МИНИСТЕРСТВО НАУКИ и ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г.Смоленске

УДК:

Кафедра **Промышленной теплоэнергетики**

Наименование подготовки: 13.03.01 **«Теплоэнергетика и теплотехника»**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

БАКАЛАВРА

Профиль: **«**Энергообеспечение предприятий**»**

Тема: **Анализ системы водоснабжения поселка городского типа**

Студент ЭО-16з Зайцев А.О
группа подпись фамилия И.О.

Руководитель ст.пр Трушаков Р.В
уч.степень, должность подпись фамилия И.О.

Консультант _____
уч.степень, должность подпись фамилия И.О.

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Галковский В.А
уч.степень, должность подпись фамилия И.О.

Место выполнения
ВКР кафедра «Промышленная теплоэнергетика»

Смоленск 2021 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске

Кафедра: **Промышленной теплоэнергетики**

З А Д А Н И Е

НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
БАКАЛАВРА

по направлению подготовки **13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника»**
профиль подготовки: «**Энергообеспечение предприятий»**

Тема: **Анализ системы водоснабжения посёлка городского типа**

Студент	ЭО-16з		Зайцев А.О.
	Группа	Подпись	Фамилия И.О.
Руководитель	к.т.н., ст.пр.		Трушаков Р.В.
	уч. степень, должность	Подпись	Фамилия И.О.
Консультант по подразделу «Общие вопросы организации безопасного производства»			
	уч. степень, должность	Подпись	Фамилия И.О.

Задание утверждаю

Зав. кафедрой ПТЭ к.т.н., доцент Галковский В.А.
уч. степень, должность Фамилия И.О. подпись

Дата: 12.02.2021 г.

г. Смоленск 2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ЗАДАНИЯ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. Анализ существующего состояния проблемы и исходные данные

2. Методы водоочистки

3. Лабораторно-аналитические исследования проб воды из мест поселкового водозабора и в процессе водоподготовки, исследования эффективности очистки воды по общепринятым методикам

4. Расчёт системы водоснабжения поселка городского типа

5. Исследование повторного использование бытовых сточных вод для коммунальных объектов водоснабжения поселка городского типа

6. Оценка воздействия системы водоснабжения поселка городского типа на окружающую среду

7. Технико-экономическое обоснование

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

1. Ситуационный план поселка городского типа

2. Компоновка основного и вспомогательного оборудования

3. Принципиальная схема повторного использования воды

4. Схема узла переключения

5. Графический анализ результатов расчёта

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*.

2. Копылов А.С. Водоподготовка в энергетике: учебное пособие для вузов / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков - Москва: Издательский дом МЭИ, 2016.

3. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1973. -113с.

4. Орлов В.А, Реконструкция систем водоснабжения – М.: Издательство АСВ, 2017. 208 с.

5. Страницы сети Интернет, посвящённые тематике квалификационной работы.

ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ

Месяц, число		Март		апрель		май		июнь	
		1	15	1	15	1	15	1	15
выполнение	главы	I	II	III	IV	IV	V	VI	VII
	%	0	25	25	50	50	75	75	100

АННОТАЦИЯ

Автор работы - Зайцев Алексей Олегович., студент группы ЭО -16з .

Тема – «Анализ системы водоснабжения поселка городского типа». Выпускная квалификационная работа по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», программа бакалавриата «Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки», филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2021 г. –94 с., 19 табл., 17 рис.

В работе произведен анализ существующей системы водоснабжения посёлка городского типа Михайлов на сегодняшний день. Выполнен обзор существующих современных методов очистки воды и способов организации централизованного водоснабжения потребителей; определены нагрузки на водоснабжение и произведен выбор основного и вспомогательного оборудования системы водоснабжения. Произведен расчет влияния системы водоснабжения поселка городского типа Михайлов на окружающую среду, а также выполнено технико-экономическое обоснование принятых решений.

Содержание

Введение.....6
1 Анализ существующего состояния проблемы и исходные данные.....7
1.1 Генеральный план поселка.....7
1.2 Характеристика существующего состояния систем коммунальной инфраструктуры поселка.....8
1.3 Геологические условия.....9
1.4 Оценка существующего состояния поверхностных и подземных вод. .10
1.5 Описание источника водоснабжения.....13
1.6 Анализ существующего водоснабжения поселка.....14
2. Методы водоочистки.....17
2.1 Сравнительная характеристика методов водоочистки.……17
2.2 Прогрессивные методы очистки поверхностных и сточных вод.....23
3. Лабораторно-аналитические исследования проб воды из мест поселкового водозабора и в процессе водоподготовки, исследования эффективности очистки воды по общепринятым методикам.....30
3.1 Лабораторно-аналитические исследования проб воды из мест поселкового водозабора и в процессе водоподготовки.....30
3.2 Исследования эффективности очистки воды по общепринятым методикам.....33
4 Анализ системы водоснабжения посёлка городского типа.....36
4.1 Выбор источника водоснабжения и схемы водоснабжения.....36
4.2 Расчет водопроводной сети.....38
4.3 Выбор водозаборных сооружений.....52
4.4 Выбор очистных сооружений.....63
4.5 Выбор водоводов.....65
4.6 Подбор оборудования.....72
5 Исследование повторного использование бытовых сточных вод для коммунальных объектов водоснабжения поселка.....79
5.1 Выбор схемы для повторного использование бытовых сточных вод.…79
5.2 Повторное использование сточных вод на примере жилого многоквартирного дома.....82
6 Оценка воздействия системы водоснабжения поселка городского типа на окружающую среду.....86
7 Технико-экономическое обоснование.....90
Заключение.....97
Список использованных источников.....98

Введение

В общем случае водоснабжение представляет собой комплекс технических и технологических мероприятий по снабжению потребителей различных категорий водой требуемого согласно нормативным документам качества, с необходимым потребителю напором и с требуемым расходом.

В Российской Федерации для нужд промышленных предприятий и хозяйственно-питьевого водоснабжения населения из естественных природных водоемов ежегодно забирается порядка $90 \cdot 10^9$ м^3 воды, в том числе около $10 \cdot 10^9$ м^3 – из подземных водоисточников. Наиболее значимыми потребителями воды выступают теплоэнергетика, сельское хозяйство, хозяйственно-питьевое водоснабжение и транспортные инфраструктуры.

С целью удовлетворения потребности современных населенных пунктов в воде требуется значительное её количество, поскольку нужды современных населенных пунктов – это не только хозяйственно-питьевые потребности, но и потребности многочисленных промышленных предприятий и предприятий транспорта. Соответственно, правильная организация водоснабжения населения и промышленных предприятий имеет большое экономическое значение.

Качественное водоснабжение потребителей в масштабе отдельно взятого населённого пункта на современном этапе развития промышленности и экономики возможно только за счет внедрения централизованного водоснабжения.

Под водоснабжением потребителя понимают систему инженерных сооружений, которые предназначены для обеспечения потребностей в воде объектов промышленности и жилищно-коммунальной сферы населения.

Дипломный проект посвящён разработке системы водоснабжения из подземного источника поселка городского типа Михайлов.

1 Анализ существующего состояния проблемы и исходные данные

1.1 Генеральный план поселка

Поселок городского типа Михайлов - административный центр Михайловского района Рязанской области Российской Федерации.

Поселок городского типа Михайлов расположен на берегу притока Оки - реки Проня у восточного подножия среднерусской возвышенности, в шестидесяти восьми километрах к юго-западу от города Рязань.

Поселок городского типа Михайлов занимает площадь в восемь квадратных километров. Средняя высота над уровнем моря центра города Михайлов - 166 м.

Генеральный план поселка городского типа Михайлов приведен на рисунке 1.1.

