

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт  
институт  
Инженерных систем зданий и сооружений  
кафедр

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.И.Матюшенко  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

20.03.02.06 Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения,  
обводнения и водоотведения

Оптимизация системы водоподготовки малых населенных пунктов на  
примере поселка Емельяново Красноярского Края

тема

Пояснительная записка

Научный руководитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ О.Г.Дубровская  
подпись, дата должность, учетная степень инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ Н.М.Кузнецов  
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ О.Г.Дубровская  
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2021

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Оптимизация системы водоподготовки малых населенных пунктов на примере поселка Емельяново Красноярского Края» содержит 95. страниц текстового документа, 31. используемых источников.

Объектом ВКР – посёлок городского типа на примере поселка Емельяново Красноярский Край.

Посёлок Емельяново Расположен на правом берегу реки Качи, на автодороге М-53, в 15 км к западу от города Красноярска. Рядом с посёлком расположен одноимённый аэропорт «Емельяново».

Как муниципальное образование, Емельяновский район основан в 1936 году. Статус муниципального района установлен Законом Красноярского края от 25.02.2005 № 13-3145 «О наделении соответствующим статусом муниципального образования Емельяновский район и находящихся в его составе иных муниципальных образований».

Цель БР: усовершенствование системы водоподготовки при использовании водозабора подземного источника обладающего повышенным содержанием железа, а также расширение сетей водоснабжения поселка городского типа Емельяново.

Задачами проекта являются: оценка состояния существующей системы водоотведения и водоснабжения малого населенного пункта, анализ сточной воды и существующих методов водоочистки для поселков городского типа.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Общие сведения.....	7
1.1. Современное водоснабжение поселка.....	7
1.2 Проектирование водопроводной сети.....	14
1.3 Определение расчётных расходов воды.....	15
1.4 Общее потребление воды поселком.....	18
1.5 Трассировка водоводов и магистральных водопроводных сетей.....	19
1.6 Расчет расходов воды в сети.....	19
1.7 Гидравлическая увязка водопроводной сети.....	21
1.8 Гидравлический расчет водоводов.....	25
2 Расчет скважин.....	26
2.1 Тип водозаборного сооружения подземных вод.....	26
2.2 Гидрогеологический расчет скважин.....	28
2.3 Групповые водозаборы.....	30
3 Расчет и проектирование насосных станций.....	32
3.1 Определение объема РЧВ.....	32
3.2 Определение уровней воды в РЧВ.....	33
3.3 Насосная станция II подъема.....	35
3.4 Определение требуемого напора насосов.....	35
3.5 Подбор насосов.....	38
4 Расчет водопроводных очистных сооружений.....	39
4.1 Процессы осветления и обеспечения воды реагентным методом.....	39
4.2 Производительность очистных сооружений.....	42
4.3 Состав сооружений для очистки воды.....	42
4.4 Растворение коагулянта сжатым воздухом.....	44
4.5 Воздуходувки и воздухопроводы.....	45
4.6 Расчет суженного участка подводящего трубопровода для ввода раствора реагента.....	46
4.7 Склады реагентов.....	47
4.8 Дозирование растворов реагентов.....	48
4.9 Вертикальный (вихревой) смеситель.....	49
4.10 Сбор воды периферийным лотком.....	52
4.11 Коридорный осветлитель со взвешенным слоем осадка.....	53
4.12 Распределение воды.....	56
4.13 Сбор осветленной воды.....	57
4.14 Скорые фильтры с зернистой загрузкой.....	58
4.15 Распределительная система фильтра.....	60
4.16 Расчет устройств для сбора и отвода воды при промывке фильтра.....	62
4.17 Потери напора при промывке фильтра.....	63
4.18 Определение доз обеззараживающих реагентов.....	64
4.19 Система обеззараживания.....	65
4.20 Расчет шламоуплотнителя.....	65

5 Автоматизация.....	66
5.1 Автоматизация работы насосных станций .....	66
5.2 Подключение частотной станции.....	67
5.3 Управление станцией.....	67
5.4 Описание работы станции СЧ211-7,5-0,4УХЛ4.1 .....	68
6 Оценка воздействия систем водоснабжения из подземного источника на окружающую природную среду .....	73
6.1 Характеристика проектируемого объекта .....	73
6.2 Характеристика источника водоснабжения .....	73
6.3 Технологическая схема водоподготовки .....	77
6.4 Технология водоподготовки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду .....	77
6.5 Оценка воздействия на атмосферный воздух.....	77
6.5.1 Расчет валовых выбросов загрязняющих веществ .....	78
6.5.2 Расчет максимальной приземной концентрации .....	79
6.5.3 Расстояние, на котором устанавливается максимальная приземная концентрация .....	81
6.5.4 Нормативный размер санитарно-защитной зоны .....	81
6.6 Количество жидких отходов .....	82
6.7 Расчет количества твердых отходов.....	82
6.8 Определение границ зон санитарной охраны источника.....	83
6.8.1 Общие положения .....	83
6.8.2 Границы первого пояса ЗСО .....	84
6.8.3 Границы второго пояса ЗСО .....	85
6.8.4 Границы третьего пояса ЗСО .....	88
6.9 Определение границ зон санитарной охраны водопроводных сооружений .....	90
6.10 Правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в зону санитарной охраны .....	90
6.10.1 Правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в зону санитарной охраны первого пояса .....	90
6.10.2 Правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в зону санитарной охраны второго пояса .....	91
6.10.3 Правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в зону санитарной охраны третьего пояса .....	93
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	95

## ВВЕДЕНИЕ

Современное водоснабжение поселков и населенных пунктов представляет собой сложные технические системы, обеспечивающие прием природной воды и ее подготовку для последующей подачи потребителям. Для малых населенных пунктов характерно использование воды из подземных источников. Подземные воды обычно содержат несколько десятков химических элементов и соединений. Однако чаще всего препятствует использованию подземной воды для питьевого и промышленного водоснабжения наличие в ней ионов железа, фтора, а так же марганца.

Присутствие фтора и железа в подземных водах обусловлено повсеместным распространением растворимых фтор- и железосодержащих соединений в породах и почвах. Фтор и железо являются довольно распространенными элементами. Содержание фтора составляет около 0,3 г/кг земной коры, в горных породах он присутствует в виде фторидов в ряде минералов, среди которых наиболее часто встречающимися являются плавленый шпат, криолит и фторапатит. Железо является четвертым из наиболее распространенных по массе элементов в земной коре, в воде может быть в двух- и трехвалентном состоянии.

Существующие нормативы качества воды, устанавливающие требования качества хозяйственно-питьевой воды централизованных и нецентрализованных источников водоснабжения, определяют, что концентрация в воде ионов фтора должна быть 0,7-1,5 мг/дм<sup>3</sup> (для Красноярского края, относящегося к II климатическому району, верхнее значение этого диапазона не должно превышать 1,2 мг/дм<sup>3</sup>), а содержание железа – 0,3 мг/дм<sup>3</sup>.

Медицинские исследования, проведенные ВОЗ, показали, что употребление населением воды с концентрацией фтора более 1,5 мг/л

вызывает флюороз зубов, который проявляется в потемнении и разрушении эмали, а также флюороз костей.

Повышенное содержание железа в воде придает ей ржавый цвет и металлический привкус, что делает воду непригодной к употреблению. Постоянное использование воды с повышенным содержанием железа (более 0,4-1 мг/кг массы тела в день) может привести к развитию гемохроматоза, т.е. отложению соединений железа в органах и тканях.

Одновременное удаление фтора и железа из подземных вод – сложный и малоизученный технологический процесс.

Проблемами обесфторивания и обезжелезивания подземной воды посвящены работы российских и зарубежных ученых И. Э. Апельцина, Г. Д. Габовича, Е. Ф. Золотовой, В. А. Клячко, А. П. Левченко, Ю. Ю. Лурье, Г. И. Николадзе, Б. Н. Фрога.

Решению данной проблемы посвящены исследования, проводимые в 70-80 годах СоюзводоканалНИИпроектом, МИСИ им. В.В. Куйбышева и рядом других проектных и научно-исследовательских организаций.

В результате проведённых исследований были рекомендованы следующие технологические схемы совместного удаления из подземных вод фтора и железа:

- предварительное хлорирование, коагулирование алюмосодержащим реагентом, обработка в слое взвешенного осадка в осветлителе, затем аэрация и фильтрование через каркасно-засыпной фильтр КЗФ;

- предварительное хлорирование, электрокоагулирование с использованием алюминиевых электродов, обработка в слое взвешенного осадка в камере зашламлённого типа, осветление в тонкослойном отстойнике и фильтрование.

# 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

## 1.1. Современное водоснабжение поселка

Современные системы водоснабжения поселков и населенных мест представляют собой сложные технические системы, обеспечивающие прием природной воды, ее очистку с последующей подачей и распределением воды потребителям. Наиболее распространены многофункциональные системы водоснабжения, предназначенные для питьевого, бытового, хозяйственного, производственного и противопожарного водоснабжения.

Целью данного дипломного проекта является усовершенствование системы водоподготовки при использовании водозабора подземного источника обладающего повышенным содержанием железа, а также расширение сетей водоснабжения поселка городского типа Емельяново, расположенного на правом берегу реки Качи, на автомагистрали М-53, в 15 километрах к западу от города Красноярска.

Содержание железа в воде придает ей буроватую окраску, металлический привкус, вызывает коррозию труб. В подземных водах железо встречается обычно в двухвалентной форме (в растворенном состоянии). Необходимая степень обезжелезивания воды определяются конечными целями, для которых эта вода будет использоваться и нормируется ГОСТ.....СанПин .....Для хозяйственно-питьевого назначения концентрация железа не должна превышать 0.03 мг/дм<sup>3</sup>. И хотя на сегодняшний день не существует единого универсального метода комплексного удаления всех существующих форм железа из воды, используя ту или иную схему очистки, можно добиться желаемого результата в каждом конкретном случае.

### **Окислительное обезжелезивание**

Традиционные методы обезжелезивания воды основываются на окислении двухвалентного железа кислородом воздуха (аэрация) и сильными окислителями (хлор, перманганат калия, перекись водорода, озон) до трехвалентного состояния, с образованием нерастворимого гидроксида железа (III), который в последствии удаляется отстаиванием, отстаиванием с добавлением коагулянтов и флокулянтов (А-Т 9.303) и (или) фильтрацией.

## **Аэрация**

Окисление железа аэрацией может проводиться: фонтанированием (так называемые брызгальные установки), душированием, с помощью инжектора, эжектора или компрессора, введением воздуха в трубу под напором, барботацией.

Во многих случаях вода, прошедшая обезжелезивание аэрацией с последующим отстаиванием и фильтрацией, уже оказывается пригодной к употреблению в качестве питьевой. По такой упрощенной схеме обезжелезивание эффективно, когда исходная концентрация железа не превышает 10 мг/мл (при содержании двухвалентного железа не менее 70% от общего), концентрация  $H_2S$  не более 2,5 мг/л. Окислительно-восстановительный потенциал (редокс- потенциал) воды после аэрации не должен быть ниже 100 мВ, а индекс стабильности (индекс Ланжелье) не менее 0,05.

Выбор способа упрощенной аэрации зависит от параметров исходной воды. Так, если концентрация сероводорода выше 0,5 мг/л, а свободной углекислоты – более 40 мг/л, введения воздуха в трубопровод под напором не требуется – достаточно предусмотреть открытую емкость со свободным изливом в нее воды. Аналогичного эффекта можно достичь с помощью фонтанирования или душирования.

## **Окисление двухвалентного железа с добавлением сильных окислителей**

Добавление в воду сильных окислителей значительно интенсифицирует процесс окисления двухвалентного железа. Наиболее широко применяется хлорирование, позволяющее также решить проблему дезинфекции воды, а наиболее эффективным оказывается озонирование. Вследствие того, что, за исключением озона, другие окислители оказываются малоэффективными по отношению к органическому железу. Однако озонирование является и наиболее дорогостоящим методом, требующим больших затрат электроэнергии. Кроме того, практически всегда обезжелезивание происходит одновременно с удалением из воды марганца, который окисляется значительно труднее, чем железо, и при более высоких значениях рН.

## **Осаждение коллоидного железа традиционным промышленным способом**



В обычных условиях процесс осаждения коллоидных частиц гидроксида трехвалентного железа (размер частиц 1–3 мкм) при отстаивании происходит медленно. Укрупнения частиц и, следовательно, ускорения осаждения достигают добавлением коагулянтов. Этому же требует использование на очистительных сооружениях песчаных или антрацитовых фильтров, не способных задерживать мелкие частицы. Так же плохо эти фильтры задерживают органическое железо.

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

### **Каталитическое окисление с фильтрацией**

Это часто применяемый сегодня метод для водоснабжения коттеджей, отдельных не самых крупных предприятий. Установки для каталитического окисления и фильтрации компактны и отличаются достаточно высокой производительностью (0,5–20,0 м<sup>3</sup>/ч и более в зависимости от сорбента, исходных качеств воды, геометрических характеристик резервуара – баллона из стекловолокна или нержавеющей стали). Реакция окисления железа происходит внутри резервуара установки на гранулах засыпки – специальной фильтрующей среды с каталитическими свойствами. В первую очередь каталитические и фильтрующие свойства этих материалов определяются их высокой пористостью, обеспечивающей среду для протекания реакции окисления и обуславливающей способность к абсорбции.

Широко применяется в качестве каталитической засыпки синтетический материал *Вirm*, позволяющий эффективно и экономично удалять из воды соединения железа и марганца низких и средних концентраций. В установки с засыпкой из *Вirm* подается предварительно аэрированная вода. Доля растворенного в ней кислорода должна быть не менее 15% доли железа (или железа и марганца). Высокая пористость материала и малая насыпная масса (0,7–0,8 г/см<sup>3</sup>) позволяют легко удалять осадки при обратной промывке. Щелочность в исходной воде должна быть в два раза больше, чем

концентрация хлоридов и сульфатов. Недостатками материала Birm являются его высокая склонность к истиранию, из-за чего за год теряется до 10–15 % засыпки, и не самый широкий диапазон рабочих значений pH – 8,0–9,0. Его преимущество – невысокая стоимость.

Также довольно широко применяются каталитические засыпки на основе природных минералов, таких как доломит, цеолит, глауконит. Используется и синтетический цеолит.

Из глауконитового зеленого песка получают еще один широко распространенный материал для каталитической окислительной фильтрации – Glauconite Manganese Greensand. В процессе обработки глауконитового песка в состав Greensand вводятся высшие оксиды марганца, обеспечивающие дополнительную окислительную способность этого материала. К тому же кроме собственных каталитических и окислительных свойств Greensand связывает такие окисляющие агенты, как перманганат калия, хлор, растворенный кислород. Все это обеспечивает высокую скорость и полноту окислительных реакций. Greensand обладает высочайшей поглощающей способностью, эффективен при очистке воды с высокими концентрациями железа и марганца (суммарно до 10 мг/л) в широком диапазоне pH – 6,2–8,8. Системы с засыпкой из этого материала применяются для очистки воды из скважин любой глубины. Сероводород окисляется до нерастворимых сульфатов. Осадки фильтруются слоем Greensand и сопутствующими фильтрующими слоями. Сорбент не подвержен воздействию микроорганизмов, органических примесей, не требует дезинфекции. Регенерация среды проводится раствором перманганата калия с последующей промывкой исходной водой.

Существуют и другие материалы с каталитической и окислительной активностью применяемые в качестве засыпок для фильтров-обезжелезивателей, но на примере вышеуказанных можно получить представление об основных принципах удаления железа данным способом.

### **Ионообменный метод удаления железа**

Для удаления железа этим методом применяются катиониты. Причем все шире на смену цеолиту и другим природным ионитам приходят синтетические ионообменные смолы; эффективность использования ионного обмена при этом значительно возрастает.

Любые катиониты способны удалять из воды не только растворенное двухвалентное железо, но также и другие двухвалентные металлы, в частности кальций и магний, для чего они в первую очередь и применяются. Теоретически методом ионного обмена можно удалять из воды очень высокие концентрации железа, при этом не потребуется стадии окисления растворенного двухвалентного железа с целью получения нерастворимого гидроксида. Однако на практике возможности применения данного метода значительно ограничены.

В первую очередь применение ионного обмена для обезжелезивания ограничивает присутствие трехвалентного железа, которое быстро «забивает» смолу и плохо оттуда вымывается. Поэтому любое присутствие в воде, проходящей через ионообменник, кислорода или других окислителей крайне нежелательно. Это же накладывает ограничение и на диапазон значений рН, в которых смола эффективна.

Во многих случаях использование ионообменных смол для обезжелезивания нецелесообразно, т. К., обладая более высоким сродством к катионитам, железо значительно снижает эффективность удаления на них ионов кальция и марганца, проведения общей деминерализации. Наличие в воде органических веществ, в том числе органического железа, приводит к быстрому зарастанию ионообменной смолы органической пленкой, служащей питательной средой для бактерий. Поэтому ионообменные катиониты применяются для обезжелезивания обычно лишь в тех случаях, когда требуется доочистка воды по этому параметру до самых низких концентраций и когда возможно одновременное удаление ионов жесткости.

### **Обезжелезивание мембранными методами**

Микрофилтрационные мембраны пригодны для удаления коллоидных частиц гидроксида железа (III); ультрафилтрационные и нанофилтрационные мембраны способны удалять кроме этого коллоидное и бактериальное органическое железо, а метод обратного осмоса позволяет удалять до 98% растворенного в воде двухвалентного железа. Однако мембранные методы достаточно дорогостоящи и не предназначаются конкретно для обезжелезивания. Кроме того, мембраны легко подвергаются зарастанию органической пленкой и забиванию поверхности нерастворимыми частицами, в том числе ржавчиной, а также поглощают растворенное двухвалентное железо и теряют способность эффективно задерживать другие

вещества. Фирмы-производители обратноосмотических мембран гарантируют сохранение их технологических свойств в период эксплуатации при содержании общего железа в воде не более 0,1–0,3 мг/л, взвешенных примесей – не более 0,5–0,6 мг/л, перманганатной окисляемости – не более 5 мг О<sub>2</sub>/л и коллоидном индексе не более 2–4 единиц (параметры, учитывающие содержание органического железа). Поэтому перед мембранной очисткой необходима предварительная фильтрация. Однако применение мембранных методов оправдано там, где просто необходима высокая степень очистки воды, в том числе и от железа, например, в медицинской или пищевой промышленности. Этот метод является самым эффективным для подготовки питьевой воды из магистральных и частных водопроводов.

### **Биологическое обезжелезивание**

Этот метод подразумевает использование железобактерий, окисляющих двухвалентное растворенное железо до трехвалентного, в целях очистки воды, с последующим удалением коллоидов и бактериальных пленок в отстойниках и на фильтрах. В некоторых случаях это оказывается единственным приемлемым способом снизить содержание железа в воде. Прежде всего когда концентрации железа в воде особенно велики, свыше 40 мг/л. Также применяют биологическое обезжелезивание, если в воде высоко содержание сероводорода и углекислоты. Такая вода с очень низким показателем рН не может быть очищена от избыточного железа методом упрощенной аэрации. Ее подвергают фильтрации через колонии бактерий на медленных фильтрах с песчано-гравийной загрузкой. Затем подвергают сорбционной очистке для задержания продуктов жизнедеятельности бактерий и ультрафиолетовому обеззараживанию.

Данные методы не могут быть использованы в связи с необходимостью построения станций водоподготовки, сооружения для приготовления реагентного хозяйства, фильтрации, что не применимо в Поселках городского типа.

Также существует нетрадиционные методы, такие как обратный осмос, ультрафильтрация, нанофильтрация, кавитация.

### **Обратный осмос**

Явление самопроизвольного проникновения молекул воды в более насыщенный раствор через тонкую пористую пленку органического происхождения (мембрану), названное осмосом, было открыто еще в 1748 г. Принцип действия обратного осмоса основан на фильтрации воды при высоком давлении через мембрану с очень узкими порами. Характерный размер пор мембраны – 1 Ангстрем (1 Ангстрем =  $10^{-10}$  в степени 10). Практически он выглядит как продавливание молекул воды через полупроницаемую мембрану. В итоге исходная вода разделяется на два потока: фильтрат (очищенная вода), который поступает к потребителю, и концентрат (концентрированный раствор примесей) — его сливают в дренаж. Через полупроницаемую мембрану пропускаются только молекулы воды, а все частицы, микроорганизмы и органические молекулы с большим молекулярным весом — задерживаются. Из-за очень малого размера пор процесс очистки воды на обратноосмотической мембране является достаточно медленным, что требует использования мембран с большой площадью поверхности и достаточно высокого давления. На практике эти мембраны представляют собой картридж, содержащий свернутую в рулон мембрану. Для предотвращения засора, вдоль мембраны создается принудительный поток воды, который и смывает отфильтрованный «остаток» в дренаж. Эффективность процесса обратного осмоса в отношении различных примесей и растворенных веществ зависит от нескольких факторов. Давление, температура, уровень рН, материал, из которого изготовлена мембрана, и химический состав входной воды, влияют на эффективность работы систем обратного осмоса.

### **Ультрафильтрация**

В отличие от технологии обратного осмоса, осветляет и обеззараживает воду не меняя солевой состав без применения химреагентов. В промышленных условиях, УФ-система работает при «тупиковой фильтрации», т.е. в режиме не сбрасывая концентрат, что происходит за счет чередования фильтрации и обратной промывки мембраны. Часть очищенной воды подается в обратном направлении для удаления накопившихся загрязнений. Добавляя специальный раствор в промывную воду, который состоит из моющих реагентов, улучшается очистка воды. Такого рода вода для промывки, которая стала концентратом, в среднем составляет 10-20% из всего потока воды. По необходимости усиленная промывка мембран циркулирующим моющими растворами резко увеличивает их ресурс. Уникальность ультрафильтрации в

том, что она может применяться для получения качественной питьевой воды прямо из источника с поверхностными водами, т.к. УФ-мембрана – идеальный барьер для большинства вирусов и бактерий. Эта особенность ультрафильтрации воды освобождает воду от необходимости в первичном хлорирования, т.к. обеззараживание воды проходит непосредственно перед подачей ее потребителю.

## **1.2 Проектирование водопроводной сети**

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

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

### 1.3 Определение расчётных расходов воды

Водопотребители расходуют воду в течение суток неравномерно со значительными колебаниями в различные часы. Чтобы обеспечить требуемую пропускную способность распределительной сети труб и других сооружений системы водоснабжения необходимо знать максимальный требуемый расход. Для его определения необходимо просуммировать часовые расходы воды каждым потребителем и составить график водопотребления в течение суток.

Расчетный (средний за год) суточный расход воды, м<sup>3</sup>/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяем по формуле (1.1):

$$Q_{сут}^{ср} = \frac{\sum (q_{ж} \cdot N_{ж})}{1000}, \quad (1.1)$$

где  $q_{ж}$  – норма водопотребления, л/сут на 1 чел. [1];

$N$  – расчетное число жителей в населенном пункте, чел.

$$Q_{ср.сут(к)} = \frac{250 \cdot 12148}{1000} = 3037 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{ср.сут(у)} = \frac{120 \cdot 5252}{1000} = 630,24 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{ср.сут} = 630,24 + 3037 = 3667,24 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.2)$$

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

$$Q_{сут\ макс} = k_{сут\ макс} \cdot Q_{сут}^{ср} \quad (1.3)$$

$$Q_{сут\ мин} = k_{сут\ мин} \cdot Q_{сут}^{ср} \quad (1.4)$$

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

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

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

$$k_{ч.макс} = \alpha_{макс} \cdot \beta_{макс} = 1,2 \cdot 1,2 = 1,44 \quad (1.5)$$

$$k_{ч.мин} = \alpha_{мин} \cdot \beta_{мин} = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25 \quad (1.6)$$

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

$\beta$  – коэффициент, принимаемый по таблице [1], учитывающий количество жителей в населенном пункте.



$$\beta_{\max}=1,3; \beta_{\min}=0,7$$

$$Q_{\text{сут. max}} = 1,44 \cdot 3667,24 = 5280,82 \text{ м}^3 / \text{сут};$$

$$Q_{\text{сут. min}} = 0,25 \cdot 3667,24 = 916,8 \text{ м}^3 / \text{сут};$$

Максимальные и минимальные часовые расходы воды населением из водопроводной сети,  $\text{м}^3 / \text{ч}$ , определяем по формулами (1.11) и (1.12):

$$q_{\text{ч. max}} = \frac{k_{\text{ч. max}} \cdot Q_{\text{сут. max}}}{24} = \frac{1,44 \cdot 5280}{24} = 349 \text{ м}^3 / \text{ч}; \quad (1.7)$$

$$q_{\text{ч. min}} = \frac{k_{\text{ч. min}} \cdot Q_{\text{сут. min}}}{24} = \frac{0,25 \cdot 916,8}{24} = 10 \text{ м}^3 / \text{ч}; \quad (1.8)$$

Для поливочных расходов по СНиП 2.04.02-84\* принимаем 50 л/сут на одного человека (квартиры) и 90 л/сут на одного человека(усадыбы):

$$Q_{\text{полив (к)}} = \frac{50 \cdot 12148}{1000} = 607,4 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

$$Q_{\text{полив (у)}} = \frac{90 \cdot 5252}{1000} = 472,68 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

$$Q_{\text{полив}} = 607,4 + 472,68 = 1080,08 \text{ м}^3 / \text{сут} \quad (1.9)$$

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

$$Q_{\text{м.п.}} = (10\% \cdot Q_{\text{сут. max}} / 100) / 24 = 5280,8 \cdot 0,1 = 528 \text{ (м}^3 / \text{сут)} \quad (1.10)$$

На собственные нужды:

$$Q_{\text{с.н.}} = (10\% \cdot Q_{\text{сут. max}} / 100) / 24 = 5280,8 \cdot 0,1 = 528 \text{ (м}^3 / \text{сут)} \quad (1.11)$$

Расход воды на пожаротушение:

$$Q_{\text{пож}} = 3600 \cdot 0,015 \cdot 3 \cdot 2 = 324 \text{ м}^3 / \text{за 3 часа} \quad (1.12)$$

$$Q_{\text{общ}} = 3667,24 + 1080,08 + 324 + 528 + 528 = 6127 \text{ м}^3 / \text{сут} \quad (1.13)$$

## 1.4 Общее потребление воды поселком

Для получения общей картины потребления воды населенным пунктом все данные о расходах воды, полученные в п.п. 2.1.-2.5., заносятся в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Водопотребление воды поселком по часам суток

Часы суток	Хоз-питьевое		Полив м <sup>3</sup> /ч	ПП №1				Общий расход по поселку	
	Кмак.час.=1,55, %	м <sup>3</sup>		Технологический расход, м <sup>3</sup>	Хоз-питьевой расход, м <sup>3</sup>	Душевой расход, м <sup>3</sup>	Общий расход, м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	л/с
III смена									
0-1	1,5	96,7395	124	189,03	0,58	0,71	190,32	411,0595	114,18
1-2	1,5	96,7395	124	189,03	0,58	0	189,61	410,3495	113,99
2-3	1,5	96,7395	124	189,03	0,58	0	189,61	410,3495	113,99
3-4	1,5	96,7395	124	189,03	0,58	0	189,61	410,3495	113,99
4-5	2,5	161,2325	124	189,03	0,58	0	189,61	474,8425	131,9
5-6	3,5	225,7255	124	189,03	0,58	0	189,61	539,3355	149,82
6-7	4,5	290,2185	0	189,03	0,58	0	189,61	479,8285	133,29
7-8	5,5	354,7115	0	189,03	0,58	0	189,61	544,3215	151,2
I смена									
8-9	6,25	403,0812	0	189,03	0,58	0,71	190,32	593,4012	164,83
9-10	6,25	403,0812	0	189,03	0,58	0	189,61	592,6912	164,64
10-11	6,25	403,0812	0	189,03	0,58	0	189,61	592,6912	164,64
11-12	6,25	403,0812	0	189,03	0,58	0	189,61	592,6912	164,64
12-13	5	322,465	0	189,03	0,58	0	189,61	512,075	142,24
13-14	5	322,465	0	189,03	0,58	0	189,61	512,075	142,24
14-15	5,5	354,7115	0	189,03	0,58	0	189,61	544,3215	151,2
15-16	6	386,958	0	189,03	0,58	0	189,61	576,568	160,16
II смена									
16-17	6	386,958	0	189,03	0,58	0,71	190,32	577,278	160,36
17-18	5,5	354,7115	0	189,03	0,58	0	189,61	544,3215	151,2
18-19	5	322,465	0	189,03	0,58	0	189,61	512,075	142,24
19-20	4,5	290,2185	0	189,03	0,58	0	189,61	479,8285	133,29
20-21	4	257,972	124	189,03	0,58	0	189,61	571,582	158,77
21-22	3	193,479	124	189,03	0,58	0	189,61	507,089	140,86
22-23	2	128,986	124	189,03	0,58	0	189,61	442,596	122,94
23-24	1,5	96,7395	124	189,03	0,58	0	189,61	410,3495	113,99
Итого	100	7094	1240	4536,7	14	2,13	4552,7	12242,07	

Общий расход воды поселком составляет 12242,07 м<sup>3</sup>/сут.

## 1.5 Трассировка водоводов и магистральных водопроводных сетей

При трассировке магистральной водопроводной сети следует придерживаться следующих принципов:

- сеть должна достаточно равномерно располагаться на территории населенного пункта с учетом возможности экономичного и кратчайшего подключения к ней крупных потребителей воды, а также присоединения напорно-регулирующих и запасных емкостей;

- участки сети прокладываются по улицам с возможностью двустороннего подключения к ним линий распределительной сети.

