинными насосами и приборами контроля за работой скважинных, сетевых насосов (амперметры), цифровым прибором отображающим текущий уровень воды в резервуарах чистой воды, двух расходомеров показывающих объем воды в реальном режиме времени подаваемый в сеть потребителям (в $м^3$/ч) один расходомер показывает объем воды подаваемый по водопроводу на котельную, другой расходомер показывает объем подаваемый по другому водопроводу к потребителям. Также имеется звуковая и световая сигнализация предупреждающая о достижении предельного допустимого минимального или максимального уровня воды в резервуарах чистой воды;

– помещение электромонтеров, включающее ЗРУ(закрытое распределительное устройство) с защитно-пусковой электроаппаратурой и комнату электриков.

Оборудование насосной станций II подъема:

– Насос дренажный НЦС – 1ед. 7 кВ; п=1500 об/мин;
– Кран балка ТЭ 100 – 521 (20-01) г/п, 1т.
– Сетевые насосы Д 200-90 – 5 ед.
– Дренажный насос марки АНС

Насосная станция П подъема оборудована следующей запорной арматурой (табл.6):

Таблица 6– оборудование насосной станции IIподъема

Наименование	Оборудование	Диаметр	Количество
1	2	3	4
Насосная станция П подъема	Задвижка	d-250мм	8 шт.
		d-150 мм	3 шт.
		d-300мм	7 шт.
	Обратный клапан	d-150мм	3 шт.
		d-200мм	2 шт.
		d-250мм	1 шт.

– При управлении насосными агрегатами оператор руководствуется световой сигнализацией;

– Регулировка рабочего давления осуществляется вручную с помощью запорной арматуры

4. Расчет и проектирование станции очистки сточных вод

4.1 Выбор места выпуска сточных вод и расположения очистной станции

Выбор места расположения очистной станции должен удовлетворять санитарно-гигиеническим и технико-экономическим требованиям.

Очистная станция располагается на таком расстоянии от города, которое обеспечивает достаточный санитарный разрыв, господствующие ветры должны относить неприятные запахи в сторону от жилой застройки. Для строительства станции отводятся обычно, местности, непригодные для активного сельскохозяйственного землепользования.

Характер местности, геологические и гидрогеологические условия выбранного участка не должны вызвать неоправданное повышение затрат на строительство и эксплуатацию очистной станции. Важную роль при выборе участка местности играет место выпуска очищенных сточных вод в водоем. При этом принимаются во внимание: вид водопользования, расстояние до контрольного створа, устанавливаемое по действующим правилам. «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», требования к качеству очищенной воды, определяемые расчетом необходимой степени очистки в зависимости от конструкции выпуска – берегового, руслового или рассеивающего.

Очистную станцию располагают как можно ближе к выпуску, причем расстояние от уреза воды в водоеме должно быть не менее 50 – 100 м.

Требуемые размеры земельного участка, отводимого для очистной станции, определяются ее производительностью и способом обезвоживания осадка. Иловые площадки требуют больших площадей со спокойным рельефом. В случае использования осадка в сельском хозяйстве (в качестве удобрения) необходимо решить вопрос о способе транспортировки, хранения и внесения осадка на поля в твердом или жидком виде, мобильным либо трубопроводным транспортом. Для сельскохозяйственного использования может применяться не только осадок, но и биологически очищенная сточная вода, например, на полях орошения. В таком случае участком выбирается исходя из возможностей хранения, транспортировки и внесения воды в почву.

4.2 Санитарная оценка условий спуска сточных вод в водоемы

Методика расчета.

Разбавление сточных вод в воде водоемов происходит под влиянием турбулентного движения воды. Происходящий при этом постоянный взаимокомпенсирующий обмен объемами в смежных участках русла реки обеспечивает постепенное выравнивание неоднородности потоков, иначе говоря, постепенное разбавление. Степень разбавления определяется отношением объема воды в водоеме к количеству поступивших в него сточных вод. Скорость разбавления зависит от скорости смешения сточных вод с водой водоема во

времени и пространстве, что определяется гидравлическими особенностями водоема: глубиной, скоростью и струйностью течения, уклоном дна, наличием отмелей, перекатов и резких поворотов, а также действием ветра, температурными и другими условиями.

Лучшее смешение сточных овод с водой водоема достигается рассеивающим выпуском, создающим возможность сброса в водоем сточных вод не в одной (сосредоточенной), а в нескольких точках водоема. Чем на большее количество струй разбивается поток сточных вод, тем скорее и на более близком расстоянии достигается смешение сточных вод с водой водоема. Рассеивающий выпуск состоит из подводного трубопровода, часть которого (в наиболее глубоких местах и быстротоках) снабжена патрубками с конической насадкой, через которые изливается сточная воды. (Рис.9)

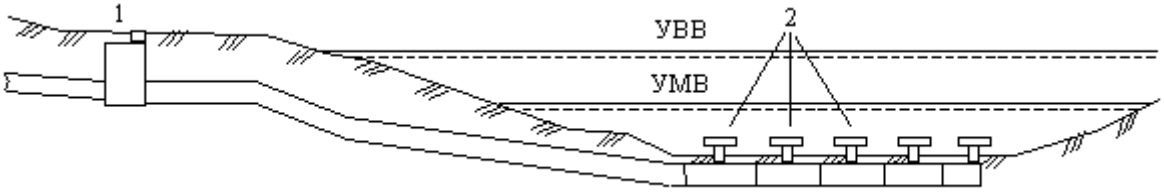

Рисунок 9 – Схема оголовка рассеивающего выпуска: 1 – береговой колоде; 2 – оголовки с насадками

Длина рабочей части выпуска

$$L = \frac{q_{cp} nb}{Q_p} = \frac{0{,}05 \cdot 24{,}3 \cdot 120}{21} = 6{,}9 \text{ м}, \tag{41}$$

где q_{cp} – средний секундный расход сточных вод, м^3;

n – необходимая кратность разбавления сточных вод речными в расчетном створе, $n = 24{,}3$

b – эффективная ширина реки в створе выпуска;

Диаметр трубы выпуска подбираем по среднему секундному расходу сточных вод.

Принимаем $v = 1{,}5$ м/с, тогда

$$D = \sqrt{\frac{4q_{cp}}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}05}{3{,}14 \cdot 1{,}5}} = 0{,}1 \text{ м}. \tag{42}$$

4.3 Определение условий спуска сточных вод по общесанитарным показателям вредности (БПК, растворенному кислороду и pH)

Неблагоприятное влияние сточных вод на общий санитарный режим водоемов связано с чрезмерно высокой концентрацией в воде водоемов сравнительно легко окисляющихся органических веществ бытовых и производственных сточных вод, чем вызывается нарушение кислородного режима водоема и возникновение гнилостных процессов, а также с бактерицидными свойствами многих ингредиентов промышленных сточных вод, вследствие чего возникает торможение нормального хода биохимических процессов самоочищения воды водоема от органического загрязнения бытовых сточных вод. В результате зона загрязнения получает большое распространение и длительно сохраняется.

Следует подчеркнуть, что органическим веществам бытовых сточных вод сопутствует обильная сапрофитная и весьма часто патогенная микрофлора, поэтому концентрация органических веществ в воде является косвенным показателем массивности бактериального загрязнения водоемов.

Санитарная оценка условий спуска сточных вод в водоем.

Сведения о сточных водах в проекте следующие: $q_1 = 0{,}05$ м^3/сек, спуск сточных вод круглосуточный, равномерный при коэффициенте неравномерности 1,2, резких изменений состава сточных вод не ожидается.

Характеристика сточных вод: окраска исчезает в столбике 10 см при разведении 1:6; окраска исчезает в столбике 20 см при разведении 1:12. Плавающих примесей нет. Запах неопределенный, фенольный; исчезает при разведении 1:10. Взвешенных веществ – 200 мг/л. Сухой остаток – 1200 мг/л; pH – 4,8; титрирная кислотность 84 мл норм. раствора щелочи; $БПК_{полн}$ при разбавлении 1:100=21 мг/л, при разбавлении 1:500=66 мг/л, при разбавлении 1:1000=72 мг/л. Фенол (хлорфенол образующий) – 2,2 мг/л. Свинец – 0,4 мг/л. Температура сточных вод (летом) $30-40^0C$. Взвешенных веществ речной воды (в межень) 8 мг/л.

Спуск сточных вод связан с канализованием поселка городского типа будет иметь место спуск бытовых сточных вод $q_2 = 0{,}1$ м^3/сек с содержанием взвешенных веществ 300 мг/л и $БПК_{полн} = 230$ мг/л. Это должно быть учтено при расчетах по БПК и взвешенным веществам.

Река используется для обычных культурно – бытовых целей. Расстояние от места выпуска сточных вод поселка городского типа составляет 1,05 км.

По данным гидрометеорологической службы среднемесячный расход маловодного месяца 95 % - ной обеспеченности составляет: для поселка городского типа – 30 м^3/сек. На участке до поселка городского типа средняя скорость 0,64 м/сек; на участке между поселком городского типа и устьем притока средняя скорость 0,3 м/сек при глубине $H = 1{,}2$ м. Извилистость русла на участке до расчетного пункта слабо выражена $\varphi = 1$. Выпуск сточных вод проектируется с берега $\varepsilon = 1$.

Определяем возможную степень смешивания и разбавления сточных вод в водоеме (по Фролову – Розиллеру) у створа (на 1 км выше по течению) поселка городского типа.

Коэффициент турбулентной диффузии *E* равен:

$$E = \frac{\upsilon_{ср} \cdot H_{ср}}{200}, \tag{43}$$

где $\upsilon_{ср}$ – средняя скорость течения на расчетном участке реки, $\upsilon_{ср} = 0{,}64$ м/с;

$H_{ср}$ – средняя глубина реки на расчетном участке, $H_{ср} = 1{,}2$ м.

$$E = \frac{0{,}64 \cdot 1{,}2}{200} = 0{,}00384.$$

Коэффициент, учитывающий влияние гидрологических факторов смешивания, определяемый по формуле:

$$\alpha = \varphi \xi \sqrt[3]{\frac{E}{q}}, \tag{44}$$

где φ – коэффициент извилистости, извилистость русла на участке до расчетного пункта слабо выражена $\varphi = 1$;

ξ – коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вод, для берегового выпуска $\xi = 1$;

q – расход сточных вод, сбрасываемых в реку, $q = 0{,}05$ м^3/с.

$$\alpha = 1 \cdot 1 \sqrt[3]{\frac{0{,}00384}{0{,}05}} = 0{,}2.$$

Коэффициент смешения, показывающий какая часть расхода воды в реке участвует в смешении, определяется на основе эмпирической зависимости:

$$a = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}, \tag{45}$$

где e – основание натурального логарифма;

Q – наименьший среднемесячный расход воды в реке 95%-й обеспеченности, $Q = 30$ м^3 /с;

L – расстояние расчетного створа от места выпуска сточных вод, $L = 1500$ м.

$$a = \frac{1 - e^{-0,4\sqrt[3]{1500}}}{1 + \frac{30}{0,059} e^{-0,4\sqrt[3]{1500}}} = 0,04$$

Разбавление сточных вод в реках учитывает тот фактор, что при течении воды с места выпуска сточных вод до расчетного створа не весь расход воды в водоеме участвует в смешении. Тогда кратность разбавления равна:

$$n = \frac{aQ + q}{q}, \tag{46}$$

$$n = \frac{0,04 \cdot 30 + 0,059}{0,059} = 21,3.$$

Далее определяем необходимую степень снижения концентрации сточных вод (уменьшение сброса в водоем загрязняющих и вредных веществ), чтобы в створе на подступах к расчетному пункту водопользования качество и состав воды реки отвечали требованиям и нормативам. Расчеты ведутся по каждому показателю вредности в отдельности.

Общесанитарный признак вредности.

Биохимическое потребление кислорода ($БПК_{полн}$) сточных вод резко изменяется при разном разбавлении и указывает, что кислотность стока тормозит биохимические процессы. В расчет принимаем $БПК = 66$ мг/л. Так как к производственным сточным водам добавляются и бытовые с другой концентрацией органических веществ, определяем величину $БПК_{полн}$ смеси сточных вод:

$$K_{ст} = \frac{\kappa_1 q_1 + \kappa_2 q_2}{q_1 + q_2}, \tag{47}$$

где κ_1 – концентрация бытовых сточных вод, $k_1 = 66$ мг/л;

κ_2 – концентрация сточных вод, $k_2 = 230$ мг/л;

q_1 – расход бытовых сточных вод, $q_1 = 4396,76$ м^3/сут $= 0,05$ м^3/сек;

q_2 – расход сточных вод, $q_{пр} 0,1$ м^3/сек.

$$K_{ст} = \frac{0,05 \cdot 66 + 0,1 \cdot 230}{0,05 + 0,1} = 93 \text{ мг/л.}$$

Определяем максимальную допустимую концентрацию органических веществ в сточных водах, которая соответствует санитарным требованиям по формуле

$$K_{ст} = \frac{\alpha Q}{q \cdot 10^{-k_1 t}}(K_{пред.доп} - K_р \cdot 10^{-k_1'' t}) + \frac{K_{пред.доп}}{10^{-k_1' t}}, \quad (48)$$

где k_1' и k_1'' – константы потребления кислорода органическими веществами, $k_1' = k_1'' = 0{,}1$;

$K_{пред.доп}$ – предельное допустимое загрязнение, принимаем для второго вида водопользования $K_{пред.доп} = 6$ мг/л БПК$_{полн}$.

Время продвижения сточных вод до пункта водопользования равно

$$t = L : \upsilon = 1500 : 0{,}64 \approx 1 \text{ ч} \quad (49)$$

Для $t = 0{,}25$ при $K = 0{,}08$ для 15^oC, как для бытовых сточных вод $10^{-k_1 t} = 0{,}95$ а для двухчасового периода $10^{-k_1 t} = 0{,}97$.

Подставим известные данные в формулу (49)

$$K_{ст} = \frac{0{,}23 \cdot 30}{0{,}6 \cdot 0{,}97}(6 - 2{,}4 \cdot 0{,}97) + \frac{6}{0{,}97} = 49 \text{ мг/л},$$

т.е. БПК сточных вод должно быть снижено с 156,5 до 49 мг/л.

Проверяем обеспеченность растворенным кислородом (не менее 4 мг/л)

$$K_{ст} = 2{,}5\frac{\alpha Q}{q}(O_р - 0{,}4K_р - 4) - 10 \text{ мг/л}, \quad (50)$$

мг/л,

где $O_р$ – содержание растворенного кислорода в речной воде до места спуска сточных вод;

αQ – расчетный расход воды реки, участвующей в смешении;

q – расход проектируемых к спуску сточных вод;

$K_р$ – полная биохимическая потребность кислорода речной и сточной воды;

0,4 – коэффициент для пересчета полного потребления кислорода (определяемого лабораторно) в двухсуточное;

4 – наименьшая концентрация растворенного кислорода , которая должна остаться в воде водоема в районе ниже спуска сточных вод.

$$K_{ст} = 2{,}5\frac{0{,}23 \cdot 30}{0{,}6}(9{,}5 - 0{,}4 \cdot 2{,}4 - 4) - 10 = 120{,}5 \text{ мг/л}.$$

Содержание в речной воде не менее 4 мг/л растворенного кислорода может быть обеспечено при спуске в реку проектируемого количества сточных вод даже значительно более концентрированных ($БПК_{полн} = 120{,}5$ мг/л), чем они предполагаются проектом ($БПК_{полн} = 93$ мг/л). Таким образом, кислородный режим реки не лимитирует спуск сточных вод проектируемого объекта.

4.4 Органолептические признаки вредности

Окраска.

По этому показателю сточные воды не угрожают ухудшением качества воды у расчетного пункта, ибо по данным анализа окраска исчезает в столбике 10 см (для второго вида водопотребления) при разведении 1:6, в то время как в реке на подходе к пункту, как показал расчет, можно ожидать 12-кратного разбавления. То же относится и к запаху сточных вод, который исчезает при разбавлении 1:10.