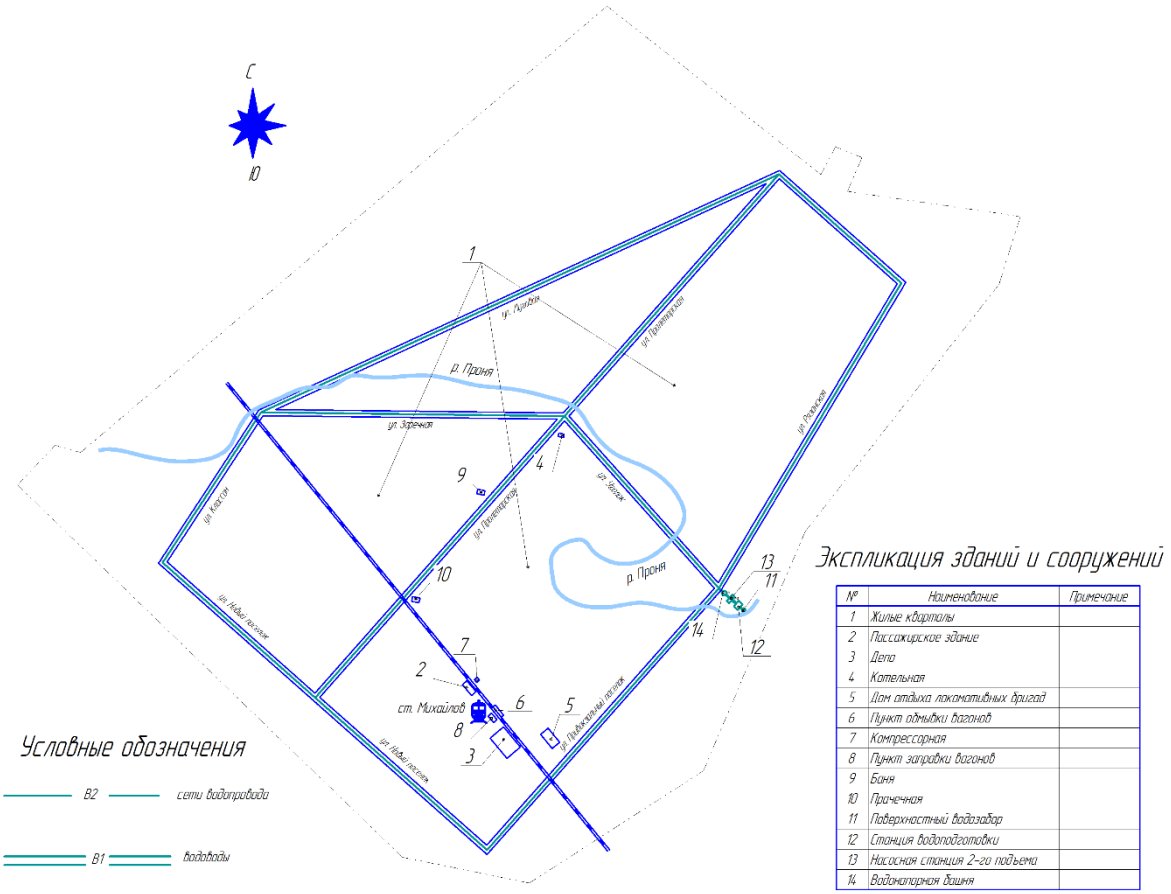


Рисунок 1.1 – Генеральный план поселка городского типа Михайлов

1.2 Характеристика существующего состояния систем коммунальной инфраструктуры поселка

На территории муниципального образования поселок городского типа Михайлов гарантирующей организацией в сфере водоснабжения и водоотведения является МП поселка городского типа Михайлов «Горводоканал». Водоснабжение поселка городского типа осуществляется из открытого источника – реки Проня, воды которой подвержены загрязнению промышленными и бытовыми стоками предприятий и населенных пунктов, расположенных выше по течению. Из-за содержания гуминовых веществ, вода в реке характеризуется высокой мутностью и цветностью. На территории поселка городского типа находятся 1 водозабор, 1 очистные сооружения водопровода, 1 насосная станций водопровода, 8,3 км водопроводных сетей. Водозабор и комплекс очистных сооружений находится на одной площадке, расположенной на правом берегу реки Проня в восточной части города. Вода из реки по самотечным водоводам поступает в приемные камеры насосной станцией 1-го подъема, откуда по всасывающим линиям насосов данной станции вода поднимается и подается на блок очистных сооружений водопровода производительностью 5596,45 м^3/сутки.

Таким образом, проектная производительность действующих сооружений водоочистки составляет 5596,45 м^3/сутки.

После очистных сооружений вода поступает в резервуар чистой воды (РЧВ) емкостью 6 тыс. м^3.

Из резервуара чистой воды насосами насосной станции 2-го подъема проектной производительностью – 6 тыс. м^3/сутки подается в поселок городского типа.

1.3 Геологические условия

Годовой объем осадков с поправкой на смачивание составляет 521 мм, в том числе смешанных и жидких – 349 мм. Осадки в течение года неравномерно распределены, более 2/3 годового количества осадков имеет место в теплый период. Наибольшее количество осадков наблюдается в июле месяце – 66 мм.

67% годовой суммы приходится на долю жидких осадков, в твердой фазе выпадает 20% осадков. Осадки в виде дождя наблюдаются на протяжении всего года, но в зимний период их повторяемость незначительна – 2-7%. Наибольшая толщина снежного покрова составляет 40 см, количество дней в году со снежным покровом – 135-145. Период без морозов имеет продолжительность 130-150 дней.

Характеристика источника водоснабжения.

Бассейн реки Проня располагается на восточном склоне Среднерусской возвышенности в верховье, остальная часть реки расположена на Паро-Пронской равнине, которая представляет собой часть Окско-Донской равнины с чередованием долинных понижений и междуречных приподнятых моренолессовых плато.

Среднерусская возвышенность - это волнистая равнина, которая расчленена глубокими долинами рек, ветвящихся оврагов и балок, полностью или частично задернована. За пределами Среднерусской возвышенности поверхность бассейна реки Проня представляет собой равнины, умерено и слабо расчлененные балочно-долинной сетью.

Средняя зона верховья реки Проня размещена на востоке Тульской области и юго-востоке Московской обл., а также на севере Липецкой обл., остальная же часть бассейна реки расположена на юго-западе Рязанской обл.

Р. Проня берет свое начало в двух километрах южнее деревни Лужки Михайловского р-на Рязанской обл., на высоте 200 м над уровнем моря на острогах Среднерусской возвышенности и справа впадает в реку Ока на

615 километре от устья Оки. Длина реки Проня составляет 336 километров, площадь водосбора по отношению к устью 10200 км^2, площадь водосбора в пределах Рязанской обл. - 9800 км^2.

Долина реки в основном трапецеидальная, в верховье долина имеет V-образную форму, в низовье долина реки имеет местами неясно выраженную форму, в устьевой части долина реки сливается с долиной реки Ока. Ширина долины реки Проня составляет от 0,5 до 3,0 километров.

Склоны долины реки изрезаны балками, оврагами, имеют пологий характер, заняты чаще всего супесями, пашней, суглинками, местами каменистые, обрывистые.

Русло реки Проня деформирующееся, извилистое, местами песчаное, но в основном песчано-илистое, иногда каменистое. В межень ширина реки 5-50 метров, в устье ширина до 100 метров. В межень скорость течения 0,3-0,7 метров в секунду. В летний период местами русло зарастает водной растительностью и осокой.

На русле построено несколько плотин, наиболее значительные из которых – водохранилище Рязанской ГРЭС, расположенное на 102 км от устья у г. Новомичуринска, гидроузел Пронского водохранилища, который расположен на 261-ом км от устья.

Река Проня характеризуется как умеренно загрязненная. Кислородный режим благоприятный.

1.4 Оценка существующего состояния поверхностных и подземных вод

Рассматриваемая территория расположена в юго-восточной части Московского артезианского бассейна.

Среди факторов, определяющих ее гидрогеологические особенности, следует отметить:

- наличие Среднерусской возвышенности, являющейся региональной областью питания водоносных горизонтов;

- присутствие областей разгрузки подземных вод – Пронское водохранилище;

- значительная заболоченность территории;

- небольшая мощность четвертичных отложений;

- тектонические нарушения, способствующие подтоку соленых вод.