Протяженность транзитных участков сети должна быть минимальна. Участки с односторонним отбором воды могут располагаться в районах перспективной застройки.

- магистральные линии намечают вдоль основного направления движения воды по территории поселка с соединением этих линий перемычками. Таким образом водоводы будут образовывать замкнутые контуры (кольца), вытянутые вдоль основного направления движения воды.

## 1.6 Расчет расходов воды в сети

При определении расходов воды в трубопроводах водопроводной сети примем два допущения:

1. Отбор воды по длине участка магистрали идет равномерно по всей длине. Исходя из этого определяется удельный расход воды л/с на 1м трубопровода:

$$q_{уд} = (Q - Q_{соср}) / \sum L, \quad (1.8)$$

где  $Q$  – общий расход воды поселком в расчетный час, л/с;

$Q_{соср}$  – сумма сосредоточенных отборов воды (промышленные предприятия и противопожарные нужды);

$\sum L$  – суммарная длина трубопроводов (участки сети с односторонним отбором входят на половину, а транзитные участки исключаются).

2. Отбор воды осуществляется в узлах сети. Т.е. половина расчетного отбора участка м/у двумя узлами отбирается в одном узле, а другая половина – в другом.

Расчет системы производится для двух случаев: максимального водопотребления и при пожаре.

Определим удельные расходы для всех случаев:

$$q_{\text{удмакс}} = 111,97/3065 = 0,0365 \text{ л/с на 1м, - приходится на 8 - 9 час,}$$

$$q_{\text{удпож}} = 767,4/5352,5 = 0,1434 \text{ л/с на 1м.}$$

Далее определим путевые (таблица 1.3) и узловые отборы (таблица 1.4).

Таблица 1.3 – Определение путевых отборов

Участок	Длина, м	Путевые отборы, л/с	
		Максимальный	Максимальный + пожарный
1-2	320	11,68	11,68
2-3	350	12,78	12,78
3-4	255	9,31	9,42
4-5	580	21,17	21,17
5-6	675	24,64	24,75
6-1	425	15,51	15,51
2-5	460	16,79	16,79
сумма	3065	111,8725	

Таблица 1.4 – Определение узловых отборов

Узел	Участки	Отборы в узлах, л/с	
		Максимальный	Максимальный + пожарный
1	1-2,6-1	13,595	13,595
2	1-2, 2-3,2-5	20,625	20,625
3	2-3,3-4	11,045	11,24
4	3-4,4-5	15,24	15,24
5	4-5,5-6,2-5	31,3	31,39
6	5-6,1-6	20,075	20,19
сумма		111,88	

### 1.7 Гидравлическая увязка водопроводной сети

Распределение потоков воды в трубопроводах сети основано на балансе расходов в узлах сети: сумма расходов, подходящих к узлу, равна сумме расходов, включая узловой отбор, отводимых от него.

Также для упрощения расчетов при гидравлической увязке рекомендуется, чтобы значения расходов в трубопроводах попадающих в одно характерное сечение сети были примерно равными. При наличии потребителей с большим сосредоточенным отбором воды, большая часть этого расхода направляется кратчайшим путем. Гидравлическая увязка сети представлена в таблице 1.5. Исправления приведены в таблицах 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12.

Таблица 1.5 – Гидравлическая увязка сети

№ ко ль ца	№ уча стка	Дли на учас тка $\ell$ , м	Предварительное распределение воды							
			$q$ , л/с	$d$ , мм	$v$ , м/с	$\sigma$	$S_0$	$S = S_0 \cdot \sigma \cdot \ell$	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	1-2	320,00	96,24	300,00	1,26	1,00	0,0000008	0,0002560	0,024637	2,37

	2-5	460,00	8,00	110,00	1,13	1,02	0,0001729	0,0807270	0,645816	5,17	
	5-6	675,00	34,93	200,00	1,02	1,03	0,0000070	0,0048668	0,169971	-5,94	
	6-1	425,00	55,00	250,00	1,04	1,03	0,0000022	0,0009631	0,052968	-2,91	
									сумма	0,893392	-1,31
2	2-3	350,00	67,61	250,00	1,28	1,00	0,0000022	0,0007700	0,052062	3,52	
	3-4	255,00	3,70	110,00	1,16	1,00	0,0001729	0,0440895	0,163175	0,60	
	4-5	580,00	11,63	110,00	1,15	1,02	0,0001729	0,1022876	1,189094	-13,82	
	2-5	460,00	8,00	110,00	1,13	1,02	0,0001729	0,0811247	0,648997	-5,19	
									сумма:	0,140	-0,800

Таблица 1.6 – Исправление 1

№кольца	№участка	$\Delta q$ , л/с	$\Delta q$ см, л/с	$q$ , л/с	$S \cdot q$	$h$
1	1-2	0,73		96,969	0,024824	2,41
	2-5	0,73	-3,63	5,1	0,411708	2,10
	5-6	-0,73		34,195	0,166419	-5,69
	6-1	-0,73		54,27	0,052265	-2,84
					0,655215	-4,02
2	2-3	3,63		71,243	0,054857	3,91
	3-4	3,63		7,331	0,32322	2,37
	4-5	-3,63		7,995	0,81779	-6,54
	2-5	-3,63	0,73	5,1	0,413736	-2,11
					1,609603	-2,37

Таблица 1.7 – Исправление 2

№кольца	№участка	$\Delta q$ , л/с	$\Delta q$ см, л/с	$q$ , л/с	$S \cdot q$	$h$
1	1-2	3,07		100,04	0,02561	2,56
	2-5	3,07	-0,74	7,43	0,59980	4,46
	5-6	-3,07		31,13	0,15148	-4,71
	6-1	-3,07		51,20	0,04931	-2,52

					0,83	-0,22
2	2-3					
	3-4	0,74		71,98	0,0554269	3,99
	4-5	0,74		8,07	0,3558464	2,87
	2-5	-0,74		7,26	0,7420968	-5,38
		-0,74	3,07	7,43	0,6027564	-4,48

Таблица 1.8 – Исправление 3

№кольца	№участка	$\Delta q$ , л/с	$\Delta q$ см, л/с	$q$ , л/с	$S \cdot q$	$h$
1	1-2	3,07		100,04	0,02561	2,56
	2-5	3,07	-0,74	7,43	0,59980	4,46
	5-6	-3,07		31,13	0,15148	-4,71
	6-1	-3,07		51,20	0,04931	-2,52
					0,83	-0,22
2	2-3	0,74		71,98	0,0554269	3,99
	3-4	0,74		8,07	0,3558464	2,87
	4-5	-0,74		7,26	0,7420968	-5,38
	2-5	-0,74	3,07	7,43	0,6027564	-4,48
					1,7561265	-3,00

Таблица 1.9 – Исправление 4

№кольца	№участка	$\Delta q$ , л/с	$\Delta q$ см, л/с	$q$ , л/с	$S \cdot q$	$h$
1	1-2	0,13		100,17	0,025643	2,57
	2-5	0,13	-0,85	6,71	0,541678	3,63
	5-6	-0,13		31,00	0,151	-4,68
	6-1	-0,13		51,07	0,049183	-2,51
					0,767349	-0,98
2	2-3	0,85		72,84	0,056085	4,09
	3-4	0,85		8,92	0,393322	3,51
	4-5	-0,85		6,41	0,655152	-4,20
	2-5	-0,85	0,13	6,71	0,544347	-3,65

					1,648906	-0,25
--	--	--	--	--	----------	-------

Таблица 1.10 – Исправление 5

№кольца	№участка	$\Delta q$ , л/с	$\Delta q$ см, л/с	$q$ , л/с	$S \cdot q$	$h$
1	1-2	0,64		100,81	0,0258071	2,601588
	2-5	0,64	-0,08	7,27	0,5868854	4,266657
	5-6	-0,64		30,36	0,1477302	-4,48435
	6-1	-0,64		50,43	0,0485666	-2,44921
					0,8089893	-0,06532
2	2-3	0,08		72,92	0,0561463	4,09404
	3-4	0,08		9,00	0,3968496	3,572043
	4-5	-0,08		6,33	0,6469693	-4,09208
	2-5	-0,08	0,64	7,27	0,5897764	-4,28767
					1,6897417	-0,71367

Таблица 1.11 – Исправление 6

№кольца	№участка	$\Delta q$ , л/с	$\Delta q$ см, л/с	$q$ , л/с	$S \cdot q$	$h$
1	1-2	0,07		100,88	0,025825	2,605203
	2-5	0,07	-0,71	6,63	0,53522	3,548509
	5-6	-0,07		30,29	0,14739	-4,46369
	6-1	-0,07		50,36	0,048499	-2,44242
					0,756934	-0,7524
2	2-3	0,71		73,63	0,056693	4,174155
	3-4	0,71		9,71	0,428153	4,157795
	4-5	-0,71		5,62	0,574345	-3,22495
	2-5	-0,71	0,07	6,63	0,537857	-3,56599
					1,597048	1,541013

Таблица 1.12 – Исправление 7



№ кольца	№ участка	$\Delta q$ , л/с	$\Delta q$ см, л/с	$q$ , л/с	$S \cdot q$	$h$
1	1-2	0,497		101,38	0,025952	2,250936
	2-5	0,497	0,48	7,61	0,61409	4,54385
	5-6	-0,497		29,79	0,144971	-4,31839
	6-1	-0,497		49,86	0,048021	-2,39445
					0,833034	-0,38
2	2-3	-0,48		73,15	0,056323	4,289908
	3-4	-0,48		9,23	0,40699	3,846926
	4-5	0,48		6,10	0,623443	-3,79989
	2-5	0,48	0,497	7,61	0,617115	-4,6944
					1,703872	-0,41

### 1.8 Гидравлический расчет водоводов

Гидравлический расчет водоводов при максимальном водоразборе приведен в таблице 1.14.

Таблица 1.14 – Расчёт водоводов при максимальном водоразборе

№ кольца а	Длина участка а $\ell$ , м	Предварительное распределение воды							
		$q$ , л/с	$d$ , мм	$v$ , м/с	$\sigma$	$S_0$	$S = S_0 \cdot \sigma$ $\cdot \ell$	$S \cdot q$	$h = S$ $\cdot q^2$
НС2-1	390	151,24	200	1,13	1	$1,699 \cdot 10^{-9}$	$2,761 \cdot 10^{-6}$	$2,83 \cdot 10^{-3}$	2,9

## 2 РАСЧЕТ СКВАЖИН

### 2.1 Тип водозаборного сооружения подземных вод

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

Хозяйственно-питьевое водоснабжение имеет приоритет перед другими потребителями подземных вод. Это обусловлено высоким качеством пресных подземных вод и их лучшей защищенностью от загрязнения.

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

Приток воды к скважине (дебит), м<sup>3</sup>/сут, определяют по формуле:

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot k_{\phi} \cdot m \cdot S}{lg \frac{R}{r}} = \frac{2,73 \cdot 15 \cdot 35 \cdot 3,5}{lg \frac{100}{0,75}} = 2383,5 \text{ м}^3 / \text{сут} \quad (2.1)$$

где  $K_{\phi}$  – коэффициент фильтрации, м/сут, водоносного пласта (табл.6.5 [3]);

$m$  – мощность водоносного пласта, м;

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

$R$  и  $r$  - соответственно радиус влияния депрессионной воронки и радиус скважины, м. ( $r = D_{\text{н}}/2 + 0,5 = 25 + 0,5 = 0,75$  (м))

$S$  принимается в размере 10-15% от  $m$ .

$R$  принимается по табл. 6.5. [3],  $r$  рассчитывается по диаметру погружного насоса. Насос подбирается по расчетному количеству потребляемой воды. Для подбора насоса можно воспользоваться табл. 6.9 [3].

Диаметр фильтра, м, определяют по формуле:

$$D_{\phi} = \frac{Q_{max}}{\pi \cdot l_{\phi} \cdot V_{\phi}} = \frac{3840}{3,14 \cdot 21 \cdot 160,3} = 0,36 \quad (2.2)$$

где  $Q_{max}$  – подача насоса, м<sup>3</sup>/сут;  $l_{\phi}$  – длина рабочей водоприемной части фильтра, м, принимается в пластах с мощностью менее 10 м – на 1 – 2 м меньше мощности пласта, в пластах с мощностью более 10 м - определяется по формуле:

$$l_{\phi} = (0,5 - 0,8) \cdot m = 0,6 \cdot 35 = 21\text{м} \quad (2.3)$$

$V_{\phi}$  – скорость фильтрации, м<sup>3</sup>/сут. Для дырчатых, щелевых, проволочных и сетчатых фильтров  $V_{\phi}$  определяется по формуле

$$V_{\phi} = 65 \sqrt[3]{k_{\phi}} = 65 \sqrt[3]{15} = 160,3 \text{ м}^3 / \text{сут} \quad (2.4)$$

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

После расчета скважины необходимо выполнить схему конструктивных размеров элементов водозаборной скважины пользуясь табл. 6.6 [3].

Диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб определяется по формуле

$$D_3 = D_{\phi} + 50\text{мм} = 0,39\text{м} \quad (2.5)$$

Внутренний диаметр направляющей трубы равен

$$D_n = D_3 + 100\text{мм} = 0,4\text{м} \quad (2.6)$$

Таблица 2.1 – Тип фильтра в области его применения

Тип фильтра	Материалы для изготовления	Особенности конструкции	Область применения
трубчатые с круглой и щелевой перфорацией	Трубы металлические, пластмассовые, керамические, асбестоцементные, фанерные	Скважность трубчатого каркаса фильтра 20...25%. Диаметр отверстий и ширина щелей определяются размером преобладающих фракций породы или обсыпки	Во всех видах водоносных пород при всех глубинах скважин

## 2.2 Гидрогеологический расчет скважин

Гидрогеологические расчеты водозаборных сооружений производят на основании законов движения подземных вод с учетом гидравлических условий состояния подземного потока (напорный и безнапорный), при той или иной степени схематизации гидрогеологической обстановки.

Обычно для расчетов выделяют три основные схемы водоносных пластов: неограниченные по площади распространения, изолированные и слоистые горизонты, к которым относятся артезианские бассейны; полуограниченные пласты и пласты – полосы – долины рек; ограниченные по площади распространения пласты. Кроме того, учитывают также расположение водоприемной части скважины в пласте, намеченном к эксплуатации: водоприемная часть вскрывает пласт на полную мощность (

совершенная скважина) или не на полную (несовершенная скважина).

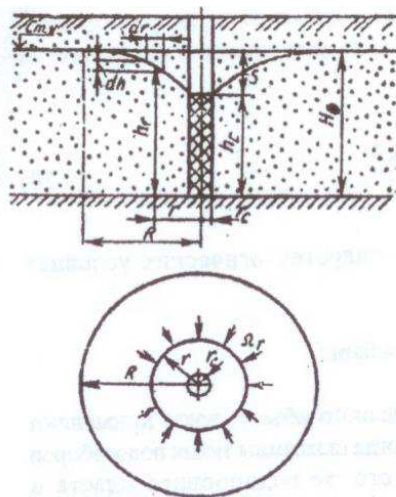


рис 2.1 Схема притока воды в одиночной скважине

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

$$Q_c = \Omega_r v_r = \Omega_r k i_r = -2\pi r M k \frac{dh}{dr} \quad (2.7)$$

где  $i_r$  - гидравлический градиент потока на расстоянии  $r$  от оси скважины,  $i_r = -dh/dr$

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

$$Q_c = \frac{2\pi k M s}{\ln \frac{R}{r_c}} = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 15 \cdot 35 \cdot 3.5}{\ln \frac{100}{0.75}} = 5443.2 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.8)$$

А также уравнение кривой напоров (напорной линии):

$$h_r = H_0 - \frac{Q_c}{2\pi k M} \ln \frac{R}{r} = 150,8 - \frac{5443,2}{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 35} \ln \frac{100}{0,75} = 147,3 \text{ м} \quad (2.9)$$

Определяем количество скважин:

$$n = \frac{5951,44}{2383,5} = 3 \text{ скважины} + 1 \text{ резервная} + 1 \text{ проектируемая}$$

## 2.3 Групповые водозаборы

Для забора из подземных источников большого объема воды применяют групповые водозаборы из нескольких скважин. Когда скважины таких водозаборов забирают воду одновременно из одного и того же водоносного пласта и расположены друг от друга на расстоянии, меньшем суммы их радиусов влияния, производительность каждой из них снижается. Если расстояние между ними превышает сумму их радиусов влияния, они рассчитываются как независимые одиночные скважины.

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

Степень взаимного влияния обычно учитывают коэффициентом влияния  $\beta = Q'/Q = 2383,5/3,5 = 681$ , где  $Q$  - дебит скважины при отсутствии взаимодействия;  $Q'$  - то же, при наличии взаимодействия и той же величине понижения динамического уровня в скважине.

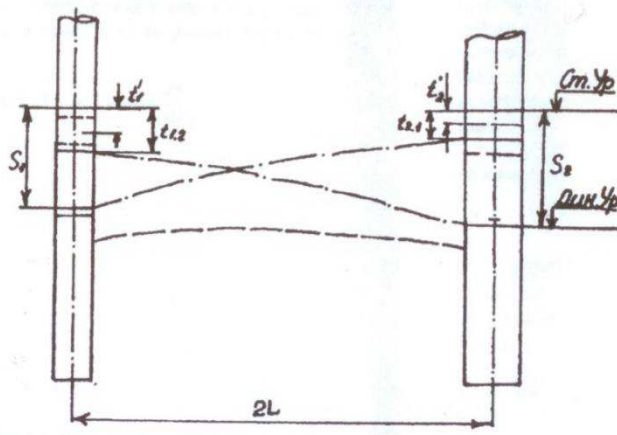


рис 2.2 Взаимное влияние скважин

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

$$Q'_1 = \frac{Q_1}{s_1} (s_1 - t_{1,2}) = Q_1 \left( 1 - \frac{t_{1,2}}{s_1} \right) = 2383,5 \left( 1 - \frac{1,75}{3,5} \right) = 1191,75 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.10)$$

$$Q'_2 = \frac{Q_2}{s_2}(s_2 - t_{2,1}) = Q_2 \left(1 - \frac{t_{2,1}}{s_2}\right) = 2383,5 \left(1 - \frac{1,75}{3,5}\right) = 1191,75 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.11)$$

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

$$Q'_1 = Q_i \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^n t_{ij}}{s_i}\right) = \beta_i \cdot Q_i = 681 \cdot 2383,5 = 1623163 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.12)$$

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

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

$$t_{ij} = \frac{Q_j \ln(R_j / \rho_{ij})}{2\pi kM} = \frac{2383,5 \ln(100/0,75)}{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 35} = 3,5 \quad (2.13)$$

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

$$Q = \frac{2\pi kMs}{\Phi_c + \zeta_1 + \zeta_2} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 35 \cdot 3,5}{5,27 + 2,75 + 2,75} = 1049 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.14)$$

$$Q_c = \frac{\pi kM(2H_0 - s)s}{\Phi_c + \zeta_1 + \zeta_2} = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 35 (2 \cdot 26 - 3,5) 3,5}{5,27 + 2,75 + 2,75} = 25439 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.15)$$

где  $\Phi_c$  - безразмерное фильтрационное сопротивление скважины, зависящее от особенностей водоносного пласта, характера расположения в нем скважин и продолжительности эксплуатации водозабора.

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

$$\Phi_c = \ln \frac{l_c}{2\pi r_c} + \frac{\pi R}{l_c} = \ln \frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,75} + \frac{3,14 \cdot 100}{200} = 5,27 \quad (2.16)$$

### 3 РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

#### 3.1 Определение объема РЧВ

Расчет емкости бака РЧВ приведен в таблице 1.3.

Таблица 3.1 – Расчет регулирующей емкости резервуара чистой воды

Часы суток	Подача воды НС-I подъема, %	Подача воды НС-II подъема, %	Поступление воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
1	2	3	4	5	6
0–1	4,16	1,5		-2,66	9,98
1–2	4,16	1,5		-2,66	7,32
2–3	4,16	1,5		-2,66	4,66
3–4	4,16	1,5		-2,66	2
4–5	4,16	2,5		-1,66	0,34
5–6	4,17	3,5		-0,67	-0,33
6–7	4,17	4,5	0,33		0
7–8	4,17	5,5	1,33		1,33
8–9	4,17	6,25	2,08		3,41
9–10	4,17	6,25	2,08		5,49
10–11	4,17	6,25	2,08		7,57
11–12	4,17	6,25	2,08		9,65
12–13	4,17	5	0,83		10,48
13–14	4,17	5	0,83		11,31
14–15	4,17	5,5	1,33		12,64
15–16	4,17	6	1,83		14,47
16–17	4,17	6	1,83		16,3
17–18	4,17	5,5	1,33		17,63
18–19	4,17	5	0,83		18,46
19–20	4,17	4,5	0,33		18,79
20–21	4,17	4		-0,17	18,62
21–22	4,16	3		-1,16	17,46
22–23	4,16	2		-2,16	15,3



23–24	4,16	1,5		-2,66	12,64
Итого	100	100	19,12	-19,12	

Полный объем резервуаров чистой воды,  $W_{РЧВ}$ , м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$W_{РЧВ} = W_{рег} + W_{соб.н} + W_{пож} , \quad (3.1)$$

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

$W_{пож}$  – неприкосновенный запас воды на тушение пожара 540 м<sup>3</sup>;

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

Объем регулирующей емкости резервуара составляет 18,79% суточного расхода воды:

$$W_{рег} = \frac{18,79 \cdot 12242,07}{100} = 2300,28 \text{ м}^3 \quad (3.2)$$

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

$$W_{соб.н} = 0,08 \cdot Q_{сут.макс} = 0,08 \cdot 7094,23 = 567,54 \text{ м}^3 \quad (3.3)$$

Полный объем резервуаров чистой воды:

$$W_{РЧВ} = 2300,28 + 540 + 567,54 = 3407,8 \text{ м}^3 \quad (3.4)$$

Принимаю 2 резервуара объемом по 1728 м<sup>3</sup>. Размеры типового резервуара – 15×24×4,8 м.

### 3.2 Определение уровней воды в РЧВ

Для хранения рассчитанного объема воды принимаю прямоугольные железобетонные резервуары. Полный объем РЧВ составляет  $W_P = 3407,8 \text{ м}^3$ .

Число резервуаров  $N_P$  выбираются в зависимости от величины аккумулированного объема и в количестве не менее двух. Принимаю 2 РЧВ, объемом  $W_P = 1728 \text{ м}^3$  каждый. Размеры резервуара определяют исходя из размеров сборных унифицированных конструкций заводского изготовления.

Принимаем резервуар длиной  $L = 24$  м, шириной  $B = 15$  м и высотой  $H = 4,8$  м.

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

$$h_{\max} = W / N \cdot F_p = 3407,8 / 2 \cdot 360 = 4,7 \text{ м} \quad (3.5)$$

$$h_{\Pi} = W_{\Pi} / N \cdot F_p = 540 / 2 \cdot 360 = 0,75 \text{ м} \quad (3.6)$$

где  $W_{\Pi}$  - неприкосновенный противопожарный объем, м<sup>3</sup>;

$W$  - полный объем РЧВ, м<sup>3</sup>;

$N$  – количество резервуаров;

$F_p$  – площадь одного РЧВ.

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

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

$$Z_{\Pi} = Z_{Д} + h_{\Pi} = 121,6 + 0,75 = 122,35 \text{ м} \quad (3.7)$$

Максимальный уровень воды в резервуаре:

$$Z_{p.\max} = Z_{Д} + h_{\max} = 121,6 + 4,7 = 126,3 \text{ м} \quad (3.8)$$

Найденные отметки представлены на рисунке 3.1

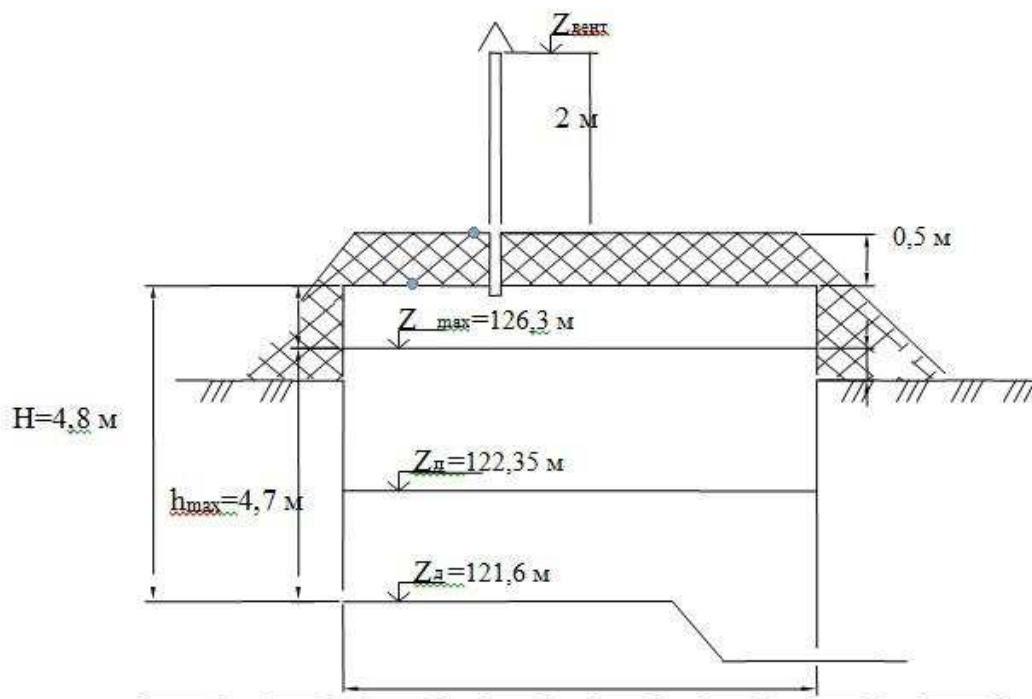


Рисунок 3.1 – Схема РЧВ

### 3.3 Насосная станция II подъема

Насосами этой станции подается очищенная вода из резервуаров чистой воды (РЧВ) непосредственно к потребителю. Поэтому подачу насосной станции II подъема определяют в зависимости от режима водопотребления населенного пункта.

Напор насосов станции II подъема определяют после полного расчета сети. Напор на станции должен быть достаточным для обеспечения требуемого свободного напора в сети населенного пункта с учетом потерь напора в сети и рельефа местности.

### 3.4 Определение требуемого напора насосов

Насосы – гидравлические машины, предназначенные для перекачивания жидкостей. Преобразуя механическую энергию движущейся жидкости, насосы поднимают жидкость на определенную высоту, перемещают ее на

необходимое расстояние в горизонтальной плоскости или заставляют циркулировать в какой-либо замкнутой системе.

Расчетные расходы всасывающих и напорных линий определили из условия одинакового распределения подаваемой воды по трубопроводам:

– для всасывающего трубопровода:

$$Q_{p.вс} = Q_{нс}/3600(n_{вс} - 1) \text{ м}^3/\text{с}; \quad (3.9)$$

$$Q_{p.вс} = 544,94/3600 \cdot 1 = 0,15 \text{ м}^3/\text{с}.$$

– для напорного трубопровода:

$$Q_{p.н} = Q_{нс}/3600 \cdot n_{н} \text{ м}^3/\text{с}; \quad (3.10)$$

$$Q_{p.н} = 544,94/3600 \cdot 2 = 0,3 \text{ м}^3/\text{с}.$$

где  $n_{вс}$  и  $n_{н}$  – соответственно число всасывающих и напорных линий.

Количество напорных водоводов, в зависимости от категории надежности, следует определять по СНиПу с учётом снижения или прекращения подачи воды потребителю в аварийной ситуации, т.е. на пропуск воды по оставшимся в работе водоводам. Уточнение количества водоводов производится путём расчётов на пропуск требуемого расхода, но в любом случае число напорных водоводов принимается не менее двух ( $n_{н} = 2$ ).

Число всасывающих трубопроводов  $n_{вс}$  соответствует числу рабочих насосов. Для всасывающих трубопроводов рекомендуется принимать стальные трубы.

– диаметр для всасывающего трубопровода:

$$D_{вс} = [(4Q_{p.вс})/(\pi v_{вс})]^{1/2} \quad (3.11)$$

$$D_{вс} = [(4 \cdot 0,15)/(3,14 \cdot 1)]^{1/2} = 0,37 \text{ м},$$

– диаметр для напорного трубопровода:

$$D_{н} = [(4Q_{p.н})/(\pi v_{н})]^{1/2} = [(4 \cdot 0,3)/(3,14 \cdot 2)]^{1/2} = 0,37 \text{ м}, \quad (3.12)$$

где  $v_{вс}$  и  $v_{н}$  – скорости движения воды в трубопроводах насосных станций, м/с (предварительное значение скоростей на всасывающих и напорных трубопроводах приняли равными:  $v_{вс} = 1,0$  м/с,  $v_{н} = 2,0$  м/с).

Принимаем  $D_{вс} = 400$  мм и  $D_{н} = 200$  мм.

Полный рабочий напор насоса:

$$H_H = H_{\Gamma} + h_{w.bc} + h_{w.H} = 4,65 + 1,5 + 12,37 \approx 8,52 \text{ м}, \quad (3.13)$$

где  $H_{\Gamma}$  – геометрическая высота подъема воды, м;  $h_{w.bc}$  – потери напора на всасывающем трубопроводе, м;  $h_{w.H}$  – потери напора в напорном водоводе от насосной станции до водонапорной башни, м.