Не требует проверки и возможность спуска сточных вод по их солевому составу (по сухому остатку), так как по санитарным нормативам не нормируется общий солевой состав воды водоемов при втором виде водопользования.

Температура.

Расчет проводим с учетом санитарных требований, чтобы летняя температура речной воды не повышалась в результате спуска сточных вод более чем на 3°.

Определяем максимально допустимую температуру сточных вод по формуле

$$t_{ст} = (\frac{\alpha Q}{q} + 1)t_{доп} + t_{макс}\ ^0C, \qquad (51)$$

где $t_{макс}$ – максимальная температура для летнего времени;

$t_{доп}$ – допустимое по санитарным нормативам повышение температуры воды на 3°.

$$t_{ст} = (\frac{0{,}23 \cdot 30}{0{,}05} + 1)3 + 15 = 59{,}4\ ^0C.$$

Однако по данным анализам сточных вод их температура летом не превышает 40^oC, поэтому специальных мер для понижения температуры сточных вод предпринимать нет нужды.

Санитарно-токсикологический признак вредности.

Этому показателю вредности соответствует свинец, содержащийся в сточных водах.

Допустимая концентрация свинца в сточных водах при соблюдении санитарных требований к воде водоемов у расчетного пункта водопользования будет

$$K_{ст} = \frac{\alpha Q}{q}(K_{пр.доп} - K_p) + K_{пр.доп} \qquad (52)$$

где $K_{пр.доп}$ – предельное допустимое по санитарным нормативам значение свинца в воде водоема после спуска сточных вод, $K_{доп} = 0{,}1$ мг/л.

K_p – концентрация свинца в речной воде до спуска сточных вод, $K_p = 0{,}02$ мг/л;

$$K_{ст} = \frac{0{,}23 \cdot 30}{0{,}05}(0{,}1 - 0{,}02) + 0{,}1 = 0{,}5 \text{ мг/л.}$$

Эта концентрация даже несколько превышает найденную при анализе сточных вод. Очевидно, нет необходимости в специальных мероприятиях по очистке стока от соединений свинца.

Показатель содержания в воде взвешенных веществ.

Допустимую концентрацию взвешенных веществ в производственных и бытовых сточных водах при условии, что у расчетного пункта по второму виду водопользования содержание взвешенных веществ в воде водоема не увеличится более чем на $K_{доп} = 0{,}75$, определяется по формуле

$$K_{ст} = K_{доп}(\frac{\alpha Q}{q} + 1) + K_p, \qquad (53)$$

где K_p – концентрация взвешенных веществ в воде водоема до спуска сточных вод;

$K_{доп}$ –допустимое по нормативам увеличение содержания взвешенных веществе в воде водоема после спуска сточных вод, $b_{доп} = 0{,}75$ мг/л.

$$K_{ст} = (\frac{0{,}23 \cdot 30}{0{,}05} + 1) \cdot 0{,}75 + 8 = 17{,}4 \text{ мг/л.}$$

Поскольку в хозяйственно - бытовых сточных водах не большое превышение взвешенных веществ, требуется тщательная механическая очистка сточных вод до спуска в водоем.

Однако полученные результаты расчетов, произведенные в интересах расчетного пункта водопользования, еще не дают основания для окончательного определения санитарных требований к условиям спуска в реку сточных вод населенного пункта.

4.5 Объекты канализацинования и их планировка

Границы канализуемой территории поселка городского типа определяются – границами их застройки. Канализация должна отвечать предъявленным к ней требованиям в течение длительного периода эксплуатации.

Общие количества сточной жидкости поступающей в канализационный коллектор равна 4396,76. Поступившая на станцию водоотчистки жидкие отбросы разбавляются водой в целях уменьшения их концентрации.

По отношению к жилой застройке очистные сооружения следует располагать с подветренной стороны господствующего направления ветров. Теплого периода года, а также вниз по течению грунтовых вод от водозаборных сооружений, питающихся этими водами.

Схема канализования поселка.

Сточные воды поселка городского типа самотеком собираются в приемный резервуар насосной станции (КНС), затем насосами перекачиваются по напорному коллектору в приемный резервуар очистных сооружений. В приемном резервуаре очистных сооружений сточная вода распределяется по двум лоткам и проходит через две решетки с зазорами между стержнями 16 мм. На решетках происходит задержание крупных загрязнений: палок, бумаги, тряпок т.д. Снятие загрязнений с решеток производится автоматически и складируется в поперечный дырчатый лоток. Обезвоженные на лотке отбросы затем сбрасываются в бункер - накопитель, а с бункера вывозятся автотранспортом на свалку. Решетки являются первым технологическим сооружением механической очистки сточных вод.

После решеток сточная вода по лотку поступает на две горизонтальные песколовки с круговым движением воды. Песколовки предназначаются для выделения из сточных вод тяжелых минеральных примесей (главным образом песка крупностью 0,2 - 0,25мм). Применение песколовок обусловлено тем, что при совместном выделении в отстойниках минеральных и органических примесей возникают значительные затруднения при удалении осадка из отстойников. Сточная вода после горизонтальных песколовок с круговым движением воды по сборному лотку, поступает в первичный отстойник, а затем по трубопроводам Ду=400мм поступает в распределительный лоток аэротенка, который расположен по продольной оси аэротенка. Для отключения секций аэротенка на подводящих трубопроводах установлены щитовые затворы. Запуск воды в аэротенки осуществляется через незатопляемый водослив, расположенный вдоль распределительного лотка. Сточная вода из аэротенков через открытый водослив с тонкой стенкой поступает во вторичный отстойник.

Во вторичных отстойниках происходит отстаивание и задержание активного ила, поступающего с иловой смесью из аэротенка. Осветленная вода из вторичных отстойников через водосливы собирается в сборном лотке и отводится по двум трубопроводам Ду=400.Биологически очищенная сточная вода с параметрами: взвешенные вещества -15мг/л, БПК - 15мг/л, поступает в приемный резервуар насосной станции доочистки.

В насосной станции доочистки первой группой насосов подается на фильтры ОКСИПОР (загрузка - керамзит). Сточная вода, прошедшая предварительное осветление, двигаясь сквозь слой фильтрующей загрузки, осветляется, оставляя на зернах загрузки находящиеся в ней хлопьевидные загрязнения. На фильтрах происходит снижение концентрации загрязнений по БПК и взвешенным веществам до 3мг/л. Для очистки сточных вод от фосфора применяется метод реагентного фильтрования, с этой целью перед фильтрами вводится раствор коагулянта — сернокислый алюминий. Промывка фильтров производится чистой промывной водой, подаваемой в фильтр снизу под загрузкой. Грязная промывная вода самотеком поступает в резервуар грязной промывной воды насосной станции доочистки, откуда насосами перекачивается в голову очистных сооружений.

Отфильтрованная вода после фильтров направляется на контактные резервуары и частично в резервуар чистой промывной воды насосной станции доочистки. В контактных резервуарах происходит обеззараживание отфильтрованной сточной воды хлорной водой (гипохлорит натрия), подающейся с хлораторной.

Контакт гипохлорита натрия с очищенной водой должен быть не менее 30 минут. Обеззараженная вода из водосборных лотков контактных резервуаров поступает в самотечный сбросной коллектор Ду=500мм, по которому и попадает в реку.

Обработка осадка.

Мусор, снятый с решеток на канализационной насосной станции и в приемной камере очистных сооружений собирается в бункеры и обрабатывается хлорной известью. По мере наполнения бункеров мусор вывозится машинами в места согласованные с СЭС. Осадок, осевший в песколовках, откачивается гидроэлеваторами в песковые бункеры, находящиеся в приемной камере очистных сооружений и по мере наполнения вывозится машинами в места согласованные с СЭС. Ил, оседающий на дне вторичных отстойников, постоянно перекачивается эрлифтами в аэротенки. Этот ил называется циркуляционным. Избыточный ил перекачивается в аэробные стабилизаторы. Аэробные стабилизаторы предназначены для обработки избыточного ила.

Смесь аэрируется воздухом, который подается в аэраторы. С целью повышения концентрации сухого вещества и сокращения требуемого объема стабилизатора предусмотрена отстойная зона для отделения иловой воды из обрабатываемой смеси. Поступившая в сборный перфорированный трубопровод отстойной зоны иловая вода отводится в аэротенк. На отводящем трубопроводе установлена задвижка, с помощью которой производится регулировка отвода иловой воды из отстойной зоны. Аэробно-сброженная смесь поступает в зону уплотнения (илоуплотнитель) через отверстия Ду=150 мм. Размер зоны уплотнения в каждой секции блока емкостей 3х2,4м, глубина 4,35 м. Бункерная часть илоуплотнителя выполнена с учетом наклона стенок к горизонту 60°. Иловая вода из илоуплотнителя собирается в лоток и отводится в аэротенк.

Уплотненный осадок удаляется из бункерной части с помощью эрлифта и затем по самотечному трубопроводу отводится в бак аэробно-сброженной смеси, находящийся в иловой насосной станции. Аэробно-сброженная смесь из бака насосами ФГ 29/24(2 шт.) перекачивается на иловые площадки. Аэробно-сброженная смесь насосами ФГ29/40-6подаетсяпотрубопроводуИ-10 Ду-100мм, а потом по трубопроводу АИ-10 на иловые площадки, где и происходит обезвоживание путем дренажа иловой воды и испарения летом, и вымерзания зимой иловой воды. Дренажная вода по трубопроводу ДИ-10 поступает в систему внутриплощадочной канализации. Обезвоженный осадок при помощи автотранспорта удаляется на площадки складирования и хранения.

Переключение выпусков на карты производится задвижками Ду-150мм, установленными в колодцах, так же через колодцы производится отвод дренажной воды.

В летний период времени откачка аэробно-сброженной смеси, опорожнение, и промывка аэротенков производится на дальние иловые поля. Для откачки осадка из песколовок на гидроэлеваторы подается техническая вода, забор которой производится из Р-4. Техническая вода, также подается на охлаждение подшипников воздуходувок и для промывки блока биологической очистки в летний период.

Воздух подается на блок биологической очистки (аэротенки, вторичные отстойники, аэробные - стабилизаторы) для:

- откачки ила со вторичных отстойников;
- поддержания во взвешенном состоянии иловой смеси в аэротенке;
- как кислород для ила;
- перекачки аэробно-сброженной смеси;

Воздух подается также и на песколовки для взмучивания осадка, на фильтры при промывке, в резервуары насосной станции доочистки для предотвращения заиливания, на контактные резервуары для перемешивания хлора со сточной водой.

4.5.1Приемный резервуар очистных сооружений.

Приемный резервуар предназначен для приема сточных вод, поступающих на очистные сооружения канализации, гашения скорости потока жидкости и сопряжения трубопроводов с открытым лотком.

По проекту объем приемного резервуара принят 90м3

К оборудованию приемного резервуара относится следующее:

– щитовые затворы - 2шт. с электроприводами, мощность установленных электродвигателей затворов 3кВт и частота вращения 1500об/мин.;

– аварийный клапан, расположенный в камере и срабатывающий от аварийного уровня сточных вод в приемном резервуаре.

4.5.2 Канализационная насосная станция

К объектам по перекачке сточных вод относятся перекачивающие канализационные насосные станции:

КНС-1 кирпичное здание размерами 12,3 х 23,0 м; в его состав входит приемный резервуар на 90 м³; камера аварийного клапана. S= 276 м²

Оборудование насосной станции подразделяется на:

– Оборудование машинного зала;
– Оборудование приемного резервуара;
– Вспомогательное оборудование;
– Системы инженерного обеспечения;
– Электротехническое оборудование.

Оборудование машинного зала состоит:

1. 1-ого насосного агрегата СД 450/56 с электродвигателями мощностью 132 кВт и частотой вращения 1500об/мин. Производительность насосного агрегата 450м³/час, напор 56 м. вод. ст. или 5,6атм.

2-х насосных агрегатов 2СМ 200-150-500б с электродвигателем мощностью 90 кВт и частотой вращения 1500об/мин. Производительность насосного агрегата 400м³/час, напор 80м. вод. ст. или 8,0атм.

Управление насосными агрегатами автоматическое и ручное. Автоматическое – от уровня сточных вод в приемном резервуаре. Порядок работы агрегатов: один – в работе, другой – в резерве, третий – в ремонте или резерве. В зависимости от притока сточных вод работает обычно один насосный агрегат, с увеличением притока сточных вод и повышением уровня в приемном резервуаре – включается второй насосный агрегат.

2. Дренажного насоса НЦС–3 – 1шт. с электродвигателем мощностью 3кВт и частотой вращения 1500об/мин. Работа дренажного насоса заключается в том, чтобы возвратить все протечки сточных вод из машинного зала в приемный резервуар.

3. Машинный зал оборудован кран-балкой грузоподъемностью 3т., установленная мощность электроприводов кран –балки 7,5кВт.

В машинном зале расположен напорный коллектор, на котором имеются две секционные задвижки Ду-400мм с ручным приводом и две концевые задвижки Ду-400мм с электроприводом. Мощность двигателя электропривода 3кВт и частота вращения 1500об/мин.

Каждый насосный агрегат СД 450/56 и 2СМ 200-150-500б оборудован всасывающим и нагнетающим патрубками, на которых установлены задвижки с ручным приводом Ду 400мм и ДУ 300мм соответственно.

Машинный зал оборудован также электросварочным аппаратом мощностью 30кВа.

К вспомогательному оборудованию насосной станции относятся:

– системы приточной – вытяжной вентиляции;
– система отопления и горячего водоснабжения;
– система холодного водоснабжения;

– канализация;

– освещение.

Система приточной – вытяжной вентиляции состоит из:

– установки приточной вентиляции с калорифером (теплоноситель – горячая вода) мощность установленного электродвигателя 3кВт и частота вращения 3000об/мин.;

– двух вытяжных вентиляторов, мощность электродвигателя каждого равна 1,1кВт и частота вращения 3000об/мин.

Система отопления станции состоит из:

– теплотрассы с водопроводом протяженностью 0,6км от квартала «Г» города;

– теплового узла, разводки и приборов отопления.

Системы горячего и холодного водоснабжения предназначены для обслуживающего персонала и соблюдения санитарно – гигиенических требований, состоят из:

– разводки;

– душевых кабин и умывальников;

– для хоз. бытовых нужд и приготовления пищи.

На хоз. нужды и освещение необходимо 10кВт электроэнергии в час.

Электрическая часть КНС-1 состоит из встроенной электроподстанции с 2-мя трансформаторами мощностью 400кВт, щитовых и устройства для переключения на любую из двух питающих линий, к которым подстанция КНС-2 подключена кабельными линиями.

Геометрическую высота подъема воды равна

$$H_Г = Z_0 - Z_{НС}, \tag{54}$$

где Z_0 – отметка подачи сточных вод;

$Z_{НС}$ – отметка откачки уровня сточных вод.

$$H_Г = 64 - 57{,}7 = 6{,}3\text{м}.$$

Напор, который должна создавать насосная станция

$$H_c = H_Г + KiL, \tag{55}$$

где $H_Г$ – геометрическая высота подъема воды;

K – коэффициент учитывающий потери напора $K = 1{,}1$;

i – гидравлический уклон напорного трубопровода в пределах насосной станции;

L – длина трубопровода.

$$H_c = 6{,}3 + 1{,}1 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}05 = 7{,}7$$

Структурная и функциональная схемы автоматизации канализационной насосной станции

Главная цель автоматического управления канализационными насосными станциями – поддержание в заданных пределах уровня жидкости в приемном резервуаре станции. С помощью автоматического управления повышается надежность работы канализационных станций, представляется возможность уменьшить объем приемного резервуара.

Для контроля основного параметра, по которому осуществляется автоматическое управление работой насосов, уровня воды в приемном резервуаре – применяют электродные датчики уровня. В качестве такого датчика используется сигнализатор уровня ЭРСУ – 2.