Подземные воды приурочены к четвертичным и дочетвертичным отложениям.

Участок водозабора представляет собой залесенную и заболоченную равнину с абсолютными отметками поверхности 50-56 м.

Водоносный комплекс на рассматриваемой территории имеет повсеместное распространение. Непосредственно под четвертичными отложениями он залегает вдоль побережья Пронского водохранилища. В юго–восточном направлении погружается под карбонатную толщу саргаевско-семилукского горизонта на глубину до 80 м. Глубина залегания кровли на участке оценочных работ 12-18 м, на участке Пушкари - Раздольное увеличивается до 40 м. Подстилающими породами являются слабо проницаемые породы наровского горизонта. Полная мощность комплекса 205-240 м.

Подземные воды преимущественно напорные. Величина напора увеличивается с глубиной погружения кровли в юго-восточном направлении от 10-20 м до 60-70 м. Безнапорный характер воды имеют лишь в полосе выхода пород под четвертичные отложения.

Глубина залегания пьезометрических уровней на возвышенных площадях составляет 20-35 м, что характерно для участка Пушкари - Раздольное. В западном направлении, с понижением земной поверхности, глубина уровней уменьшается до 1-10 м, а на побережье Пронского водохранилища превышает поверхность земли на 2-3 м. На разведанном участке глубина установившегося уровня воды составляет 15,0-17,5 м.

Региональная область питания комплекса находится на Среднерусской возвышенности, местная - на Ваулинских горах. Движение подземных вод направлено на юго-запад к Пронского водохранилища и р. Проня. Абсолютные отметки уровня воды уменьшаются в этом направлении от 55 до 35 м.

Водообильность комплекса оценивается как высокая. Удельный дебит скважин на разведанных участках изменяется от 1,5 до 8,0 л/с. Эксплуатационные на воду скважины, пробуренные в различных частях исследуемой территории и вскрывающие верхние слои комплекса, имеют удельный дебит 0,2-2,0 л/с.

Разведочными работами установлено, что наибольшей водообильностью в рассматриваемом водоносном комплексе обладают окский и каширский водоносные горизонты, которые и представляют интерес для централизованного водоснабжения.

Фильтрационные параметры указанных горизонтов характеризуются значительными величинами. По данным кустовых откачек на участках Пушкари - Раздольное и Горбатово - Ховертово для окского водоносного горизонта (третий гидрогеологический район Рязанской области) получены вполне сопоставимые значения водопроводимости: 1260-2400 и 1080-1120 $м^2$/сут, соответственно, а величина водопроводимости каширского горизонта на разведанном участке составила 1150 - 1270 $м^2$/сут. Меньшие значения водопроводимости отмечаются на Пронском участке: 430 - 600 $м^2$/сут - для окского горизонта и 550 - 730 $м^2$/сут – для каширского горизонта.

Химический состав подземных вод изменяется по площади и в вертикальном разрезе.

На большей части территории вода пресная гидрокарбонатная магниево-кальциевая с минерализацией 0,2-0,4 г/$дм^3$. Характерно повышенное содержание суммарного железа 0,5-3,0 мг/$дм^3$. По данным опробования скважины 2Д (работы 2003-2005 г.г.) на участке Пушкари - Раздольное хлоридно-сульфатные воды с минерализацией 1,07 г/$дм^3$ вскрыты только в подошве ка-

ширского горизонта, т.е. мощность зоны пресных вод составляет 240 м. В низине в бассейне р. Проня выделяется зона солоноватых сульфатно-хлоридных вод смешанного по катионам состава, чаще магниево–кальциево-натриевого с минерализацией 1,0-3,3 г/дм^3 и жесткостью 9-22 мг · экв. Эти воды вскрываются скважинами уже на глубинах 40-50 метров в окском горизонте. Увеличение минерализации объясняется подтоком солоноватых вод из нижележащего горизонта по тектонически ослабленным зонам. Вблизи границы солоноватых вод минерализация пресных вод возрастает до 0,5-0,8 г/дм^3, в анионном составе увеличивается содержание хлора и сульфатов.

Пресные воды комплекса широко используются для водоснабжения населения, сельскохозяйственных и промышленных предприятий.

1.5 Описание источника водоснабжения

В 2005 г. Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых (ГКЗ Роснедра) утверждены эксплуатационные запасы пресных подземных вод на участке поселка городского типа Михайлов для хозяйственно-питьевого водоснабжения поселка городского типа Михайлов в количестве: по категории «В» – 10 тыс. м^3/сут, по категории «С2» – 10 тыс. м^3/сут. с рекомендацией проведения необходимых работ по переоценке запасов, отнесенных к категории С2, по более высоким категориям.

Полный перевод поселка городского типа Михайлов на водоснабжение из подземного источника (эксплуатационные запасы пресных подземных вод) возможен после перевода запасов подземных вод категории «С2» в количестве 10 тыс. м^3/сут. в более высокую категорию.

В связи с этим, принято решение о поэтапном переводе системы водоснабжения поселка городского типа Михайлов на использование воды из подземного источника.

На первом этапе снабжение поселка городского типа Михайлов водой питьевого качества будет осуществляться из двух водоисточников: из артезианских скважин подземного водозабора I этапа в объеме 3 тыс. $м^3$/сут., и поверхностного водозабора из р. Проня в объеме 3 тыс. $м^3$/сут. после очистки на существующем блоке ВОС.

Централизованная система водоснабжения поселка городского типа Михайлов относится к I-ой категории по степени обеспеченности подачи воды согласно п. 4.4 СП 31.13330.2012 «Водоснабжение, наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*».

Площадка водозабора расположена в 5 км севернее поселка городского типа Михайлов.

1.6 Анализ существующего водоснабжения поселка

Схема очистки исходной воды реки Проня осуществляется по стандартной технологии: отстаивание с применением коагуляции, фильтрация и дезинфекция газообразным хлором. Для очистки воды применяется жидкий хлор, сернокислый алюминий. Коагуляция воды осуществляется только блоке ОСВ (осветлители со взвешенным осадком), подаваемая вода с которого соответствует СанПиН 2.1.4.1076-01 по цветности, мутности и другим показателям. 3-й и 4-й блоки работают в безреагентном режиме, т.е. без коагулирования воды. Далее вода поступает на скорые фильтры с песчано-гравийной загрузкой.

В то же время, в непосредственной близости от поселка городского типа, на территории района, имеются источники подземных вод высокого качества. Согласно заключению Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых Министерства природных ресурсов РФ эти подземные воды можно использовать для нужд поселкового водоснабжения.

Среди слабых сторон в данной сфере надо отметить, что часть основных фондов МУП «Горводоканал» имеют высокую степень износа (более 60%). Водопроводные сети имеют протяженность 8,4 км, в том числе 2,35 км – нуждаются в замене (28%). За 2018 год заменено 0,1 км сетей, отремонтировано - 0,1 км, за 2019 год заменено и отремонтировано – 0,1 км сетей, за 2020 - 0,1 км. Мощности водопроводных сетей составляют 6 тыс. $м^3$/сутки. На сетях водопровода расположена 1 станция, которые служат для подъема воды на верхние этажи жилых зданий.

Дальнейшее увеличение износа сетей и сооружений может привести к резкому возрастанию аварий, ущерб от которых значительно превысит затраты на их предотвращение.

Такое положение МУП «Горводоканал» обусловлено дефицитом денежных средств на строительство, реконструкцию и восстановление инженерных систем.

Решение данной проблемы невозможно без реализации разработанной программы по модернизации и техническому перевооружению основных фондов предприятия. Принятой программой по улучшению водоснабжения населения поселка городского типа предусматривается улучшение качества питьевой воды, снижение ее непроизводительного расхода, обеспечение надежности и стабильности всей системы водопровода.