Геометрическая высота подъема воды:

$$H_{\Gamma} = H_Z = 4,65 \text{ м}, \quad (3.14)$$

где  $H_Z$  – разность отметок поверхности земли у диктующей точки  $Z_{\text{д.м.}}$  и расчетного (пожарного) уровня в резервуаре чистой воды  $Z_{\text{П РЧВ}}$  м.:

$$H_Z = Z_{\text{д.м.}} - Z_{\text{П}}, \quad (3.15)$$

$$H_Z = 127 - 122,35 = 4,65 \text{ м}.$$

Потери напора:

- на всасывающем трубопроводе:

$$h_{w.bc} = S_{0.bc} L_{bc} Q_{p.bc}^2 + h_{k.bc} = 5,514 \cdot 10^{-9} \cdot 30 \cdot 0,3^2 + 1,5 \approx 1,5 \text{ м}, \quad (3.16)$$

$$h_{w.H.l} = h_{w.y.} + h_{k.H.} \quad (3.17)$$

$$H_{w.H.l} = 10,37 + 2 = 12,37 \text{ м}.$$

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

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

$$h_{w.y.} = 2,25 + 4,28 + 3,84 = 10,37 \text{ м}. \quad (3.18)$$

Полная высота подъема насосов определяется по формуле

$$H_n = H_H + H_{CB}, \text{ м} \quad (3.19)$$

$$H_n = 8,52 + 42 = 50,52 \text{ м}$$

где  $H_{CB}$  – требуемый свободный напор над поверхностью земли в диктующей точке, определяется по формуле

$$H_{CB} = 4 \cdot (n - 1) + 10 = 4 \cdot (9 - 1) + 10 = 42 \text{ м} \quad (3.20)$$

### 3.5 Подбор насосов

Насосы в насосной станции II подъема, как правило, работают совместно, в параллельном режиме подачи воды в водовод, т.е. несколько насосов подают воду в одну систему. Подбор марки насосов производится по требуемому подаче  $Q_H = 532,58 \text{ м}^3/\text{ч}$  и напору  $H_H = 50,52 \text{ м}$ .

Принимаем 2 насоса WILO NL 150/400-55-4-12 со следующими техническими характеристиками:

- подача –  $266,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; напор –  $50,1 \text{ м}$ ;
- частота оборотов –  $1450 \text{ мин}^{-1}$ ;
- мощность электродвигателя –  $47,51 \text{ кВт}$ ;
- габариты LxВxН –  $1890 \times 730 \times 885 \text{ мм}$ .

## 4 РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

### 4.1 Процессы осветления и обеспечения воды реагентным методом

Удаление реагентным методом гетерофазных примесей, обуславливающих цветность и мутность природных вод, основано на применении коагулянтов. Коагуляция – это процесс укрупнения коллоидных и взвешенных частиц дисперсной системы в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты с последующим разделением агрегатов путем осаждения. В большинстве частицы примесей имеют одинаковые заряды, что обуславливает, возникновения межмолекулярных сил отталкивания и агрегативную устойчивость.

В технологии воды необходимо нарушить агрегативную устойчивость, снизить или устранить заряд частиц. Это достигается добавлением к воде реагентов: сернокислый алюминий  $Al_2(SO_4)_3$ , железный купорос  $FeSO_4$ , хлорное железо  $FeCl_3$ , оксихлорид алюминия  $Al_2(OH)_5Cl \times 6H_2O$ .

Частицы коллоидов находятся в воде под действием диффузионных сил, обусловленных броуновским движением. Под влиянием частиц стремятся равномерно расположиться во всем объеме жидкости. При достаточно малых размерах частиц силы диффузии преобладают над силами тяжести и частицы остаются во взвешенном состоянии. Для того, чтобы произошло осаждение частиц, необходимо их укрупнение за счет слипания. Наличие у частиц электрических зарядов одного знака вызывают их взаимное отталкивание, и мешает процессу слипания. Одновременно между коллоидными частицами имеются молекулярные силы взаимного притяжения – силы Ван-дер-Ваальс. Появление этих сил возможно при небольшом расстоянии между ними. По мере сближения частиц возрастают обе силы и отталкивания и притяжения. В начале сила отталкивания больше силы притяжения. Поэтому результирующим является отталкивание, которое достигает максимума при определенном расстоянии между ними. Если частицы под влиянием

кинетической энергии преодолевают силовой барьер, то резко увеличиваются силы притяжения, и частицы слипаются, однако необходим большой запас кинетической энергии частиц для преодоления сил отталкивания, который снижает вероятность слипания частиц и коллоидная система сохраняет агрегативную устойчивость. При снижении электрического заряда частицы, т.е. при уменьшении  $\xi$ - потенциала, сила отталкивания уменьшается и становится возможным процесс коагуляции. Максимально идет коагуляция при  $\xi=0$ . Это состояние называется изоэлектрическим. Одним из методов снижения  $\xi$  является увеличение концентрации в воде электролита, при этом возрастает концентрация в растворе противоионов и все больше их число переходит из диффузионного слоя в адсорбционный, нейтрализуя заряд гранулы и снижая  $\xi$  - потенциал. Способность электролита вызывать коагуляцию возрастает с увеличением валентности коагулирующего иона (Fe, Al).

Строение мицеллы золя  $Al(OH)_3$  полученного при гидролизе соли  $AlCl_3$

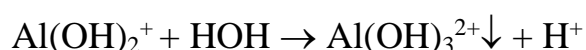
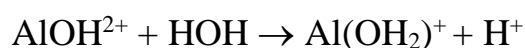
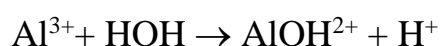
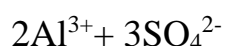
$$\{m[Al(OH)_3]nAl^{3+}, (3n-x)Cl^{-}\}3xCl^{-}$$

Таким образом, коллоидная частица состоит из ядра, адсорбционного слоя – это ионы, непосредственно прилегающие к ядру и образующие слой поверхностно-ядерных ионов. (Однако суммарный заряд противоположно заряженных частиц ионов не компенсируют заряд поверхностно-ядерных ионов). Ядро с адсорбционным слоем составляет границу. На границе адсорбционного слоя электрический заряд, вокруг границы образуется диффузионный слой, в котором находятся противоположно заряженные ионы компенсирующие заряд границы. Граница с диффузионным слоем называется мицеллой. Потенциал на границе ядра называется термодинамическим потенциалом  $\Sigma$  - потенциалом. Он равен сумме зарядов в их поверхностно-ядерных ионов. При очистке воды коагуляции под влиянием сложной смеси электролита в воде и под влиянием ионов, которые вносятся в воду с коагулянтами.

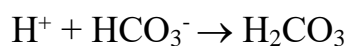


Согласно современным представлениям процесс обеспечения воды происходит следующим образом: при добавлении к очищаемой воде раствора коагулянта ( $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$  и т.д.) в течение первых 30-180 сек. происходит гидролиз добавленных солей и образования гидроксидов Al и Fe, которые обладают высокой сорбционной способностью, т.е. вода очищается вследствие адсорбции различных коллоидных и высокомолекулярных примесей на поверхности гидроксида. Процесс коагуляции гидроксидов фактически приводит к удалению отработанного сорбента из очищенной воды. Процесс коагулирования зависит от солевого состава воды, от ее анионного состава. В природной воде, содержатся  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ .

Гидролиз  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ :



Так как гидролиз обратимый процесс, то накапливание ионов водорода  $\text{H}^+$ , может вызывать смещение равновесия исходных продуктов, т.е. образовавшийся гидроксид будет растворяться в избытке кислоты и загрязнять воду. Присутствующие в природных водах гидрокарбонатные ионы связывают избыток ионов водорода, образуя малодиссоциированные кислоты, в результате чего гидролиз протекает необратимо



При недостаточной щелочности воды необходимо добавлять реагенты  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Процесс осветления можно интенсифицировать с помощью флокулянтов, высокомолекулярные вещества, способствующие образованию крупных, прочных и быстро осаждающихся хлопьев. Флокулянты могут

применяются совместно с минеральными коагулянтами или самостоятельно. Они делятся по химическому составу на: минеральные (активированная кремневая кислота  $H_2SiO_3$ ), органические (полиакрилат натрия, полиакриламид – ПАА, полимеры и т.д.) Наиболее широкое применение в практике очистки воды в качестве флокулянтов получили активированная кремневая кислота и полиакриламид.

## 4.2 Производительность очистных сооружений

Расчетная производительность очистных сооружений определена с учетом максимального водопотребления в поселке, расхода воды на собственные нужды станции водоподготовки и дополнительного противопожарного расхода воды (Таблица. 4.1).

Таблица 4.1 – Расчетный расход воды

Q, м <sup>3</sup> /сут	Q, м <sup>3</sup> /ч	Q, м <sup>3</sup> /мин	Q, м <sup>3</sup> /с
13271,8	552,9	27,65	0,15

## 4.3 Состав сооружений для очистки воды

Очистные сооружения являются одним из основных элементов системы водоснабжения.

Выбор состава сооружений определяется с учетом показателей качества воды, требований к качеству питьевой воды, производительности очистных сооружений, технико-экономического обоснования.

Технико-экономическое обоснование выбора схемы водоподготовки основано на сравнение следующих параметров: капитальных вложений, базовой стоимости сооружений и оборудования и эксплуатационных затрат.

При сравнении перечисленных параметров определено, что более экономичной является схема с применением горизонтальных отстойников.

В качестве коагулянта принят сульфат алюминия  $Al_2(SO_4)_3$ , в качестве подщелачивающего реагента – гидроксид натрия  $NaOH$ , для интенсификации процессов осветления и обесцвечивания – раствор флокулянта ВПК-402.

Доза оксихлорида алюминия принята исходя из установленных данных и равна 10 мг/л.

Количество подщелачивающего реагента:

$$D_{щ} = \kappa \cdot \left( \frac{D_{\kappa}}{e} - Щ \right) + 1, \text{ мг/л}, \quad (4.1)$$

где  $\kappa$  – эквивалентный вес щелочи, 28 мг/л;

$e$  – эквивалентный вес коагулянта, 57 мг/мг-экв.

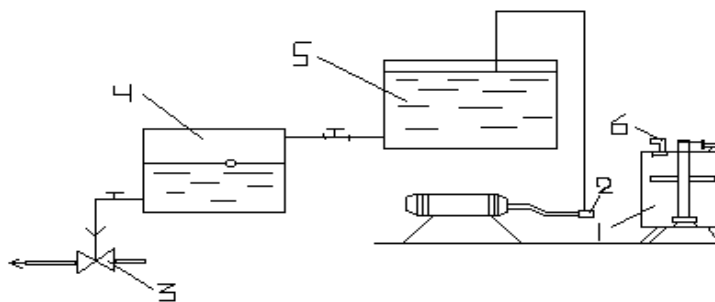
$$D_{щ} = 28 \cdot \left( \frac{400}{57} - 3,3 \right) + 1 = 132,1 \text{ мг/л}.$$

Доза флокулянта ВПК-402 принята 0,1 мг/л.

Производительность мешалки для приготовления раствора (рисунок 4.1):

$$q_m = \frac{Q_{ос} \cdot D_{впк}}{24 \cdot 1000}, \text{ кг/ч}, \quad (4.2)$$

$$q_m = \frac{13271,8 \cdot 0,2}{24 \cdot 1000} = 0,11 \text{ кг/ч}.$$

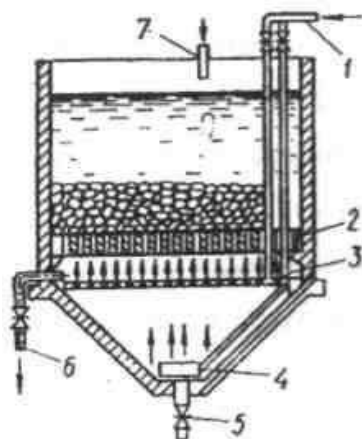


1 – Бак с мешалкой на вертикальной оси; 2 – Перекачивающий циркуляционный насос; 3 – Эжекторы; 4 – Дозирующее устройство; 5 – Блок раствора ВПК; 6 – Подача воды.

Рисунок 4.1 - Узел приготовления ВПК:

#### 4.4 Растворение коагулянта сжатым воздухом

Для приготовления раствора коагулянта на очистных станциях применяют различные устройства: растворные баки, расходные баки, насосы-дозаторы и т.д. Для растворения сухого коагулянта используют растворные баки, в которых готовят раствор коагулянта с концентрацией 10-17%. Для интенсификации процесса растворения под колосниковой решеткой по системе дырчатых труб подается сжатый воздух воздуходувкой. Полученный раствор по перепускному рукаву поступает в растворные баки, где доводится до требуемой концентрации (4-10%). Затем раствор коагулянта насосом-дозатором подается в смеситель.



1 – труба для подачи сжатого воздуха; 2 – колосниковая решетка; 3, 4 – верхняя и нижняя распределительные системы воздуха; 5 – выпуск осадка; 6 – пробоотборник; 7 – подача воды.

Рисунок 4.2 - Бак для растворения коагулянта с подводом сжатого воздуха

Емкость растворного бака:

$$W_p = \frac{q_{\text{ч}} \cdot n \cdot D_{\text{к}}}{10000 \cdot B_p \cdot \gamma}, \text{ м}^3, \quad (4.3)$$

$$W_p = \frac{552,9 \cdot 8 \cdot 400}{10000 \cdot 10 \cdot 1} = 17,7 \text{ м}^3.$$

где  $q_{\text{ч}}$  – часовой расход,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$n$  – число часов, на которое заготавливают раствор коагулянта, ч;

$B_p$  – концентрация раствора коагулянта в растворном баке, 10%;

$\gamma$  – объемный вес раствора коагулянта, 1,1 т/м<sup>3</sup>.

Емкость расходного бака:

$$W = \frac{W_p \cdot B_p}{B} \text{ м}^3, \quad (4.4)$$

$$W = \frac{17,7 \cdot 10}{5} = 35,4 \text{ м}^3.$$

где  $B_p$  – концентрация раствора коагулянта в расходном баке, 10%.

Приняты 2 растворных и 3 расходных бака.

#### 4.5 Воздуходувки и воздухопроводы

Определяем общий расход воздуха:

$$Q_b = F_1 \omega_1 + F_2 \omega_2, \text{ л / с}, \quad (4.5)$$

$$Q_b = 8,85 \cdot 10 + 17,85 \cdot 5 = 177,75 \text{ л / с},$$

где  $\omega_1 = 10 \text{ л/см}^2$ ;  $\omega_2 = 5 \text{ л/см}^2$  интенсивности подачи воздуха в растворный и расходный баки.

$F_1$  и  $F_2$  – площади растворных и расходных баков, м<sup>2</sup>

$$F_{1,2} = W_p / H \quad (4.6)$$

$$F_1 = 17,7 / 2 = 8,85$$

$$F_2 = 35,7 / 2 = 17,85 \text{ м}^2$$

По полученному результату подбираем воздуходувку ВР-155 (роторная со следующими параметрами: производительность 179 м<sup>3</sup>/мин, мощность электродвигателя 200 кВт). Предусматриваем, так же резервную воздуходувку ВР-155.

#### 4.6 Расчет суженного участка подводящего трубопровода для ввода раствора реагента

Ввод раствора реагента производят в месте примыкания к смесителю двух линий водовода, подводящий исходную воду на очистную станцию.

Диаметр одного подводящего водовода:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot V_1}} \text{ м,} \quad (4.7)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,15}{3,14 \cdot 1}} = 0,43 \text{ м}$$

где  $q$  – расход воды в водоводе

$V_1$  – скорость движения воды в подводящем водоводе, 1 м/с.

Диаметр суженного участка:

$$d = \frac{D}{2} \text{ м,} \quad (4.8)$$

$$d = 0,5 / 2 = 0,25 \text{ м.}$$

Динамическое давление воды в водоводе:

$$h_{\text{дин1}} = \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,05 \text{ м} \quad (4.9)$$

Динамическое давление в суженном участке:

$$h_{\text{дин2}} = \frac{V_2^2}{2 \cdot g} = \frac{3^2}{2 \cdot 9,81} = 0,46 \text{ м,} \quad (4.10)$$

где  $V_2$  – скорость движения воды в суженном участке, 3 м/с.

Потери напора в суженном участке:

$$h_c = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{3^2 - 1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,4 \text{ м} \quad (4.11)$$

Что удовлетворяет условию  $h_c = 0,3-0,4$  м.

Площадь поперечного сечения водовода:

$$f_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} = 0,2 \text{ м}^2 \quad (4.12)$$

Площадь поперечного сечения суженного участка:

$$f_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} = 0,05 \text{ м}^2 \quad (4.13)$$

Отношение площадей сечений:

$$m_1 = \frac{f_1}{f_2} = \frac{0,2}{0,05} = 4 \quad (4.14)$$

Разность отметок уровней воды в пьезометрах:

$$\sqrt{h} = \frac{q_c \sqrt{m_1 - 1}}{\mu \cdot f_1 \cdot \sqrt{2g}} = \frac{0,15 \sqrt{4^2 - 1}}{0,98 \cdot 0,2 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} = 0,67 \text{ м}, \quad (4.15)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода, 0,98.

#### 4.7 Склады реагентов

Для хранения коагулянта и подщелачивающего реагента необходимо устройство склада, рассчитанного на 15-30 суточную наибольшую потребность в реагентах.

Площадь склада коагулянтов:

$$F_{скл}^к = \frac{Q_{oc} \cdot D_k \cdot T \cdot \alpha}{P_c^к \cdot 10000 \cdot h_k \cdot G_0^к} = \frac{13271,8 \cdot 400 \cdot 15 \cdot 1,15}{33,5 \cdot 10000 \cdot 3 \cdot 1,1} = 82,84 \text{ м}^2 \quad (4.19)$$

где  $D_k$  – доза коагулянта, мг/л;

$T$  – продолжительность хранения коагулянта на складе, 15 сут.;

$\alpha$  – коэффициент учета дополнительной площадки проходов, 1,15;

$P_c^к$  – содержание безводного продукта в коагулянте, 33,5%;

$h_k$  – высота слоя коагулянта, 3 м;

$G_0^к$  – объемный вес коагулянта при загрузке склада навалом, 1,1 т/м<sup>3</sup>.

Площадь склада подщелачивающего реагента:

$$F_{скл}^u = \frac{Q_{oc} \cdot D_u \cdot T \cdot \alpha}{10000 \cdot \rho_c^u \cdot h_c^u \cdot G_0^u} = \frac{13271,8 \cdot 132,1 \cdot 15 \cdot 1,15}{10000 \cdot 50 \cdot 1,5 \cdot 1} = 40,3 \text{ м}^2 \quad (4.20)$$

где  $P_c^u$  – содержание безводного продукта, 50%;

$h_c$  – высота слоя, 1,5 м;

$G_0^u$  – объемный вес при загрузке склада навалом, 1 т/м<sup>3</sup>.

## 4.8 Дозирование растворов реагентов

Устройство для дозирования реагентов делится на два типа:

- 1) дозаторы постоянной дозы они устанавливаются на очистных сооружениях с постоянным расходом воды;
- 2) дозаторы пропорциональной дозы реагента при изменении расхода обрабатываемой воды.

Оба типа дозатора в зависимости от их конструктивного устройства могут быть напорными и безнапорными.

Широкое применение нашли шайбовые дозаторы, их относят к напорным дозаторам пропорциональной дозы, которые приспособлены для дозирования легкорастворимых реагентов ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{NaOH}$ ). Дозатор работает под действием перепада давлений в диафрагме, которая устанавливается на трубопроводе обрабатываемой воды.

Шайбовый дозатор представляет собой стальной цилиндрический бак со сферическими днищами, в которые вварены патрубки для подачи раствора реагента и воды для отвода. Перед пуском в работу по трубопроводу дозатор заполняется раствором реагента снизу из бака. Воздух при этом выпускается через воздушник, а резиновый мешок поднимается вверх, прилегая к стенкам дозатора. Когда весь дозатор заполняется раствором реагента воздушник перекрывают вентилем и открывают соответствующие вентили на трубопроводах дозатора.

Так давление в трубопроводе перед диафрагмой выше, чем после нее, некоторое количество воды пропорциональное ее расходу по трубопроводу пойдет через ротаметр и трубопровод в верхнюю часть дозатора и вытеснит из него по трубопроводу такое же количество реагента в трубопровод обрабатываемой воды, то поплавков ротаметра опустится на нулевое деление, это послужит сигналом для включения в работу второго дозатора.



Расчет шайбового дозатора заключается в определении емкости дозатора и диаметра на трубопроводе исходной воды.

Емкость шайбового дозатора:

$$W = 0,1 \frac{n \cdot q_v \cdot D_k}{B \cdot \gamma} = 0,1 \frac{8 \cdot 552,9 \cdot 400}{10 \cdot 1,06} = 1,54 \text{ м}^3 \approx 8,3 \text{ м}^3, \quad (4.21)$$

где  $n$  – число часов непрерывного действия дозатора, 8 ч;

$B$  – концентрация растворов реагента, 10 %;

$\gamma$  – удельный вес раствора реагента, 1,06 т/м<sup>3</sup>.

Максимальная высота слоя раствора реагента в дозаторе:

$$H_1 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 1,54}{3,14}} = 1,98 \text{ м}, \quad (4.22)$$

Диаметр корпуса дозатора:

$$d = \frac{H_1}{2} = \frac{1,98}{2} = 0,99 \text{ м} \quad (4.23)$$

Перепад давления, создаваемый дроссельной шайбой:

$$\Delta h = (\gamma - 1) \cdot \left( H + \frac{100H_1}{K} \right) + 3 \cdot \sum h \zeta = (1,06 - 1) \cdot \left( 5,5 + \frac{100 \cdot 1,98}{10} \right) + 3 \cdot 0,15 = 1,97 \text{ м вод. ст.} \quad (4.24)$$

ст.,

где  $H$  – высота подачи раствора из дозатора в трубопровод исходной воды, 5,5 м;

$K$  – точность дозирования, 10%;

$\sum h \cdot \zeta$  – гидравлическое сопротивление, 0,15 м вод. ст.

Диаметр шайбы:

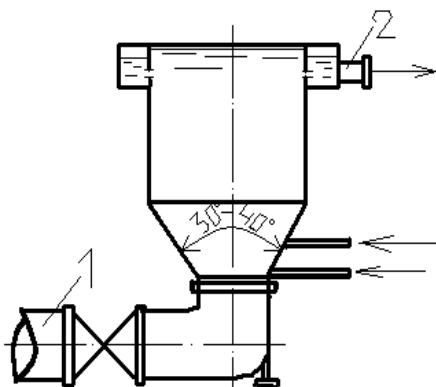
$$d_{ш} = 4,27 \cdot \sqrt{\frac{Q_v}{\alpha \cdot \sqrt{\Delta h}}} = 4,27 \cdot \sqrt{\frac{552,9}{0,7 \cdot \sqrt{1,97}}} = 101,42 \text{ мм}, \quad (4.25)$$

где  $\alpha$  – коэффициент истечения, 0,7.

## 4.9 Вертикальный (вихревой) смеситель

Смесители служат для быстрого и равномерного распределения реагентов в обрабатываемой воде, что способствует более быстрому

протеканию последующих реакций, происходящих в камерах хлопьеобразования. Смешение осуществляется в течение 1-2 мин. Проектируем вертикальный (вихревой) смеситель. Такой смеситель можно принимать при расходе не более 1400-1500 м<sup>3</sup>/ч. Вертикальные смесители могут быть квадратные или круглые в плане, с пирамидальной или конической нижней частью. Обработываемая вода подается по трубе в нижнюю часть со скоростью 1-1,2 м/с. Вода проходит через смеситель и в верхней части перемешивается и поступает в сборный лоток. Из сборного лотка вода поступает в боковой карман. Боковой карман принимается конструктивно с тем, чтобы в нижней его части разместилась труба для отвода воды. В вертикальных смесителях обеспечивается относительно полное растворение частиц извести, т.к. они некоторое время движутся во взвешенном состоянии в турбулентном восходящем потоке воды.



1 – выходное отверстие, 2 – входное отверстие

Рисунок 4.3- Смеситель

Принимаем один смеситель с расходом  $Q_{\text{ч}} = 552,9/\text{ч}$

Площадь горизонтального сечения в верхней части смесителя:

$$f_{\text{с}} = \frac{Q_{\text{ч}}}{V_{\text{с}}} = \frac{552,9}{100} = 5,5 \text{ м}^2, \quad (4.26)$$

где  $V_{\text{в}}$  – скорость восходящего движения воды, 100 м/ч.

Сторона квадратной вертикальной части смесителя:

$$B_g = \sqrt{f_g} = \sqrt{5,5} = 2,345 \text{ м.}$$

(4.27)

Диаметр подводящего трубопровода:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot V_n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,15}{3,14 \cdot 1}} = 0,44 \text{ м,} \quad (4.28)$$

где  $V_n$  – скорость в подводящем трубопроводе, 1 м/с.

Внешний диаметр:

$$D = d + \delta = 0,45 + 0,026 = 0,476 \text{ м.} \quad (4.29)$$

Площадь нижней части смесителя:

$$f_n = D^2 = 0,476^2 = 0,227 \text{ м}^2. \quad (4.30)$$

Высота нижней части смесителя:

$$h_n = 0,5(B_B - B_H) \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = 0,5(2,345 - 0,476) \operatorname{ctg} \frac{45}{2} = 2,26 \text{ м,} \quad (4.31)$$

где  $\alpha$  – величина центрального угла в смесителе,  $45^\circ$ .

Объем пирамидальной части смесителя:

$$W_n = \frac{1}{3} h_n (f_B + f_n + \sqrt{f_B \cdot f_n}) = \frac{1}{3} \cdot 2,26 (5,5 + 0,227 + \sqrt{5,5 \cdot 0,227}) = 5,11 \text{ м}^3 \quad (4.32)$$

Полный объем смесителя:

$$W = \frac{Q_c \cdot t}{60} = \frac{552,9 \cdot 1,5}{60} = 13,8 \text{ м}^3, \quad (4.33)$$

где  $t$  – продолжительность смешения, 1,5 мин.

Объем верхней части смесителя:

$$W_B = W - W_n = 13,8 - 5,11 = 8,7 \text{ м}^3. \quad (4.34)$$

Высота верхней части смесителя:

$$h_B = \frac{W_B}{f_B} = \frac{8,7}{5,5} = 1,58 \text{ м.} \quad (4.35)$$

Полная высота смесителя:

$$h_c = h_n + h_B = 2,26 + 1,58 = 3,84 \text{ м.} \quad (4.36)$$

#### 4.10 Сбор воды периферийным лотком

Сбор воды производится в верхней части смесителя периферийным лотком через затопленные отверстия.

Расход воды в лотке:

$$Q_l = \frac{Q_u}{2} = \frac{552,9}{2} = 276,45 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.37)$$

Площадь живого сечения лотка:

$$\omega_l = \frac{Q_l}{V_l \cdot 3600} = \frac{276,45}{0,6 \cdot 3600} = 0,13 \text{ м}^2, \quad (4.38)$$

где  $V_l$  – скорость движения воды в лотке, 0,6 м/с.

Высота слоя воды в лотке:

$$h_l = \frac{\omega_l}{B_l} = \frac{0,13}{0,27} = 0,47 \text{ м}, \quad (4.39)$$

где  $B_l$  – ширина лотка, 0,27 м.

Площадь затопления отверстий в стенках лотка:

$$F_o = \frac{Q_u}{V_o \cdot 3600} = \frac{552,9}{1 \cdot 3600} = 0,154 \text{ м}^2, \quad (4.40)$$

где  $V_o$  – скорость движения воды через отверстия, 1 м/с.

Площадь одного отверстия:

$$f_o = \frac{\pi \cdot d_o^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 0,00785 \text{ м}^2, \quad (4.41)$$

где  $d_o$  – диаметр отверстия, 100 мм.

Количество отверстий:

$$n_o = \frac{F_o}{f_o} = \frac{0,154}{0,00785} = 22 \text{ шт.} \quad (4.42)$$

Внутренний периметр лотка:

$$P_l = 4 \cdot [(B_s - 2 \cdot (B_l + 0,06))] = 4 \cdot [2,345 - 2(0,27 + 0,06)] = 6,74 \text{ м} \quad (4.43)$$

Шаг отверстий:

$$l_o = \frac{P_l}{n_o} = \frac{6,74}{22} = 0,3 \text{ м} \quad (4.44)$$

Расстояние между отверстиями:

$$l = l_0 - d_0 = 0,3 - 0,1 = 0,2 \text{ м} \Rightarrow 200 \text{ мм.} \quad (4.45)$$

#### **4.11 Коридорный осветлитель со взвешенным слоем осадка**

Для предварительного осветления воды перед подачей ее на фильтры вместо отстойников широко используют осветлители со взвешенным слоем осадка. Этот метод осветления применим только при условии введения в воду коагулянта, т.е. при условии предварительной обработки воды. Поддержание требуемой высоты слоя осадка в большинстве осветлений достигается принудительным отсосом осадка. Так же наличие в воде, подаваемой на осветлитель пузырьков воздуха может нарушить нормативную работу временного осадка. Поэтому обычно предусматривают удаление воздуха из воды до ее поступления в осветлитель.