Электрический уровнемер – чувствительный элемент, который основан на преобразовании различных электрических свойств воды в соответствующую величину ее уровня.

Электрический электродный сигнализатор уровня типа ЭРСУ -2 предназначен для сигнализации 2…3 уровней.

В канализационной насосной станции предусмотрено автоматическое управление насосами, решеткой, отоплением и вентиляцией, а также автоматическая сигнализация на диспетчерский пункт. Схема основного оборудования и технологического контроля канализационной насосной станции представлена на рис.10.

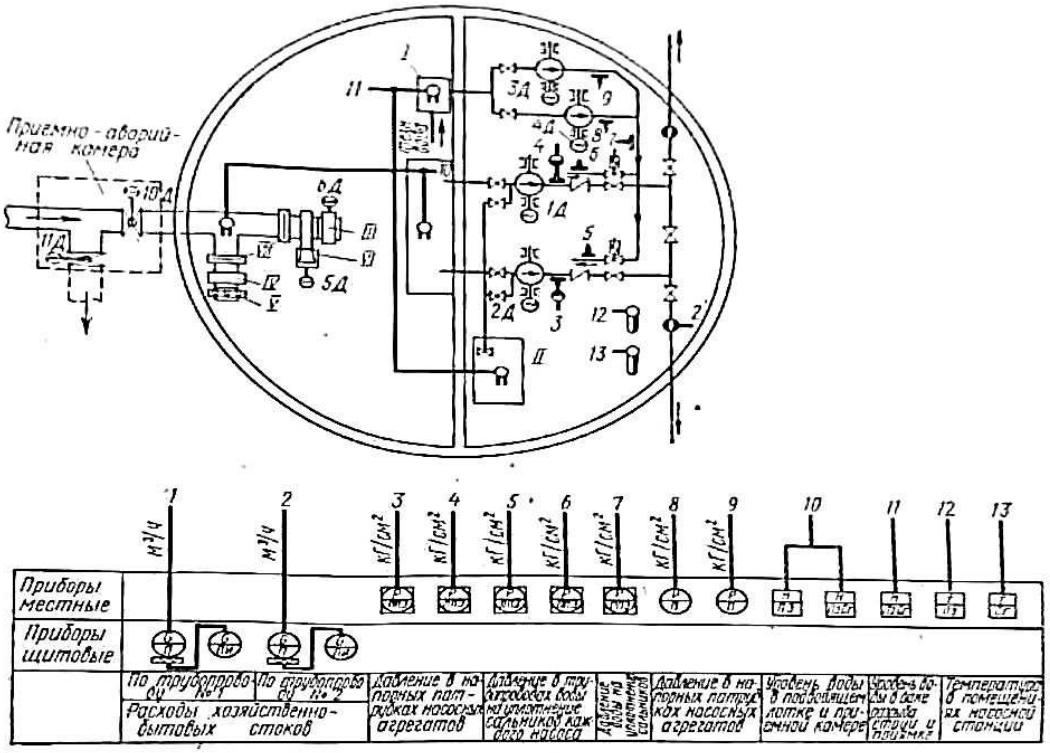

Рисунок 10 – Структурная схема основного оборудования и технологического контроля канализационной насосной станции.

Во избежание контакта воды технического водопровода со сточной жидкостью используется бак разрыва струи I. Откачка дренажных вод производится из приямка II. На станции имеются механическая решетка III и ручная решетка IV с дырчатым корытом V, дробилка VI с транспортером к ней. Электродвигатели 1– 2Д принадлежат основным насосам, 3 – 4Д- насосам гидроуплотнения сальников, 5Д – дробилке, 6Д – граблям механической решетки, 7 – 9Д вентиляторам, 10 – 11Д – задвижка подачи жидкости и аварийного выпуска. На напорной линии гидроуплотнения устанавливаются мембранные электромагнитные вентили.

На рисунке 10 показаны также средства технологического контроля насосной станции. Для насосов предусмотрено ручное управление или автоматическое в зависимости от уровня жидкости в приемном резервуаре. Пуск насосов производится на открытую задвижку. Уровень контролируется электродным устройством ЭРСУ – 2.

Резервный насос включается при аварийной остановке рабочего или при повышении уровня до аварийной отметки. Насосы работают только при наличии давления в системе гидроуплотнения сальников насосов. Цепи управления каждого насоса приведены на рис 11.

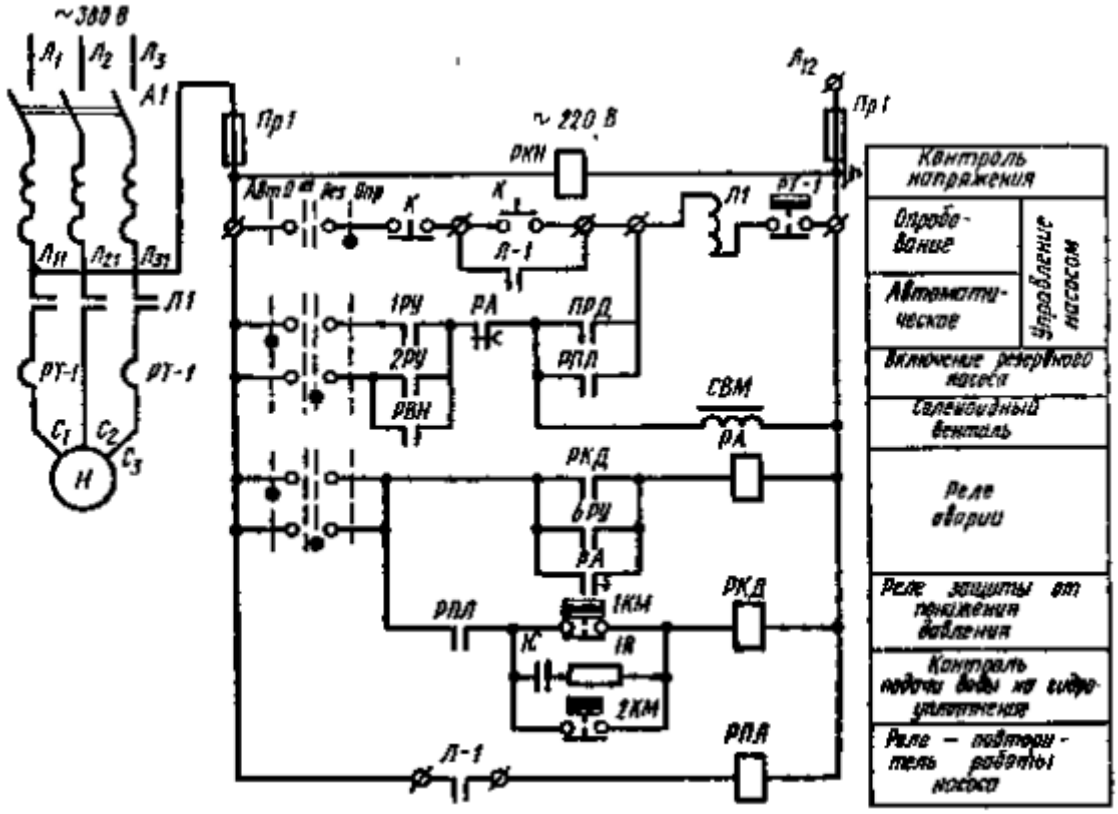

Рисунок 11 – Функциональная схема управления насоса.

Кроме того имеются общеагрегатные цепи управления насосами, а также схема автоматического управления насосом гидроуплотнения. Давление воды в системе гидроуплотнения контролируется электроконтактными манометрами 1 КМ и 2 КМ перед каждым сальником и в общем трубопроводе.

Во избежание аварийного затопления насосной станции предусмотрено автоматическое закрытие задвижки в аварийно приемной камере и открытие задвижки на аварийном выпуске. Автоматическое управление граблями механической решетки осуществляется по временной программе с помощью электропневматического командного прибора КЭП – 12У. Технические характеристики командного электропневматического прибора КЭП – 12У приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики командного электропневматического прибора КЭП – 12У

Характеристики	Значения
Напряжения питания от сети переменного тока, В	220
Потребляемая КЭП – 12У мощность, Вт	35
Общее число различных циклов (скоростей вала)	163
Максимальное число команд за цикл	96
Габаритные размеры КЭП – 12У, мм	311×283×127
Масса прибора, кг, не более	8,8

Управление дробилкой принято ручное с помощью пусковой кнопки. При достижении в лотке верхнего уровня воды грабли механизированной решетки работают непрерывно. При заклинивании зубьев грабель электродвигатель отключается муфтой предельного момента и подается звуковой сигнал . На станции предусмотрены автоматическая аварийная и предупредительная сигнализация и технологический контроль (расход жидкости, давление в трубопроводах, уровни жидкости, температура в помещении). Автоматическое отопление помещения станции может осуществляться с помощью электрокалорифера или с использованием горячей воды (пара).

Дежурный на пульте управления имеет возможность визуального наблюдения за работой всех агрегатов, обслуживающего и ремонтного персонала во всех помещениях станции и на дворовой территории.

Применение устройств автоматики повышает производительность оборудования и его надежность, уменьшает количество неполадок, исключает постоянное нахождение обслуживающего персонала в неблагоприятных санитарных условиях.

4.5.3Решетки

Решетки применяются для задержания в сточных водах крупных загрязнений и являются первыми технологическими механизмами отделения механической очистки сточных вод и подготавливающими сточные воды к дальнейшей, более полной очистке.

Техническая характеристика:

Прозоры между стержнями решеток – 16мм

Ширина полотна решеток –600мм

Высота полотна решеток –2400мм

Устройство и принцип работы:

Решетки устанавливают в пазах, сделанных в боковых стенках лотков, чтобы можно было снимать решетки и при необходимости заменить другими.

Решетка представляет собой сварную раму из швеллеров, внутри которых расположено полотно решетки.

Рама представляет собой сварную конструкцию из швеллеров, причем, стойки рамы состоят из спаренных швеллеров № 16 и № 12. Внизу и вверху стойки соединены поперечинами из швеллера № 10, которые одновременно являются нижней и верхней траверсами полотна решетки. Решетка состоит из отдельно закрепленных в траверсах стержней прямоугольной формы с прозорами 16мм. В нижней траверсе стержни закреплены шарниром, в верхней – натяжными болтами.

Очистка от крупных загрязнений решеток производится ручными граблями в поперечный дырчатый лоток. Обезвоженные на лотке отбросы затем сбрасываются в бункер – накопитель, а с бункера вывозятся автотранспортом на свалку.

В здании решеток подводящий канал разветвляется на два потока. На разветвлениях сначала устанавливаются щитовые затворы. С помощью этих затворов можно выключить из работы ту или иную решетку.

Решетки установлены в здании главной насосной станции. Максимальная пропускная способность решеток составляет:

$$q_{\max} = \frac{n \times N \times (b \times h_1 \times v_p)}{k_3} \text{ м}^3/\text{с}, \qquad (56)$$

где b – ширина прозоров, равная 0,016м;

N – число рабочих решеток , 2 шт;

h_1 – глубина воды в камере решетки, 1,8 м;

v_p – средняя скорость воды в прозорах между стержнями, равная 1 м/с;

n – количество прозоров одной решетки, 100 шт.

k_3 – коэффициент, учитывающий стеснение прозоров граблями и задержанными загрязнениями и равный 1,05.

Подставляя значения, получаем q:

$$q_{\max} = \frac{100 \times 2 \times (0{,}016 \times 1{,}8 \times 1)}{1{,}05} = 5{,}5 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Эти решетки пропускают расчетный расход

4.5.4Песколовоки

Для задержания минеральных частиц с крупностью 0,2-0,25 мм, при пропускной способности очистных сооружений более 10 м3 сут устанавливают песколовки наибольшее применение нашли песколовки с горизонтальные с круговым движением воды число песколовок принимают не менее 2, причем все песколовки рабочие. По табл. 8 подбираем горизонтальные песколовки с круговым движением воды на рис.10показаны песколовки этого типа, оборудованные гидроэлеваторами для удаления песка.

Таблица 8 - Основные показатели песколовок с круговым движением воды

Номер типового сооружения (проект 902-2-331)	Пропускная способность		Основные размеры, мм						
	$м^3$/сут	л/с	Диаметр	Расстояние между центрами песколовок	Расстояние между осями подводящего лотка и камеры переключения	Ширина			Расстояние между осью псколовок (сечение А-А) и осью камеры переключения
						Кольцевого желоба	Подводящего и отводящего лотков	Лотков пеколовки для впуска и выпуска	
1	1400-2700	31-56	4000	6000;6500	2000	500;800	300	200	4700; 4350
2	2700-4200	56-83					300	250	
3	4200-7000	83-133					450	300	
4	7000-10000	133-183					600	350	

В проекте применяют 2 горизонтальные песколовки с круговым движением сточных вод, производительность 4200-7000 $м^3$/сут. В этих песколовках вода течет по круговому желобу, имеющему в нижней (треугольной) части щель, через которую отстоянные загрязнения (песок) проваливаются в коническую (осадочную) часть песколовки. Подобные песколовки в плане занимают мало места и поэтому удобны для сравнительно небольших очистных сооружений.

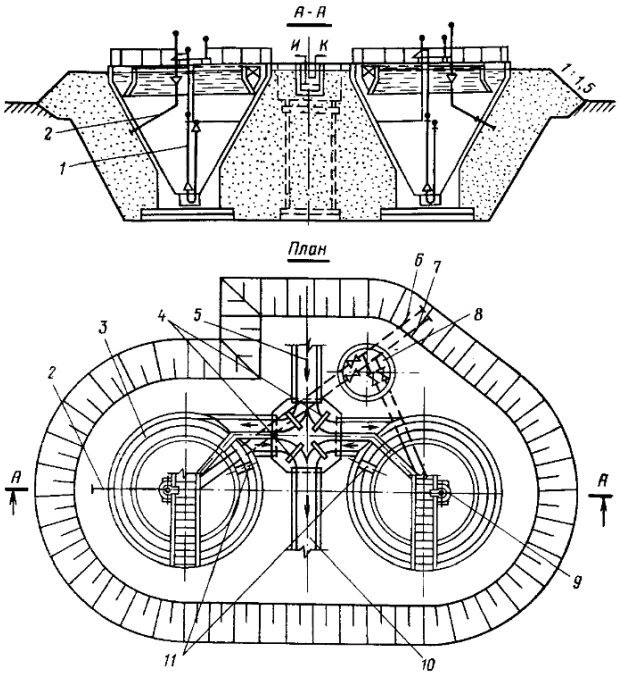

Рисунок 12 – Горизонтальная песколовка с круговым движением воды: 1 – гидроэлеватор; 2 – щитовой затвор; 3 – камера переключения; 4 – подводящий лоток; 5 – отводящий лоток; 6 – пульпопровод; 7 – трубопровод рабочей воды; 8 – устройство для сбора всплывающих примесей; 9 – трубопровод для отвода всплывающих примесей; 10 – полупогруженный щит; 11 – распределительная камера

Песколовки предназначаются для выделения из сточных вод тяжелых минеральных примесей (главным образом песка крупностью 0,2 – 0,25мм). Применение песколовок обусловлено тем, что при совместном выделении в отстойниках минеральных и органических примесей возникают значительные затруднения при удалении осадка из отстойников.

Песколовки горизонтальные с круговым движением воды. Работа песколовок основана на использовании гравитационных сил.

Техническая характеристика:

Песколовка горизонтальная с круговым движением сточных вод.

1. Пропускная способность песколовки –278л/с
2. Диаметр песколовки– 6 м
3. Глубина–5250 мм
4. Ширина кругового лотка–1400 мм
5. Ширина подводящих и отводящих лотков –960 мм
6. Тип гидроэлеватора: Ду насадки–30 мм
   Ду горловины –55 мм
   давление раб. жидкости –6,5 атм.
   расход –25 л/с
   давление пульпы–20 атм.