Для достижения наилучших результатов качества водоснабжения поселка городского типа Михайлов требуется провести ряд мероприятий:

1. Для обеспечения поселка городского типа Михайлов питьевой водой необходимого качества и нужного количества, необходимо на первую очередь развития поселка городского типа Михайлов строительство и пуск в эксплуатацию водозабора из подземных источников. Блок существующего городского водозабора после пуска в эксплуатацию подземных источников вывести из работы и законсервировать.

2. На расчетный срок выполнить расширение водозабора подземных источников с учетом снабжения поселка городского типа Михайлов водой только из подземных источников.

3. Планомерная замена существующих ветхих водопроводов.

4. Оснащение водопроводной насосной станции частотными регуляторами, настроенными на разные режимы водопотребления.

2. Методы водоочистки

2.1 Сравнительная характеристика методов водоочистки

Очистка воды – это разрушение или удаление из них определенных веществ, обеззараживание и удаление патогенных МО. Оценивая очистку воды как комплексную проблему, стоит непосредственно остановиться на существующих способах, объективный анализ которых позволит оценить преимущества и недостатки, и определить перспективность дальнейших исследований в этом направлении. Для очистки воды применяются главным образом:

- механические методы (процеживание, измельчение, отстаивание, фильтрование);

- химические (окисление, нейтрализация, восстановление, коагуляция, флокуляция);

- физико-химические методы (флотация, сорбция, экстракция, эвапорация, ионный обмен, электрохимические методы (электрокоагуляция, электроосмос, электродиализ));

- биологические методы (биофильтры, биологические пруды);

- комбинированные методы. [2]

Также существует распределение методов очистки на:

- реагентные (окисление, нейтрализация, обработка иона мипереходных металлов);

- безреагентная (обработка ультразвуком, магнитным полем, ультрафиолетом, тепловая, электрическим полем, током высокой частоты, гамма-лучами, гиперфильтр);

- комбинированные. [2]

Применение того или иного метода в каждом конкретном случае определяется характером загрязнения и степенью вредных примесей:

1. Механическое очищение применяют для выделения из воды нерастворимых в ней минеральных и органических примесей. Примеси в зависимости от размеров улавливаются решетками, ситами, ковшами различных

конструкций, а поверхностные загрязнения - нефтеловушками, бензоловушками, отстойниками, песколовками, в гидроциклонах, осадительных центрифугах. Механическая очистка является, как правило, предварительным этапом и служит для подготовки воды к биологическому, физико-химическому или иному методу более глубокойочистки. Этот метод обеспечивает выделение взвешенных веществ на 90-95% и снижения загрязнений (по БПК) на 20-25%. [2]

2. Химический метод заключается в том, что в воду добавляют различные химические реагенты, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых осадков. Нейтрализацию кислых стоков осуществляют веществами основного характера: оксидами (негашенаяизвесть CaO), гидроксидами (гашенаяизвесть $Ca(OH)_{[2]}$, каустическая сода NaOH, водный раствор аммиака NH_4OH), солями слабых кислот, карбонатами (кальцинированная сода Na_2CO_3, поташ K_2CO_3)[2]. Окисления применяют для удаления цианидов, сероводорода, сульфидов, органических примесей. С широко распространенных окислителей является озон, хлор, перекись водорода, перманганат калия [28]. В Республике Калмыкии для обеззараживания воды применяют хлор-газ (98%), гипохлоритнатрия (1,1%), диоксидхлора, озон и другие реагенты и технологии (0,9%). Обработка воды гипохлоритомнатрия по стоимости практически равноценна обработке хлором и в 1,5-2 раза дешевле, чем хлорной известью.

Широкому распространению хлора в технологиях водоподготовки способствовала его эффективность, доступность, простота технологического оформления и способность консервировать уже очищенную воду длительное время. Однако хлорирование имеет существенные недостатки: образование, вследствие неполного окисления органических веществ, ряда токсичных побочных продуктов (хлорированных фенолов, хлороформа, тригалометанов, диоксинов и т.д.), обладающих мутагенными, канцерогенными, эмбриотоксические и другие свойства. Сравнительный анализ реакционной способности различных хлорсодержащих реагентов к образованию побочных продуктов

обеззараживания позволил выявить зависимость: газоподобный хлор > гипохлоритнатрия = хлорнаяизвесть > диоксидхлора. Традиционное хлорирование воды с использованием свободного хлора и гипохлорита натрия при остаточном хлоре 0,8мг/дм^3 неэффективно для цистлямблий и криптоспоридий, а при дозе остаточного хлора 1,5мг/дм^3 не обеспечивает необходимую эпидемическую безопасность по вирусам. Полная инактивация патогенов наступает при остаточном хлоре 1,4мг/дм^3 в течении 180мин., что делает такую воду непригодной для питья и требует ее дехлорирования с помощью сернистого газа и литиосульфатанатрия. [2]

Из галогенов, кроме хлора, для обеззараживания воды применяются еще йод, бромифтор. Однако, в практику водоочистки вошло только йодирование, бактерицидный эффект которого обеспечивается при концентрации 0,3-1,0мг/дм^3 и экспозиции 20-30мин. Йодирование имеет ряд преимуществ перед хлорированием: меньшая продолжительность контакта с водой; более высокий бактерицидный эффект; широкий диапазон бактерицидного действия; концентрация йода в обработанной воде не превышает фоновых значений исходной воды. [2]

Озон находит все более широкое применение для обеззараживания питьевой воды. Сегодня существует более 1000 водопроводных станции в Европе, США, Канаде, Японии, Франции, Германии, Швейцарии, на которых применяется озонирование. В странах СНГ озонирование применяют на водопроводных станциях крупных городов (Киев, Москва, Нижний Новгород, Минск, Тюмень и др.). Основанием для рассмотрения озона как альтернативы хлору послужили некоторые его преимущества: высокая биоцидная активность, особенно у хлоррезистентных бактериях, спор, вирусовицистпростейших, высокий уровень обеззараживания воды; минеральный состав, щелочность, pH воды остаются без изменений; позволяет снизить цветность, содержание железа, марганца; устранить запахи и привкусы; компактность озонаторных установки возможность автоматизировать процесс. Обеззараживающее действие озона в 15-20 раз, а на споровые формы бактерий примерно в

300-600 раз, сильнее действие хлора. Вирулецидный эффект озона отмечается при концентрациях 0,5-0,8 мг/дм^3 и экспозиции 12 мин. [2]

Анализ опыта и результатов применения озона в процессе водоподготовки обнаружили существенные недостатки этой технологии. Озонирование природных вод с высоким содержанием органических примесей приводит к образованию более токсичных, чем начальные загрязнители воды, а их мутагенность и токсичность вообще недостаточно изучены. При озонировании получают биологически нестабильной воду, интенсифицирует рост МО. Озон более токсичен, чем хлор (ПДК для озона составляет 0,1мг/м^3), поэтому необходимо организовать систему сжигания не прореагировавшего газа. Высокая себестоимости технологии обусловлена невысоким качеством промышленных озонаторных установок, ограниченной их пропускной способностью (10-50кг/ч) и малой степенью использования (50-70%) озона. [2]

Одним из самых эффективных и перспективных окислителей, которые используются в настоящее время, является пероксид водорода. Преимуществами пероксида водорода по сравнению с другими окислителями являются: эффективен в широком диапазоне pH окислительный потенциал выше, чем у хлора и перманганата калия (E=1,77В); хорошо растворим в воде, при разложении не образует побочных продуктов; способен разрушать хлорорганические соединения в воде, эффективен для удаления соединений железа и серы; высоких бактерицидными свойствами. Но широкому использованию перекиси водорода препятствует его сравнительно высокая стоимость и способность к разложению, поэтому его используют вместе с катализаторами, например, Fe^{2+}(реактив Фентона), $Бе^{3+}$(реактив Раффа) и т.д. [2]

Обеззараживания воды можно осуществлять путем введения ионов серебра. Преимуществами метода являются: надежность, экономичность и простота технологии; широта спектра антимикробного действия по грамположительными грамотрицательным МО, патогенным кишечным бактериям, патогенным грибам и вирусам; возможность автоматизации процесса и точной

дозировки реагента; высокий бактерицидный эффект ионов серебра достигается уже при концентрации 0,05мг/дм^3, выраженное последействие серебра, позволяет консервировать воду на срок до 6 месяцев и более. Вместе с тем серебро является дорогим и достаточно дефицитным реагентом, а на антимикробное действие серебра заметно влияние физико-химические свойства обрабатываемой воды.