Осветлитель представлен на рисунке 4.4. Рабочая камера состоит из двух отделений, в нижнюю призматическую часть которых, по дырчатым трубам 1 подается осветляемая вода. Осветленная вода отводится по сборным желобам 2 в сборный лоток и далее по отводящей трубе. Осадок взвешенного слоя поступает в вертикальный осадкоуплотнитель 6 через осадкоприемные окна 3, прикрытые козырьками, препятствующие в окна осветленной воды. Для принудительного отсоса через окна осуществляется отбор воды из осадкоуплотнителя по дырчатым трубам 4. Уплотненный осадок выпускается по осадкоотводящим трубам 5.

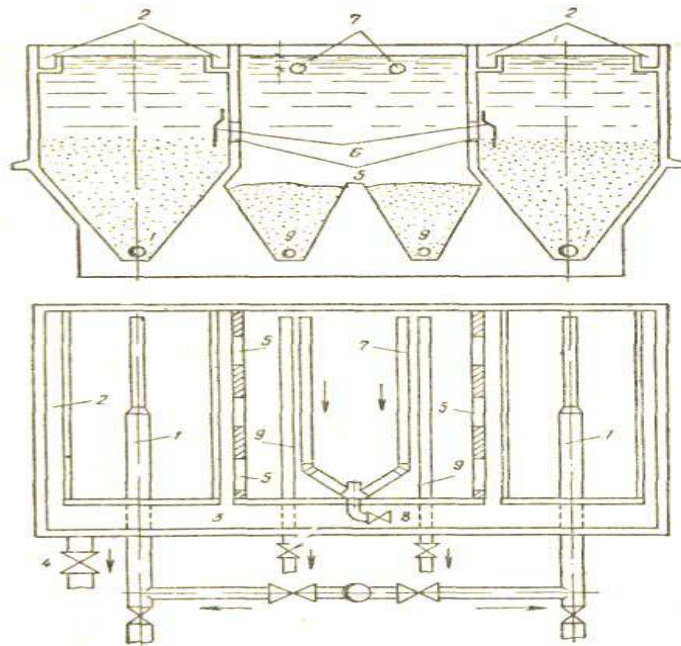


Рисунок 4.4 – Осветлитель со взвешенным слоем осадка

Максимальная концентрация взвешенных веществ поступающих в осветлитель, мг/л :

$$C = M + K \cdot D_k + I \quad (4.46)$$

$$C = 10 + 0,55 \cdot 400 + 79,26 = 304,26 \text{ мг/л}$$

где  $M$  – содержание фтора в воде,  $M = 5 \text{ мг/л}$

$K = 0,55$  – переводной коэффициент для очищенного сернокислого алюминия

$$D_k = 400 \text{ – доза коагулянта, мг/л}$$

$I$  – количество нерастворимых веществ, вводимых с алюминатом натрия для подщелачивания воды, мг/л

$$I = 0,6 \cdot D_{и} = 0,6 \cdot 132,1 = 79,26 \text{ мг/л} \quad (4.47)$$

где  $D_{и} = 132,1 \text{ мг/л}$  – доза извести.

Количество воды, теряемое при сбросе осадка, %:

$$q_{oc} = \frac{K_p \cdot (C - m)}{\delta_{cp}} \cdot 100\% = \frac{1,2 \cdot (304,26 - 8)}{40000} \cdot 100\% = 0.736\% \quad (4.48)$$

где  $K_p = 1,2 \div 1,5$  – коэффициент взвеси в воде после 3 – 12 ч

$\delta_{cp}$  – концентрация взвешенных веществ, г/м<sup>3</sup>

$m$  – количество взвеси в воде, выходящей после обработки в осветлителе,

$m = 8 \div 12$  мг/л.

Площадь зоны осветления, м<sup>2</sup>:

$$F_{з.о.} = \frac{K_{р.в} \cdot Q_p}{3,6 \cdot v_{з.о.}} = \frac{0,8 \cdot 552,9}{3,6 \cdot 0,8} = 153,58 \text{ м}^2. \quad (4.49)$$

где  $K_{р.в}$  – коэффициент распределения воды 0,8;

$v_{з.о.}$  – скорость в зоне осветления 0,8 м/с.

Площадь зоны отделения, м<sup>2</sup>:

$$F_{з.отд} = \frac{(1 - K_{р.в}) \cdot Q_p}{3,6 \cdot \alpha \cdot v_{з.о.}} = \frac{(1 - 0,8) \cdot 552,9}{3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 42,9 \text{ м}^2. \quad (4.50)$$

где  $\alpha=0,9$  – коэффициент снижения в зоне осветления осадка.

Общая площадь осветления, м<sup>2</sup>:

$$F_{осв} = F_{з.о.} + F_{з.отд} = 153,58 + 42,9 = 196,4 \text{ м}^2. \quad (4.51)$$

Количество осветлителей :

$$N = F_{осв} / f = 196,4 / 67,5 = 2,91 \text{ шт.} \quad (4.52)$$

где  $f$  - площадь осветлителя.

Принимаем 3 рабочих осветлителя  $V_k=2,5$  м ;  $V_{о.у.}=2,5$  м ;  $L_k=9$  м.

Площадь коридора осветлителя, м<sup>2</sup>:

$$f_{кор} = \frac{F_{з.о.}}{N \cdot \Pi} = \frac{153,58}{3 \cdot 2} = 25,6 \text{ м}^2. \quad (4.53)$$

где  $\Pi=2$  – количество коридоров.

Площадь осадкоуплотнителя, м<sup>2</sup>:

$$f_{o.y} = \frac{F_{з.отд}}{N} = \frac{42,9}{3} = 14,3 \text{ м}^2. \quad (4.54)$$

#### 4.12 Распределение воды

Распределительный дырчатый коллектор, м<sup>3</sup>/ч:

$$q_{кол} = \frac{Q_{ч}}{N \cdot 2} = \frac{552,9}{3 \cdot 2} = 92,15 \text{ м}^3 / \text{ч} = 0,026 \text{ м}^3 / \text{с} \quad (4.55)$$

Диаметр коллектора, м:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{кол}}{\pi \cdot v_{кол}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,026}{3,14 \cdot 0,6}} = 0,23 \text{ м} = 250 \text{ мм} \quad (4.56)$$

где  $v_{кол} = 0,5 \div 0,6$  м/с – скорость движения воды в коллекторе.

Площадь отверстий, см<sup>2</sup>:

$$\Sigma f_0 = q_{кол} / v_0 = 0,026 / 2 = 0,013 \text{ м}^2 = 130 \text{ см}^2 \quad (4.57)$$

где  $v_0 = 1,5 \div 2$  м/с – скорость воды из отверстия.

Количество отверстий в коллекторе, шт:

$$n_0 = \Sigma f_0 / f_0 = 130 / 3,14 = 42 \text{ шт.} \quad (4.58)$$

где  $f_0$  – площадь отверстий, см<sup>2</sup>;

$d = 10 \div 20$  мм – диаметр отверстия.

Шаг отверстия, м:

$$l_0 = \frac{2 \cdot l_{кор}}{n_0} = \frac{2 \cdot 9}{42} = 0,43 \text{ м.} \quad (4.59)$$



### 4.13 Сбор осветленной воды

Сбор воды осуществляется водосборными желобами с затопленными отверстиями. Желоба размещаются в зоне освещения, в верхней части его, вдоль боковых стен коридоров.

Расход воды в водосборном желобе, м<sup>3</sup>/ч:

$$q_{жс} = \frac{K \cdot Q_{ч}}{N \cdot 2 \cdot 2} = \frac{0,7 \cdot 552,9}{3 \cdot 2 \cdot 2} = 32,25 \text{ м}^3 / \text{ч} = 0,009 \text{ м}^3 / \text{с} . \quad (4.60)$$

где  $K = 0,7$  – коэффициент распределения воды.

Ширина желоба, м:

$$b_{жс} = 0,9 \cdot q_{жс}^{0,4} = 0,9 \cdot 0,009^{0,4} = 0,13 \text{ м} = 13 \text{ см} . \quad (4.61)$$

Глубина желоба в его начале, см:

$$h_{нач} = 7 + 1,5 \frac{b_{жс}}{2} = 7 + 1,5 \frac{13}{2} = 16,75 \text{ см} . \quad (4.62)$$

Глубина желоба в его конце, см:

$$h_{кон} = 7 + 2,5 \frac{b_{жс}}{2} = 7 + 2,5 \frac{13}{2} = 23,25 \text{ см} . \quad (4.63)$$

Площадь отверстий в желобе, см<sup>2</sup>:

$$\Sigma f_{отв} = \frac{q_{жс}}{\mu \cdot \sqrt{2gh}} = \frac{0,009}{0,65 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,05}} = 0,014 \text{ м}^2 = 141 \text{ см}^2 . \quad (4.64)$$

где  $\mu = 0,65$  – коэффициент расхода;

$h = 0,05$  см – разность уровней воды в осветлителе и желобе.

Количество отверстий в желобе:

$$n = \Sigma f_{отв} / f_{отв} = 141 / 3,14 = 44 \text{ шт} . \quad (4.65)$$

шаг оси отверстий, м.

$$l = l_{кор} / n = 9 / 44 = 0,2 \text{ м} . \quad (4.66)$$

#### 4.14 Скорые фильтры с зернистой загрузкой

Фильтрация применяют для осветления воды, т.е. задержания находящихся в воде взвешенных веществ. Фильтрация осуществляется путем пропуска воды через слой фильтрующего материала, представляющего собой пористую среду. Фильтр представляет собой резервуар, в нижней части которого расположено дренажное устройство, на которое укладывают слой поддерживающего материала и затем слой фильтрующей загрузки. В дипломном проекте рассчитаны скорые фильтры с зернистой загрузкой. Скорые фильтры используют для осветления мутных и цветных вод после коагулирования (и отстаивания) при реагентном умягчении. При скором фильтровании происходит быстрое загрязнение фильтра, требующее его очистки. Очистку фильтров производят путем промывки фильтрующей загрузки обратным током воды (чистой), подаваемой снизу через дренаж и проходящий через слой гравия и песка. (рисунок 4.5)

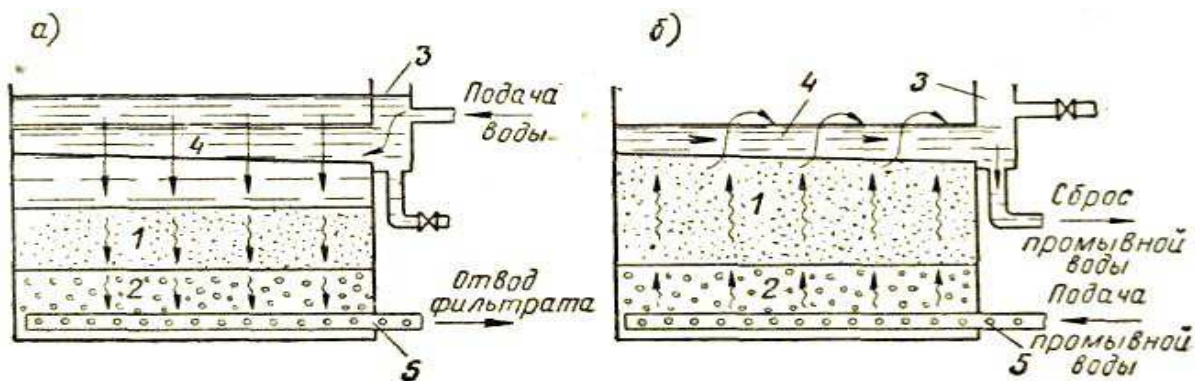


Рисунок 4.5 – скорый фильтр с зернистой загрузкой

Вода поступает на фильтр через карман 3 и желоба 4, проходит через слои песка и гравия и отводится при помощи дренажных устройств 5, расположенных в нижней части фильтра. При промывке фильтр включается, промывочная вода

подается снизу через распределительную систему и проходит слою гравия и песка в обратном направлении. Промывка длится 5-7 минут с интенсивностью 12-18 л/с·м<sup>2</sup> в зависимости от фракции загрузки. Количество фильтров на станции должно быть не менее четырех. Скорые фильтры рассчитываются на работу в нормальном и форсированных режимах.

Суммарная площадь фильтров:

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T \cdot V_{p.n} - 3,6 \cdot n \cdot w \cdot t_1 - n \cdot t_2 \cdot V_{p.n}} = \frac{13271,8}{24 \cdot 10 - 3,6 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 0,1 - 2 \cdot 0,33 \cdot 10} = 58,67 \text{ м}^2, \quad (4.67)$$

где T – время работы станции в течении суток, 24 ч;

w – интенсивность промывки, 10 л/с·м<sup>2</sup>;

t<sub>1</sub> – продолжительность промывки, 0,1 ч;

t<sub>2</sub> – простой фильтра в связи с промывкой, 0,33 ч;

n – число промывок фильтрации в сутки, 2;

V<sub>p.n.</sub> – скорость фильтрования при нормальном режиме.

Принимаем 4 фильтров с размерами в плане 4,5×3 м и площадью 13,5 м<sup>2</sup>.

Скорость фильтрования при форсированном режиме:

$$V_{p.ф.} = V_{p.n.} \cdot \frac{N}{N - N_1} = 6 \cdot \frac{4}{4 - 1} = 8 \text{ м/ч}, \quad (4.68)$$

где N<sub>1</sub> – количество осветлителей, находящихся в ремонте.

В качестве фильтрующего материала принимаем гранодиоритовый песок. Гранодиорит - горная порода, имеющая равнозернистую или порфнровидную структуру. Гранодиоритовый песок обладает хорошими физико-механическими и высокими технологическими свойствами, что дает возможность использовать его в любых фильтровальных сооружениях осветления и обезжелезивания воды в фильтрах водоподготовки для объектов энергетики, а также для доочистки сточных вод.

Гранодиоритовый песок может применяться во всех типах водопроводных зернистых фильтрах, как в качестве основного фильтрующего

слоя, так и для поддерживающих слоев, а также в фильтрах для доочистки сточных вод.

Гранодиоритовый песок имеет следующий минералогический состав: кварц = 5-10%, биотит = 3-8%, плагиоклаз = 10%, роговая обманка = 3-8%, калишпат = 5-10%, клинопироксен = 1%.

Основные физико-химические свойства гранодиоритового песка: насыпная масса- 1,37 г/см<sup>2</sup>, плотность - 2,68 г/см<sup>3</sup>, пористость -41 %, истираемость - 0,4 %, измельчаемость - 3,8 %, пустотность -14 %

Расчетные скорости фильтрования, высота слоя гранодиоритовой загрузки и ее фракционный состав определяются расчетом. Дробленая зернистая загрузка из гранодиорита имеет более развитую поверхность зерен и большую пористость, чем песок скорости фильтрования приняты на 10-15 % больше, чем на фильтровальных сооружениях того же типа с песчаной загрузкой. Для контактных осветлителей скорости приняты одинаковыми с песчаной загрузкой с целью недопущения расширения загрузки при восходящем направлении фильтрования.

В целях повышения эффективности работы и условий эксплуатации скорых гранодиоритовых фильтров целесообразно применять водо-воздушную промывку, при отсутствии оборудования для ее осуществления целесообразно провести реконструкцию фильтров. Гранодиоритовые фильтры для обезжелезивания воды следует проектировать с водо-воздушной промывкой с промывными желобами или с системой низкого горизонтального отвода промывных вод.

#### 4.15 Распределительная система фильтра

Количество промывной воды:

$$q_{np} = f \cdot \omega = 13,5 \cdot 13 = 168,75 \text{ л/с} \Rightarrow 0,17 \text{ м}^3 / \text{с}, \quad (4.69)$$

где  $\omega$  – интенсивность промывки фильтра, 13 л/с·м<sup>2</sup>.

Диаметр коллектора:

$$d_{кол} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{np}}{\pi \cdot V_{кол}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,17}{3,14 \cdot 1,5}} = 0,150 м \Rightarrow 150 мм. \quad (4.70)$$

Площадь фильтра на каждое ответвление распределительной системы:

$$f_{омс} = \frac{(L - D_{кол})}{2} \cdot m = [(4,5 - 0,15)/2] \cdot 0,27 = 0,09 м^2, \quad (4.71)$$

где  $m$  – расстояние между ответвлениями, 0,27 м;

$L$  – длина фильтра, 4,5 м.

Расход воды через ответвления:

$$q_{омс} = f_{омс} \cdot \omega = 0,09 \cdot 13 = 1,17 л/с \quad (4.72)$$

Диаметр ответвления:

$$d_{омс} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{омс}}{\pi \cdot V_{омс}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0017}{3,14 \cdot 1,8}} = 0,03 м = 30 мм \quad (4.73)$$

Суммарная площадь отверстий:

$$\sum f_0 = \frac{\alpha \cdot f_{\phi}}{100} = \frac{0,25 \cdot 13,5}{100} = 0,03 м^2 = 300 см^2. \quad (4.74)$$

Число отверстий фильтра:

$$\sum n_0 = \frac{\sum f_0}{f_0} = \frac{300}{0,95} = 316 шт., \quad (4.75)$$

где  $f_0$  – площадь отверстия диаметром 11 мм, 0,95 см<sup>2</sup>.

Число отверстий ответвлений:

$$n_{омс} = \frac{\sum n_0}{B/0,27} = \frac{316}{11,1} = 28 шт. \quad (4.76)$$

Длина ответвления:

$$l_0 = (L - D_{\kappa})/2 = (4,5 - 0,15)/2 = 2,2 м \quad (4.77)$$

Шаг оси отверстий:

$$l_0 = \frac{l_{омс}}{n_0} = \frac{2,2}{28} = 0,079 м = 79 мм \quad (4.78)$$

#### 4.16 Расчет устройств для сбора и отвода воды при промывке фильтра

Сбор и отвод загрязненной воды при промывке скорых фильтров осуществляется при помощи желобов размещаемых над поверхностью фильтрующей загрузки.

Ширина желоба:

$$B = K_5 \sqrt{\frac{q_{ж}^2}{(1,57 + a)^3}} = 2,1 \cdot 5 \sqrt{\frac{0,06^2}{(1,57 + 1,5)^3}} = 0,3 \text{ м}, \quad (4.79)$$

где  $K$  – для желоба с треугольным лотком, 2;

$a$  – отношение высоты прямоугольной части желоба к половине его высоты, 1,5.

Расход воды на один желоб:

$$q_{ж} = \frac{q_{пр}}{П_{ж}} = \frac{0,18}{3} = 0,06 \text{ л/с}, \quad (4.80)$$

где  $П_{ж}$  – количество желобов, 3.

Высота кромки желоба над поверхностью загрузки:

$$\Delta h_{ж} = \frac{H_{\phi} \cdot l}{100} + 0,3 = \frac{1 \cdot 40}{100} + 0,3 = 0,7 \text{ м}, \quad (4.81)$$

где  $H_{\phi}$  – высота фильтрующего слоя, 1 м;

$l$  – относительное расширение фильтрующей загрузки, 40%.

Расчет воды на промывку фильтра:

$$P = \frac{\omega \cdot f \cdot t_1 \cdot 60 \cdot N}{Q_{ч} \cdot T_p \cdot 1000} \cdot 100\% = \frac{13 \cdot 13,5 \cdot 6 \cdot 60 \cdot 4}{552,9 \cdot 7,4 \cdot 1000} \cdot 100\% = 6,18\% \quad (4.82)$$

Время работы фильтра между промывками частей:

$$T = T_0 - (t_1 + t_2 + t_3) = 8 - (0,1 + 0,33 + 0,17) = 7,4 \text{ ч}, \quad (4.83)$$

где  $t_1$  – продолжительность промывки, 0,1 ч;

$t_2$  – простой фильтра в связи с промывкой, 0,33 ч;

$t_3$  – продолжительность сброса первого фильтра в сток, 0,17 ч;

$T_0$  – рабочий фильтроцикл, 8 ч.

Расстояние от дна желоба до дна сборного канала:

$$H_{\text{кан}} = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{q_{\text{кан}}^2}{q \cdot b_{\text{кан}}^2} + 0,2} = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,18^2}{9,81 \cdot 0,7^2} + 0,2} = 1,0 \text{ м}, \quad (4.84)$$

где  $q_{\text{кан}}$  – расход воды по каналу, равно количеству промывной воды  $0,18 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

$b_{\text{кан}}$  – ширина сборного канала,  $0,7 \text{ м}$ .

Площадь сечения:

$$f_{\text{кан}} = B_{\text{кан}} \cdot H_{\text{кан}} = 0,7 \cdot 1,0 = 0,7 \text{ м}^2. \quad (4.85)$$

Скорость движения воды в канале:

$$V_{\text{кан}} = \frac{q_{\text{кан}}}{f_{\text{кан}}} = \frac{0,18}{0,7} = 0,25 \text{ м/с}. \quad (4.86)$$

#### 4.17 Потери напора при промывке фильтра

Потери напора в распределительной системе фильтра:

$$h_{p.c.} = \left( \frac{2,2}{\alpha^2} + 1 \right) \cdot \frac{V_{\text{кол}}^2}{2g} + \frac{V_{p.m.}^2}{2g} = \left( \frac{2,2}{0,6^2} + 1 \right) \cdot \frac{1,25^2}{2 \cdot 9,81} + \frac{1,7^2}{2 \cdot 9,81} = 0,7 \text{ м}. \quad (4.87)$$

Потери напора в фильтрующем слое:

$$h_{\phi} = (a + v \cdot \omega) \cdot H_{\phi} = (0,6 + 0,017 \cdot 12,5) \cdot 1 = 0,81 \text{ м}, \quad (4.88)$$

где  $a$  – крупность зерен,  $0,6$ ;

$v$  – параметры песка,  $0,017$ ;

$\omega$  – интенсивность промывки,  $12,5 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$ .

Потери напора в поддерживающих слоях:

$$h_{n.c.} = 0,022 \cdot H_{n.c.} \cdot \omega = 0,022 \cdot 0,5 \cdot 12,5 = 0,13 \text{ м}, \quad (4.89)$$

где  $H_{n.c.}$  – высота поддерживающего слоя,  $0,5 \text{ м}$ .

Потери напора в подводящем трубопроводе:

$$h_{n.m} = i \cdot l = 0,00818 \cdot 100 = 0,82 \text{ м}, \quad (4.90)$$

где  $i$  – гидравлический уклон,  $0,00818$ .

Потери напора в трубопроводах:

$$h_{HT} = \frac{V^2}{2 \cdot g} = \frac{2,7^2}{2 \cdot 9,81} = 0,37 \text{ м} \quad (4.91)$$

Потери напора в местных сопротивлениях:

$$h_{м.с.} = \sum \zeta \frac{V_{кол}^2}{2g} = (0,984 + 0,26 + 0,5 + 0,92) \frac{1,8^2}{2 \cdot 9,81} = 0,43 \text{ м}, \quad (4.92)$$

где  $\sum \zeta$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений: 0,984 – для колена, 0,26 – для задвижки, 0,5, 0,26 – для тройника.

Сумма потерь напора:

$$\sum h = h_{\delta.н.} + h_{\delta} + h_{i.н.} + h_{r.\delta.} + h_{i.н.} + h_{i.н.} = 0,7 + 0,81 + 0,13 + 0,82 + 0,37 + 0,43 = 3,26 \text{ м} \quad (4.93)$$

Геометрическая высота подъема воды от дна резервуара чистой воды до желоба:

$$h_r = \Delta h_{ж} + H_{\phi} + 4,5 = 0,7 + 1 + 4,5 = 6,2 \text{ м}. \quad (4.94)$$

Напор насоса:

$$H = h_r + \sum h + h_{з.н.} = 6,2 + 3,26 + 1,5 = 10,96 \text{ м}. \quad (4.95)$$

По значению  $H = 10,96$  м и  $q = 0,075$  м<sup>3</sup>/с. Принимаем насос марки NS 200-150-300/240, тип 225SC. Скорость вращения 1487 об/мин<sup>-1</sup>, мощность электродвигателя 37 кВт. Также устанавливается один резервный агрегат.

#### 4.18 Определение доз обеззараживающих реагентов

Обеззараживание воды осуществляется гипохлоритом натрия, который получают на водоочистой станции путем электролиза высококонцентрированного раствора поваренной соли в электролизере проточного типа с графитовыми электродами.

Расчетный часовой расход хлора для хлорирования воды (при дозе хлора ( $D_{хл.} = 1,0$  мг/л) равен;

$$Q_{хл.} = (Q_{час} D_{хл.}) / 1000 \text{ кг/сут}. \quad (4.96)$$

$$Q_{хл.} = (552,9 \cdot 1,0) / 1000 = 0,55 \text{ кг/ч} = 13,27 \text{ кг/сут}.$$

Принимается электролизная установка марки ЭН – 25 с отдельно стоящим складом поваренной соли.



#### 4.19 Система обеззараживания

Для обеззараживания сточных вод применяем ультрафиолетовую бактерицидную установку Лазурь М-5К. Расход сточных вод 194,46 м<sup>3</sup>/ч.

#### 4.20 Расчет шламоуплотнителя

Диаметр шламоуплотнителя:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5}{3,14 \cdot 1}} = 2,52 \text{ м}, \quad (4.97)$$

где  $F$  – необходимая площадь шламоуплотнителя, м<sup>2</sup>;

$n$  – количество шламоуплотнителей, 1.

Площадь шламоуплотнителя:

$$F = \beta \cdot \frac{Q_{\text{ч}}}{3,6 \cdot v_p} = 1,3 \cdot \frac{8,3}{3,6 \cdot 0,6} = 5 \text{ м}^2, \quad (4.98)$$

где  $\beta = 1,3-1,5$ ;

$Q_{\text{ч}}$  – расход воды на удаление осадка, м<sup>3</sup>/ч:

552,9 – 100 %

х – 1,5 %      х =  $Q_{\text{ч}} = 8,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,

$v_p$  – расчетная скорость восходящего потока воды, 0,6 мм/с.

Принимаем шламоуплотнитель  $d = 2,6 \text{ м}$ .

## 5 АВТОМАТИЗАЦИЯ

### 5.1 Автоматизация работы насосных станций

Регулировка частоты вращения электродвигателя насоса обеспечивает поддержание давления в системе водоснабжения при переменном расходе, а также предотвращение гидроударов и провалов давлений. Принцип работы частотного регулирования основан на изменении производительности насоса за счет изменения его частоты вращения при постоянном моменте на валу электродвигателя этого насоса. Такой способ регулирования обеспечивает возможность плавного изменения напора и расхода в насосной системе.

Система управления осуществляет управление и регулирование несколькими насосами (в данном варианте двумя), которые работают в сетевом режиме (ВКЛ/ВЫКЛ), при этом один из них управляется через частотный регулятор.

Система управления имеет в своем составе микропроцессорную систему управления с оптимизированным для условий эксплуатации программным обеспечением.

Система управления обладает следующими функциями:

- Регулирование в замкнутом контуре;
- Режим ВКЛ/ВЫКЛ при низком расходе (энергосберегающий режим, режим «сна»);
- Автоматическое, ступенчатое регулирование насосами;
- Автоматическое регулирование одним насосом через преобразователь частоты;
- Эксплуатация в ручном режиме станции;
- Возможность регулировки заданного значения давления;
- Светосигнальная индикация режимов работы на передней панели.

## 5.2 Подключение частотной станции

Подключение Станции осуществляется в соответствии со схемой на рисунке 5.1:

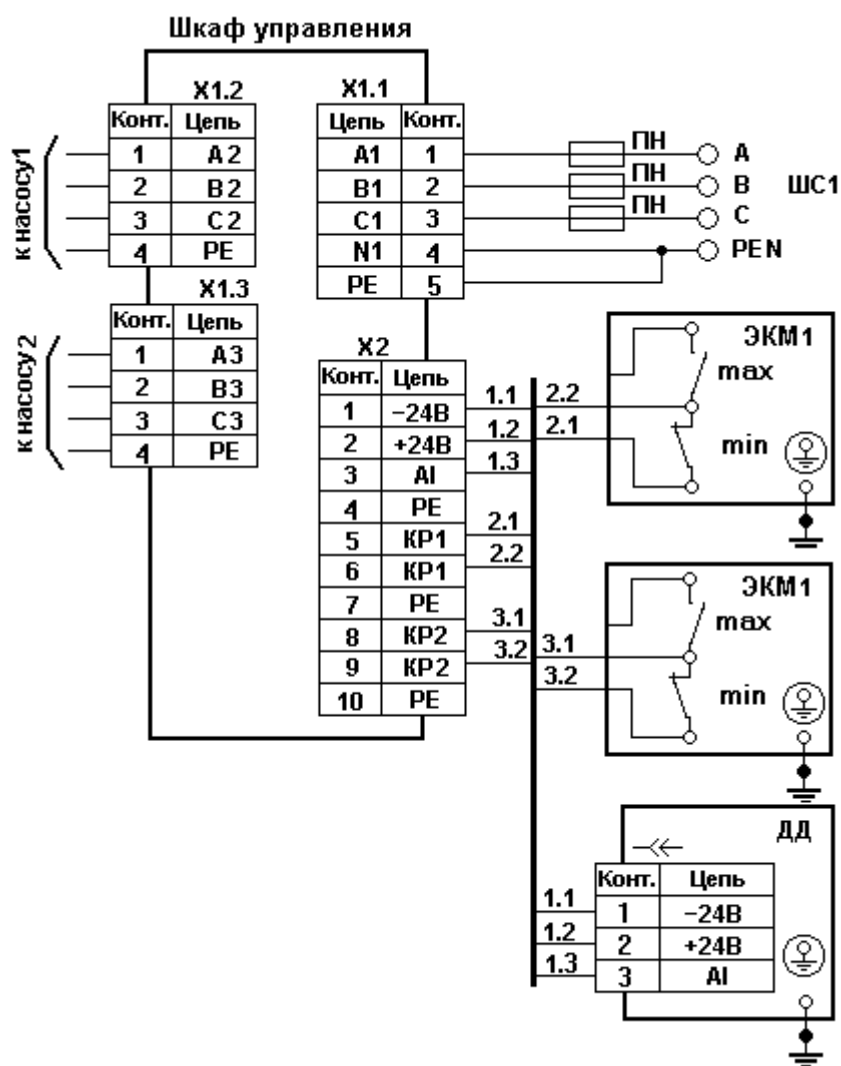


Рисунок 5.1 Схема подключения станции

## 5.3 Управление станцией

Для управления Станцией служат органы оперативного управления и индикации, а также разъемы дистанционного управления:

На шкафу Станции Частотной:

- ручка включения/отключения работы станции «ВКЛ/ВЫКЛ»;
- лампы «Сеть» и «Авария», индицирующие подачу питающей сети и

переход станции в аварийный режим соответственно;

- ручка задания требуемого давления «ДАВЛЕНИЕ»;
- лампы индицирующие работу насоса от частотного преобразователя или напрямую от сети «ОТ ПЧ» или «ОТ СЕТИ»;
- ручка выбора режима работы насоса от частотного преобразователя или напрямую от сети «АВТ/0/РУЧ»;
- ручка выбора насоса для работы в основном режиме (от ПЧ), другой автоматически становится «помощником» «Н1/0/Н2»;
- кнопки «ПУСК/СТОП» для включения насоса напрямую от сети в режиме «РУЧ».