Принцип работы

Действие горизонтальной песколовки основано на том, что при движении сточной воды в канале каждая находящаяся в ней частица песка перемещается вместе со струей воды и одновременно движется вниз под действием

силы тяжести со скоростью, соответствующей крупности и плотности частиц. В песколовках задерживается песок с гидравлической крупностью равной 18 – 24мм/с (песок крупностью 0,2-0,25мм), составляющий около 65% всего количества песка, содержащегося в сточных водах. Чем больше скорость движения воды в песколовках, тем более крупные частицы будут выноситься вместе с водой. А чем меньше скорость движения воды, тем более мелкие и легкие частицы будут оседать. Бункерная часть песколовок рассчитывается на 2-х суточный объем выпадающего песка. Угол наклона стенок бункера 60° к горизонту. Количество песка, осаждаемого в песколовке, определяют исходя из нормы 0,02 л/сут. на одного человека. Песок удаляется из песколовки гидроэлеватором по мере накопления. Пульпа подается в песковые бункера, откуда по мере накопления вывозится в отвал, а осветленная вода из бункера через переливную трубу отводится в канал после решеток. Техническая вода для гидроэлеваторов подается насосами, установленными в насосной станции производственного здания.

Назначение гидроэлеватора.

Гидроэлеватор – насос струйного типа для подъема и перемещения по трубопроводу жидкостей и гидросмесей. Работа гидроэлеватора основана на использовании энергии струи воды, подводимой к насадке под напором. Проходя с большой скоростью через проточную часть гидроэлеватора, струя создает при вылете из насадки перепад давления. Это вызывает поступление в смесительную камеру гидроэлеватора транспортируемого материала. Из смесительной камеры струя рабочей жидкости увлекает образующуюся гидросмесь в диффузор. В диффузоре скорость движения гидросмеси снижается, но повышается ее давление за счет перехода части кинетической энергии струи в потенциальную энергию потока, чем и обеспечивается перемещение гидросмеси по трубопроводам.

Гидроэлеватор не имеет движущихся частей и прост в конструктивном исполнении, но его кпд не превышает 20-25%.

Гидроэлеваторы применяются для транспортировки материалов на незначительные расстояния (до нескольких сотен м), при гидромеханизации горных и строительных работ, для удаления шламов на обогатительных фабриках, шлака и золы в котельных и на электростанциях, для транспортировки песка и гравия

4.5.5 Первичный отстойник

Первичные отстойники применяют для выделения из сточных вод нерастворимых веществ, которые под действием гравитационных сил оседают на дно отстойника или всплывают на его поверхность. Достигаемый эффект осветления по взвешенным веществам составляет 40 – 60% при продолжительности отстаивания 1 – 1,5 ч. Процесс также сопровождается одновременным снижением величины БПК в осветленной сточной воде на 20 – 40% от исходного значения.

Число отстойников принимают не менее двух, но и не более четырех.

Горизонтальный отстойник применяется для очистки бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод. Он представляет собой прямоугольный в плане железобетонный резервуар, разделенный перегородками на несколько отсеков(не менее двух) для возможности чистки и ремонта. Ширина коридора составляет 3 – 6 м, глубина отстойника колеблется в пределах 1,5 – 4 м, длина отстойника должна в 8 – 12 раз превышать его глубину.

Осадок сгребается в иловый приямок скребковым механизмом и удаляется насосами, гидроэлеваторами, грейферами или под гидростатическим давлением. Угол наклона стенок приямка принимают равным 50 – 60. Днище отстойника имеет уклон к приямку не менее 0,005. Горизонтальный отстойник по сравнению с радиальным имеет более высокий расход железобетона на единицу строительного объема.

Применяются также отстойники, оборудованные скребковыми механизмами тележечного или ленточного типа (рис.13), сдвигающими выпавший осадок в приямок. Объем приямка равен двухсуточному (не более) количеству выпавшего осадка. Из приямка осадки удаляют насосами, гидроэлеваторами, грейферами или под гидростатическим давлением. Угол наклона стенок приямка принимают равным 50-60.

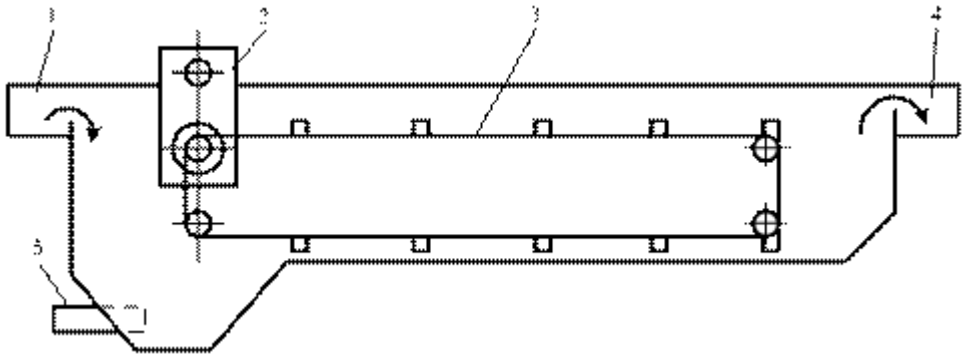

Рисунок 13 – Горизонтальный отстойник:1 - водоподводящий лоток, 2 - привод скребкового механизма,3 - скребковый механизм, 4 - водоотводящий лоток, 5 - отвод осадка

Сточные воды поступают в отстойники из распределительного аэрируемого лотка, проходят впускной лоток, и отводятся сборным лотком с двусторонним водосливом. Осадок сгребается в иловый приямок скребковым механизмом и удаляется плунжерными насосами. Плавающие вещества собираются скребковым механизмом при обратном ходе и удаляются в конце отстойника через поворотную трубу с щелевидными прорезями. Поступившие в сборный колодец плавающие вещества откачиваются для совместной обработки с осадком.

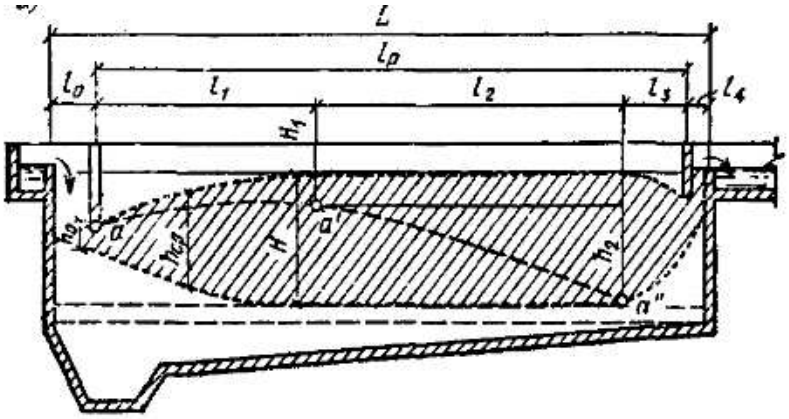

Рисунок 14 – горизонтальный отстойник

Расчетный расход на отстойник

$$q_{\max} = \frac{Q \cdot K}{(24 \cdot 3600)} \text{ м}^3/\text{с}, \tag{57}$$

где Q – производительность сточных вод, $Q = 4396{,}76$ м^3/сут;

K – коэффициент часовой неравномерности, $K = 1{,}14$.

$$q_{\max} = \frac{4396{,}76 \cdot 1{,}14}{(24 \cdot 3600)} = 0{,}071 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Принимаем отстойник из двух отделений. Тогда расход на каждое отделение составит:

$$q = \frac{q_{\max}}{n} = \frac{0{,}071}{2} = 0{,}036 \text{ м}^3/\text{с} \tag{58}$$

Требуемый эффект осветления воды

$$Э = \frac{(C_1 - C_2) \cdot 100}{C_1} \text{ \%}, \tag{59}$$

где C_1 – начальная концентрация взвешенных веществ, $C_1 = 1500$ мг/л;

C_2 – конечная концентрация сточных вод должна быть $C_2 = 300$ мг/л.

$$Э = \frac{(1500 - 300) \cdot 100}{1500} = 80 \text{ \%}$$

Для получения такого эффекта условная гидравлическая крупность взвешенных частиц должна быть $u_0 \geq 0{,}33$ мм/с.

Принимаем глубину проточной части отстойника $H_1 = 2$ м, а среднюю скорость течения $v = 5$ мм/с. При распределении воды в начале сооружения и сборе ее в конце сооружения с помощью водослива $h_0 = 0{,}25$ м, $\alpha = 30^o$.

Определим длину участка l_1, на котором высота активного слоя в отстойнике достигает расчетной глубины $H_1 = 2$ м.

Средняя глубина потока на этом участке

$$h_{cp} = \frac{H_1 + h_0}{2{,}15} = \frac{(2 + 0{,}25)}{2{,}15} = 1{,}05 \text{ м}. \tag{60}$$

Средняя скорость потока на участке

$$v_1 = \frac{v_{cp} \cdot H_1}{h_{cp}} = \frac{5 \cdot 2}{1{,}05} = 9{,}5 \text{ мм/с}. \tag{61}$$

При этом $k = 0{,}16$, $\omega = 0{,}04$.

Продолжительность протекания воды на участке

$$l_1 = \sqrt[1,15]{\frac{H_1 - h_0}{k}} = \sqrt[1,15]{\frac{2 - 0{,}25}{0{,}16}} = 8{,}02 \text{ м}. \tag{62}$$

За это время наименьшая оседающая частица пройдет путь

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1} = \frac{8{,}02 \cdot 1000}{9{,}5} = 844 \text{ с} = 0{,}23 \text{ ч} \tag{63}$$

За это время наименьшая оседающая частица пройдет путь

$$h_1 = t_1 \cdot (u_0 - \omega) = 844 \cdot (0{,}33 - 0{,}04) = 244{,}8 \text{ мм} = 0{,}24 \text{ м} \tag{64}$$

При $v_{cp} = 5$ мм/с, $\omega = 0{,}01$. Оставшуюся часть глубины отстойника частица пройдет за время

$$t_2 = \frac{H_1 - h_1}{u_0 - \omega} = \frac{2000 - 244{,}8}{0{,}33 - 0{,}01} = 5485 \text{ с} = 1{,}52 \text{ ч} \tag{65}$$

За это время частица переместится по горизонтали на расстояние

$$l_2 = t_2 \cdot v_{cp} = 5485 \cdot 0{,}005 = 27{,}4 \text{ м}. \tag{66}$$

Длина участка сужения потока

$$l_3 = \frac{H_1}{tg\alpha} = \frac{2}{tg30^o} = \frac{2}{0,577} \approx 3,47 \text{ м} \quad (67)$$

Общая длина отстойника должна быть:

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 + l_4 = 0,7 + 8,02 + 27,4 + 3,47 + 0,5 = 40,9 \text{ м} \quad (68)$$

Ширина отделений отстойника

$$B = \frac{q}{(H_1 \cdot v)} = \frac{0,071}{(2 \cdot 0,005)} = 6,9 \text{ м} \approx 7 \text{ м} \quad (69)$$

При двух отделениях первичных отстойников объем их следует увеличить в 1,2 – 1,3 раза. Учитывая, что отстойники оборудуются достаточно надежными механизмами – ценными скребками, выход которых из строя практически исключается, расчетный объем отстойников не увеличивается.

Масса уловленного отстойником за сутки осадка

$$G_{сух} = \frac{C_1 \cdot Э \cdot k \cdot Q}{1000 \cdot 1000} = \frac{1500 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 4396,76}{1000 \cdot 1000} = 6,3 \text{ т/сут.} \quad (70)$$

Объем выпавшего осадка

$$V_{ос} = \frac{100 \cdot G_{сух}}{(100 - W_{ос}) \cdot \rho} \text{ м}^3\text{/с}, \quad (71)$$

где W – влажность выпавшего осадка, $W = 75\%$;

ρ – плотность осадка, $\rho = 1,8$ т/м^3.

$$V_{ос} = \frac{100 \cdot 6,3}{(100 - 75) \cdot 1,8} = 14 \text{ м}^3\text{/сут.}$$

Для накопления осадка в начале сооружения проектируется бункер в виде перевернутой усеченной пирамиды, верхнее основание которого имеют размер $4X2,5$ м. Высота пирамиды равна 2,5 м.

Объем бункера одного отделения

$$V_б = \frac{1}{3} \cdot h \cdot (S_1 + \sqrt{S_1 \cdot S_2} + S_2) = \frac{1}{3} \cdot 2,5 \cdot (4 \cdot 2,5 + \sqrt{4 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 0,5} + 1 \cdot 0,5) = 10,6 \text{ м}^3. \quad (72)$$

В основании отстойники также предусматривается емкость для накопления осадка. Высота ее в конце сооружения равно 0,2 м. При уклоне днища $i = 0,003$ высота ее в начале сооружения $h = 0,2 + L \cdot 0,003 = 0,2 + 40,9 \cdot 0,003 = 0,32$ м.

Общий объем осадочных частей двух отделений

$$V_{ос}^{'} = (v_б + v_{осн}) \cdot n = (10{,}6 + 27{,}8) \cdot 2 = 76{,}8 \text{ м}^3. \quad (73)$$

Осадочные части отстойника будут заполняться осадком за $76{,}8/14 = 5{,}5$ сут. Учитывая большую неравномерность распределения осадка по площади отстойника, выгружать его рекомендуется 1 раз в сутки. В бункера, расположенные в начале сооружения, осадок сгребается цепными скребками, а удаляется из бункера с помощью насосов.

4.5.6 Аэротенки

Назначение аэротенков.

Аэротенки служат для биологической очистки сточных вод.

Метод биологической очистки сточных вод основан на способности микроорганизмов, использовать разнообразные вещества в сточных водах, в качестве источника питания в процессе жизнедеятельности. Таким образом, искусственно культивируемые микроорганизмы освобождают воду от загрязнений, а метаболизм этих загрязнений в клетках микроорганизмов обеспечивает их энергетические потребности, прирост биомассы и восстановление распавшихся веществ в клетки.

Техническая характеристика:

Аэротенки представляют собой железобетонный резервуар с параметрами:

- Глубина–4,2м
- Ширина 1 секции–9,0м
- Длина–36 м
- Объем аэротенка –5410 м³

Принцип работы:

Аэротенки трех-коридорные на 4396,76 м³/сут., по длине разделены 4-мя перегородками на 5 отсеков различного функционального назначения.

В - пяти отсеках, с размерами в метрах по ходу движения воды (9м х 12м) смонтированы аэраторы из вспененного полиэтилена с раздельным подводом воздуха в каждый отсек и регулировкой его количества задвижкой с ручным приводом. Первые три отсека по функциональному значению являются нитрификаторами.

Четвертый отсек с аэраторами из перфорированных труб и размерами 9м х 6м является денитрификатором. Подача воздуха в четвертый отсек осуществляется 2-мя стояками с задвижками для лучшего регулирования давления по всей площади отсека.

Пятый отсек с размерами 9м х 3м служит для отдувки азота из сточной жидкости и тоже оборудован аэраторами из перфорированных труб с подачей воздуха по своему стояку с задвижкой.

Первые три отсека разделены 2-мя деревянными перегородками, нижняя кромка которых находится от днища на расстоянии 800мм. Две другие деревянные перегородки устроены таким образом, что нижняя кромка находится от днища на расстоянии 300мм. Сточные воды после механической очистки поступают по трубопроводам Ду 400мм в распределительный лоток аэротенка, который расположен по продольной оси аэротенка. Для отключения секций аэротенка на подводящих трубопроводах установлены щитовые затворы. Запуск воды в аэротенки осуществляется через незатопляемый водослив, расположенный вдоль распределительного лотка. Циркуляционный активный ил из вторичных отстойников откачивается эрлифтами в илопровод в первую секцию аэротенка через задвижку Ду 300, расположенную на илопроводе. Аэрация иловой смеси принята воздухом через фильтросные трубы Ду 100мм в регенераторе, 2-х нитрификаторах; и через дырчатые трубы в одном денитрификаторе и секции отдува азота.