Важную роль в технологиях очистки воды играет коагуляция. Активное развитие коагуляция получила в 30-е годы прошлого века, и до сегодняшнего дня это одна из главных стадий очистки на водопроводных станциях, как в Республике Калмыкия, так и во всем мире. Наиболее крупные станции с применением коагуляционной обработки воды работают в США, Японии, Швеции. В качестве коагулянтов применяют: сульфат алюминия (глинозем), сульфат железа (железный купорос), хлорное железо, полигидроксихлорид алюминия. Чаще всего используется сульфат алюминия или хлорид железа в количестве 50-150г/м^3, что позволяет удалять до 90% фосфатов при одновременном снижении БСК на 60-85% (до 9-15г/м^3) и ПДК на 40-70%. В работе доктора технических наук Н. Д. Гомеля показано, что эффективность алюминиевых коагулянтов выше в сравнении с железными растет с повышением их основности. В процессе коагуляционной очистки воды на 90-99% удаляются различные микробиологические загрязнения.[4] Однако у коагулянтов есть и серьезные недостатки: эффективность очистки зависит от мутности, цветности и перманганатной окисляемости обрабатываемой воды, условий процесса; очищение возможно только когда образуется коллоидная система с развитой поверхностью; соли алюминия являются сильным нейротоксикантом, поэтому необходимо контролировать норму содержания остаточного алюминия в очищенной воде.

3. Из физико-химических методов очистки наиболее эффективен метод напорной флотации, который позволяет обеспечить высокую степень очистки от нерастворенных примесей, взвешенных веществ, жиров и ПАВ. Для ин-

тенсификации скорости флотационного выделения частиц за счет их укрупнения целесообразно применение коагуляции и флотации, что позволяет увеличить эффективность очистки стоков на 15-20%. Преимущества его заключаются в высокой степени очистки и непрерывности процесса, простоте и компактности установки. Основными недостатками являются: недостаточно высокая степень очистки по ХПК и БПК, поскольку большинство биогенных элементов в воде находится в растворенном виде; образования флотошлама, требующей дальнейшей утилизации. [4]

4. Биологические методы очистки воды основаны на жизнедеятельности МО, которые минерализуют растворенные органические соединения, являющиеся для МО источниками питания. Сооружения биологической очистки условно делят на два вида: сооружения, в которых процесс биологической очистки протекает в условиях, близких к естественным (поля фильтрации биологические пруды) сооружения, в которых очистка осуществляется в искусственно.

Однако, много вредных органических веществ не полностью окисляются на сооружениях биологической очистки воды, они долго сохраняют стабильность в воде и могут вызывать токсическое действие на живые организмы. И, кроме того, эти технологии имеют существенные недостатки: высокие энергозатраты на аэрацию и проблемы, связанные с обработкой и утилизацией большого количества образованного избыточного ила, его вспухание и вспенивание. К тому же использование технологии естественной длительной сушки ила на площадках приводит к отчуждению значительной площади плодородных земель и ухудшению экологической ситуации. [4]

Подытоживая обзор существующих на сегодняшний день методов очистки воды можно сделать вывод, что каждый из применяемых методов обладает рядом преимуществ и недостатков. Технологии водоочистки, используемых в наше время, несовершенны и требуют значительных затрат электроэнергии, хим. материалов. А применение реагентов-окислителей (что

наиболее распространено) в технологиях водоочистки приводит к значительному загрязнению продуктами окисления органических примесей, что значительно повышает токсичность воды. Учитывая это, необходимо переходить на новые, более совершенные, перспективные технологии с использованием физических или физико-химических методов очистки воды с учетом современных научных достижений в этой области, что приведет к уменьшению негативного воздействия на гидросферу разного рода вредных и опасных факторов.

2.2 Прогрессивные методы очистки поверхностных и сточных вод

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам интенсификации процесса очистки природных и сточных вод, модернизации технологии разработки новых эффективных методов, которые позволят усовершенствовать существующие технологии обработки воды, сократить трудоемкие процессы приготовления и дозирования реагентов, уменьшить затраты на эксплуатацию очистных сооружений, увеличить их производительность, повысить качество и снизить себестоимость очищенной воды. [4]

Анализ патентных материалов по водоочистке за последние пять лет [4] свидетельствует о том, что ведется интенсивный поиск наиболее экономичных и высокоэффективных способов очистки сточных вод. Характерной чертой является сочетание классических методов очистки (механический, физико-химический, биологический) с новыми методами (обратный осмос, ультразвук (УЗ), ультрафиолет (УФ), ультрафильтрация, электродиализ), с использованием МО (дрожжи, бактерии). Разрабатываются различные физические и комбинированные методы дезинфекции воды, в которых отмечается высокая эффективность применения лазерного излучения, наложение электрического поля, магнитного поля, УЗ, УФ, электрического разряда, электро-

химической обработки, мембранных технологий, а также технологий, связанных с изменением молекулярной структуры водных ассоциатов в результате энергоинформационных способов водоочистки (австрийская технологи и водоочистки по Грюндеру) [4].

К числу прогрессивных технологий в области очистки сточных вод принадлежит технология мембранного биореактора (МБР), которая позволяет объединить в себе методы биологического очищения и мембранную сепарацию. Преимуществами МБР является малая площадь сооружений; удаленный контроль работы установки через Интернет или сотовую связь; двухступенчатая система обеззараживания. В сооружениях типа МБР используются процессы ультра и микрофильтрации, которые относятся к общей группе баро-мембранных процессов. Кроме ультрафильтрации и микрофильтрации к баро-мембранным процессам относятся нанофильтрация и обратный осмос.

Обратный осмос (размеры пор 1-15А, рабочее давление 0,5-8,0МПа) применяется для деминерализации воды, задерживает практически все ионы на 92-99%, а с двухступенчатой системой и до 99,9%. Нанофильтрация (размеры пор 10-70А, рабочее давление 0,5-8,0МПа) используется для отделения красителей, пестицидов, гербицидов, сахарозы, некоторых растворенных солей, органических веществ, вирусов и т.д. Ультрафильтрация (размеры пор 30-1000А, рабочее давление 0,2-1,0МПа) применяется для отделения некоторых коллоидов (кремния, примеру), вирусов (включая полиомиелит), угольной сажи, разделения на фракции молока и тому подобное. Микрофильтрация (размерыпор500-20000А, рабочее давление от 0,01 до 0,2МПа) используется для отделения некоторых вирусов и бактерий, тонкодисперсных пигментов, пыли активированного угля, асбеста, красителей, разделения водомасляных эмульсий и т.д. [5]

Развитие технического прогресса открывает новые возможности для изучения и оценки физических способов водоочистки. Начиная с 60 годов XX века довольно активно используют ультрафиолетовое излучение (УФИ).