#### **5.4 Описание работы станции СЧ211-7,5-0,4УХЛ4.1**

Данная станция предназначена для управления двумя насосными агрегатами, при этом один является рабочим (далее «основной»), а другой – резервным («пиковым»).

На рисунке 5.2 изображена силовая однолинейная схема Станции в общем варианте.

Реализуется следующий режим работы насосных агрегатов.

Один из насосных агрегатов выбирается в качестве «основного», а другой автоматически переводится в режим «резерва» (разделение насосных агрегатов на «основной» и «резервный» является условным и определяется частотным преобразователем в зависимости от выбранного режима работы, по умолчанию применяется режим переключения по функции равномерной наработки насосных агрегатов). «Основной» насосный агрегат подключается к частотному преобразователю. Путем регулирования частотным преобразователем частоты вращения электродвигателя «основного» насосного агрегата обеспечивается стабилизация давления на заданном уровне.

При увеличении частоты вращения «основного» насосного агрегата до

максимальной (если не хватает производительности одного насоса) происходит запуск «резервного» насосного агрегата напрямую от сети, а «основной» сбрасывает частоту вращения и продолжает поддерживать заданное давление.

Питание 380В, 50Гц на Станцию подается с силового шкафа ШС1 или ШС2.

Для обеспечения автоматического резервирования питания, взамен ручного переключателя SQ1, в шкафу управления может быть установлен блок Автоматического Ввода Резерва (АВР) (установка АВР согласуется с заказчиком).

Двигатели насосных агрегатов подключается к выходу частотного преобразователя или напрямую от сети через силовые контакты реверсивных электромагнитных контакторов КМ1...КМ4. Переключателем «РУЧ/0/АВТ» осуществляется переключение режимов работы.

В Ручном режиме работы насосный агрегат не участвует в системе автоматического регулирования давления и автоматической замены насосов. В этом режиме возможно только при необходимости включить насосный агрегат напрямую от сети с помощью кнопок «ПУСК/СТОП».

В Автоматическом режиме работы насосный агрегат сообщает частотному преобразователю о готовности данного насоса участвовать в режиме автоматического поддержания давления и частотный преобразователь в автоматическом режиме управляет подключением насосными агрегатами.

При уменьшении расхода потребления воды частотный преобразователь снижает частоту вращения до минимума (12Гц). Если в данном случае параллельно с основным насосом работает помощник, то давление на выходе системы будет продолжать расти до уровня срабатывания реле давления ЭКМ2. После срабатывания реле ЭКМ2 отключится насос помощника, а основной насос отработает заданное давление.

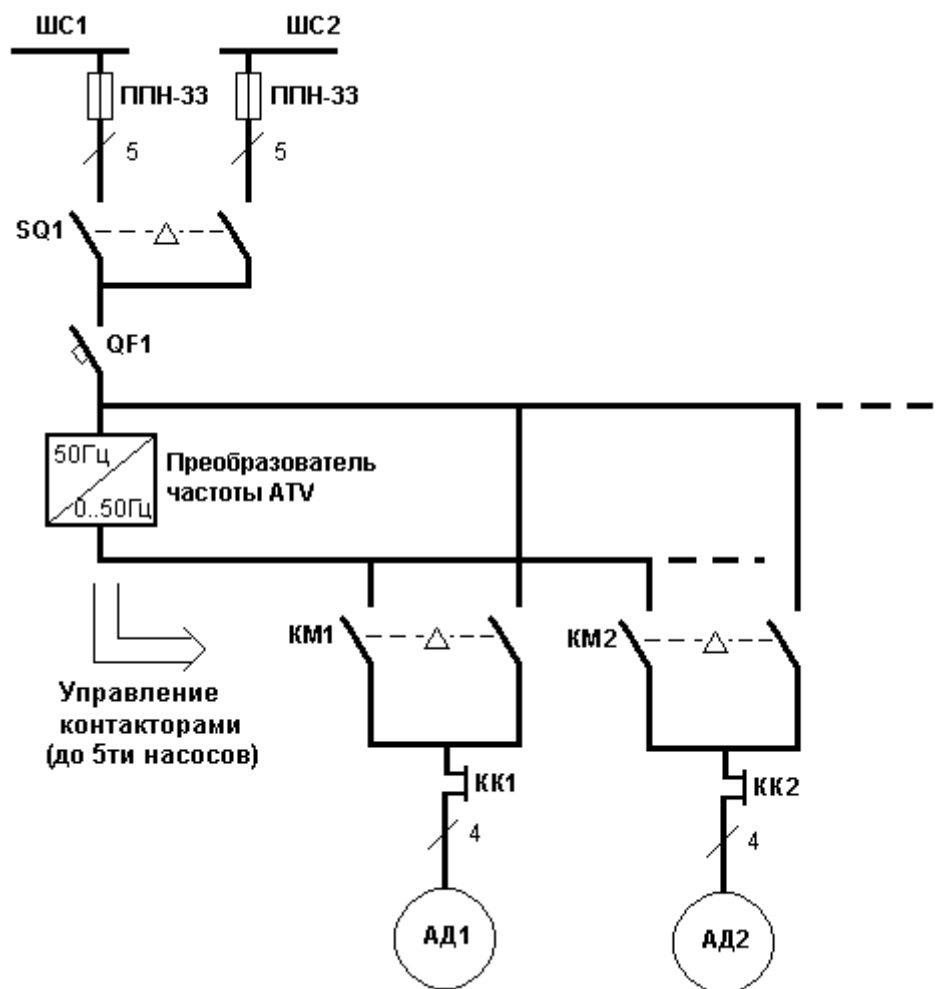


Рисунок 5.2 Однолинейная силовая схема Станции

При подключении двигателя насоса к частотному преобразователю или напрямую к сети, загорается соответствующая лампочка «ОТ ПЧ» или «ОТ СЕТИ».

В электропривод встроен блок автоматического повторного включения (АПВ). Данный блок осуществляет автоматический перезапуск Станции при срабатывании какой-либо из защит (просадки питающего напряжения и т.д.).

С помощью вспомогательных контактов контакторов КМ1...КМ4 набрана схема электрической блокировки, позволяющая исключить одновременное подключение двигателя к сети 380В, 50Гц и к выходу частотного преобразователя.

Электроконтактный манометр (ЭКМ1) устанавливается на входе гидросистемы. Данный ЭКМ1 служит для защиты насосных агрегатов от «сухого хода». При снижении входного давления ниже заданного минимального уровня, контакты нижнего уровня ЭКМ1 замыкаются и Станция отключает насосные агрегаты. При восстановлении давления, и замыкании контактов верхнего уровня ЭКМ1 Станция производит автоматический запуск «основного» насосного агрегата.

Информация о текущем давлении на выходе подпорного насоса поступает с датчика избыточного давления ДД на частотный преобразователь в виде токового сигнала 4...20мА. Этот сигнал сравнивается с сигналом задания давления и, в зависимости от их разности, преобразователь формирует задание на увеличение или уменьшение числа оборотов двигателя «основного» насоса. Таким образом, осуществляется контроль и стабилизация выходного давления на заданном уровне. Уровень выходного давления задается потенциометром «ДАВЛЕНИЕ», расположенным на лицевой панели шкафа управления Станции.

При аварии датчика давления или обрыва питания датчика преобразователь автоматически переводится из режима стабилизации давления в режим «авария».

Таблица 5.1 Спецификация комплектующих схемы управления Станции (в соответствии с электрической схемой)

Обозначение	Наименование	Ед.изм/	Кол-во
HL1,HL3-HL6	XB7EV43MP (Зеленая неоновая лампа, Un=220В)	шт.	5
HL2	XB7EV44MP (Красная неоновая лампа, Un=220В)	шт.	1
SA2-SA4	XB7ED33P (Переключатель на 3 полож. 2НО)	шт.	3
SA1	XB7ED21P (Переключатель на 2 полож. 1НО)	шт.	1
K1-K4	PMUR3211M (Контактор 32А, 220В)	шт.	2
KK1, KK2	RTL2U32 (Реле тепловое 23-32А)	шт.	3
Zelio	SR2B201FU (Логич. контрол. 20входов/выходов, питание 220В)	шт.	1

QF1	EZC100N3080 (Автоматич. выключатель 80А)	ШТ.	1
QF2	C60N 1P 6А С (Автоматич. выключатель 6А)	ШТ.	1
ПЧ	ATV21HD15N4 (Преобразователь частоты 15кВт для переменной нагрузки, 380В)	ШТ.	1
SB1, SB3	XB5AL945 (Кнопка ПУСК/СТОП)	ШТ.	2

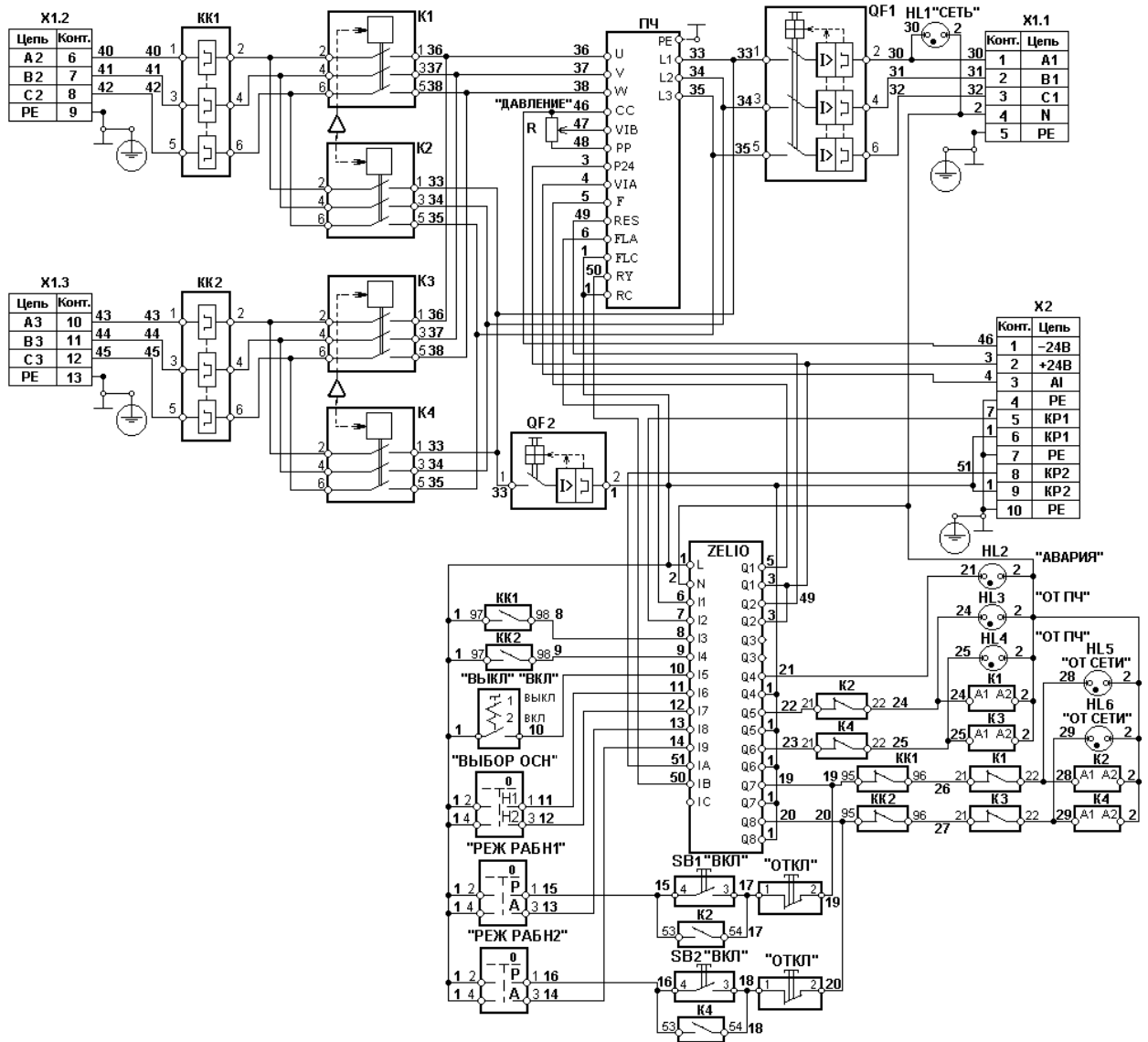


Рисунок 8.3 Схема электрическая принципиальная шкафа управления станцией



## **6 ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ИЗ ПОДЗЕМНОГО ИСТОЧНИКА НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ**

### **6.1 Характеристика проектируемого объекта**

В дипломном проекте разработана система водоснабжения населенного пункта численностью 24805 человек.

Жилые дома оборудованы внутренним водопроводом, канализацией и централизованным горячим водоснабжением.

Производительность водозаборного сооружения 13981,2 м<sup>3</sup>/сутки.

### **6.2 Характеристика источника водоснабжения**

Источником водоснабжения являются подземные воды, забираемые с помощью трубчатых шахтных колодцев.

Требуемая производительность водозаборных сооружений определена по удельным нормативам водопотребления с учетом степени благоустройства населенного пункта и в соответствии с техническим заданием по водопотреблению промышленных предприятий и составляет 13981,2 м<sup>3</sup>/сут.

Гидрохимическая характеристика по контролируемым показателям качества воды подземного источника, а также гигиенические показатели в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01 приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Качество воды в источнике водоснабжения

Наименование показателей	Единица измерения	Количество единиц в точках отбора в источнике	Нормативные требования для централизованных систем водоснабжения (СанПиН 2.1.4.1074-01)		
			Нормативы ПДК	Показатель вредности)	Класс опасности
<b>Органолептические показатели</b>					
Запах	балл	0	2		
Привкус	балл	0	2		
Цветность	град.	10,91	20		
Мутность (по каолину)	мг/л	0,8	1,5		
<b>Обобщенные показатели</b>					
рН		7,3-7,81	6-9		
Окисляемость (перманганатная)	мгО <sub>2</sub> /л	15	5		
Жесткость	мг-экв/л	4,86-6,2	2-7		
Кальций	мг-экв/л	3,6	по жесткости	-	-
Магний	мг-экв/л	2,6	то же	-	-
Щелочность	мг-экв/л	353,8	не норм.	-	-
ПАВ (анионоактивные)	мг/л	0,05	0,5	-	-
Нефтепродукты	мг/л	0,004	0,1	-	-
Фенольный индекс	мг/л	0,1	0,25	-	-

Продолжение таблицы 8.1

Минерализация (сухой остаток)	мг/л		1000	-	-
Неорганические вещества					
Хлориды	мг/л	3,55-9,55	350	Орг.	4
Сульфаты	мг/л	4-15,63	500	Орг.	4
Нитраты	мг/л	0,02-0,49	45	С-т	3
Нитриты	мг/л	0,08	3,3	С-т	2
Аммиак солевой	мг/л	0,06	1,5		
Железо	мг/л	7	0,3	Орг.	3
Алюминий	мг/л	0,031	0,5	С-т	2
Барий	мг/л	0,0039	0,1	С-т	2
Фтор	мг/л	5	1,5	С-т	2
Бериллий	мг/л	отсутствие	0,0002	С-т	1
Мышьяк	мг/л	0,001	0,05	С-т	2
Стронций	мг/л	0,26	7,0	С-т	2
Кремний по Si	мг/л	0,6	10	С-т	2
Молибден	мг/л	0,0025	0,25	С-т	2
Бор	мг/л	0,008	0,5	С-т	2
Кадмий	мг/л	0,00005	0,001	С-т	2
Медь	мг/л	0,0018	1,0	Орг.	3
Никель	мг/л	0,0079	0,1	С-т	3
Свинец	мг/л	0,004	0,03	С-т	2
Цинк	мг/л	0,0016	5,0	Орг.	3
Марганец	мг/л	0,0085	0,1	Орг.	3
Селен	мг/л	0,0002	0,01	С-т	2
Ртуть	мг/л	отсутствие	0,0005	С-т	1

Цианиды	мг/л	0,002	0,035	С-т	2
Органические вещества					

#### Окончание таблицы 8.1

Формальдегид	мг/л	0,001	0,05	С-т	2
Радиационные показатели					
Общая $\beta$ - радиоактивность	Бк/л	0,00353	1.0	-	-
Общая $\alpha$ - радиоактивность	Бк/л	0,0015	0.1	-	-

В соответствие с п.3.4.4. СанПиН 2.1.4.1074-01 при обнаружении в питьевой воде нескольких химических веществ, относящихся к 1 и 2 классам опасности и нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку вредности, сумма отношений обнаруженных концентраций каждого из них в воде к величине его ПДК не должна быть больше 1. Расчет ведется по формуле

$$\frac{C_{\text{факт.}}^1}{C_{\text{доп.}}^1} + \frac{C_{\text{факт.}}^2}{C_{\text{доп.}}^2} + \dots + \frac{C_{\text{факт.}}^n}{C_{\text{доп.}}^n} \leq 1, \quad (6.1)$$

где  $C_1, C_2, C_n$  - концентрации индивидуальных химических веществ 1 и 2 класса опасности: факт. (фактическая) и доп. (допустимая).

По данным качества воды  $\sum C_i / \text{ПДК}_i = 3,87$ .

Данные свидетельствуют, что качество воды в пробах, взятых в районе расположения водозабора, не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения» по содержанию веществ, относящихся к 1 и 2 классу опасности. Наибольший вклад в суммирующий эффект вносит присутствие в воде формальдегида.

Кроме того, в подземной воде наблюдается повышенное содержание фенолов и других органических веществ, на что указывает высокий показатель окисляемости и сверхнормативные концентрации железа и фтора.

Для получения воды в соответствие с гигиеническими требованиями, в проекте разработана технология водоподготовки воды с применением гипохлорита натрия в качестве обеззараживающего вещества .

### **6.3 Технологическая схема водоподготовки**

Схема водоподготовки включает следующие процессы:

- введением в воду гипохлорита натрия;
- обработка в осветлителе со взвешенным слоем осадка
- извлечение продуктов окисления на фильтрах с зернистой загрузкой ( фильтры загружены гранодиоритовым песком).

Доза гипохлорита натрия – 13,27 кг/сут.

### **6.4 Технология водоподготовки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду**

В результате технологического процесса образуются:

газообразные отходы (при получении гипохлорита натрия в электролизной)

жидкие отходы (промывные воды)

твердые отходы (шламы водоочистки).

### **6.5 Оценка воздействия на атмосферный воздух**

Применение для водоподготовки процессов окисления приводит к загрязнению вентиляционных выбросов токсичным веществом-озоном, который может поступать в помещение при нарушении герметичности устройств.

Расчет загрязнения атмосферы выбросами источника произведен в соответствии с действующей методикой ОНД-86.

При оценке воздействия процесса на атмосферный воздух определены следующие показатели:

- валовые выбросы загрязняющих веществ (потери при технологическом процессе);
- максимальную приземную концентрацию;
- расстояние, на котором устанавливается максимальная приземная концентрация;
- расстояние, на котором устанавливается приземная концентрация, не превышающая санитарных норм;
- нормативный размер санитарно-защитной зоны;
- концентрацию загрязнений на границе санитарно-защитной зоны;
- зону воздействия.

### **6.5.1 Расчет валовых выбросов загрязняющих веществ**

Масса выбрасываемого вредного вещества (М) принимается из учета нормативных потерь. Нормативные потери при озонировании составляет – 5% . Р- требуемое количество используемого реагента.

Требуемый расход гипохлорита натрия:

$$P_o = 13,27 \text{ кг/сут.} = 552,9 \text{ г/ч} \quad (6.2)$$

Масса выбрасываемого гипохлорита натрия определена из расчета нормативных потерь 5%.

Потери гипохлорита натрия с выбросами:

$$M_0 = 0,05 \cdot P_0 = 0,05 \cdot 552,9 = 27,6 \text{ г/час} = 0,0077 \text{ г/с.} \quad (6.3)$$

### 6.5.2 Расчет максимальной приземной концентрации

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества  $\text{мг/м}^3$ , при неблагоприятных метеорологических условиях:

$$C_{cl}^{ггс} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \quad (6.4)$$

где  $A$  – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания веществ,  $\frac{\text{с}^{2/3} \text{ мг град}^{1/3}}{\text{г}}$  (для неблагоприятных метеорологических условий районов Сибири = 200);

$M$  – масса выбрасываемого вредного вещества, г/с;

$F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе, для газообразных веществ, 1;

$m, n$  – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выбросов;

$V_1$  – расход газовой смеси,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

Объем выброса принимаем из расчета 6-ти кратного вентиляционного воздухообмена,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Объем электролизной ( $V_x$ ) принимается по типовому проекту в зависимости от производительности гипохлорита натрия.

При требуемом расходе гипохлорита натрия 552,9 г/час объем электролизной составляет 756  $\text{м}^3$ , площадь помещения 18x12, высотой 3,5 м.

Объем вентиляционного выброса ( $V$ ) из расчета 6-ти кратного воздухообмена:

$$V_1 = 6 \cdot 756 = 4536 \text{ м}^3/\text{ч} = 1,26 \text{ м}^3/\text{с}$$

Высота источника выбросов ( $H$ ) принимается из условия, что газовойбросная труба превышает конек крыши хлораторной (озонаторной) на 1,5-2 м, 5,5 м.

Коэффициент  $m$  определяется в зависимости от  $K$ :

$$K = 10^3 \cdot \frac{w_0 \cdot D_0}{H^2} \quad (6.5)$$

$$K = 10^3 \cdot \frac{4,46 \cdot 0,6}{5,5} = 88,26$$

где  $D_0$  – эквивалентный диаметр устья источника выбросов, 600 мм

$w_0$  – скорость выхода газовойбросной смеси, м/с;

$$w_0 = \frac{4V_1}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 1,26}{3,14 \cdot 0,6^2} = 4,46 \text{ м/с} \quad (6.6)$$

при  $K < 100$  1,6

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{K} + 0,34\sqrt[3]{K}} \quad (6.7)$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{88,26} + 0,34\sqrt[3]{88,26}} = 0,32$$

Коэффициент  $n$  определить в зависимости от  $V_m$ :

$$V_m = 0,65 \cdot 3 \sqrt{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}, \quad (6.8)$$

$$V_m = 0,65 \cdot 3 \sqrt{\frac{1,26 \cdot 8}{5,5}} = 0,80$$

при  $0,5 \leq V_m < 2$  коэффициент  $n$  определяется по формуле



$$n = 0,532 \cdot V_M^2 - 2,13 \cdot V_M + 3,13 \quad (6.9)$$

$$n = 0,532 \cdot 0,8^2 - 2,13 \cdot 0,8 + 3,13 = 1,77$$

Максимально приземная концентрация озона:

$$C_{cl}^{ГГС} = \frac{200 \cdot 0,0077 \cdot 0,32 \cdot 1,77}{5,5^2 \cdot \sqrt[3]{1,26 \cdot 8}} = 0,013 \text{ мг} / \text{м}^3 < 0,1$$

ПДК<sub>МР</sub> для гипохлорита натрия равна 0,1 мг/м<sup>3</sup>.

Вывод: Максимальная приземная концентрация, которая устанавливается при рассеивании вентиляционных выбросов, не превышает санитарные нормы и не требуется обезвреживать вентиляционные выбросы электролизной или других мероприятий по снижению выбросов.

### 6.5.3 Расстояние, на котором устанавливается максимальная приземная концентрация

Расстояние, на котором устанавливается максимальная приземная концентрация гипохлорита натрия, определено по формуле

$$X_m = d \cdot H = 8,9 \cdot 5,5 = 48,9 \text{ м.} \quad (6.10)$$

где  $d$ - безразмерный коэффициент который зависит от  $V_M$

При  $K < 100$ ,  $d$  находится по формуле

$$d = 4,95 V_M \cdot (1 + 0,28 \sqrt[3]{k}) \quad (6.10)$$

$$d = 4,95 \cdot 0,8 \cdot (1 + 0,28 \sqrt[3]{88,26}) = 8,9$$

### 6.5.4 Нормативный размер санитарно-защитной зоны

Нормативный размер санитарно-защитной зоны принят согласно СанПиН 2.1.2/2.1.1. 1200-03. При использовании гипохлорита натрия размер СЗЗ составляет 500 м .

## **6.6 Количество жидких отходов**

Жидкие отходы – промывные воды после промывки фильтров. Количество промывных вод принято по технологическим расчетам дипломного проекта и составляет  $0,17 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В проекте предусмотрена система очистки, и повторного использования промывных вод, что исключает воздействие системы водоподготовки на поверхностные и подземные воды.

В целях сокращения расхода воды на собственные нужды станции очистки и подготовки воды предусмотрено повторное использование воды после промывки фильтров. Для этого запроектированы сооружения по обороту промывных вод.

Проектом рекомендуется следующая схема оборота промывных вод:

- подача промывных вод в емкость промывных вод
- осветление воды в емкости
- использование осветленной воды на промывку фильтров;
- периодический отвод осадка окисленных продуктов в шпильмонакопитель, а затем на вакуум-фильтры.

## **6.7 Расчет количества твердых отходов**

Твердые отходы – гидроокисный осадок, образующийся в результате реагентной обработки подземной воды с содержанием фтора и железа.

Объем осадка определен по экспериментальным и технологическим данным. Количество гидроокисного осадка образующегося после реагентной обработки составляет около 10% от объема обрабатываемой воды. Время уплотнения осадка не менее 4-х часов. В целях энергоресурсосбережения внедрена технология обработки осадка с извлечением из него экологически безопасного продукта с криолитной основой, объемом 1-2 %, который получен путем обработки гидроксидного осадка раствором гидроксида натрия дозой 2

моль/моль Al. Полученный вторичный осадок может быть рекомендован для использования в качестве вторичного сырья при производстве стекла, эмали, приготовления абразивных материалов и других целей. В результате реагентной обработки гидроксидного осадка, образуется раствор алюмината натрия (72-76% от объема первичного осадка), который используется в технологической схеме в качестве щелочного реагента.

Данные по количеству образующихся твердых отходов приведены в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Количество образующихся твердых отходов

Узел технологической схемы, где образуется отход	Объем осадка, м <sup>3</sup> /год	Физико-химические свойства отходов (влажность, зольность, плотность)	Способ обработки или утилизации
Шламонакопитель	484420,7	96%	Реагентная обработка гидроксидом натрия(реактор)
Вакуум-фильтр	4844,2	70%	Вакуум-фильтр

## 6.8 Определение границ зон санитарной охраны источника

### 6.8.1 Общие положения

Зоны санитарной охраны подземного источника водоснабжения установлены в соответствие с требованиями СанПиН 2.1.4.1110-02 "Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения".

Проект ЗСО разработан для проектируемого водозаборного сооружения.

Проектом зоны санитарной охраны для скважин определены:

- границы первого, второго и третьего поясов зоны источника водоснабжения с учетом производительности водозабора;

- перечень инженерных мероприятий по организации зон;
- санитарный режим в зонах санитарной охраны

### **6.8.2 Границы первого пояса ЗСО**

Первый пояс ЗСО (зона строгого режима) установлен в целях устранения возможности случайного или умышленного загрязнения воды источника в месте нахождения водозаборного сооружения.

По гидрогеологическим условиям подземные воды проектируемых водозаборных сооружений относятся к недостаточно защищенным, но учитывая благоприятные санитарные и топографические условия (расположение на значительном расстоянии от населенного пункта и территорий сельхозугодий, на территории не подверженной техногенному воздействию) границу первого пояса зоны санитарной охраны в проекте предусмотрено установить на расстоянии 30 м от скважин, что не противоречит п. 10.12. СНиП 2.04.02.

Местоположение скважин, их гидрогеологические и конструктивные особенности имеют ряд благоприятных условий, препятствующих случайному попаданию загрязнений:

- цементаж кондуктора в интервале 0-15 м;
- обустройство затрубной цементации;
- оборудование бетонной подушки вокруг скважины;
- ствол скважины обустроен оголовком и размещен в павильоне.

В соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1110-02 на территории первого пояса предусмотрены следующие мероприятия:

- строительство по периметру 1 пояса ЗСО глухого железобетонного ограждения с 4-мя нитями колючей проволоки на кронштейнах с внутренней стороны;
- проведение планировочных решений по отводу поверхностного стока, на въезде устанавливаются ворота.

### 6.8.3 Границы второго пояса ЗСО

Второй пояс (зона ограничений) предназначен для предупреждения микробного загрязнения источника водоснабжения бытовыми, производственными и поверхностными сточными водами.

Границы второго пояса зон санитарной охраны источника установлены расчетом исходя из условий микробного продвижения в зависимости от защищенности подземных вод, гидрологических особенностей водоносного пласта, условий питания

Расчет произведен для безграничного в плане пласта с круговым контуром питания. Расстояние до границы второго пояса определено по формуле

$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot T_M}{\pi \cdot m \cdot n}}, \text{ м,} \quad (6.11)$$

где Q- производительность водозабора, до м<sup>3</sup>/сут;

T<sub>M</sub>- расчетное время продвижения микробного загрязнения;

m - мощность водоносного горизонта ,м;

n - активная пористость пород водоносного пласта.

Расход естественного потока:

$$q = K_{\phi} \cdot m \cdot i, \quad (6.12)$$

где m – средняя мощность зоны активной фильтрации водоносного горизонта на участке водозабора, 35 м;

i – уклон подземного потока – 0,004;

K<sub>φ</sub> – коэффициент фильтрации водовмещающих пород, 15 м/сут.

$$"q = 15 \cdot 35 \cdot 0,004 = 2,1 \text{ м}^2/\text{сут}."$$

Аналитическая координата X<sub>в</sub> водораздельной точки:

$$X_{\varepsilon} = X_o \sqrt{1 - \frac{Q_c}{\pi \cdot X_o \cdot q}}, \quad (6.13)$$

где  $X_o$  – расстояние от реки до водозабора;

$Q_c$  – дебит водозабора;

$q$  – удельный расход потока подземных вод.

$$X_{\varepsilon} = 1400 \sqrt{1 - \frac{13981,2}{3,14 \cdot 1400 \cdot 2,1}} = 1028,8$$

Погрешности отклонения:

$$X_{\varepsilon}^1 = \frac{X_{\varepsilon}}{X_o}, \quad (6.14)$$

$$X_{\varepsilon}^1 = \frac{1028,8}{1400} = 0,73$$

Общий радиус границы второго пояса, м:

$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot T_M}{\pi \cdot m \cdot n}},$$

где  $T_M$  – время микробного продвижения, 200 сут.

$$R_2 = \sqrt{\frac{13981,2 \cdot 400}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,2}} = 504,415.$$

Погрешность отклонения:

$$T_1 = \frac{q \cdot T_M}{X_o \cdot m \cdot n}, \quad (6.15)$$

$$X_{\varepsilon}^1 = \frac{2,1 \cdot 400}{1400 \cdot 35 \cdot 0,2} = 0,08.$$

Расстояние вверх по потоку движения подземных вод:

$$R = R_q + \Delta R, \quad (6.16)$$

$$R = 120 + 952 = 1072 \text{ м.}''$$

$$\Delta R = \Delta R^1 X_o, \quad (6.17)$$

где  $\Delta R^1$  – коэффициент движения подземных вод.

$$\Delta R = 0,68 \cdot 1400 = 952 \text{ м.}$$

Расстояние, преодолеваемое частицами воды при движении со скоростью бытового потока  $q$ :

$$R_q = \frac{T_M \cdot q}{m \cdot n}, \quad (6.18)$$

$$R_q = \frac{400 \cdot 2,1}{35 \cdot 0,2} = 120.$$

Расстояние вниз по потоку:

$$r = r^1 \cdot X_0, \quad (6.19)$$

где  $r^1$  – расстояние вниз по потоку, м.

$$r = 0,6 \cdot 1400 = 840 \text{ м.}''$$

Ширина ЗСО:

$$d = \frac{2 \cdot Q \cdot T_M}{\pi m n L}, \quad (6.20)$$

$$d = \frac{2 \cdot 13981,2 \cdot 400}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,2 \cdot 1912} = 266,14.$$

$$L = R + r, \quad (6.21)$$

$$L = 1072 + 840 = 1912 \text{ м.}$$

Общая ширина II пояса:  $2d = 532,28 \text{ м.}$

Расчет радиуса II пояса ЗСО для скважин определен для нормативной производительности и в соответствие с техническим заданием с учетом перспективы и приведен в таблице 8.3.

Таблица 8.3 – Размер радиуса II пояса зоны санитарной охраны в зависимости от производительности

Наименование показателей	Единицы измерения	Количество единиц	
Производительность водозабора	м <sup>3</sup> /сут	13981,2	3000
Расчетное время продвижения микробного загрязнения	сут.	400	400
Мощность водоносного горизонта	м	35	35
Активная пористость пород водоносного пласта		0.2	0.2
Радиус II пояса ЗСО	м	504,415	160

Границы второго пояса показаны на ситуационном плане.

Территория с радиусом 504,415 м от скважины при правильной эксплуатации обеспечит эпидемическую надежность качества воды в источнике.

Территория второго пояса ЗСО расположена за пределами населенного пункта, представлена неурбанизированной территорией, не подверженной непосредственно техногенному воздействию. Территория занята лесной растительностью в виде хвойного леса.

Требуется осуществлять контроль за правильной эксплуатацией территории второго пояса ЗСО, который включает:

- тампонирование старых, бездействующих или неправильно эксплуатируемых скважин, представляющих опасность в части возможности загрязнения горизонтов;
- контроль за рубками леса главного пользования;
- контроль за размещением новых объектов.

#### **6.8.4 Границы третьего пояса ЗСО**

Третий пояс предназначен для защиты подземных вод от химического загрязнения.

Граница третьего пояса зоны санитарной охраны определена, исходя из условий поступления в водоносный горизонт стабильных химических загрязнений за пределами III пояса, которые достигнут водозабора, перемещаясь с подземными водами, не ранее расчетного времени, которое принимается больше средней принятой продолжительности технической эксплуатации водозабора. Для защиты подземного водоисточника от химического загрязнения время  $T$  следует принимать не менее 25 лет, т.е. 10000 суток.

Радиус III пояса ЗСО определяется по формуле



$$R = \sqrt{\frac{Q * T_m}{\pi m n}}$$

(8.22)

Расчет радиуса III пояса ЗСО для скважин определен для нормативной производительности и в соответствие с техническим заданием с учетом перспективы, приведен в таблице 8.4.

Таблица 8.4 – Размер радиуса III пояса зоны санитарной охраны в зависимости от производительности

Наименование показателей	Единицы измерения	Количество единиц	
Производительность водозабора	м <sup>3</sup> /сут	13981,2	3000
Расчетное время продвижения химического загрязнения	сут	10000	10000
Мощность водоносного горизонта	м	35	75
Активная пористость пород водоносного пласта		0.2	0.2
Радиус III пояса ЗСО	м	2522,07	798,1

Территория III пояса ЗСО также расположена за пределами населенного пункта, представлена неурбанизированной территорией, не подверженной непосредственно техногенному воздействию. Территория занята лесной растительностью в виде хвойного леса.

Требуется осуществлять контроль за правильной эксплуатацией территории третьего пояса ЗСО, который включает:

- запрет намечаемой деятельности, не соответствующей требованиям СанПиН 2.1.4.1110-02, при отводе земельных участков на свободной территории в границах ЗСО (размещение складов горючесмазочных материалов, ядохимикатов, минеральных удобрений шламонакопителей и др. объектов, которые могут вызвать химические загрязнения );
- устройство водонепроницаемых выгребов;
- своевременный вывоз фекальных отходов из септиков;

- запрещение на обустройство фильтрационных колодцев, траншей для отвода очищенных бытовых и ливневых стоков в подземные воды.

## **6.9 Определение границ зон санитарной охраны водопроводных сооружений**

При размещении водопроводных сооружений учтены требования СанПиН 2.1.4.1110-02.

Водопроводные сооружения располагаются на территории объекта, в связи с этим границы зоны санитарной охраны водопроводных сооружений представлена первым поясом и составляет до ограждения:

- от водонапорной башни – 15 м от ограждения;
- от резервуаров чистой воды – 15 м.

Ширина санитарно-защитной полосы водоводов, проходящих по незастроенной территории, принята при прокладке в сухих грунтах 10 м и не менее 50 при прокладке в мокрых грунтах.

## **6.10 Правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в зону санитарной охраны**

### **6.10.1 Правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в зону санитарной охраны первого пояса**

Территория первого пояса ЗСО должна быть спланирована для отвода поверхностного стока за ее пределы, озеленена, ограждена и обеспечена охраной.

Дорожки к сооружениям должны иметь твердое покрытие.

Водопроводные сооружения должны быть обустроены с учетом предотвращения возможности загрязнения питьевой воды через оголовки и устья скважин, люки и переливные трубы резервуаров и устройства заливки насосов.

Водозаборы должны быть оборудованы аппаратурой для систематического контроля соответствия фактического дебита проектной производительности, предусмотренной при его производительности и обосновании границ ЗСО.

Здания должны быть оборудованы канализацией с отведением сточных вод в ближайшую систему бытовой или производственной канализации или на местные станции очистных сооружений, расположенные за пределами первого пояса ЗСО с учетом санитарного режима на территории второго пояса.

В исключительных случаях при отсутствии канализации должны устраиваться водонепроницаемые приемники нечистот и бытовых отходов, расположенные в местах, исключающих загрязнение территории первого пояса ЗСО при их вывозе.

На территории ЗСО первого пояса не допускаются:

- посадка высокоствольных деревьев;
- все виды строительства, не имеющие непосредственного отношения к эксплуатации, реконструкции и расширению водопроводных сооружений;
- прокладка трубопроводов различного назначения;
- размещение жилых и хозяйственно-бытовых зданий;
- проживание людей;
- применение ядохимикатов и удобрений.

#### **6.10.2 Правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в зону санитарной охраны второго пояса**

На территории, входящих в зону санитарной охраны второго пояса требуется:

- выявление объектов, загрязняющих источник водоснабжения, с разработкой конкретных мероприятий, обеспеченных источниками

финансирования, подрядными организациями и согласованных с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора;

- выявление, тампонирование или восстановление старых, бездействующих или неправильно эксплуатируемых скважин, представляющих опасность в части возможности загрязнения новых горизонтов;

- выполнение мероприятий по санитарному благоустройству территории населенных пунктов и других объектов (оборудование канализацией, устройство водонепроницаемых выгребов, организация отвода поверхностного стока и др.);

- регулирование отведения территории для нового строительства жилых, промышленных и сельскохозяйственных объектов, а также согласование изменений технологий действующих предприятий, связанных с повышением степени опасности загрязнения сточными водами источника водоснабжения;

- границы второго пояса ЗСО на пересечении дорог, пешеходных троп и пр. обозначить столбами со специальными знаками.

На территории, входящих в зону санитарной охраны второго пояса не допускается:

- бурение новых скважин и новое строительство, связанное с нарушением почвенного покрова( производится при обязательном согласовании с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора);

- закачка отработанных вод в подземные горизонты, подземного складирования твердых отходов и разработки недр земли;

- размещения складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промстоков, шламохранилищ и других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения вод;

- применение удобрений и ядохимикатов;

- сброс промышленных, сельскохозяйственных, городских и ливневых сточных вод, содержание в которых химических веществ и микроорганизмов превышает установленные санитарными правилами гигиенические нормативы качества воды;

- размещение кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации, полей фильтрации, навозохранилищ, силосных траншей, животноводческих и птицеводческих предприятий и других объектов, обуславливающих опасность микробного загрязнения вод;

- производить рубки леса главного пользования и реконструкции, а также закрепление за лесозаготовительными предприятиями древесины на корню и лесосечного фонда долгосрочного пользования.

### **6.10.3 Правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в зону санитарной охраны третьего пояса**

На территории, входящих в зону санитарной охраны третьего пояса требуется

- выявление объектов, загрязняющих источники водоснабжения, с разработкой конкретных мероприятий, обеспеченных источниками финансирования, подрядными организациями и согласованных с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора;

- выявление, тампонирование или восстановление старых, бездействующих или неправильно эксплуатируемых скважин, представляющих опасность в части возможности загрязнения новых горизонтов;

- регулирование отведения территории для нового строительства жилых, промышленных и сельскохозяйственных объектов, а также согласование изменений технологий действующих предприятий, связанных с повышением степени опасности загрязнения сточными водами источника водоснабжения.

На территории, входящих в зону санитарной охраны третьего пояса не допускается:

- бурение новых скважин и новое строительство, связанное с нарушением почвенного покрова (производится при обязательном согласовании с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора);

- закачка отработанных вод в подземные горизонты, подземного складирования твердых отходов и разработки недр земли;

- размещения складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промстоков, шламохранилищ и других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения вод.

На территории, входящих в зону санитарной охраны третьего пояса допускается:

- размещение складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промстоков, шламохранилищ и других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения подземных вод только при условии выполнения специальных мероприятий по защите водоносного горизонта от загрязнения и при наличии санитарно-эпидемиологического заключения центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора, выданного с учетом заключения органов контроля.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СП 31.13330.2010 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\*. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 128 с.
- 2 СП 131.13330.2012. Строительная климатология. – Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – Введ. 13.06.2012. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 120 с.
- 3 СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 91 с.
- 4 СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85\*. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 65 с.
- 5 Репин, Б.Н. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения: справочник / Б.Н. Репин. – Москва : Высш. шк., 1995. – 431 с.
- 6 Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. Москва: Стройиздат, 1984. – 116 с.
- 7 Абрамов, Н.Н. Водоснабжение / Н.Н. Абрамов. – Москва : Стройиздат, 1974. – 480 с.
- 8 Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Водозаборные сооружения: в 3 т. / М.Г Журба; научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. – Вологда : ВоГТУ, 2001. – Т 1. – 209 с.
- 9 Проектирование и расчет очистных сооружений водопроводов / Л.А. Кульский [и др.]. – Киев: Будвельник, 1972. – 424 с.

- 10 Москвитин, Б.А. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений / А.С. Москвитин, Б.А. Москвитин, Г.М. Мирончик. – Москва : Стройиздат, 1984. – 192 с.
- 11 Кожин, В.Ф. Очистка питьевой и технической воды / В.Ф. Кожин. – Москва : Стройиздат, 1971. – 304 с.
- 12 Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Очистка и кондиционирование природных вод: в 3 т. / М.Г. Журба; научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. – Вологда : ВоГТУ, 2001. – Т 2. – 324 с.
- 13 Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Системы распределения и подачи воды: в 3 т. / М.Г. Журба; научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. – Вологда : ВоГТУ, 2001. – Т 1. – 188 с.
- 14 СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – Взамен СанПиН 4630-88 : введ. 22.06.2000. – Москва : Минздрав России, 2000. – 45 с.
- 15 ГН 2.1.5.1315–03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – Взамен ГН 2.1.5.689-98 : введ. 27.04.2003. – Москва : Минздрав России, 2003. – 152 с.
- 16 ГОСТ 2761-84\* Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. – Взамен ГОСТ 17.1.3.03-77 : введ. 27.11.1984. – Москва: Минздрав СССР, 1984. – 12 с.
- 17 СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – Взамен СанПиН 2.1.4.559-96 : введ. 26.09.2001. – Москва: Минздрав России, 2001. – 54 с.



- 18 Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации : справочник монтажника / А.А. Александров [и др.]. – Москва: Стройиздат, 1988. – 576 с.
- 19 Брежнев, В.И. Охрана труда при эксплуатации систем водоснабжения и канализации / В.И. Брежнев, В.М. Трескунов. – Москва : Стройиздат, 1976. – 25 с.
- 20 СНиП 2.07.01-89 Пособие по водоснабжению и канализации городских и сельских поселений. Введ. 06.09.1992. – Москва : Стройиздат, 1992. – 144 с.
- 21 ГСН 81-05-02-2001 Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время. Введ. 19.06.2001. – Москва : Стройиздат, 1991. – 68 с.
- 22 Экономические расчеты в курсовых и дипломных проектах : учеб. пособие для строит. вузов / под ред. Ю.П. Панибратова. – Москва : Высшая школа, 1984. – 175 с.
- 23 Водоснабжение. Техничко-экономические расчеты / под ред. Г.М. Басса. – Киев : Высшая школа, 1977. – 152 с.
- 24 Марков, П.П. Системы оборотного водоснабжения промышленных предприятий / П.П. Марков. – Москва : ЦИНИС Госстроя СССР, 1976. – 45с.
- 25 Марков, П.П. Стандарты качества и степень очистки сточных вод при сбросе их в водоёмы и повторном использовании в промышленности, сельском хозяйстве / П.П. Марков. – Москва : ЦИМИС ГОССТРОЯ СССР, 1976. – 43с.
- 26 Гольтгоф, И.М. Качественный анализ / И.М.Гольтгоф, Е.Б. Сендэл. – Москва : Госхимиздат, 1948. – 668 с.
- 27 Кулагин, В.А. Биологические аспекты гидродинамической кавитации / тез. докл. всесоюз. науч. шк. Гидродинамика больших скоростей. – Чебоксары, 1989. – 49 с.

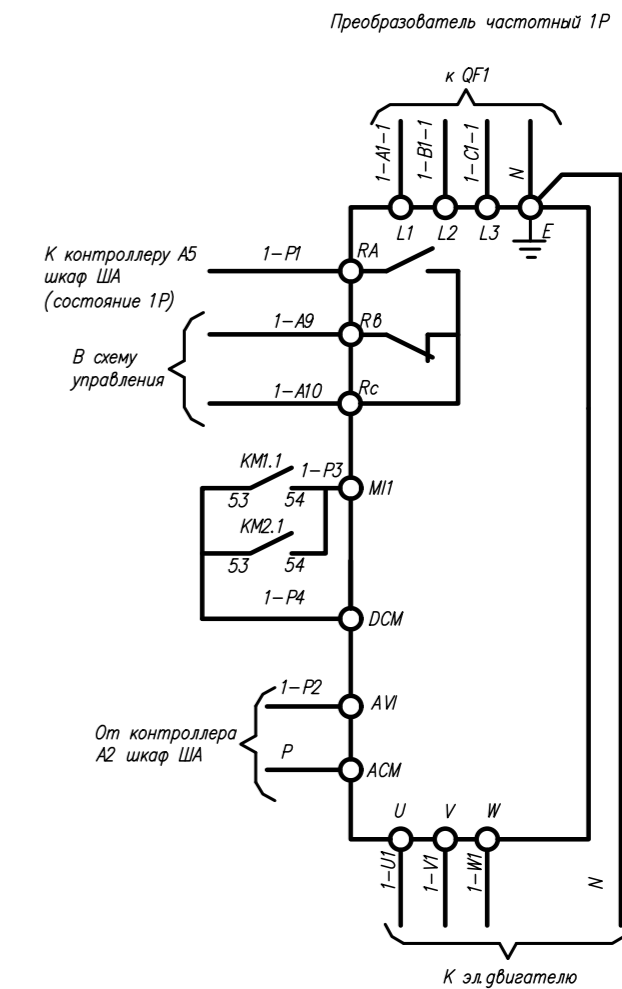
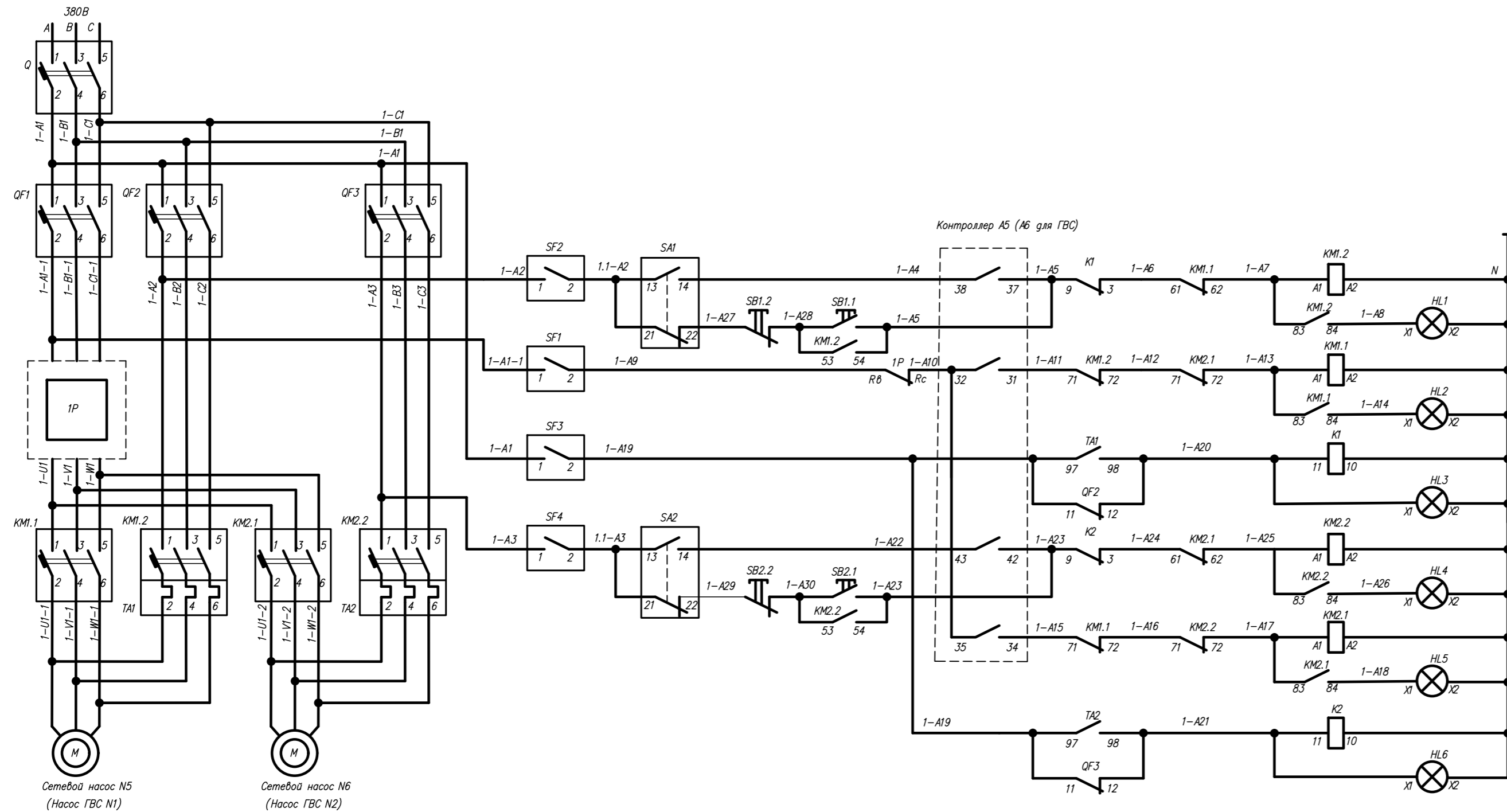
28 ТСН 40-303-2003 Бестраншейная прокладка коммуникаций с применением микротоннелепроходческих комплексов и реконструкция трубопроводов с применением специального оборудования: введ. 03.08.2004. – Москва: Госстрой России, 2004. – 65 с.

29 СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. – Взамен СанПиН 2.1.4.027-95 : введ. 26.02.2002. – Москва: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ, 2002. – 14с.

30 Кодекс об административных правонарушениях (КоАП РФ) : федер. закон от 27.07.2010. № 239-ФЗ. Москва : ОТиСС, 2011. – 58 с.

31 ГОСТ 18963-73 Вода питьевая. Методы санитарно-бактериологического анализа. – Взамен ГОСТ 5215-50 : введ. 29.06.1973. – Москва: Госстандарт СССР, 1973. – 21 с.

# Автоматизация насосной станции II подъема



Насос N2	Работа "напрямую"
	Работа с частотным преобразователем
Насос N1	Защита при работе "напрямую"
	Работа "напрямую"
	Работа с частотным преобразователем
	Защита при работе "напрямую"

## Спецификация

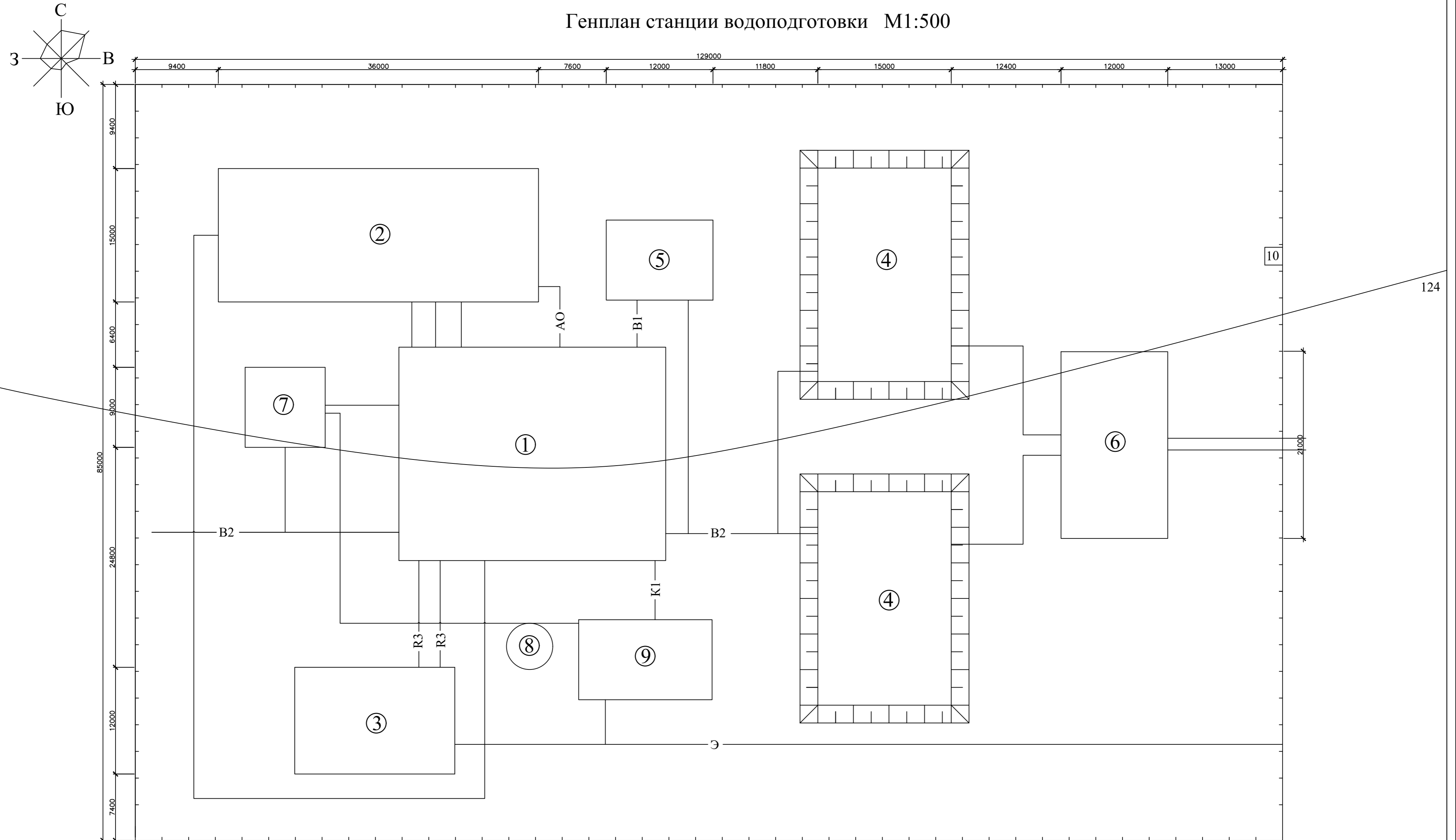
Обозначение	Наименование	Ед.изм.	Кол-во
HL.1, HL.3- HL.6	XB7EV43MP (Зеленая неоновая лампа, Uл=220В)	шт.	5
HL.2	XB7EV44MP (Красная неоновая лампа, Uл=220В)	шт.	1
SA2-SA4	XB7ED33P (Переключатель на 3 полож. 2НО)	шт.	3
SA1	XB7ED21P (Переключатель на 2 полож. 1НО)	шт.	1
K1-K4	PMUR3211M (Контактор 32А, 220В)	шт.	2
KK1, KK2	RTL2U32 (Реле тепловое 23-32А)	шт.	3
Zelio	SR2H201FU (Логич. контрол. 20входов/выходов питания 220В)	шт.	1
QF1	EZC100N3080 (Автоматич. выключатель 80А)	шт.	1
QF2	C60N 1P 6А С (Автоматич. выключатель 6А)	шт.	1
ПЧ	ATV21HD15N4 (Преобразователь частоты 15кВт д. переменной нагрузки, 380В)	шт.	1
SB1, SB3	XB5AL.945 (Кнопка ПУСК/СТОП)	шт.	2

Изм.						БР - 20.03.02 - 2021					
Кузнецов						Сибирский федеральный университет					
Дубровская						Инженерно-строительный институт					
Магютошенко						Оптимизация системы водоподготовки малых населенных пунктов на примере поселка Емельяново Красноярского Края					
						Стадия		Лист		Листов	
						5		7		7	
						Автоматизация насосной станции II подъема					
						Кафедра ИСЗиС					