В регенераторе и в 2-х нитрификаторах предусмотрено 5 рядов аэраторов. Из фильтросных труб воздух в аэраторы подводится по воздушным стоякам Ду 200 мм.

В одном денитрификаторе предусмотрено 6 рядов аэраторов из дырчатых труб. Воздух в аэраторы подводится по воздушным стоякам Ду 150 мм.

В секции отдува азота предусмотрено 2 ряда аэраторов из дырчатых труб. Воздух в аэраторы подводится по воздушным стоякам Ду 150 мм. Сточная вода из аэротенков через открытый водослив с тонкой стенкой поступает во вторичный отстойник. Избыточный активный ил по иловому коллектору может быть сброшен в любую секцию аэробного стабилизатора. Регулирование сброса избыточного ила осуществляется задвижками Ду 150 мм на иловом трубопроводе и задвижкой Ду 300 мм циркулирующего ила. Опорожнение секций аэротенков осуществляется по трубопроводу Ду 300 мм в систему опорожнения П-2 через резервуар Р-3.

В аэротенке, при наличии в воде растворенного кислорода и питательных веществ, происходит быстрое размножение микроорганизмов и формирование биоценоза.

Активный ил представляет собой буровато-желтые, быстро оседавшие комочки и хлопья размером 3-160 мм. Он состоит из живых организмов и твердого субстрата (до 40%). Живые организмы активного ила – это скопление бактерий (зооглеи, нитчатые бактерии, одиночные бактериальные клетки), простейшие, черви, а также в малом количестве грибы, главным образом плесневелые, актиномицеты, дрожжи и изредка водоросли. Активный ил выполняет адсорбционную и перерабатывающую функции. Каждая из этих групп организмов является необходимым звеном в процессе очистки.

Бактерии участвуют в минерализации органических загрязнений. Одни из них ведут распад органического вещества до промежуточных продуктов, другие окисляют промежуточные продукты до распада на углекислый газ и воду.

Простейшие, питаясь бактериями и тонкодиспергированной взвесью, участвуют в осветлении и обеззараживании воды. Более крупные организмы также способствуют осветлению воды и минерализации органики.

Для снабжения микроорганизмов кислородом сточную воду в аэротенках аэрируют. Воздух, подаваемый в аэротенки, выполняет и другие функции: он перемешивает сточную воду в аэротенке, тем самым ускоряет процесс очистки и препятствует оседанию ила.

Стоки поступают и удаляются из него непрерывно, время пребывания жидкости в аэротенке или время аэрации – 5,8 часа. Содержащиеся в сточных водах вещества собираются поверхностью активного ила. Процесс собирания интенсивен, и обычно через несколько минут после контакта со сточной водой концентрация органических веществ снижается больше чем на половину. Растворенные органические вещества переносятся ферментами внутрь клетки бактерии, где они подвергаются разрушению.

Аэротенки проектируются с регенераторами, так как $БПК_{полн}$ отстоенной сточной жидкости превышает 150 мг/л.

Продолжительность аэрации смеси сточной воды и циркулирующего ила в собственно аэротенке стабилизаторы предназначены для обработки избыточного ила и фугата.

$$T_a = \frac{2,5}{a_{аэр}^{0,5}} \cdot \lg \cdot \frac{L_a}{L_T} \text{ ч}, \qquad (74)$$

где $a_{аэр}$ – доза ила в аэротенке, принимаемая 1,5 г/л;

L_a – $БПК_{полн}$ отстоенной сточной воды, $L_a = 179$ мг/л;

L_T – $БПК_{полн}$ очищенной сточной воды $L_T = 15$ мг/л.

$$T_a = \frac{2,5}{1,5} \cdot \lg \cdot \frac{179}{15} = 2,2 \text{ ч}.$$

Доля расхода циркулирующего ила q от расчетного расхода сточных вод $Q_{так.ч}$ (q/Q)

$$\alpha = \frac{a_{аэр}}{a_{рег} - a_{аэр}} = \frac{1,5}{4 - 1,5} = 0,6, \qquad (75)$$

где $a_{рег}$ – доза ила в регенераторе, принимаемая $a_{рег} = 4$ г/л.

Продолжительность окисления снятых загрязнений

$$T_0 = \frac{L_a - L_c}{a \cdot a_{рег} \cdot (1 - S_л) \cdot \rho}, \qquad (76)$$

где $S_л$ – зольность ила в долях единицы, принимаемая равной 0,3;

ρ – средняя скорость окисления загрязнений (мг БПК$_{полн}$ на 1 г беззольного вещества ила за 1 ч), для бытовых сточных вод принимается $\rho = 19$ мг/(г·ч).

Продолжительность аэрации при среднегодовой температуре сточной воды 15 ^oC

$$T_0 = \frac{179-15}{0{,}6 \cdot 4 \cdot (1-0{,}3) \cdot 19} = 5{,}15 \text{ ч.}$$

Продолжительность регенерации циркулирующего ила

$$T_p = T_0 - T_a = 5{,}15 - 2{,}2 = 2{,}95 \text{ ч} \quad (77)$$

Объем собственно аэротенка

$$W_a = T_a \cdot (1+a) \cdot Q, \quad (78)$$

где Q – средний часовой приток сточныхвод в течение суток при общем коэффициенте неравномерности $K_{общ} \le 1{,}25$ и средний часовой приток за время аэрации при $K_{общ} \ge 1{,}25$.

$$W_a = 2{,}2 \cdot (1+0{,}6) \cdot 183{,}2 = 644{,}9 \text{ м}^3.$$

Объем регенератора

$$W_p = T_p \cdot a \cdot Q = 2{,}95 \cdot 0{,}6 \cdot 183{,}2 = 324{,}3 \text{ м}^3. \quad (79)$$

Общий объем аэротенка с регенератором

$$W = W_a + W_p = 644{,}9 + 324{,}3 = 969{,}2 \text{ м}^3. \quad (80)$$

Расчетная продолжительность обработки воды

$$T = T_a \cdot (1+a) + T_p \cdot a = 2{,}2 \cdot (1+0{,}6) + 2{,}95 \cdot 0{,}6 = 5{,}29 \text{ ч.} (79)$$

Расчетную продолжительность, вычисленную по формуле (79),сравниваем с получаемой по формуле (80)

$$T = \frac{L_a - L_T}{a_{ср} \cdot (1 - S_{ср}) \cdot \rho} = \frac{179-15}{2{,}33 \cdot (1-0{,}3) \cdot 19} = 5{,}29 \quad (81)$$

$$a_{ср} = \frac{a_{аэр} \cdot W_a + a_{рег} \cdot W_p}{W} = \frac{1{,}5 \cdot 644{,}9 + 4 \cdot 324{,}3}{969{,}2} = 2{,}33 \qquad (82)$$

Значения T, вычисленные по формулам (79) и (80),совпадают, что отвечает требованию.

Принимаем трехкоридорные аэротенки($n = 3$), так как отношение общего объема аэротенков с регенераторами к объему регенераторов $W : W_p = 969{,}2 : 324{,}3 \approx 3$.

Один коридор аэротенка отводится под регенератор.

Количество секций аэротенков при пропускной способности станции 4396,76 м^3/сут принимается 5 секций.

Принимаем аэротенки трехкоридорные А-3-9-4,4 (типовой проект 902-2-194) с шириной коридора $B = 9$ м и рабочей глубиной $H = 4{,}2$ м.

Объем одной секции

$$W_c = \frac{969{,}2}{5} = 193{,}4 \text{ м}^3. \qquad (83)$$

Площадь аэрируемой зоны – это площадь, занимаемая аэротенками. Для мелкопузырчатых аэротенков просветы между ними шириной 0,3 м включается площадь аэрируемой зоны.

Фильтросные пластины (аэраторы) размером 300Х300 мм укладывают в 3 ряда вдоль длинной стороны аэротенка. Таким образом, площадь аэрируемой зоны одного коридора

$$f = 0{,}3 \cdot 5 \cdot 12 = 18 \text{ м}^2. \qquad (84)$$

Площадь одного коридора аэротенка

$$F = B \cdot L = 4{,}2 \cdot 12 = 50{,}4 \text{ м}^2. \qquad (85)$$

Отношение

$$\frac{f}{F} = \frac{2{,}7}{1{,}8} = 1{,}5. \qquad (86)$$

Удельный расход воздуха в аэротенке (м^3/м^3)

$$D = \frac{Z \cdot (L_a - L_T)}{K_1 \cdot K_2 \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot (C_p - C)}, \qquad (87)$$

где Z – удельный расход кислорода на 1 мг снятой БПК$_{полн}$, мг/мг, $Z = 1{,}1$ – для полной очистки; $Z = 0{,}9$ – для неполной очистки;

K_1 – коэффициент, учитывающий тип аэратора, $K_1 = 1{,}1$;

K_2 – коэффициент зависящий от глубины погружения аэратора, $K_1 = 2{,}17$;

n_1 – коэффициент учитывающий температуру сточных вод:

n_2 – коэффициент, учитывающий отношение скорости переноса кислорода в иловой смеси к скорости переноса его в чистой воде. Для бытовых вод $n_2 = 0{,}85$;

$$n_1 = 1 + 0{,}02 \cdot (t_{cp} - 20), \tag{88}$$

где t_{cp} – средняя месячная температура сточной воды за летний период: $t_{cp} = 18^0 C$,

$$n_1 = 1 + 0{,}02 \cdot (18 - 20) = 0{,}96;$$

C_p – растворимость кислорода воздуха в воде, мг/л:

$$C_p = C_T \frac{10{,}3 + \frac{H}{2}}{10{,}3}, \tag{89}$$

где C_T – растворимость кислорода воздуха в зависимости от температуры и давления, $C_T = 9{,}64$ мг/л.

$$C_p = 9{,}64 \frac{10{,}3 + \frac{4{,}2}{2}}{10{,}3} = 11{,}6 \text{ мг/л.}$$

где C – средняя концентрация кислорода в аэротенке $C = 2$ мг/л.

Таим образом,

$$D = \frac{1{,}1 \cdot (179 - 15)}{1{,}91 \cdot 2{,}17 \cdot 0{,}96 \cdot 0{,}85 \cdot (11{,}6 - 2)} = 5{,}6 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Интенсивность аэрации

$$I = \frac{D \cdot H}{T} = \frac{5{,}6 \cdot 4{,}2}{5{,}29} = 4{,}4 \text{ м}^3/(\text{м}^3 \cdot \text{ч}). \tag{90}$$

Вычисленная интенсивность аэрации I не превышает максимальную $I_{макс}$ для приятного значения K_1 и не ниже минимальной $I_{мин}$ для принятого значения K_2, что удовлетворяет требованиям СНиПа.

Прирост ила в аэротенках при очистке бытовых сточных вод определяется по формуле

$$П_з = 0{,}8 \cdot b' + 0{,}3 \cdot L_a, \qquad (91)$$

где b' – концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей в аэротенк, мг/л: $b' = 149$ мг/л.

$$П_з = 0{,}8 \cdot 149' + 0{,}3 \cdot 179 = 172{,}9 \text{ мг/л.}$$

Аэробный стабилизатор секционный, с длиной каждой секции 3 метра, между секциями предусмотрен перепуск посредством глубинных отверстий в перегородках. Смесь аэрируется аэраторами. С целью повышения концентрации сухого вещества и сокращения требуемого объема стабилизатора предусмотрена отстойная зона для отделения иловой воды из обрабатываемой смеси. Поступившая в сборный перфорированный трубопровод отстойной зоны иловая вода отводится в аэротенк. На отводящем трубопроводе установлена задвижка, с помощью которой производится регулировка отвода иловой воды из отстойной зоны. Аэробно – сброженная смесь поступает в зону уплотнения (илоуплотнитель) через отверстия Ду 150 мм. Размер зоны уплотнения в каждой секции блока емкостей 3 м х 2,4 м, глубина 4,35 м. Бункерная часть илоуплотнителя выполнена с учетом наклона стенок к горизонту 60°. Иловая вода из илоуплотнителя собирается в лоток и отводится в аэротенк. Уплотненный осадок удаляется из бункерной части с помощью эрлифта и затем по самотечному трубопроводу отводится на дальнейшую обработку. Во избежание загнивания уплотненного осадка при перерывах в отборе из илоуплотнителя предусматривается возможность рециркуляции с помощью все того же эрлифта. Аэробной стабилизации подвергается избыточный активный ил без уплотнения в 2 режима:

– с периодическим заполнением;
– с ежедневной подачей порции свежего ила (непрерывный режим).

4.5.7 Вторичные отстойники

Вторичные отстойники служат для отстаивания и задержания активного ила, поступающего силовой смесью из аэротенка.

Горизонтальные вторичные отстойники конструктивно не отличаются от первичных, но имеют меньшую высоту.

В качестве вторичных отстойников на очистных сооружениях используются 2 горизонтальных отстойника шириной 9м, рабочая глубина которых составляет 3,4 м, объем отстойной зоны – 2203м³.

Гидравлическую нагрузку на поверхность вторичных отстойников

$$q_{ssa} = \frac{4{,}5 \cdot K_{ss} \cdot H_{set}^{0,8}}{(0{,}1 \cdot J_i \cdot a_i)^{0,5-0,01 \cdot a_t}} = \frac{4{,}5 \cdot 0{,}45 \cdot 3{,}4^{0,8}}{(0{,}1 \cdot 86 \cdot 2{,}5)^{0,5-0,01 \cdot 10}} = 1{,}1\,\text{м}^3/\text{м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (92)$$

где a_t – рекомендуется принимать 10 мг/л.

Техническая характеристика:

Вторичный отстойник представляет собой железобетонный резервуар с параметрами:

– глубина –3,4м
– ширина–9,0м
– длина–18,0м
– объем отстойников–2203м³

На проектируемых очистных сооружениях – горизонтальные отстойники.

Основные элементы вторичного отстойника:

– Струенаправляющий щит;
– Эрлифт;
– Устройство для сбора плавающих;
– Полупогружной разделительный щит;
– Сборный лоток.

Иловая смесь из аэротенков через открытый водослив с тонкой стенкой поступает во вторичные отстойники. Скорость перемещения взвешенной частицы в отстойнике представляет собой равнодействующую вертикальной скорости осаждения под действием силы тяжести и скорости горизонтального движения воды вдоль отстойника. Осветленная вода из вторичных отстойников через водосливы собирается в сборном лотке и отводится по двум трубопроводам Ду 400 мм.

Активный ил из конусов удаляется эрлифтами в иловый коллектор.

Плавающие вещества из отстойников предусмотрено удалять при помощи устройства в виде воронки с крышкой.

Между устройством для сбора плавающих и сборным лотком расположен полупогружной разделительный щит, который предназначен для задержания плавающих веществ.

Опорожнение вторичных отстойников предусматривается трубопроводом

Ду-200мм в систему опорожнения П-2 блока емкостей.

В колодцах Ко-1,Ко-2,Ко-3,Ко-4 расположены задвижки на трубопроводах опорожнения.

Контроль работы отстойников.

Работу вторичных отстойников оценивают по выносу взвешенных веществ и концентрации активного ила. При регулярном удалении ила концентрация его не превышает 4 – 8 г/л, что соответствует влажности 99,6-99,2%. Более высокая концентрация возвратного ила указывает на нарушение режима его циркуляции.

При хорошем качестве ила и эффективной работе отстойников вынос ила с очищенной водой не должен превышать 15 мг/л и не зависит от исходной дозы ила, а зависит лишь от времени отстаивания. Найдена зависимость между степенью очистки воды по БПК и выносом ила с очищенной водой. При заданной продолжительности отстаивания, чем глубже очищена вода, тем меньше вынос ила.