УФИ с длиной волны 250-260нм обладает наибольшим антимикробным действием. Доза обеспечивает 90% инактивации бактерий кишечной палочки составляет 3 мДж/см^2. Для более глубокого обеззараживания, чтобы уменьшить количество МО до 99,0 и 99,99%, нужны дозы УФИ соответственно 6,9 и 15мДж/см. Антимикробный эффект относительно других видов МО, по данным ряда авторов, находится в диапазоне доз от 2,5 до 440мДж/см. [5] Установлено, что обеззараживающее действие УФИ снижается в ряде *Escherichiacoli* > Candidaalbicans > Bacilliussubtilis > Penicilliummulticc ^> Aspergillusniger > Cladosporiumcladcspcricides. То есть действующие дозы УФИ в 162225мДж/см для питьевой воды и 30мДж/см для хозяйственно-бытовых и промышленных стоков не обеспечивают необходимой инактивации всех видов патогенной микрофлоры. Именно поэтому сейчас в экономически развитых странах минимальная доза воздействия УФИ определена в 40мДж/см, а во всех проектируемых станциях по обработке питьевой воды и сточных вод закладывается доза УФИ70-100мДж/см. [5]

К преимуществам УФВ можно отнести: широкий спектр антимикробного действия; не изменяет запахи вкус воды; эффективность обеззараживания не зависит от pH и температуры воды; не имеется проблемы передозировки и не вызывает образования токсичных соединений; минимальное время контакта (секунды) для обеззараживания воды; высокая производительность и простота эксплуатации; компактные установки, работают в проточном режиме, надежные в отношении техники безопасности. Негативными сторонами обеззараживания воды УФИ являются: зависимость бактерицидного эффекта от мутности и цветности обрабатываемой воды, вида МО, их количества, дозы облучения; возможность осаждения гуминовых кислот, железа и солей марганца на кварцевом чехле ламп, уменьшает интенсивность излучения. Данная технология не имеет эффекта последействия, что провоцирует вторичный рост бактерий в обрабатываемой воде.

В современных промышленных технологиях все большую роль играют не традиционные способы обработки сточных вод: электрофизические процессы, инфракрасное излучение, электроконтактный нагрев, обработка в электростатическом поле. В частности, интенсивно развивается техника реализации электроискрового разряда в жидкости, следствием которого является электрогидравлический эффект (ЭГ-эффект). Обработка 15-25 электрическими разрядами с напряжением 45кВ обеспечивает инактивацию МО творожной сыворотки в среднем на 47-58%. [5]

Ионизирующее излучение оказывает выраженное бактерицидное действие. Доза лучей порядка 25000-50000Р вызывает гибель практически всех видов МО, а доза 100000Р освобождает воду от вирусов. Преимущества метода: большая проникающая способность лучей; независимость бактерицидного действия от химического состава и физических свойств воды; отсутствие влияния на органолептические показатели; относительная дешевизна. Недостатки метода: строгие требования к технике безопасности для обслуживающего персонала; ограниченное число источников излучения; отсутствие последействия и способа оперативного контроля за эффективностью обеззараживания.

Одним из перспективных методов очистки воды является кавитационная обработка воды [5]. Обеззараживание и очищение воды при ультразвуковой кавитации (УЗ), как эффективным средством генерирования кавитации, считается одним из самых современных средств дезинфекции. Исследования по обработке водных систем УЗ [5] показывают, что он является эффективным безреагентным высокоэкологичным методом очистки воды от органических загрязняющих веществ, МО и интенсификации различных химико-технологических процессов.

Преимуществами УЗК являются: отсутствие негативного влияния на органолептические свойства воды, независимость бактерицидного действия от основных физико-химических параметров воды, возможность автоматиза-

ции процесса. Эффективность бактерицидного действия УЗК зависит от целого ряда обстоятельств: параметров УЗ (интенсивности, частоты колебаний, экспозиции) физических параметров среды (температуры, вязкости), морфологии МО (размеров и формы, возраста, наличия капсулы, химического состава мембраны). Процесс обеззараживания воды УЗК остается в 2-4 раза дороже, чем обработка УФИ, при энергозатратах 2-2,5 кВт. Сдерживающим моментом широкого применения остаются трудности конструирования установок большой производительности с надежностью в эксплуатации приемлемой себестоимостью.

Последние исследования в направлении совершенствования процессов обеззараживания, посвященные использованию кавитации с сочетанием нано и химических дезинфектантов: хлор, перекись водорода, ионы серебра, известковое молоко, раствор щелочи или кислот, озон и др. Такое сочетание позволяет получить высокое качество воды, сократить расход реагентов. Основные преимущества кавитационной технологии: высокий обеззараживающий потенциал и широкий спектр биоцидного действия (бактерицидного, вирулицидного, фунгицидного, спороцидного), совместимость с другими реагентами; возможность применения в существующих технологических схемах водоочистки без их существенной реконструкции; экологическая безопасность для окружающей среды, свидетельствуют о перспективности использования данного метода в технологиях водоочистки.

Таким образом, использование прогрессивных технологий в области очистки природных и сточных вод позволит интенсифицировать процессы очистки, уменьшить затраты на эксплуатацию очистных сооружений. Однако для комплексного и энергоэффективного решения данной проблемы целесообразна комбинация методов. Такое сочетание нивелирует недостатки каждого из методов и позволяет наиболее эффективно решать поставленную задачу.

Кавитация-(образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков, или каверн), заполненных газом, паром или их смесью. Кавитация возникает в результате местного понижения давления в жидкости, которое может происходить либо при увеличении ее скорости (гидродинамическая кавитация), либо при прохождении акустической волны большой интенсивности во время полупериода разрежения (акустическая кавитация).

В промышленности для кавитационного воздействия на жидкость используют: гидродинамические, электродинамические, пьезоэлектрические, магнитострикционные и механические генераторы кавитации. В большинстве установок для очистки воды используют пьезоэлектрические и магнитострикционные методы, потому что они передают от 70 до 90% энергии, поступающей в жидкость.

Акустическая кавитация представляет собой эффективный способ концентрации энергии и звуковой волны низкой плотности в высокую плотность энергии, связанной с пульсациями кавитационных пузырьков [5]. В фазе разрежения акустической волны в жидкости образуется разрыв в виде полости, которая заполняется насыщенным паром данной жидкости. В фазе сжатия под действием повышенного давления и сил поверхностного натяжения полость захлопывается, а пар конденсируется.

Возможны два механизма образования ударных волн в кавитационном поле: в результате возникновения высоких давлений на границе гравитационного пузырька с жидкостью в момент ее наибольшего сжатия; при захлопывании кавитационного пузырька внутри образуется ударная волна, которая движется к центру пузыри. При коллапсе пузыря образуется избыточная энергия, которая может вызвать много явлений, связанных с кавитацией. Гипотез, объясняющих, откуда берется избыточная тепловая энергия при кавитации, две: холодный ядерный синтез и эманация вещества в связи с достижением оболочкой кавитационного пузырька скорости света на завершающей стадии захлопывания.

Суммарную схему кавитационного расщепления молекул воды изображают в следующем виде:

$$H_2O\text{-}))) \rightarrow H', O', HO', H_2', H_2O', H_2O_2, O_2.$$

Активные частицы, возникающие в системе после перехода в раствор сольватируются и реагируют с растворенными веществами. В воде органические вещества могут разрушаться комбинированным действием пиролитического разрушения и гидроксилизации или в объеме раствора окислительной деградацией радикалами НО' и Н".

Наиболее важным результатом кавитации является инициализация свободно радикальных реакций, в первую очередь благодаря образованию гидроксильного радикала, обладающего высокой реакционной способностью, и может окислять практически все загрязняющие вещества в воде.

К одной из главных особенностей УЗ химических реакций относится то, что они протекают в водной среде, насыщенной тем или иным газом. Вода является не только наиболее благоприятную среду для образования кавитации, но и среда, лучше обеспечивает возможность электронного пробой кавитационной полости.

Таким образом, при кавитации сначала происходит возбуждение молекулинертных газов, далее, в результате ударов Франка-Герца, передают возбуждение молекулам воды.

Использование УЗ обеспечивает рост скорости окисления органических загрязнений в 1,2-1,7 раза идезинфекции воды в 3,2 раза по сравнению с продувкой кислородом. Во время озвучивания в атмосфере кислорода ХСК бактериальной смеси уменьшается на 50-61% за 60 мин. [5]

Комбинирование кавитации с газами имеет пагубное влияние и на патогенные МО, которые являются возбудителями инфекционных заболеваний. Быстрее процесс инактивации *E.coli* происходит в среде кислорода, что можно объяснить интенсификацией химической деградации МО. Также высокий эффект обеззараживания (99,91%) достигается при озвучивании воды в атмосфере аргона. Однако влияние газов различной природы на различные виды

химических и биологических загрязнений из ученещене достаточно. Поэтому важно исследовать их влияние на процесс обеззараживания поверхностных и сточных вод, различных отраслей промышленности.