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

Генплан станции водоподготовки М1:500



Экспликация зданий и сооружений

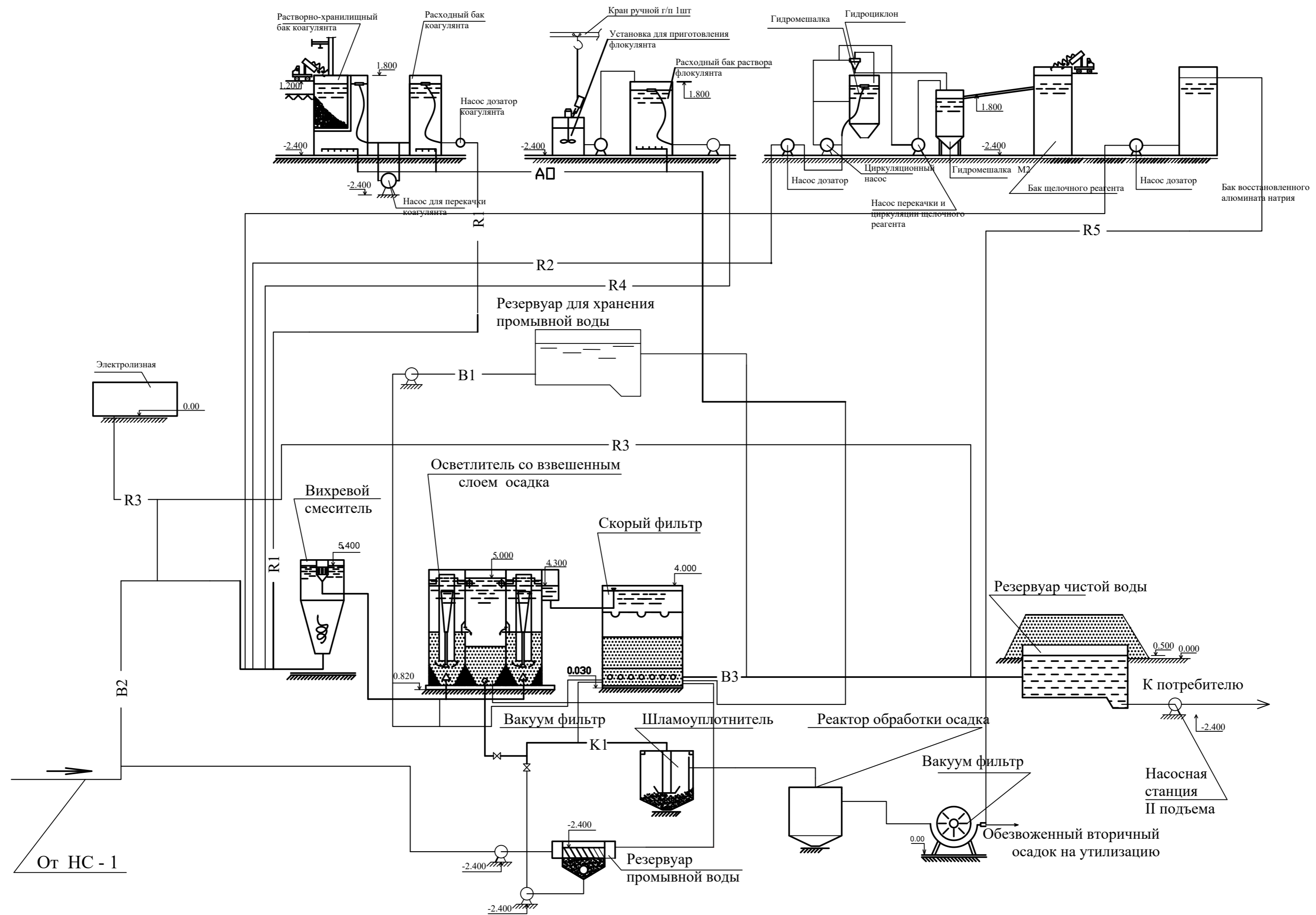
NN п/п	Наименование
1	Блок осветителей и фильтров
2	Блок реагентного хозяйства
3	Электронизация
4	РЧВ
5	Резервуар для хранения промывной воды
6	НС II подъема
7	Резервуар промывной воды
8	Шламоуплотнитель
9	Сооружения для обработки осадка
10	Проходная

Условные обозначения:

- |    |                                     |    |                                 |
|----|-------------------------------------|----|---------------------------------|
| B1 | Трубопровод чистой и промывной воды | R2 | Трубопровод извечткового молока |
| B2 | Трубопровод исходной воды           | R3 | Трубопровод хлорной воды        |
| B3 | Трубопровод осветлённой воды        | R4 | Трубопровод раствора флокулянта |
| R1 | Трубопровод раствора коагулянта     | AO | Трубопровод сжатого воздуха     |
|    |                                     | K1 | Трубопровод отвода осадка       |

Имя	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БР - 20.03.02 - 2021		
Разраб.	Кузнецов Н.М.				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт		
Руководит.	Дубровская О.Г.				Стадия	Лист	Листов
						7	7
Зав. каф. Матюшенко А.И.					Генплан станции водоподготовки М 1:500		
					Кафедра ИСЗиС		

# Технологическая схема станции водоподготовки



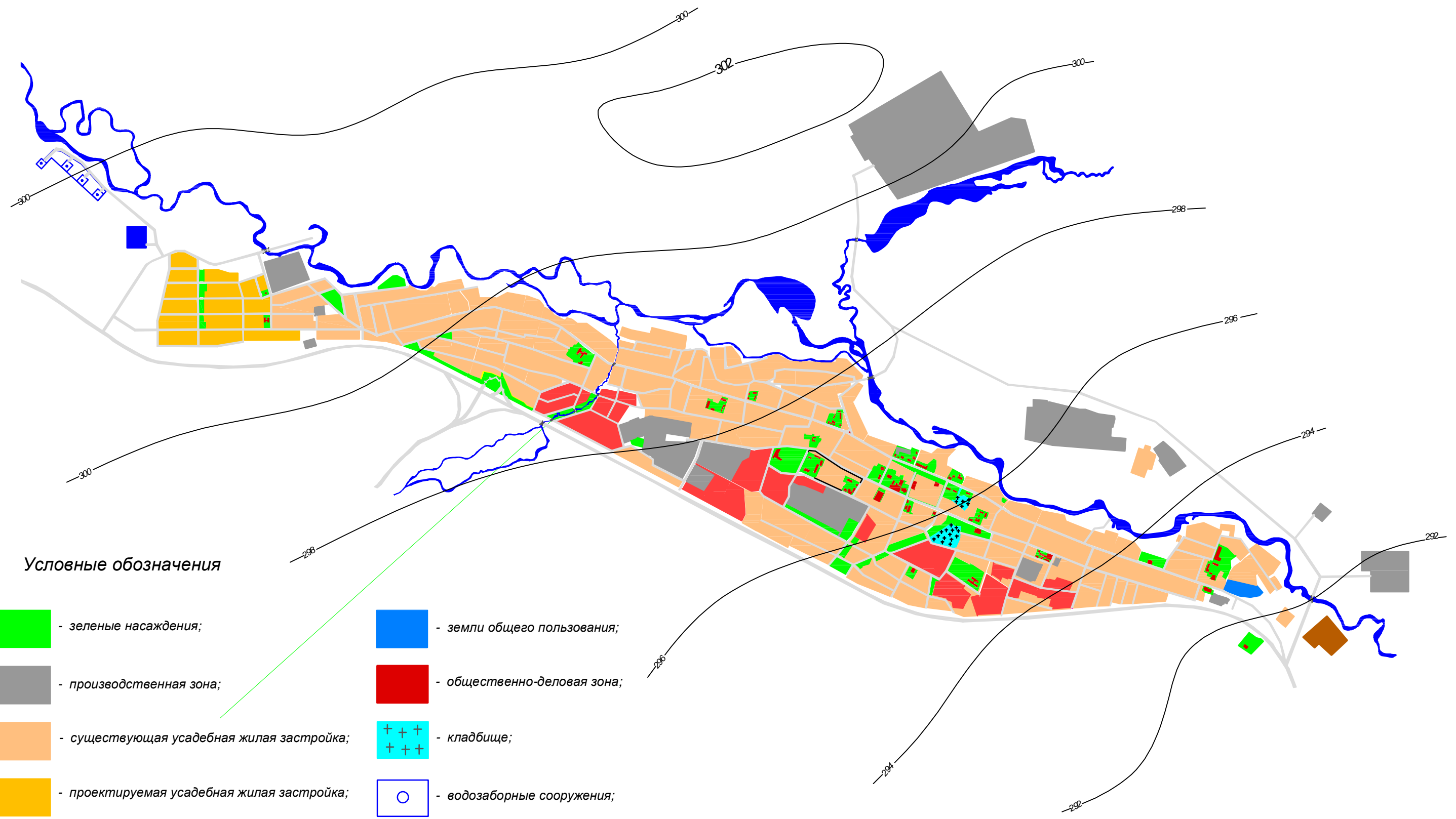
## Условные обозначения

- |    |   |    |                                 |
|----|---|----|---------------------------------|
| B1 | Трубопровод чистой и промывной воды           | R2 | Трубопровод щелочного реагента  |
| B2 | Трубопровод исходной воды                     | R3 | Трубопровод хлорной воды        |
| B3 | Трубопровод осветлённой воды                  | R4 | Трубопровод раствора флокулянта |
| R1 | Трубопровод раствора коагулянта               | AO | Трубопровод сжатого воздуха     |
| R5 | Трубопровод восстановленного алюмината натрия | K1 | Трубопровод отвода осадка       |

				БР - 20.03.02 - 2021			
				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Кузнецов Н.М.				Оптимизация системы водоподготовки малых населенных пунктов на примере поселка Емельяново Красноярского Края	6	7
Руководит.	Дубровская О.Г.				Технологическая схема станции водоподготовки		
Зав. каф. Магюченко А.И.				Кафедра ИСЗиС			

# Генеральный план поселка Емельяново

## Масштаб 1:5000



### Условные обозначения

- зеленые насаждения;
- производственная зона;
- существующая усадебная жилая застройка;
- проектируемая усадебная жилая застройка;
- асфальтовые покрытия;
- многоэтажная жилая застройка;
- земли общего пользования;
- общественно-деловая зона;
- +++  
+++ - кладбище;
- - водозаборные сооружения;
- комплекс очистных сооружений;

<b>БР 20.03.02 - 2021</b>				
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-Строительный институт				
Изм.	Коп. у.	Лист	Подпись	Дата
Разраб.	Кузнецов Н.М.			
Руководит.	Дубровская	Оптимизация системы водоподготовки малых населенных пунктов на примере поселка Емельяново Красноярский Край	Стадия	Лист
			1	9
Зав. каф.	Матюшенко	Генеральный план поселка Емельяново	Кафедра ИСЗиС	

# Генплан населенного пункта 1:5000

124

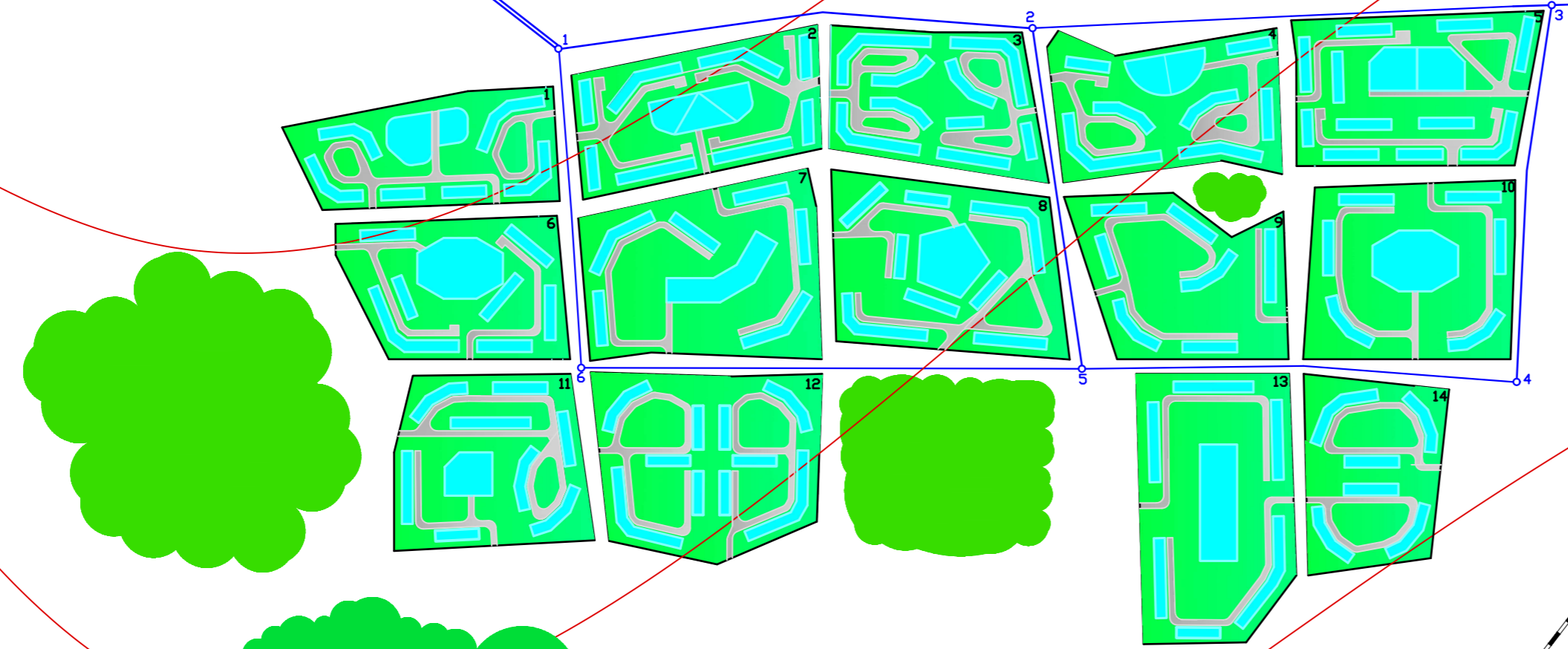
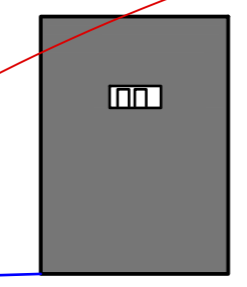
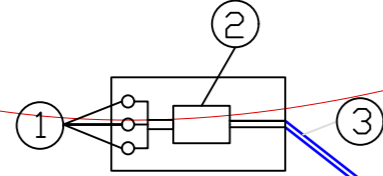
125

126

127

128

129



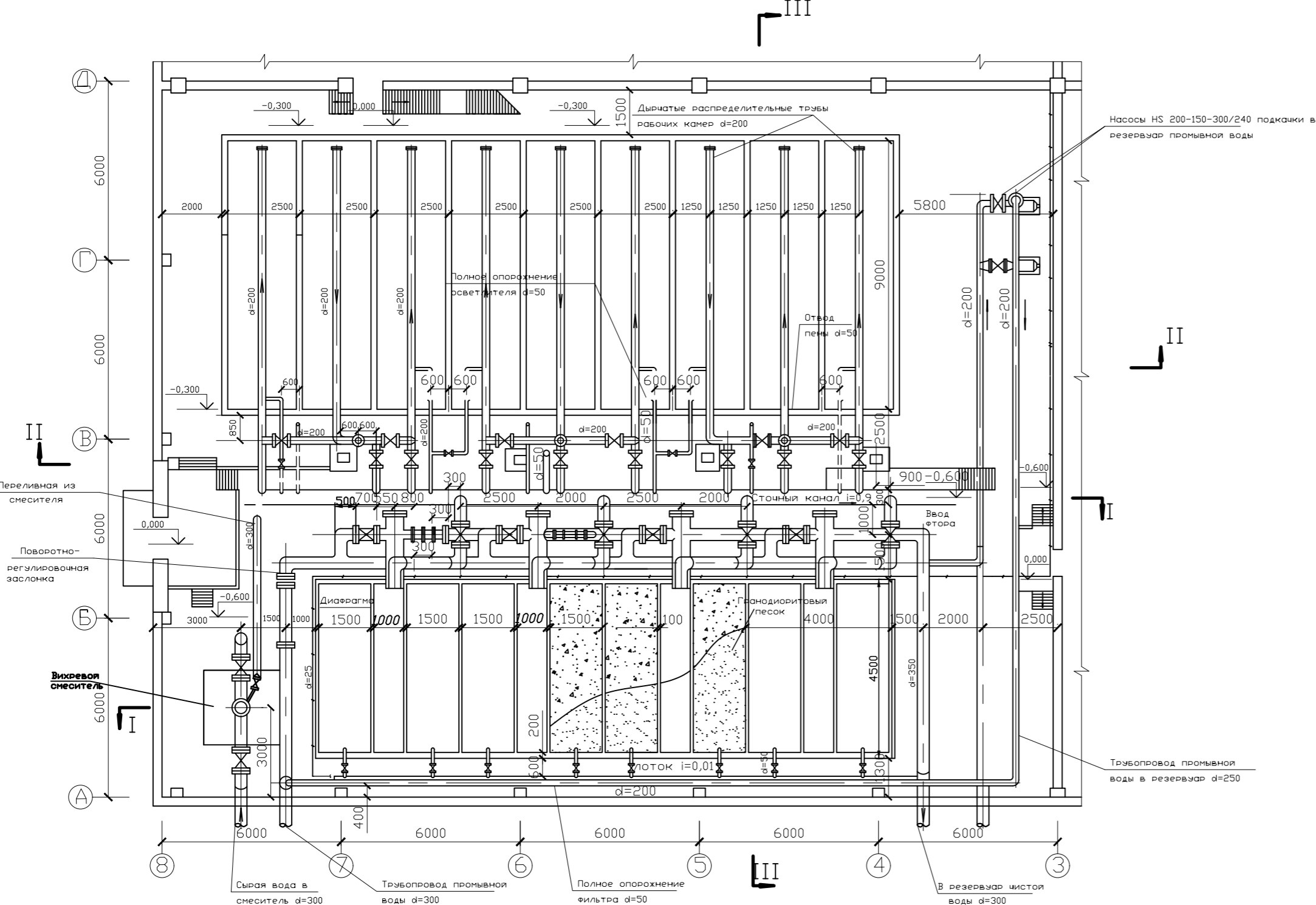
- Условные обозначения:
- 1- водозабор из подземного источника;
  - 2- площадка сооружений водоподготовки и НС второго подъема;
  - 3- водоводы;
  - ПП- промышленное предприятие

				БР - 20.03.02 - 2021		
				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стадия	Лист
		Кузнецов Н.М.			1	7
		Руководит. Дубровская О.Г.				
				Оптимизация системы водоподготовки малых населенных пунктов на примере поселка Емельяново Красноярского края		
				Генплан населенного пункта 1:5000		
				Кафедра ИСЗиС		
Зав. каф.	Матюшенко А.И.					

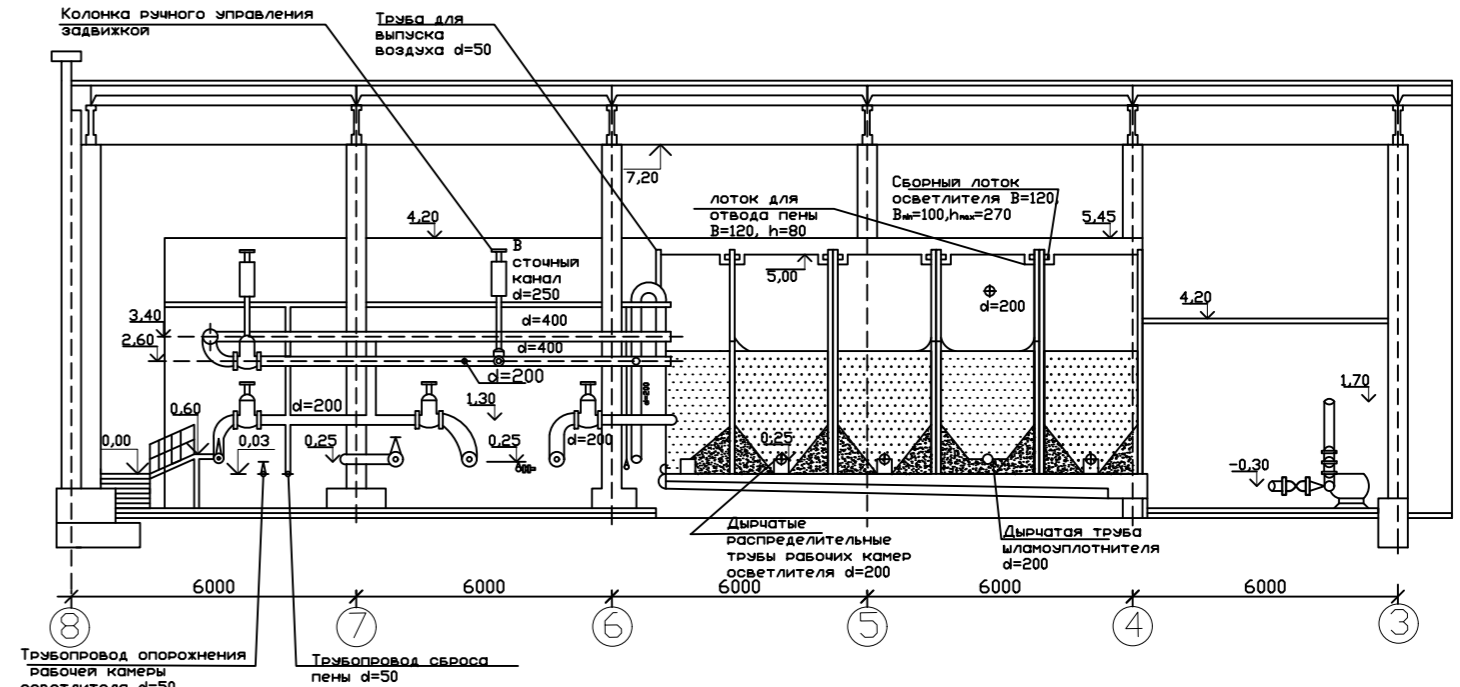
ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

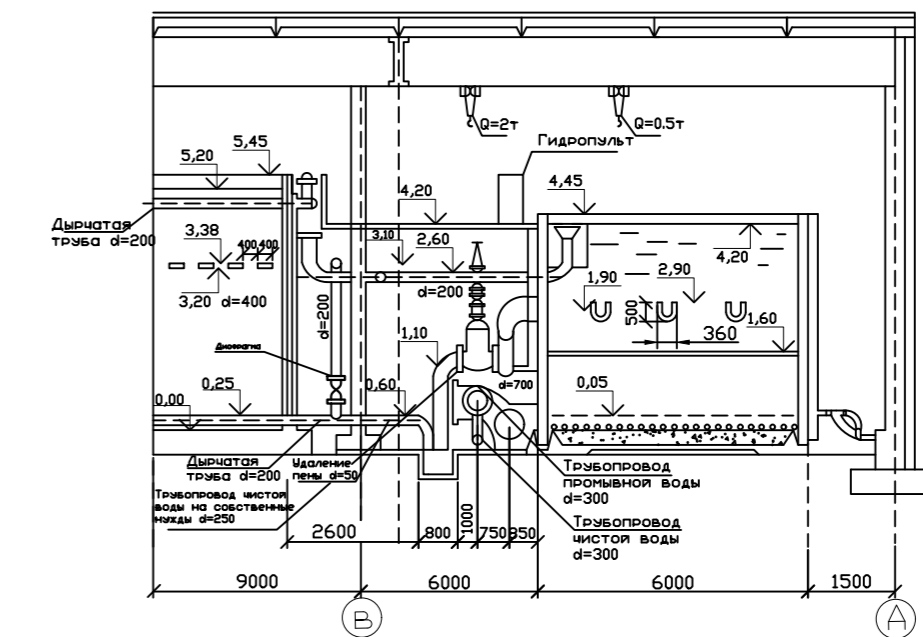
План 1-го этажа М 1:100



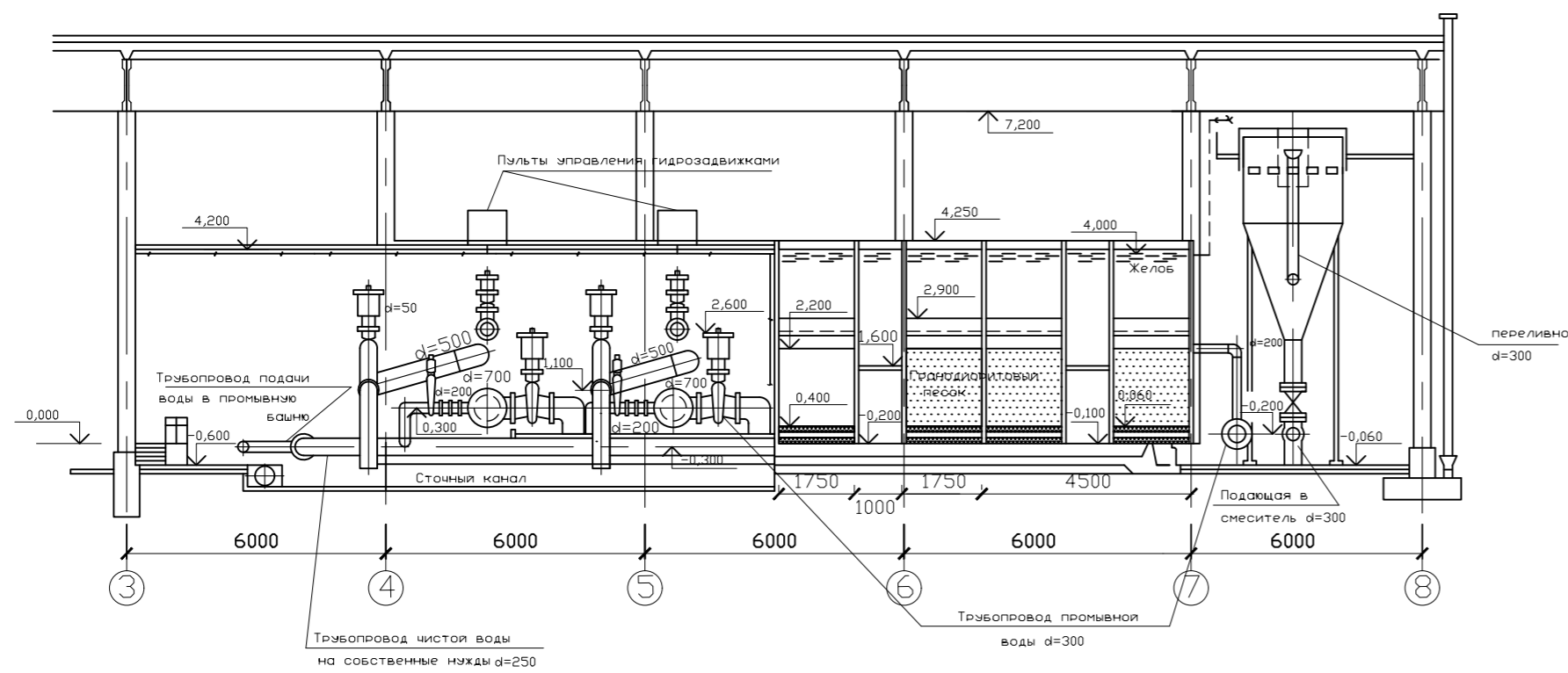
Разрез II - II М 1:100



Разрез III- III М 1:50



Разрез I - I М 1:100



Условные обозначения

- Задвижка с ручным приводом
- Задвижка с гидроприводом
- Трубопровод чистой воды на собственные нужды