Повышенный вынос ила может быть обусловлен:

– плохим качеством ила;

– перегрузкой сооружений в целом по воде (или отдельных отстойников), что ведет к уменьшению времени пребывания воды в отстойниках;

– нерегулярном или неполном удалении ила из отстойников;

– поступлением на сооружения токсичных сточных вод.

Если отстойники работают эффективно, без нарушения режима в них, продолжаются биохимические процессы, что ведет к уменьшению концентрации органических загрязнений (БПК), увеличению содержания окисленных форм азота и растворенного кислорода. Ухудшение химических показателей после отстойников (в сравнении с аэротенками) свидетельствует о повторном загрязнении воды в отстойниках в результате гниения при его не регулярном или некачественном выпуске.

Нарушение режима работы отстойников отрицательно сказывается на работе аэротенков. Ил при длительном пребывании в анаэробных условиях теряет свою активность. Низкое качество ила при регулярном его удалении составляет 98,5 – 99,5%. Более низкая влажность ила свидетельствует о несвоевременном выпуске ила.

Назначение эрлифтов.

Эрлифт – устройство для подъема капельной жидкости за счет энергии, содержащейся в смешиваемом с ней сжатом газе. В эрлифте сжатый воздух или газ от компрессора подается по трубопроводу, смешивается с жидкостью, образуя газожидкостную или водо-воздушную эмульсию, которая поднимается по трубе. Смешение воздуха с жидкостью происходит в башмаке, соединяющим трубы. Действие эрлифта основано на уравновешивании столба водо-воздушной смеси столбом капельной жидкости на основе закона сообщающихся сосудов. Один из них – резервуар, а другой – труба, в которой находится водо-воздушная смесь.

4.5.8 Фильтры.

Фильтрами называются сооружения, в которых вода, прошедшая предварительное осветление, двигаясь сквозь слой фильтрующей загрузки, осветляется, оставляя на зернах загрузки находящиеся в ней хлопьевидные загрязнения.

Технологическая схема

Сточные воды после вторичных отстойников с параметрами: взвешенные вещества –15мг/л, БПК – 15мг/л, поступают в приемный резервуар насосной станции доочистки, откуда первой группой насосов подается на фильтры ОКСИПОР (загрузка – керамзит). На этих фильтрах происходит снижение концентрации загрязнений по БПК и взвешенным веществам до 3мг/л. Для очистки сточных вод от фосфора применяется метод реагентного фильтрования, с этой целью перед фильтрами вводится раствор коагулянта – сернокислый алюминий.

Отфильтрованная вода после фильтров направляется на контактные резервуары и частично в резервуар чистой промывной воды насосной станции доочистки.

Промывка фильтров производится чистой промывной водой, подаваемой в фильтр сверху над загрузкой. Грязная промывная вода самотеком поступает в резервуар грязной промывной воды насосной станции доочистки, откуда насосами перекачивается в голову очистных сооружений.

Таблица 9 – Основные расчетные и исходные данные по сооружениям доочистки

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество 1 очередь всего	
1	2	3	4	
1	Расход сточных вод после биологической очистки	м³/сутки м³/час сред м³/час макс	2396,76 354 495	4396,76 708 990
2	Фильтры ОКСИПОР: площадь одного фильтра количество фильтров общая площадь фильтров	 м² шт. м	 30 6 180	 – – –
3	Расчетная скорость фильтрования: – в нормальном режиме – в форсированном режиме (при одном отключенном на ремонт или промывку). Интенсивность подачи воды при промывке. Продолжительность промывки. Расход промывной воды. Расход воздуха, подаваемый на фильтр при расходе 3 м³ воды	 м/час м/час л/сек./м² мин. л/сек. м³/час	 4,2 5,5 16 8 480 1730	 4,2 5,5 16 8 480 1730

Работа аэрируемых фильтров с пористой загрузкой:

Исходная обрабатываемая вода поступает в над фильтровальную часть корпуса фильтра и заполняет его. Необходимые условия работы фильтра с пористой загрузкой: - предварительное насыщение поступающей воды кислородом воздуха.

Для этой цели в над загрузочном пространстве фильтра необходимо обеспечить слой воды (водяную подушку) высотой 0,5м с начала фильтроцикла. Это достигается путем устройства гидравлического затвора (сифона) на отводном трубопроводе фильтрованной воды.

Распределительная воздушная система расположена на глубине 0,5м от верха пористой загрузки. В качестве пористой загрузки используют недробленый керамзит.

Нижняя часть заполняется гравием. Перед загрузкой фильтров керамзит должен предварительно замачиваться в течение 1-2 суток с целью отбраковки его зерен.

Водяная обратная промывка фильтра производится при выключении гидравлического затвора фильтрованной чистой воды из резервуара насосной станции доочистки.

Отвод фильтрованной чистой воды и подача промывной воды производится через водяную распределительную систему.

4.5.9 Насосная станция доочистки

Станция глубокой доочистки сточных вод состоит из двух частей:

– насосной станции с резервуарами;
– здания фильтров.

Насосная станция глубокой доочистки в свою очередь разделяется на:

– приемный резервуар биологически очищенной воды;
– машинный зал;
– резервуар чистой промывной воды;
– резервуар грязной промывной воды;
– коагулянтное хозяйство.
– Приемный резервуар биологически очищенной воды – 2шт., объемом по 115м³, оборудованы взмучиванием в виде воздушных стояков из труб Ду-15мм и электродами уровней для управления насосами машинного зала.

В машинном зале, расположенном параллельно резервуарам и заглубленном вместе с резервуарами на отметку – 4,25м, смонтировано, как технологическое, так и вспомогательное насосное оборудование.

Первая группа насосов – 5шт. СД 450/22,5-б с электродвигателем мощностью 45кВт и частотой вращения 1000об/мин. Подает биологически очищенную сточную воду из приемных резервуаров по трубопроводам М5Н и М6Н на фильтры в здание фильтров.

Вторая группа насосов – 5шт. СД 450/22,5 с электродвигателями мощностью 75 кВт и частотой вращения 1000об/мин. Подает чистую промывную воду на промывку фильтров по трубопроводу М7Н.

Третья группа насосов – 1шт. ФГ 81/31 с электродвигателем 13 кВт и частотой вращения 1500об/мин. По трубопроводу М8Н подает грязную промывную воду в приемную камеру очистных сооружений.

Смыв и протечки из дренажного приямка машинного зала откачиваются в резервуар грязной промывной воды дренажным насосом НЦС-1 с электродвигателем мощностью 7 кВт и частотой вращения 1500об/мин.

Резервуар чистой промывной воды представляет собой емкость из сборного железобетона объемом 460 м³ и служит для накопления воды для промывки фильтров.

Резервуар гидравлически связан с линией М10 подачи чистой отфильтрованной воды в контактные резервуары, а также оснащен электродами для управления насосами и воздушным взмучиванием, которое выполнено в виде воздушных стояков из труб Ду 15мм.

Резервуар грязной промывной воды представляет собой емкость из сборного железобетона объемом 460 м³ и служит для накопления грязной промывной воды при промывке фильтров с последующей откачкой ее в приемную камеру очистных сооружений насосом СД 450/22,5-б №1 и насосом ФГ 81/31 № 12.

Резервуар оборудован электродами для управления насосами и воздушным взмучиванием в виде воздушных стояков Ду 15мм.

Коагулянтное хозяйство расположено на первом этаже насосной станции и представляет собой помещение 6м х 15м, в котором размещен и склад коагулянта, и растворно - расходные баки раствора коагулянта. Баки оснащены поплавковыми дозаторами и воздушным перемешиванием, способствующим лучшему и скорому растворению коагулянта. Баки связаны с всасывающими патрубками первой группы насосов машинного зала трубопроводом подачи раствора коагулянта Ду 25мм.

Все оборудование насосной станции обслуживается тремя кран – балками, управляемыми с пола, общая мощность электроприводов установленных на кран – балках составляет 9,7 кВт, а также имеется сварочный аппарат мощностью 30 кВт.

4.5.10 Иловая насосная станция

В подвальном помещении производственного здания расположена насосная станция, которая обслуживает блок биологической очистки сточных вод, сооружения по обезвоживанию осадков, а также внутриплощадочную канализацию.

В насосной станции установлены:

– Насос опорожнения блока емкостей ФГ 216/24с двигателем мощностью 22Квт и частотой вращения 1000об/мин. Нагнетающим трубопроводом насос связан с приемной камерой очистных сооружений.

– Насосы удаления осадка из бака аэробно - сброженной смеси ФГ 14,5/10 – 2шт. с двигателем мощностью 11 кВт и частотой вращения 1500об/мин.

– Насосы технической воды 3К- 6 – 2шт. с двигателем мощностью 13 кВт и частотой вращения 3000об/мин. Насосы используются в основном для подачи технической воды на гидроэлеваторы при откачке песка из песколовок, а также для промывки трубопроводов опорожнения блока емкостей, для размыва слежавшегося ила в блоке биологической очистки и других целей.

– Насосы ФГ 29/40 – 2шт. для откачки внутриплощадочной канализации из резервуара Р-1 в приемную камеру очистных сооружений с двигателями мощностью 7,5 кВт и частотой вращения 1500об/мин.

– Дренажный насос НЦС-1 с двигателем мощностью 7,5 кВт и частотой вращения 1500об/мин. Этот насос перекачивает все протечки и смывы насосной станции из приямка в резервуар Р-1.

– Насосная станция обслуживается кран – балкой грузоподъемностью 1т и электротельфером грузоподъемностью 1т, мощность установленных двигателей 4,2 кВт.

4.5.11 Хлораторная

Обеззараживание и дезинфекция сточных вод производится для уничтожения содержащихся в них патогенных микроорганизмов и устранения опасности заражения водоема этими микробами при спуске в него очищенных сточных вод.

Патогенные микробы не могут быть полностью удалены ни при отстаивании, ни при искусственной биологической очистке сточных вод. В сооружениях биологической очистки сточных вод (аэротенках) устраняется от 91% до 98% таких бактерий. Поэтому после механической и биологической очистки до спуска в водоем требуется обеззараживание сточной воды. Оно может быть эффективно только в том случае, когда в воде содержатся взвешенные вещества.

Дезинфекция сточных вод производится хлорированием, т.е. введение в сточную воду определенного количества гипохлорита натрия. Сущность обеззараживающего действия гипохлорита натрия заключается в окислении и распаде ферментов в составе протоплазмы клеток бактерий, в результате чего бактерии погибают. Для эффективного обеззараживания гипохлорит натрия должен быть хорошо перемешан со сточной водой, и находиться определенное время в контакте с ней. Контакт гипохлорита натрия со сточной водой осуществляется в контактных резервуарах и должен продолжаться не менее 30 минут (с учетом времени движения хлорированных вод в трубах до спуска в водоем). Дозу остаточного хлора устанавливают пробным хлорированием из

расчета, чтобы в 1л воды оставалось не менее 0,3мг хлора, не вступившего в реакцию, который является показателем достаточности принятой дозы.

Техническая характеристика

Хлораторная представляет собой здание размерами в плане 12м х12м, состоящее из двух частей:

– в одноэтажной размещается склад контейнеров;

– в двухэтажной – хлордозаторная, насосная станция, вент.камера и вспомогательные помещения.

1.Назначение и принцип работы гипохлоритной установки

Гипохлоритная установка предназначена для приготовления и подачи раствора гипохлорита натрия в контактные резервуары для обеззараживания очищенной сточной воды.

В качестве обеззараживающего реагента применяется гипохлорит натрия.

По паспорту качества: Гипохлорит натрия марки А в жидком виде 12%-ной концентрации (массовая концентрация активного хлора 120г/дм^3).

Гипохлорит натрия поставляется автотранспортом на очистные сооружения в полиэтиленовых емкостях объемом 1000л (1200кг).

Емкости с гипохлоритом натрия размещаются в складе при помощи кран-балки.

Исходная емкость устанавливается на эстакаде (подставке) при помощи кран-балки.

К запорному крану исходной емкости подключается гофрированный шланг.

Концентрированный раствор гипохлорита натрия из исходной емкости самотеком перепускается по гофрированному шлангу в расходную емкость до отметки 750 литров.

Приготовление рабочего раствора гипохлорита натрия 3%-ной концентрации осуществляется в расходной емкости, которая размещается в хлордозаторной.

Подача рабочего раствора гипохлорита натрия в контактные резервуары производится при помощи эжектора. Подача воды к эжектору насосом К 18/20 из бака разрыва струи

Учет расхода гипохлорита натрия объемным способом по снижению уровня раствора в расходной емкости, контроль по мерной шкале.

Определение остаточного хлора по методике ПНД Ф 14.1:2.113-97.

Техническая характеристика гипохлоритной установки.

Характеристика оборудования гипохлоридной усттановки приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Характеристика оборудования гиплохлоридной установки

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во	Техническая характеристика	Назначение
1	2	3	4	5
1	Полиэтиленовые емкости в металлическом каркасе размещаются в складе хлора	2	L×B×H=1,16×0,96×0,96м Полезная высота - 0,90м Технологический объем – 1000л Оборудование емкостей: - запорный кран d_y=50мм в нижней части емкости; - клапан с крышкой в верхней части емкости для сброса воздуха во время перевозки	Для перевозки и хранения концентрированного раствора гипохлорита натрия 12%-ой концентрации
2	Исходная емкость в металлическом каркасе размещается на эстакаде (подставке) в складе хлора	1	L×B×H=1,16×0,96×0,96м Полезная высота - 0,90м Технологический объем – 1000л Оборудование исходной емкости: - запорный кран d_y=50мм в нижней части емкости; - клапан с крышкой в верхней части емкости для сброса воздуха; - гофрированный шланг ПВХ для подачи концентрированного раствора в расходную емкость	Для хранения концентрированного раствора гипохлорита натрия 12%-ой концентрации
3	Расходная емкость в металлическом каркасе размещается в хлордозаторной	1	L×B×H=1,16×0,96×0,96м Полезная высота - 0,90м Технологический объем – 1000л Оборудование расходной емкости: - крышка в верхней части емкости; - запорный кран d_y=50мм в нижней части емкости; - самотечный трубопровод (шланг ПВХ) с химически стойкимим вентилями d_y=25мм и d_y=25мм подачи раствора гипохлорита к эжектору; - эжектор; - трубопровод из нержавеющей стали подачи хлорной воды в контактные резервуары; - трубопровод с резиновым шлангом для подачи воды в расходную емкость; - трубопровод с резиновым шлангом для подачи воздуха в расходную емкость; - мерная шкала	Для приготовления рабочего раствора гипохлорита натрия 6%-ной концентрации

Продолжение таблицы 10

4	Насосы подачи воды на эжектор из бака разрыва струи	2	Насос типа К 18/20 1раб., 1 рез., №1 и №2 Q=18м^3/час, Н=20м с электродвигателем А80В N=2,2 кВт Оборудование насоса: - всасывающий трубопровод с вентилем dy=50 мм; - напорный трубопровод с вентилем dy=50 мм; - манометр МП4-УУ2; - ящик управления.	Для подачи воды на эжектор и в расходную емкость

Порядок приготовления и подачи раствора гипохлорита натрия

Перед приготовлением раствора включить приточно-вытяжную вентиляцию, одеть защитные очки, резиновые перчатки, фартук из прорезиненной ткани, резиновые сапоги.

Приготовление рабочего раствора гипохлорита натрия 3%-ной концентрации выполняется в следующей последовательности:

– открыть крышку в верхней зоне расходной емкости;

– опустить резиновый шланг подачи воды в расходную емкость, открыть кран на водопроводе, включить подкачивающий насос;

– в расходную емкость заливается вода до отметки 750л;

– отключить подкачивающий насос, закрыть кран на водопроводе, убрать шланг подачи воды;

– опустить гофрированный шланг подачи концентрированного раствора в расходную емкость;

– открыть запорный кран d_y=50мм в нижней части исходной емкости;

– в расходную емкость самотеком заливается концентрированный раствор гипохлорита натрия в количестве 250л до отметки 1000л;

– закрыть запорный кран d_y=50мм в нижней части исходной емкости;

– убрать гофрированный шланг;

– опустить шланг подачи воздуха в расходную емкость для перемешивания раствора гипохлорита натрия;

– открыть вентиль на воздуховоде;

– раствор гипохлорита перемешивать в течение 3-5мин;

– -закрыть вентиль на воздуховоде и убрать шланг;

– закрыть крышку на расходной емкости.