3. Лабораторно-аналитические исследования проб воды из мест поселкового водозабора и в процессе водоподготовки, исследования эффективности очистки воды по общепринятым методикам

3.1 Лабораторно-аналитические исследования проб воды из мест поселкового водозабора и в процессе водоподготовки

Показатели загрязнения подземных вод из мест городского водозабора.

Лабораторно-аналитические исследования проб воды из мест городского водозабора и в процессе водоподготовки подземных вод производится по специальным и общим показателям качества.

К общим показателям относятся:

- минерализация (М);
- жесткость общая ($Ж$);
- перманганатная окисляемость (О);
- температура (t);
- кислотность pH;
- хлориды (Cl^-);
- сульфаты (SO_4^{2-});
- нитраты (NO^-_3);
- фтор (F^-);
- железо (Fe);
- марганец (Mn);

- медь (Cu^{2+});

- цинк (Zn^{2+});

- свинец (Pb^{2+});

- нефтепродукты ($н/п$).

Специальные показатели включает набор определений, выполняемых при полном химическом анализе: содержание фенола, хлорорганических пестицидов, бенз(а)пирена, специфические вещества, характерные для конкретных объектов, ПАВ.

При характеристике качества воды обязательным является учет микробиологических и органолептических показателей.

Определение общих показателей осуществляется согласно нормативным документам:

- остаток сухой - ГОСТ 18164-72;

- жесткость общая - ГОСТ 4151-72;

- хлориды - ГОСТ 4245-72;

- сульфаты - ГОСТ 4389-72;

- нитраты - ГОСТ 18826-73;

- фтор - ГОСТ 4386-81;

- железо - ГОСТ 4011-72;

- цинк и свинец - ГОСТ 18293-72;

- медь - ГОСТ 4388-72;

- марганец - ГОСТ 4974-72.

Допустимые нормы (показатели качества), которые определяют возможность хозяйственно-питьевого применения подземных вод характеризуются специализированными требованиями. Как известно, качество питьевой воды определяется требованиями ГОСТ 2874-82. «Вода питьевая». Для питьевой воды допустимые нормы предполагают анализ предельно допустимой концентрации (ПДК) в подземных водах отдельных химических веществ,

предельно допустимые значения (ПДЗ) таких показателей микробиологических, как коли-индекс и коли-титр, ПДЗ органолептических показателей.

Показатели фонового и предельно допустимого качества обозначают соответственно $C_ф$ и $C_п$, где как правило $C_ф < C_п$.

Различают 2 степени загрязнения:

I – допредельная, когда концентрация загрязняющего вещества больше $C_ф$, но меньше $C_п$, т.е.

$$C_ф < C < C_п \text{ или } \bar{C}_ф < \bar{C} < C,$$

где $$\bar{C}_ф = \frac{C_ф}{C_п}, \quad \bar{C} = \frac{C}{\bar{C}};$$

$П$ - запредельная концентрация загрязняющего вещества больше $C_п$, т.е.

$$C > C_п \text{ или } C > I.$$

Первая степень - это начальная стадия загрязнения. Во 2-ой степени выделяют следующие подстепени (градации):

$$IIа. I << 10;\ IIб.\ 10 << 100;\ IIв. > 100.$$

Градация $IIв$ характеризует загрязнение экстремальное.

<u>Типы загрязнения подземных вод.</u>

Основными типами загрязнения подземных вод является химическое и тепловое. Особенно распространено химическое загрязнение. Часто химическое и тепловое загрязнения проявляются совместно.

Основными признаками химического загрязнения является повышенные значения показателей качества воды по сравнению с фоновыми; появление в водах несвойственных им в природных условиях веществ антропогенного происхождения. Химическое загрязнение может сопровождаться изменением температуры, появлением окраски и запаха воды, образованием техногенной газовой составляющей.

Химическое загрязнении подразделяется на следующие основные виды (характеризуемые показателем качества воды иди содержанием в ней преобладающего загрязняющего компонента): по минерализации, общей жесткости, хлоридное, нитратное, сульфатное, фторное, тяжелометалльное (медью, цинком, свинцом), углеводородное, ядохимикатное (главным образом, хлорорганическое), общее органическое (характеризуемое окисляемостью перманганатной).

Главным признаком теплового загрязнения является повышенная по сравнению с фоновой температура воды.

Перечисленные виды химического загрязнения и тепловое загрязнение должны быть отражены при изучении основных очагов загрязнения подземных вод.

Показатели индекса загрязнения вод (ИЗВ) и предела допустимых концентраций (ПДК) в местах водозаборов поселка городского типа Михайлов, в том числе городских водозаборов поселка городского типа Михайлов приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Показатели индекса загрязнения вод (ИЗВ) и предела допустимых концентраций (ПДК) [6]

Наименование	Индекс загрязнения	Класс загрязнения воды	ПДК
р. Проня	4,86-5,62	3	
Пронское водохранилище	2,7	4	сульфатов - 3,65, меди - 5,95, нефтепродуктов - 1,36, алюминия - 7,2

3.2 Исследования эффективности очистки воды по общепринятым методикам

Оценка качества проб воды из разводящей сети поселка городского типа Михайлов, проведенная по органолептическим и физико-химическим показателям с использованием ГОСТированных и унифицированных методов исследования, показала:

- исследованные пробы воды характеризуются неудовлетворительным органолептическими свойствами (превышение рекомендуемых регламентов по цветности и мутности);

- по солевому составу исследованная проба воды относится к гидрокарбонатному классу вод кальциевого типа и отвечает требованиям ГОСТа 2874-82 «Вода питьевая» и современным гигиеническим требованиям к качеству питьевой воды, при этом содержание кальция - 0,65 мг/л, содержание основных микроэлементов в долях от ПДК составляет: кальций - 0,46, магний - 0,27, бикарбонаты - 0,56, хлориды - 0,52, сульфаты - 0,22 единиц;

- изучение содержания неорганических элементов, нормированных по санитарно-токсикологическому признаку вредности 1-го и 2-го классов опасности (тяжелые металлы, неметаллические элементы), показало, что в исследуемой пробе воды определялись: натрий в концентрации 65 мг/л (0,32 ПДК), барий - 0,13 мг/л (1,3 ПДК), стронций - 1,1 мг/л (0,16 ПДК), мышьяк - 0,002 мг/л (0,2 ПДК), биологически активный элемент бор - 0,39 мг/л (0,8 ПДК), комплексный показатель содержания неорганических элементов 1-го и 2-го классов опасности превышал рекомендуемую величину (меньше 1) в 2,8 раза;

- из металлов, нормированных по органолептическому признаку вредности, определялось в основном железо в концентрации 0,53 мг/л, превышающей гигиенический регламент (меньше 0,3 мг/л) в 1,7 раза;

- оценка содержания органических загрязнений (азотосодержащис соединения, тригалометаны, хлорорганические пестициды, полиароматические углеводороды, анионактивные ПАВ) выявила превышения гигиенических регламентов по тригалометанам. Расчет комплексного показателя по группе тригалометанов, образующихся при хлорировании воды, выявил его превышение в 3,7 раза, в основном за счет высокого содержания хлороформа и

дибромхлорметана;

- биологически необходимый элемент фтор в исследуемой пробе определялся в концентрации 0,13 мг/л, что значительно ниже рекомендуемого норматива для четвертого климатического пояса (0,6 мг/л).

По индексам коррозийной активности (П1 и П2) исследуемая проба воды соответствовала рекомендуемым величинам.

Интегральная оценка химического состава исследуемой пробы питьевой воды по данным биотестирования на гидробионтах показала, что проба воды токсична для дафний и коррелирует с результатами исследований по оценке содержания трихлорметанов.