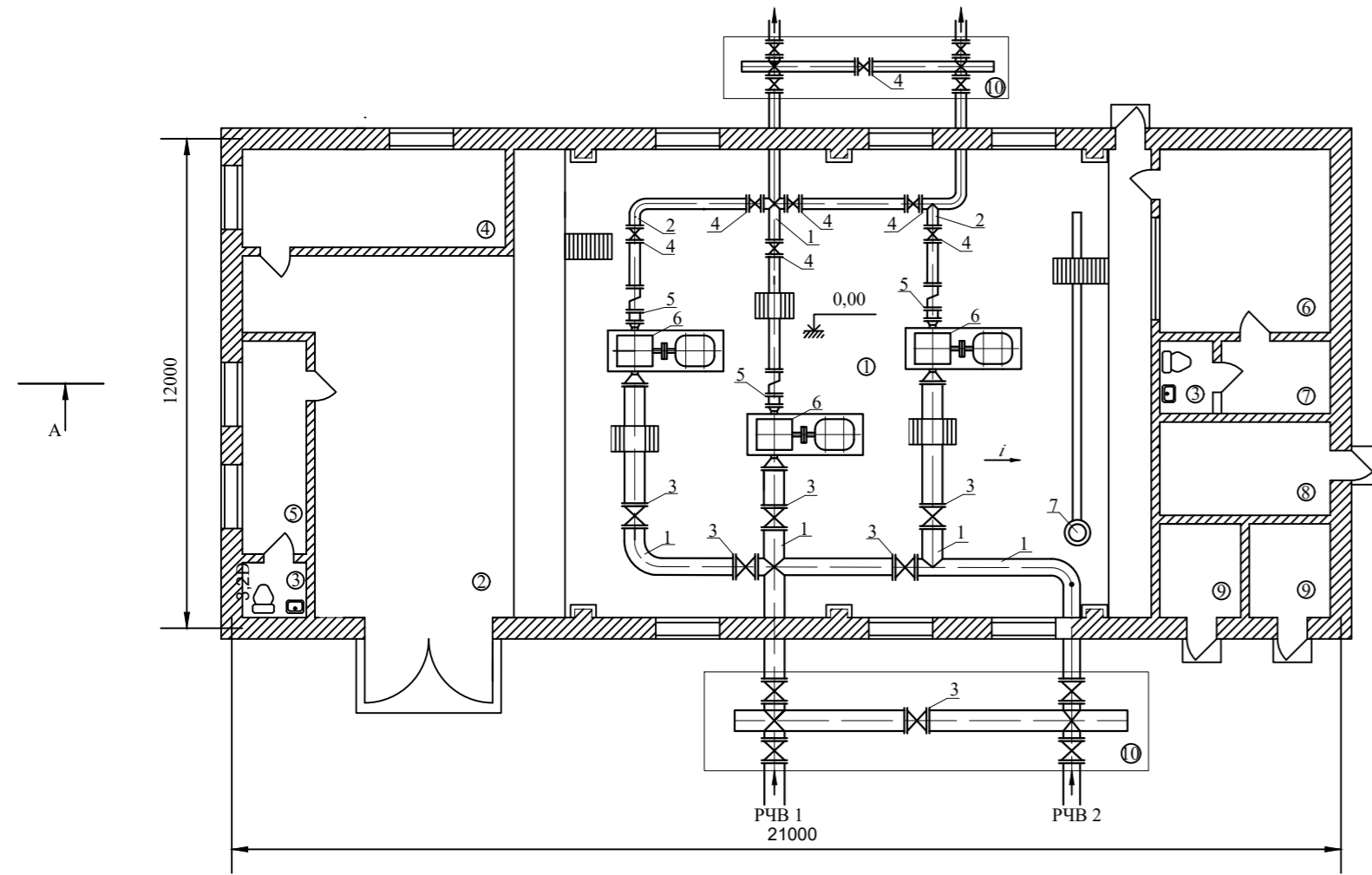
				БР - 20.03.02 - 2021	
				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт	
Имя	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стадия
Разраб.	Кузнецов И.М.				Лист
Руководит.	Дубровская О.Г.				3
				Оптимизация системы водоподготовки малых населенных пунктов на примере поселка Емельяново Красноярского края	
				План 1-го этажа М 1:100; Разрез I-I М 1:100; Разрез II-II М 1:100; Разрез III-III М 1:50.	
Зав. каф. Матюшенко А.И.				Кафедра ИСЭИС	

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

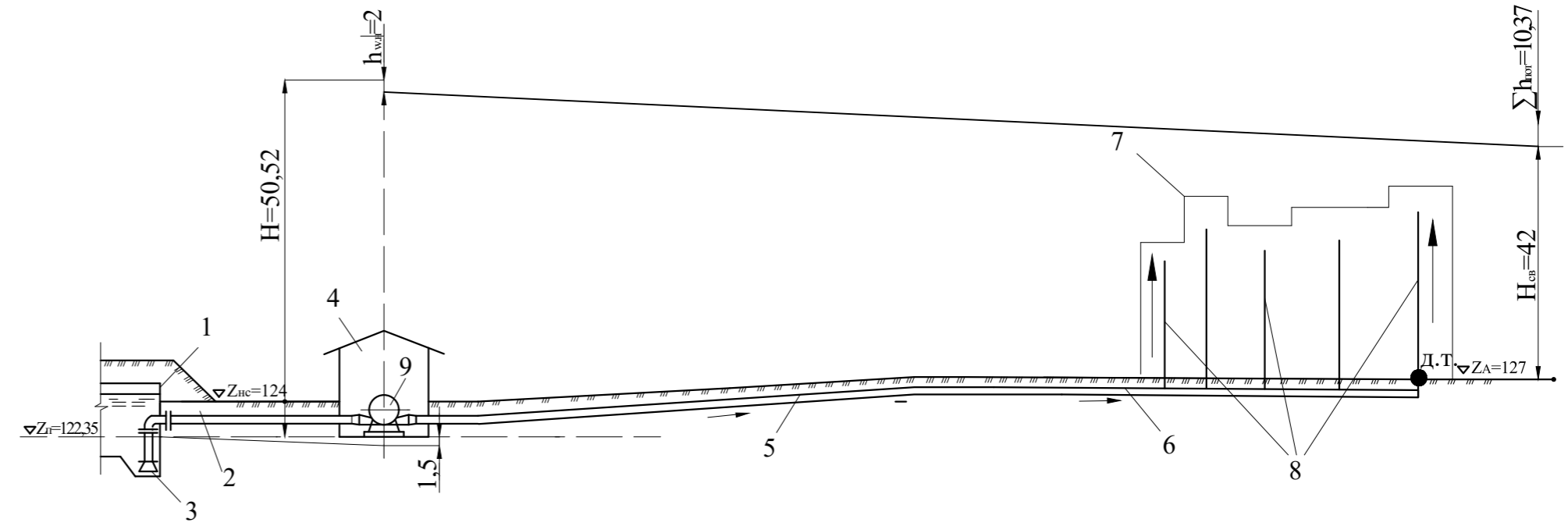
ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK



### План насосной станции II подъёма

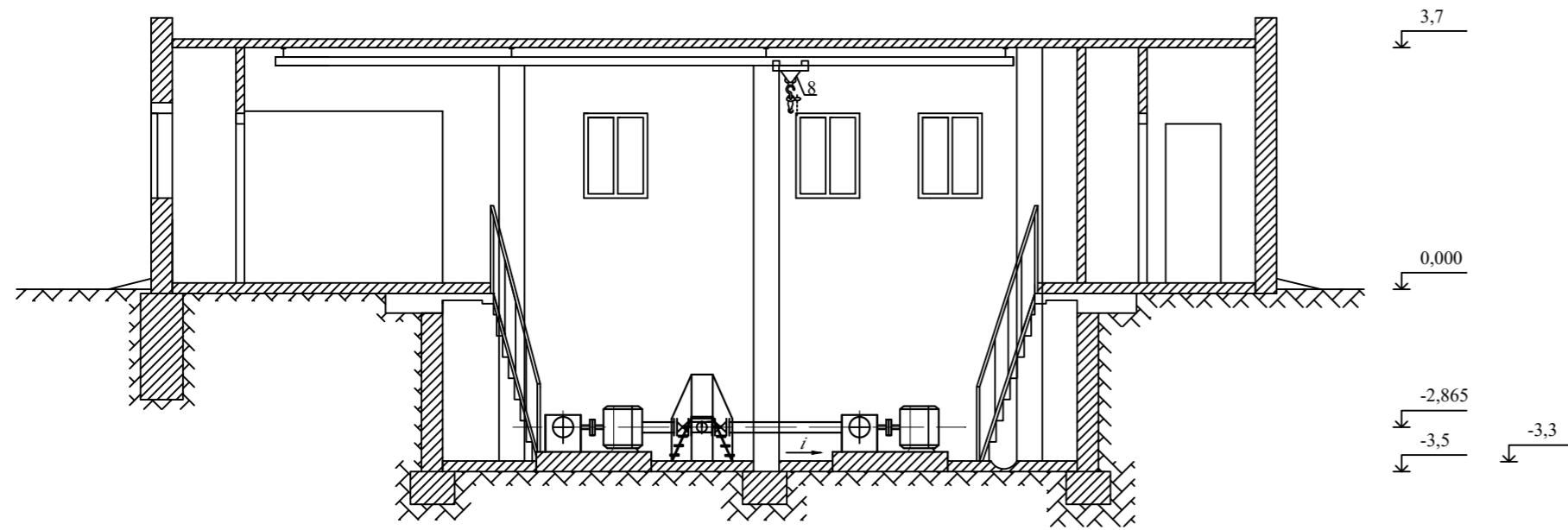


### Высотная схема подачи воды потребителю



- 1 - резервуар чистой воды;
- 2 - всасывающий трубопровод;
- 3 - всасывающий патрубков;
- 4 - здание насосной станции второго подъёма;
- 5 - напорный водовод;
- 6 - магистральный трубопровод;
- 7 - здания населённого пункта;
- 8 - распределительный трубопровод;
- 9 - насос.

### Разрез А-А



### Экспликация помещений

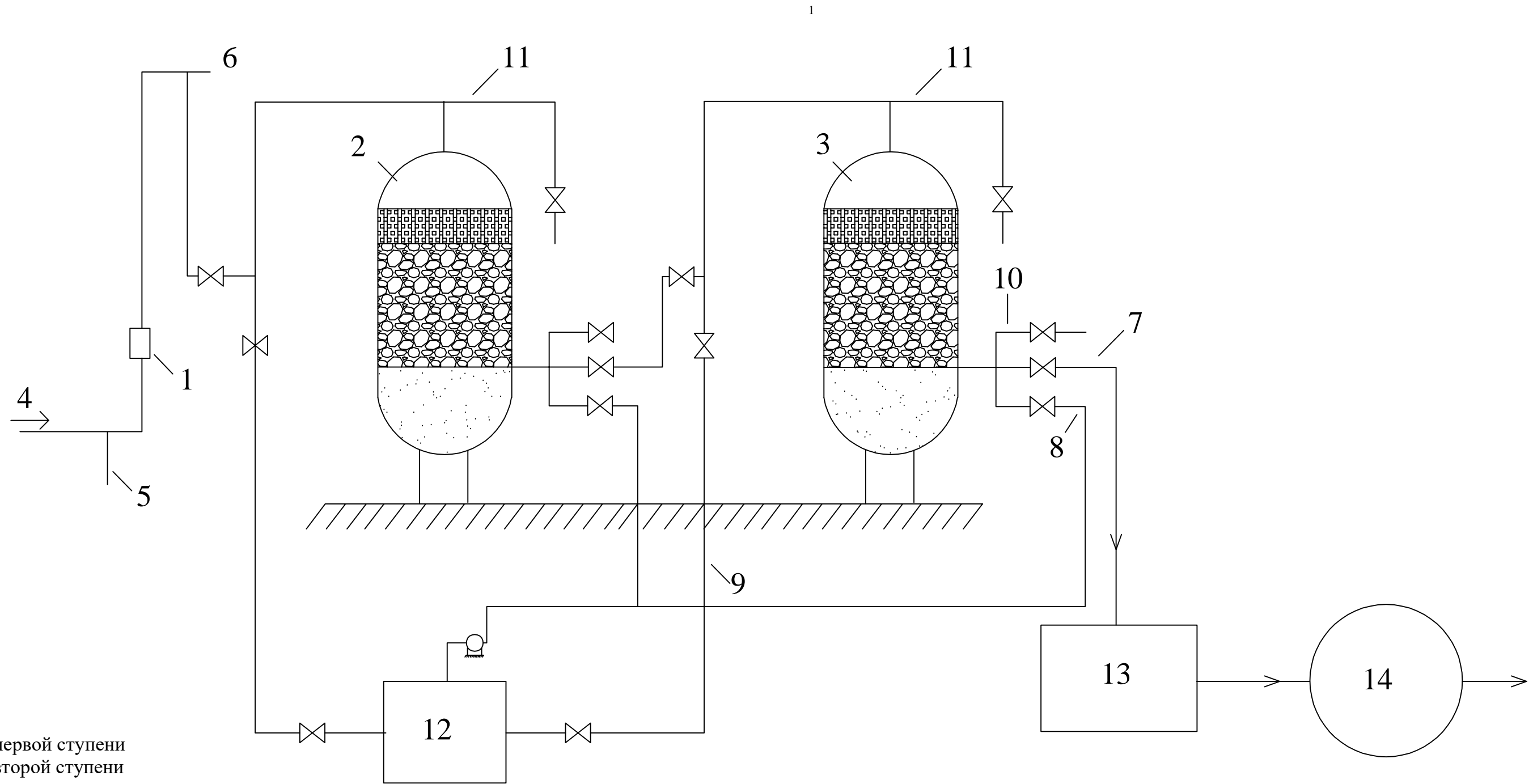
№ п/п	Наименование помещений	Площадь, м²
1	Машинный зал	88,5
2	Монтажная площадка	28,4
3	Сан.узел (2)	2,21
4	Мастерская	14,01
5	Комната отдыха	10,5
6	Операторская	17,2
7	Помещение дежурного персонала	11,54
8	Помещение ЩСУ	15,6
9	Камера трансформаторов (2)	7,8
10	Камера переключений	

### Спецификация

№ п/п	Наименование	Кол.	Ед. изм
1	Стальные трубы d=400мм	30	м.
2	Полиэтиленовые трубы d=200мм	1560	м.
3	Задвижка d=400мм	10	шт.
4	Задвижка d=200мм	11	шт.
5	Клапан обратный d=200мм	3	шт.
6	Насос NL 150/400-55-4-12	3	шт.
7	Насос API2	2	шт.
8	Кран подвесной	1	шт.

БР - 20.03.02 - 2021			
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Разраб.	Кузнецов И.М.		
Руководит.	Дубровская О.Г.		
Оптимизация системы водоподготовки малых населенных пунктов на примере поселка Емельяново Красноярского края			Стадия
			Лист
			Листов
			4
			7
План насосной станции второго подъёма М1:100 Разрез А-А Высотная схема подачи воды потребителю			Кафедра ИСЗиС
Зав. каф.	Матюшенко А.И.		

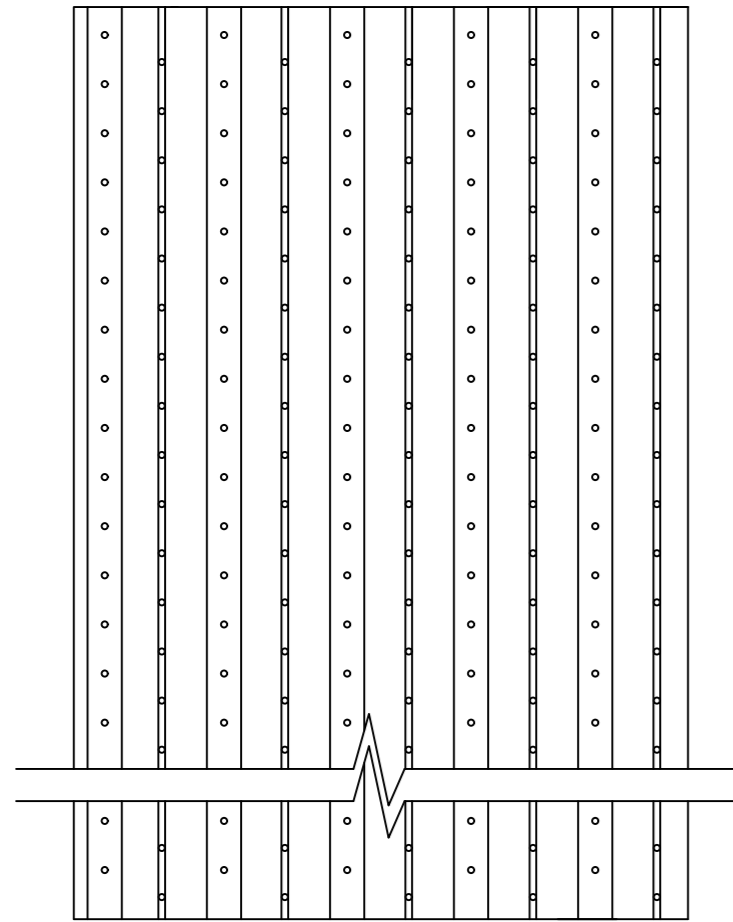
# Технологическая схема обезжелезивания



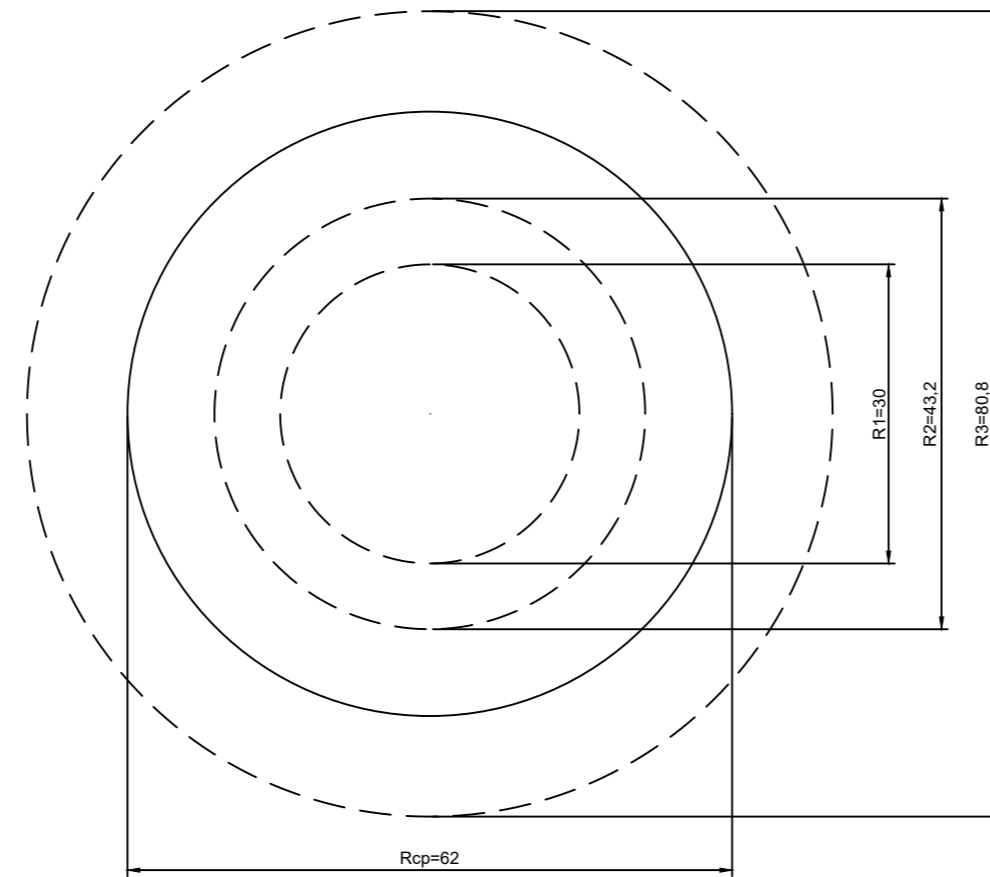
1. Эжектор
2. Фильтр первой ступени
3. Фильтр второй ступени
4. Подача воды от скважины
5. Сжатый воздух от ресивера
6. Поток воды на параллельные фильтры
7. Очищенная вода
8. Подача воды на промывку фильтра
9. Отвод промывных вод
10. Воздух
11. Воздушная трубка
12. Резервуар промывной воды
13. установка УФ-обеззараживания
14. Водонапорная башня

					БР - 20.03.02 - 2021		
					Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Оптимизация системы водоподготовки малых населенных пунктов на примере поселка Емельяново Красноярского края		
Разраб.	Кузнецов Н.М.				Стадия	Лист	Листов
Руководит.	О.Г.					7	8
					Технологическая схема обезжелезивания		
Зав. каф. Гатюшенко А.И.					Кафедра ИСЗиС		

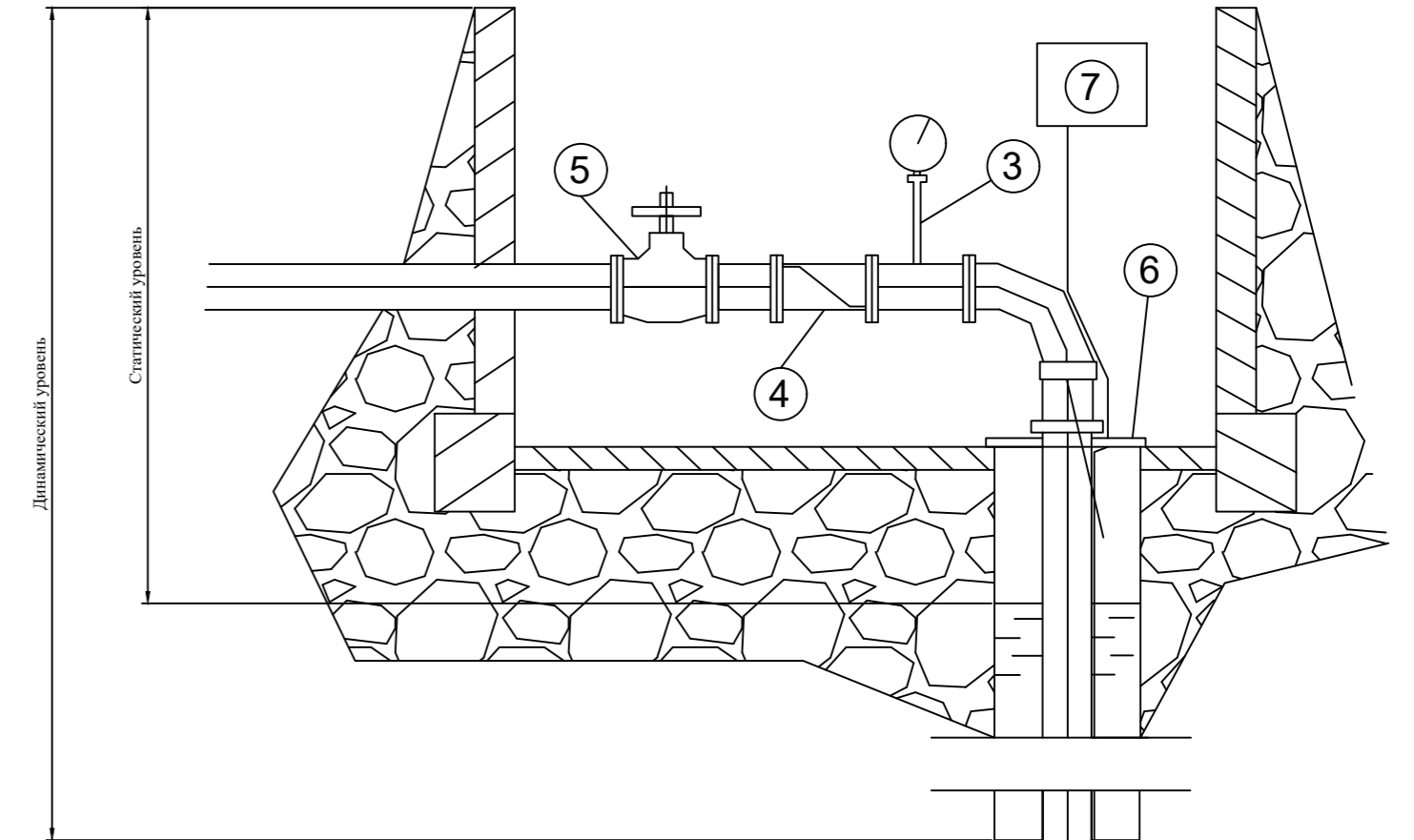
# Трубчатый фильтр с круглой перфорацией М 1:1



# Зоны санитарной охраны М 1:700

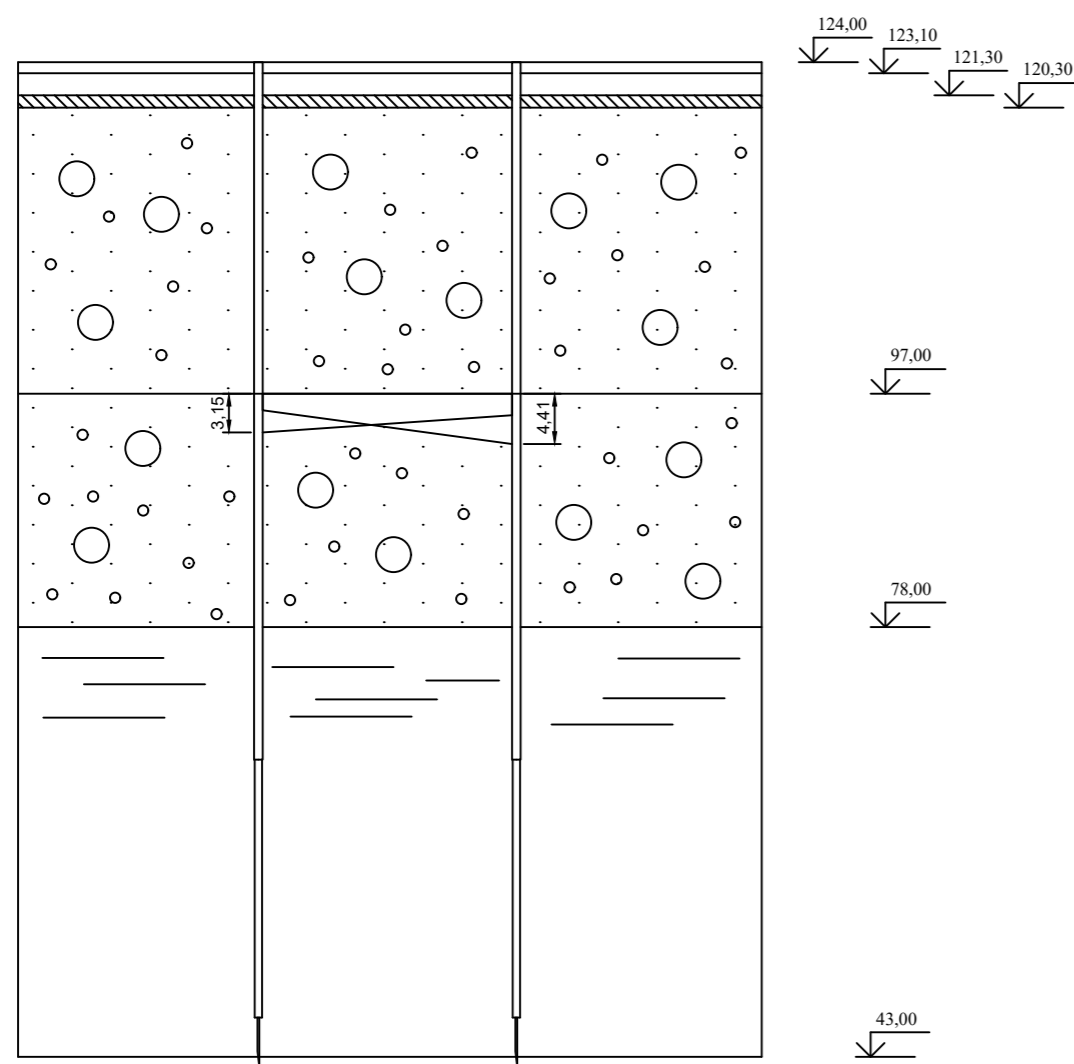


# Аппаратурное оформление устья скважины



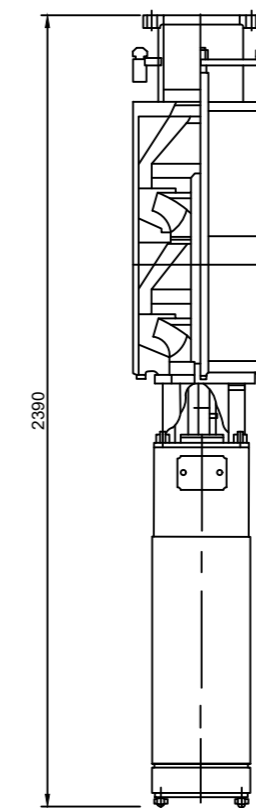
1. Фильтр
2. Насос ЭЦВ
3. Манометр
4. Обратный клапан
5. Задвижка
6. Оголовок скважины
7. Система управления

# Геолого-технический разрез скважин М1:500



№ слой	Геологическое описание породы	Геологический разрез и конструкция скважины				№ слой	Геологическое описание породы	Геологический разрез и конструкция скважины			
		Абсолютная отметка	Мощность слоя, м	Глубина подошвы слоя, м	Абсолютная отметка подошвы скважины, м			Абсолютная отметка подошвы скважины, м	Мощность слоя, м	Глубина подошвы слоя, м	Абсолютная отметка подошвы скважины, м
1	Исходный слой	124,00	0,0	0,0	124,0	1	Исходный слой	124,00	0,0	0,0	124,0
2	Супесь	123,10	0,9	0,9	123,1	2	Супесь	123,10	0,9	0,9	123,1
3	Глина (суглинок)	121,30	1,8	1,8	121,3	3	Глина (суглинок)	121,30	1,8	1,8	121,3
4	Гранит	97,00	42,3	47,0	78,0	4	Гранит	97,00	42,3	47,0	78,0
5	Водянистый ил	78,00	35,0	82,0	43,0	5	Водянистый ил	78,00	35,0	82,0	43,0

# Насос ЭЦВ 12-200-105 М 1:150



				БР - 20.03.02 - 2021			
				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Имя	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Кузнецов И.М.				Оптимизация системы водоподготовки малых населенных пунктов на примере поселка Емельяново Красноярского Края	2	7
Руководит.	Дубровская О.Г.				Водоабсорбционная скважина.		Кафедра ИСЗиС
Зав. каф. Матюшенко А.И.							

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт  
институт  
Инженерных систем зданий и сооружений  
кафедр

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А.И. Матюшенко

« 20 » 06 2021 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

20.03.02.06 Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения,  
обводнения и водоотведения

Оптимизация системы водоподготовки малых населенных пунктов на  
примере поселка Емельяново Красноярского Края

тема

Пояснительная записка

Научный руководитель



30.06.21 к.т.н., доцент

подпись, дата должность, учетная степень инициалы, фамилия

О.Г. Дубровская

Выпускник



подпись, дата

Н.М. Кузнецов  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер



подпись, дата

О.Г. Дубровская  
инициалы, фамилия

Красноярск 2021