Подача раствора гипохлорита натрия в контактные резервуары выполняется в следующей последовательности:

– открыть кран на водопроводе и включить насос подачи воды к эжектору;

– полностью открыть запорный кран на расходной емкости;

– полностью открыть промежуточный кран на самотечной линии подачи раствора гипохлорита к эжектору;

– регулирование расхода гипохлорита осуществлять регулировочным вентилем;

Примечание: в случае засорения регулировочного вентиля, необходимо полностью открыть его на короткое время.

– контроль расхода гипохлорита натрия по мерной шкале ежечасно;

– -определение остаточного хлора по методике ПНД Ф 14.1:2.113-97 ежечасно.

Методика определения остаточного хлора

– В коническую колбу на 250мл помещаем 0,25 гKI

– Растворяем 2,3 лм дистиллированной воды

– Приливаем 6мл уксусно-ацетатного буферного раствора и 100мл пробы

– .Перемешиваем и помещаем на 5мин. в темное место

– Титруем тиосульфатом натрия 0,01 % в присутствии 1,5мл раствора крахмала до обесцвечивания.

– По таблице 11 определяем дозу остаточного хлора

Таблица 11 –таблица определения остаточного хлора в воде по результатам титрования

расход тиосульфата натрия, мл	остаточный хлор, мг/л	расход тиосульфата натрия, мл	остаточный хлор, мг/л
1	2	3	4
0,1	0,355	1,1	3,905
0,15	0,533	1,15	4,082
0,2	0,71	1,2	4,26
0,25	0,887	1,25	4,437
0,3	1,065	1,3	4,615
0,35	1,242	1,35	4,792
0,4	1,42	1,4	4,97
0,45	1,597	1,45	5,147
0,5	1,775	1,5	5,325
0,55	1,952	1,55	5,502
0,6	2,13	1,6	5,68
0,65	2,307	1,65	5,857
0,7	2,485	1,7	6,035
0,75	2,662	1,75	6,212
0,8	2,84	1,8	6,39
0,85	3,017	1,85	6,567
0,9	3,195	1,9	6,745
0,95	3,372	1,95	6,922
1,0	3,55	2,0	7,1
1,05	3,727		

Отключение гипохлоритной установки из работы в период отсутствия подачи сточной воды в контактные резервуары:

– закрыть промежуточный вентиль на самотечной линии подачи раствора гипохлорита;

– отключить подкачивающий насос и закрыть вентиль на водопроводе.

– В случае отключения гипохлоритной установки из работы:

– полностью закрыть запорный кран на расходной емкости;

– полностью открыть регулировочный вентиль для срабатывания раствора из самотечной линии:

– отключить насос подающий воду к эжектору.

Примечание. Фактическая доза активного хлора подтверждается в производственных условиях по данным бактериологического анализа. Согласно СНиП рекомендуемая доза активного хлора 3 г/м^3.

Контроль расхода гипохлорита натрия объемным способом по снижению уровня раствора в расходной емкости по мерной шкале:

Таблица 12 – Расход гипохлорита натри

Расход сточной воды, м^3/час	Доза активного хлора, г/м^3	Расход ГХН3%-ной концентрации, л/час	Расход (ГХН)по шкале, см/час
1	2	3	4
187,5	2,0	12,5	1,12
187,5	3,0	18,8	1,69

Контроль расхода гипохлорита натрия объемным способом по снижению уровня раствора в расходной емкости по мерной шкале при дозе активного хлора d_x=3,0г/м^3 и разных расходах сточной воды:

Таблица 13 – Расхода гипохлорита натрия объемным способом по снижению уровня раствора в расходной емкости по мерной шкале

Доза активного хлора, г/м^3	Расход сточной воды, м^3/час	Расход ГХН,л/час	Расход ГХН по шкале, см/час
1	2	3	4
3,0	160,0	16,0	1,44
3,0	187,5	18,8	1,69
3,0	200,0	20,0	1,8
3,0	220,0	22,0	1,98
3,0	250,0	25,0	2,25

4.5.12 Контактные резервуары

Контактные резервуары предназначены для обеспечения контакта хлора со сточной водой в течение 30 мин при максимальном ее притоке.

Контактные резервуары 2шт. с размерами (9х6х4,5)м – это сборно-монолитные ж/бетонные емкости, расположенные ниже уровня земли, в которые подается очищенная сточная вода после станции доочистки и хлорная вода из хлораторной для обеззараживания. Для полного обеззараживания всей массы сточных вод контактные резервуары оборудованы воздушным борботажом. Резервуары оборудованы входными распределительными лотками и выходными водосборными. Обеззараженная вода из водосборных лотков поступает в самотечный сбросной коллектор, по которому и попадает в реку. Равномерная подача воды по контактным резервуарам регулируется задвижками, расположенными в камере переключения перед контактными резервуарами.

4.6 Характеристика осадков сточных вод

Осадки городских сточных вод имеют большие объемы, высокую влажность, неоднородные состав и свойства, содержат органические вещества, которые могут быстро разлагаться и загнивать. Осадки заражены бактериальной и патогенной микрофлорой и яйцами гельминтов.

Объем осадков, образующихся на городской очистной станции, составляет около 1% от расхода сточной воды. Осадок из первичных отстойников и избыточный активный ил на 65-75% состоит из органических веществ, которые на 80-85% представлены белками, жирами и углеводами.

Осадки сточных вод относятся к трудно фильтруемым иловым суспензиям. Водоотдающие свойства осадков характеризуются удельным сопротивлением фильтрации. Влага, содержащаяся в осадках, подразделяется:

– на свободную (60-65%), которая не связана с твердым веществом и может быть удалена при гравитационном уплотнении, сушкой на иловых площадках, фильтрацией, центрифугированием и отжимом;

– на коллоидно – связанную, которая связана с твердыми частицами в виде гидратной оболочки и может быть частично удалена вакуум – фильтрацией или фильтр – прессованием после коагуляции химическим реагентами.

Полностью удалить всю коллоидно – связанную воду можно только сушкой при высоких температурах.

Также в осадках содержится гигроскопическая вода – влага, поглощенная веществом. Не удаляется даже при термосушке. Ее содержание составляет 5 – 6%.

В последние годы все большее распространение находит флотационное уплотнение активного ила, позволяющее уменьшить продолжительность процесса по сравнению с гравитационным (отстаиванием) и достичь меньшей влажности.

Уплотнение

Принимаем совместное уплотнение избыточного ила с осадком первичных отстойников в уплотнителях радиального типа.

Полезная площадь поперечного сечения радиального илоуплотнителя

$$F_{полез} = \frac{p_{сух}}{23q_{сух}}, \qquad (93)$$

где $p_{сух}$ – количество смеси осадка и ила по сухому веществу, кг/сут;

$q_{сух}$ – удельная нагрузка по сухому веществу, $q_{сух} = 1{,}03$ кг/м^2·ч .

Количество сухого вещества осадка

$$P_{сух} = \frac{V_{ос} \cdot (100 - W_{ос}) \cdot y_{ос}}{100}, \qquad (94)$$

где $y_{ос}$ – плотность осадка, $y_{ос} = 1{,}03$ т/м^3;

$W_{ос}$ –влажность осадка, $W_{ос} = 93{,}5\%$;

$V_{ос}$ –объем осадка первичных отстойников, $V_{ос} = 44$ м^3/сут.

$$P_{сух} = \frac{44 \cdot (100 - 93{,}5) \cdot 1{,}03}{100} = 2{,}95 \text{ т/сут.}$$

Количество сухого вещества избыточного ила

$$И_{сух} = \frac{V_{ил} \cdot (100 - W_{ил}) \cdot y_{ил}}{100}, \qquad (95)$$

где $y_{ил}$ – плотность ила, $y_{ил} = 1{,}01$ т/м^3;

$W_{ил}$ –влажность ила, $W_{ил} = 99{,}2\%$;

$V_{ил}$ –объем избыточного активного ила, $V_{ил} = 52{,}7$ м^3/сут.

$$И_{сух} = \frac{52{,}7 \cdot (100 - 99{,}2) \cdot 1{,}01}{100} = 0{,}43 \text{ т/сут.}$$

$$F_{полезн.} = \frac{(2{,}95 + 0{,}43) \cdot 100}{24 \cdot 2} = 7{,}04 \text{ м}^2.$$

Объем уплотненного осадка при влажности $W_{уп.ос.} = 97\%$ и $P_{уп.ос.} = 1{,}2$ т/м^3

$$V_{уп.ос.} = \frac{(P_{сух} + И_{сух}) \cdot 100}{(100 - W_{уп.ос.}) \cdot P_{уп.ос.}} = \frac{(2{,}95 + 0{,}43) \cdot 100}{(100 - 97) \cdot 1{,}02} = 93{,}9 \text{ м}^3\text{/сут.} \qquad (96)$$

Объем иловой воды

$$V_{ил.в.} = V_{ил} + V_{ос} - V_{уп.ос} = 52{,}7 + 44 - 93{,}9 = 2{,}8\,м^3/сут. \quad (97)$$

Количество беззольного вещества:

осадка

$$P_{бз} = \frac{P_{сух} \cdot (100 - B_{ос}) \cdot (100 - З_{ос})}{100 \cdot 100}, \quad (98)$$

ила

$$И_{бз} = \frac{P_{сух} \cdot (100 - B_{ил}) \cdot (100 - З_{ил})}{100 \cdot 100}, \quad (99)$$

где $B_{ос} = 5\%$; $B_{ил} = 6\%$– гигроскопическая влажность осадка и ила соответственно.

$$P_{бз} = \frac{2{,}95 \cdot (100 - 5) \cdot (100 - 30)}{100 \cdot 100} = 1{,}96\ т/сут;$$

$$И_{бз} = \frac{0{,}43 \cdot (100 - 6) \cdot (100 - 25)}{100 \cdot 100} = 0{,}28\ т/сут.$$

Общее количество смеси осадков
по сухому веществу

$$M_{сух} = P_{сух} + И_{сух} = 2{,}95 + 0{,}43 = 3{,}38\ \ т/сут; \quad (100)$$

по беззольному веществу

$$M_{без} = P_{бз} + И_{бз} = 1{,}96 + 0{,}28 = 2{,}24\ \ т/сут \quad (101)$$

по объему $V_{см} = 900$ м^3/сут.

Выход газа и газгольдеры

Максимально возможное сбраживание беззольного вещества смеси ила и осадка в долях единиц.

$$R_{\lim} = \frac{0{,}53 \cdot Р_{бз} + 0{,}44 \cdot И_{бз}}{Р_{бз} + И_{бз}} = \frac{0{,}53 \cdot 1{,}96 + 0{,}44 \cdot 0{,}28}{1{,}96 + 0{,}28} = 0{,}52. \quad (102)$$

Распад беззольного вещества

$$R_ч = R_{\lim} - К_ч \cdot Д; \quad (103)$$

$$R_ч = 52 - 0{,}17 \cdot 19 = 48{,}77\,\%.$$

Объем уплотненного осадка

$$V_{упл} = \frac{M_{сбр} \cdot 100}{(100 - W_{упл}) \cdot p_{уп}}, \quad (104)$$

где $M_{сбр}$ – количество сброженного осадка по сухому веществу.

$$M_{сбр} = M_{сух} - M_{бз} \cdot R_{\lim} = 3{,}38 - 2{,}24 \cdot 0{,}52 = 2{,}2\ \text{т/сут}. \quad (105)$$

$$V_{упл} = \frac{2{,}2 \cdot 100}{(100 - 97) \cdot 1{,}02} = 71{,}9\ \text{м}^3/\text{сут}.$$

Объем иловой воды

$$V_{ил} = V_{см} \cdot (q_{уд} + 1) - V_{упл} = 900 \cdot (4 + 1) - 71{,}9 = 4428{,}1\ \text{м}^3/\text{сут}. \quad (106)$$

Обезвоживание на вакуум-фильтрах

Требуемая поверхность вакуум-фильтров

$$F_{в.ф} = \frac{M_{сбр} \cdot 1000}{q_{уд} \cdot t_р}, \quad (107)$$

где $q_{уд}$ –удельная нагрузка на единицу площади вакуум – фильтра по сухому веществу, $q_{уд} = 20$ кг/м^2·ч;

$t_р$ –время работы вакуум – фильтров в сутки, $t_р = 20$ ч/сут.

$$F_{в.ф} = \frac{2{,}2 \cdot 1000}{20 \cdot 20} = 5{,}5\ \text{м}^2$$

Принимаем две рабочих и одну резервный вакуум – фильтр типа БОУ – 20 – 2,6.

Количество обезвоженного осадка

$$V_{кека} = \frac{V_{упл} \cdot (100 - W_{см})}{100 - W_{кека}}, \quad (108)$$

где влажность кека $W_{кека} = 80$ %.

$$V_{кека} = \frac{71{,}9 \cdot (100 - 99{,}6)}{100 - 80} = 1{,}44 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Количество иловой воды, отделяемой в ресивере,

$$V_{ил.в} = V_{упл} - V_{кекв} = 71{,}9 - 1{,}44 = 70{,}46 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (109)$$

Сушилка кека в сушилках барабанного типа

Количество высушенного осадка при влажности $W_{сух} = 35\%$

$$V_{сух} = \frac{V_{кека} \cdot (100 - W_{кека})}{100 - W_{сух}} = \frac{1{,}44 \cdot (100 - 80)}{100 - 35} = 0{,}44 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (110)$$

Количество испаряемой влаги

$$V_{исп} = V_{кека} - V_{сух} = 1{,}44 - 0{,}44 = 1 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (111)$$

Требуемый объем барабанных сушилок

$$V_{суш} = \frac{V_{исп} \cdot 1000}{24 \cdot q_{уд}}, \quad (112)$$

где $q_{уд}$ – удельная нагрузка по испаряемой влаге, $q_{уд} = 60$ кг/м^3·ч.

$$V_{суш} = \frac{1 \cdot 1000}{24 \cdot 60} = 0{,}69 \text{ м}^3. \quad (113)$$

Принимаем две сушилки диаметром 2,2 м.

Длина сушилки

$$L_{суш} = \frac{4 \cdot 0{,}69}{3{,}14 \cdot 2{,}2^2 \cdot 2} = 0{,}1.$$

Принимаем $L_{суш} = 10$ м.

4.7 Иловые площадки

Аварийные иловые площадки относятся к сооружениям по обработке осадка.

Для подсушки и созревания избыточного активного ила на очистных сооружениях использованы иловые площадки каскадного типа (2 каскада) в количестве 5 штук.

Размер одной карты –12х15 м, общая площадь всех иловых площадок равна 900м^2 .Таким образом, площадей существующих иловых площадок достаточно для обработки всего количества осадка, образующегося на очистных сооружениях. Днище – монолитный ж/б, стены – сборный ж/б.

Система удаления уплотненной аэробно –сброженной массы из илоуплотнителей состоит из:

– эрлифтов (4шт.), которые установлены в илоуплотнителях блока емкостей;

– сборного трубопровода И-10 Ду –200мм;

– бака накопителя в насосной станции производственного корпуса V = 2,5м^3;

– 2-х насосов ФГ 29/24-б с двигателем мощностью 7,5кВт и частотой вращения 3000 об/мин.

Насосы подают аэробно – сброженную массу в количестве 13,3 м^3/час. на сооружения по обезвоживанию осадка.

Аэробно –сброженная смесь насосами ФГ 29/24-б подается по трубопроводу

И-10 Ду-100мм, а потом по трубопроводу АИ-10 на иловые площадки, где и происходит обезвоживание путем дренажа иловой воды и испарения летом, и вымерзания зимой над иловой воды.

Дренажная вода по трубопроводу ДИ-10 поступает в систему внутриплощадочной канализации. Обезвоженный осадок при помощи автотранспорта удаляется на площадки складирования и хранения. Переключение выпусков на карты производится задвижками Ду-150мм, установленными в колодцах №41,42,43,44,45. Отвод дренажной воды производится через колодцы № 35,36,37,38,39.

В летний период времени откачка аэробно –сброженной смеси, опорожнение, и промывка аэротенков производится на дальние иловые поля.

Требуемая площадь

$$F_{ил.пл} = \frac{V_{см} \cdot 365}{q_{уд} \cdot K_1} \cdot 0{,}2, \qquad (114)$$

где $q_{уд}$ – удельная нагрузка, $q_{уд} = 0{,}8$ м3/м^2;

K_1 – климатический коэффициент, $K_1 = 0{,}9$.

$$F_{ил.пл} = \frac{900 \cdot 365}{0{,}8 \cdot 0{,}9} \cdot 0{,}2 = 91250 \text{ м}^2.$$

Полная площадь иловых площадок

$$F_{полн} = 91250 \cdot 1{,}2 = 109500 \text{ м}^2 \approx 10 \text{ га.} \quad (115)$$

К вспомогательным объектам очистных сооружений относятся:

– Производственное здание;
– Административно –бытовой корпус;
– Электрокотельная;
– Внутриплощадочные сети.

В производственном здании очистных сооружений расположены:

– Воздуходувная станция с встроенной трансформаторной подстанцией;
– Иловая насосная станция;
– Слесарная мастерская, сварочный пост;
– Столярная мастерская;
– Складское помещение.

4.8 Воздуходувная станция

Для обеспечения электроэнергией воздуходувной станции, иловой насосной станции в производственном корпусе имеется встроенная трансформаторная подстанция, где установлены 2 трансформатора мощностью 1000кВт каждый. Подстанция запитана от 2-х линий 10кВ, имеется автоматическое устройство переключения с одной линии питания на другую.

Воздуходувная станция состоит из четырех воздуходувок ТВ-80-1,6/0,63 и камеры фильтров.

Воздуходувки ТВ-80-1,6/0,63 с электродвигателями мощностью 160кВт и частотой вращения 3000об/мин, производительностью 6000м³/час сжатого воздуха, давление 1,63атм. Предназначены для обеспечения воздухом всего комплекса очистных сооружений.

Назначение.

Многоступенчатые двухопорные воздуходувки предназначены для сжатия и подачи воздуха на очистные сооружения.

Воздуходувки ТВ-80-1,6/0,63 оборудованы всасывающими патрубками и нагнетательным трубопроводом. Всасывающие патрубки производят забор воздуха из подпольных каналов, которые соединены с камерой фильтров. В камере фильтров установлены 2 пластинчатых фильтра, работающих поочередно. Камера фильтров имеет всасывающий проем, оборудованный жалюзийной решеткой с подогревом. Здание воздуходувной станции обслуживается

кран -балкой грузоподъемностью 5т мощность установленных электродвигателей 5,5кВт.

На нагнетающих патрубках воздуходувок установлены задвижки Ду400мм (4шт.) с электроприводом мощность электродвигателя 3,0кВт каждый.

Каждая воздуходувка оборудована системой охлаждения подшипников, состоящей из подводящего и отводящего трубопроводов холодной воды. Использованная вода сбрасывается во внутриплощадочную канализацию. Температура масляной ванны подшипников контролируется термопарами и приборами ТСМ, которые встроены в управление двигателями воздуходувок. В случае перегрева масляной ванны подшипников приводной двигатель воздуходувки выключается.

Слесарная мастерская

Она оборудована столами, стеллажами для хранения метизов и других мелких деталей, заточным станком, мощность двигателя которого 2,2 кВт, частота вращения 1500 об/мин. Из-за того, что мастерская не оборудована станками первой необходимости, приходится даже незначительные поделки и ремонт, требующей незначительной механической обработки, передавать в РММ. Это с одной стороны увеличивает сроки ремонта, а с другой стороны – увеличивает загрузку РММ.

Административно – бытовой корпус

В АБК очистных сооружений расположены хим. лаборатория, бытовые помещения для обслуживающего персонала, кабинеты руководящего и оперативного персонала очистных сооружений, а также главный тепловой узел, узел ввода водопровода.

Электрокотельная

Для обеспечения теплом и горячего водоснабжения всех помещений очистных сооружений предназначена электрокотельная.

На эл.котельной установлено 4 котла типа КЭВ 250/0,4 (котел электродный водогрейный) со следующими параметрами:

а) потребляемая номинальная мощность - 250 кВт;

б) номинальное напряжение, питающей эл. сети – 0,4 КВ;

в) число фаз - /3;

г) рабочее давление в котле;

максимальное – 6 кгс/см²

минимальное – 1 кгс/см²

д) температура воды на входе - 70ºС;

е) температура воды на выходе - 95ºС;

ж) расход воды через котел – 8.6 м³/час;

з) удельное электрическое сопротивление исходной воды при Т=20ºС-5000 Ом.см.;

и) диапазон регулирования мощности – (25:100)%;

к) масса – 251 кг.;

л) габаритные размеры – 585 х 665 х 2000мм.

Котлы электродные водогрейные типа КЭВ 250 предназначены для получения горячей воды за счет тепла, выделяемого электрическим током, при прохождении его непосредственно через воду и применяются, для отопления горячего водоснабжения жилых и производственных помещений как в закрытых отопительных системах. В зимний период в зависимости от наружной температуры воздуха, работает один или два котла.

Трубопроводы, насосное и теплообменное оборудование электрокотельной.

Технологическая схема электрокотельной КОС-17000 состоит из подающего и обратного трубопровода.

– Одного циркуляционного насосов 3К6 с электродвигателем мощностью 13кВт и частота вращения 3000об/мин. Производительность насоса 30м³/час, напором 60м.

– Одного циркуляционного насоса К80/50-200 с электродвигателем мощностью 15кВт и частота вращения 3000об/мин. Производительность насоса 50м³/час, напор 50м.

– Одного циркуляционного насоса К 80/50-200 с электродвигателем мощностью 17кВт и частота вращения 3000об/мин. Производительность насоса 30м³/час, напор 30м.

– Одного подпитывающего насоса К20/30 с электродвигателем мощностью 4кВт и частота вращения 3000об/мин. Производительность насоса 20м³/час, напор 30м.

– Двух подпитывающих насосов КМ8/18 с электродвигателем мощностью 1,5кВт и частота вращения 3000об/мин. Производительность насоса 8м³/час, напор 18м .- обеспечивающих подачу воды на нужды горячего водоснабжения.

– Резервуара для запаса холодной воды объемом 6,8м³ для холодной воды- обеспечивающего компенсацию утечки воды из системы отопления и горячего водоснабжения в течение трех суток.

– Трубопроводов- обеспечивающих дренаж котлов во время продувки и предохранительных клапанов, сбрасывающих при повышении давления в котле.

Внутриплощадочные сети очистных сооружений

– Электрические;
– Теплоснабжения;
– Водопроводные;
– Технологические.

Электрические сети.

К территории очистных сооруженийподходят две ВЛ-10кВ №105 и №106, от них по территории очистных сооружений проложены кабельные линии 10кВ до распределительные устройства, откуда запитаны три основные электроподстанции очистных сооружений.

В одном здании с распределительные устройством расположена подстанция для питания эл. энергией электрокотельной, уличного освещения и хлораторной, установлены 2 трансформатора по 1000 кВа каждый.

В производственном корпусе расположена подстанция, для питания эл. энергией воздуходувной станции, иловой насосной станции, хим.лаборатории, здания АБК, всего производственного корпуса с установленным там оборудованием, здания решеток. В этой подстанции установлены так же 2 трансформатора по 1000 кВа каждый.

Для обеспечения эл. энергией насосной станции доочистки и фильтров существует еще одна подстанция, расположенная в здании фильтров, где установлены 2 трансформатора по 630 кВа каждый.

Все эти подстанции, а также непосредственные потребители запитаны кабельными линиями общей протяженностью 3353м, в т.ч. 2823м кабельных линий 0,4кВ.

Сети теплоснабжения.

Сети теплоснабжения, расположенные в лотках, соединяют электрокотельную со всеми помещениями очистных сооружений. В этих помещениях расположены тепловые узлы и через них запитаны приборы отопления. Протяженность теплосетей 157,8м.

Водопроводные сети.

Водопроводные сети очистных сооружений смонтированы в лотках тепловых сетей и соединяют всех потребителей с узлом ввода, который расположен в здании АБК очистных сооружений.

Технологические сети.

Технологические сети очистных сооружений расположены в основном подземно, кроме небольшого участка трубопровода АИ-10, смонтированного на опорах от производственного корпуса до иловых площадок, а также трубопровода хлорной воды, который смонтирован на поверхности земли.

Внутриплощадочные технологические сети условно можно разделить на:

– Трубопроводы, обеспечивающие технологический процесс очистки сточных вод и обработку осадка;
– Трубопроводы опорожнения емкостей очистных сооружений;
– Трубопроводы бытовой и производственной канализации;
– Аварийные обводные трубопроводы.

О назначении трубопроводов можно судить по названиям, протяженность и диаметры – в зависимости от назначения и количества ингредиента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы были запроектированы системы водоснабжения и водоотведения населенного пункта. Проектные решения были разработаны в соответствие с заданием на проектирование и техническими условиями на водоснабжение и водоотведение по объекту. Технические решения, принятые в проекте, соответствуют требованиям экологических, санитарно – гигиенических норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных проектом мероприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84. М.:2012

2. Канализация населенных мест и промышленных предприятий/Н. И. Лихачев, И. И. Ларин, С, А. Хаскин и др.; Под общ. ред. В. Н. Самохина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1981. — 639 с.

3. СанПиН 2.1.4 1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы. – Введ. 01.01.2002.

4. СанПиН 2.1.2 2645-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях.

5. СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Взамен СТО 4.2-07-2012; введ. 30.12.2013. – Красноярск: ИПК СФУ, 2014. – 60с.

6. ГОСТ 17.1.2.03 – 90 Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды и орошения.

7. СНиП 11-01-95 Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий, и сооружений. М.:1995

8. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. М.:2012.

9. СП 131.13330-2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением N 2). – Введ. 01.12.2013. – Москва: Минрегион России, 2012. – 119 с.

10. Журба М. Г., Соколов Л. И., Говорова Ж. М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: издание второе, переработанное и дополненное. – 1, 2, 3 тома. – М.: Изд- во АСВ, 2003. – 1028 с.

11. Журба, М. Г. Классификаторы технологий очистки природных вод/ М. Г. Журба, А. П. Нечаев, Г. А. Ивлева, Ж. М. Говорова. – М.: НИИ ВОД ГЕО, 2000. – 118 с.

12. Журба М. Г. Сельскохозяйственное водоснабжение. – Кишинев: Universitas, 1991. – 284 с.

13. Фрог, Б. Н. Водоподготовка / Б. Н. Фрог, А. П. Левченко. – М.: Ассоциация строительных вузов, 2007. – 655 с.

14. Яковлев С. В. Водоотведение и очистка сочных вод: учебник для вузов / С. В. Яковлев. – М.: АС, 2002. – 704 с.

15. Ласков, Ю.М., Примеры расчетов канализационных сооружений: учебное пособие для вузов /Ю. М. Ласков, Ю. В. Воронов, В. И. Калицун. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 2004. – 225 с.

16. Хенце, М. Очистка сточных вод: пер. с англ. / М. Хенце, П. Армоэс, И. Ля-Кур-Янсен, Э. Арван. – М.: Мир, 2006. – 480 с.

17. Воронцов А. П. Рациональное природопользование: учеб. пособие / А. П. Воронцов. – М.: ЭКМОС. – 303 с.

18. ГОСТ 21.704-2011. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации наружных сетей водоснабжения и канализации.

19. Репин, Б. Н. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения: справ / Б. Н. Репин, С. С. Запорожец, В. Н. Ереснов и др.; под ред. Б. Н. Репина. – М.: Высш. шк. 1995. – 431 с.

20. Тугай, А. М. Водоснабжение. Курсовое проектирование / А. М. Тугай, В. Е. Терновцев. – Киев: Высш. шк., 1980.

21. Абрамов, Н. Н. Водоснабжение / Н. Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1974.

22. Курганов, А. М. Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения / А. М. Крганов. – М.: «АСВ», СПб., 1998.

23. Лихачев Н. И. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: справ. проектировщика / Н. И. Лихачев, И. И. Ларин, С. А. Хаскин; под ред. В. Н. Самохина. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.

24. Справочное пособие к СНиП 2.04.03-85 Проектирование сооружений для очистки сточных вод.

25. СН 440-79. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. - Введ. 01.04.1980. – Госстрой СССР и Госплан СССР от 29 декабря 1979 г. N 268/206.

26. Абрамов Н. Н. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1979. – 371 с.

27. Оводов В. С. Сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение. – М.: Колос, 1984. – 480 с.

28. Сомов М. А. Водопроводные системы и сооружения. – М.: Стройиздат, 1988. – 399 с.

29. Сомов М. А. Квитка Л. А. Водоснабжение: – М.: ИНФРА–М, 2007. – 287 с.

30. Николадзе Г. И., Сомов М. А. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1995. – 688 с. Сельскохозяйственное одоснабжение 159

31. Николадзе Г. И., Минц Д. М., Кастальский А. А. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. – М.: Высшая школа, 1984.

32. Карамбиров Н. А. Сельскохозяйственное водоснабжение. – М.: Колос, 1978. – 445 с.

33. СНиП РК 4.01-02-2009 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» (с изменениями по состоянию на 13.06.2017 г.)

34. Медиоланская М. М., Мезенева Е. А., Колобова С. В. Проектирование водопроводных сетей: Учеб. пособие. – Вологда: ВТУ, 1999. – 150 с.

35. Антоненко В. Н. Водоснабжение и ирригация: Учебник. – Алматы: КазНТУ, 2001. – 166 с.

36. Олейник В. Н. и др. Справочник по сельскохозяйственному водоснабжению. – М.: Агропромиздат, 1992.

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

38. Палишкин Н. А. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение. – М.: ВО Агропромиздат, 1990.

39. Фетисов В. Д., Завгородняя И. В. Проектирование и расчёт системы водоснабжения сельского населённого пункта. – Краснодар, 2004. – 112 с.

40. Белан А. Е., Хоружий П. Д. Проектирование и расчет устройств водоснабжения. – Киев: Будівельник, 1981. – 312 с.

41. Шевелев Ф. А., Шевелев А. Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ, пособие. – М.: Стройиздат, 1995. – 176 с.

42. Смагин В. Н., Небольсина К. А., Беляков В. М. Курсовые и дипломное проектирование по сельскохозяйственному водоснабжению. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.

43. Рекомендации по инженерному оборудованию сельских населенных пунктов. Часть 2. Водоснабжение/ ЦНИИЭП инженерного оборудования. – М.: Стройиздат, 1984. – 80с.

44. Иванов Е. Н. Противопожарное водоснабжение. – М: Стройиздат, 1986. – 316 с.

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

Инженерно-строительный институт
институт

Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« ___ » _____ 2020 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

20.03.02 Природообустройство и водопользование
код и наименование специальности (специализации), направления

Проектирование и расчет систем водоснабжения и водоотведения поселка городского типа
наименование темы

Пояснительная записка

Руководитель _____ 25.06.20 к.т.н., доц. ИСЗиС, Т.А. Курилина
подпись, дата

Выпускник _____ 25.06.20 В.С. Колычева
подпись, дата

Нормаконтролер _____ 25.06.20 Т.А. Курилина
подпись, дата

Красноярск 2020