4 Анализ системы водоснабжения посёлка городского типа

4.1 Выбор источника водоснабжения и схемы водоснабжения

В качестве источника водоснабжения поселка определен окский водоносный горизонт, содержащий напорные воды, обладающий высокими и однородными фильтрационными свойствами.

Глубина залегания водоносного горизонта от нескольких метров по долинам рек до 82 м - на водоразделах и в древней доверейской долине. Мощность его изменяется в пределах от 2 м до 50 м. Водовмещающие породы представлены органогенными трещиноватыми известняками, местами с прослоями песка в подошве.

Производительность I этапа водозабора составляет 3 тыс. $м^3$/сут.

I этап водозабора состоит из 1 рабочей скважины производительностью по 3000 $м^3$/сутки (125 $м^3$/час), с полным обустройством скважин. В соответствии с п.5.13 СНиП 2.04.02-84 предусматривается обустройство резервной скважины.

Глубина скважин принята 150 м, что определяется необходимостью вскрытия горизонта на полную мощность. Четвертичные отложения мощностью 2-4 м, отложения саргаевского и швянтойского горизонтов во всех скважинах перекрываются колоннами труб по ГОСТ 10704-91 диаметром 530 мм на глубину 10 м и 426 мм на глубину 88 м, с цементацией затрубного пространства. Эксплуатационная колонна выполняется из труб диаметром 320 мм.

Конструкция оголовка скважины обеспечивает полную герметизацию, исключающую проникание в межтрубное пространство скважины поверхностной воды и загрязнений.

Данные по составу загрязнений воды и требования к очищенной воде приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Состав загрязнений воды и требования к очищенной воде

№ п./п	Наименование показателей	Единицы измерения	Исходные средние показатели	Требование СанПиН 2.1.4.1074 - 01 (не более)
1	Привкус	баллы	<1	2
2	Мутность	мг/дм^3	1	1,5
3	Водородный показатель		8,06	6-9
4	Окисляемость перманганатная	мг/дм^3	1,7	5
5	Нитраты	мг/дм^3	<0,003	45
6	Железо	мг/дм^3	4.65	0,3
7	Общая жесткость	мг · экв/дм^3	4,8	7,0
8	Общая минерализация (сухой остаток)	мг/дм^3	297	1000,0
9	Сульфаты	мг/дм^3	33	500
10	Фтор	мг/дм^3	0,28	1,5
11	Марганец	мг/дм^3	0,068	0,1
12	Нефтепродукты	мг/дм^3	0,009	0,1

В соответствии с протоколом № 1061 ГКЗ Роснедра прогнозное понижение уровня на конец расчетного срока эксплуатации водозабора составит 68,1 м, поэтому рекомендуется заглублять насосы на 60 и 70 м.

На основании результатов опытно-фильтрационных работ в водоприемной части скважин устанавливаются каркасно-стержневые фильтры с засыпкой фракционированным гравием кварцевого состава 1,2-2 мм. Диаметр фильтра 219 мм, длина рабочей части 40 м. Фильтр устанавливается на глубине 105-145 м.

Концентрация бария (0,13-0,14 мг/л) не является превышением ПДК согласно ГН 2.1.5.1315-03 Гигиенические нормативы. Предельно-допустимые концентрации и СанПиН 2.1.4.1074-01 (0,1 мг/л).

Расход воды на нужды водоснабжения потребителей поселка городского типа Михайлов составляет 125 м^3/ч.

Водопровод для противопожарных нужд объединяем с производственным и хозяйственно-питьевым.

Водоснабжение поселка Михайлов характеризуется небольшими расходами воды на нужды производственных предприятий в сравнении с расходами на хозяйственно-питьевые нужды населения, вследствие чего принимаем решение о совместной хозяйственно-производственно-противопожарной конфигурации системы водоснабжения.

Типовая система водоснабжения имеет следующие элементы:

- водозаборное сооружение,
- насосные станции,
- сооружения очистные,
- водоводы,
- сеть водопровода,
- запасные и регулирующие ёмкости.

4.2 Расчет водопроводной сети

Определение суточных расчётных расходов воды

Средний за сутки расход на хозяйственно-питьевые нужды жителей рассчитывается по зависимости:

$$Q_{сут.ср.} = q_{ж} \cdot N_{ж} / \ 1000 \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (2.1)$$

где $q_{ж}$ – удельное потребление воды, принимаемое по $[1]$;

$N_{ж}$ – расчётное количество проживающих в районах застройки, которое рассчитывается по зависимости:

$$N_{ж} = p \ \cdot F, \quad (2.2)$$

где p – заданная плотность населения, чел./га;

F – площадь застройки района водоснабжения (га).

$$N_{ж} = p \cdot F \ = 11 \cdot 809.26 = 8901 \text{ чел.}$$

$$Q_{сут.ср.} = q_{ж} \cdot N_{ж} / \ 1000 \ = 300 \cdot 8901 / 1000 \ = 2670.3 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Максимальный суточный расход воды $Q_{сут.max}$, $\text{м}^3/\text{сут}$ с учетом коэффициента суточной неравномерности $K_{сут.max}$, определяется по формуле:

$$Q_{сут.max} = K_{сут.max} \cdot Q_{сут.ср} \quad (2.3)$$

При $K_{сут.max.} = 1{,}1 - 1{,}3$, имеем

$$Q_{сут.max} = K_{сут.max} \cdot Q_{сут.ср.} = 1{,}2 \cdot 2670.3 \ = 3204.36 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Количество воды на нужды местной промышленности

Расход воды для нужды промышленности с целью обеспечения населения продуктами, а также неучтенные расходы воды принимаем дополнительно в размере 10-20% от расхода воды на нужды хозяйственно-питьевого назначения.

Расходы баней и прачечной – это сосредоточенные расходы. Суточные потребления воды баней и прачечной определяется по формуле:

- суточный расход воды баней

$$Q_{б} = N_{ж} \cdot 5 t_{б} \cdot q_{б} / 1000, \quad (2.4)$$

- суточный расход воды прачечной

$$Q_{п} = N_{ж} \cdot 100 \cdot n_{см} \cdot q_{п} / 1000 \quad (2.5)$$

где 5 – количество мест в бане на 1000 жителей в час;

100 – масса белья, которое подлежит стирке в смену на 1000 человек, кг;

$t_{б}$ – время работы бани в сутки, $t_{б} = 16$ часов;

$n_{см}$ – количество смен в сутки работы прачечной, $n_{см} = 2$;

$q_{б}$ – норма расхода на 1-го посетителя, принимаемая по [2] ($q_{б} = 0{,}36 \text{ м}^3$);

$q_{п}$ – норма расхода на 1 кг белья, принимаемая по [2], ($q_{п} = 0{,}075 \text{ м}^3$).

$$Q_{б} = N_{ж} \cdot 5 t_{б} \cdot q_{б} / 1000 \ = 8901 \cdot 5 \cdot 16 \cdot 0{,}36 / 1000 \ = 256.35 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$Q_{п} = N_{ж} \cdot 100 n_{см} \cdot q_{п} / 1000 \ = 8901 \cdot 100 \cdot 2 \cdot 0{,}075 / 1000 \ = 133.51 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Суточный расход воды железнодорожной станцией

Максимальное число душевых сеток рассчитывается по зависимости:

$$m = N_{душ.} \int n_{с.} \tag{2.6}$$

где N – количество человек в холодном цехе;

n – количество человек на одну душевую сетку в холодном цехе.

$$m_{х.} = 225 / 5 = 45 \text{ сеток.}$$

$$m = N_{душ.} / n_{с.}$$

где N – число человек в горячем цехе;

n – число человек в горячем цехе на одну душевую сетку.

$$m_{г.} = 35 \int 3 = 12 \text{ сеток}$$

Расход воды в 1-ю смену на душевые нужды работников жд/д станции рассчитывается по зависимости, $м^3$/смену:

$$Q_{душ.I} = 0,375 \cdot m \tag{2.7}$$

где m – количество сеток.

$$Q_{душ.I} = 0.375 \cdot 45 = 16.9 \text{ } м^3 / смену.$$

Расходы воды на те же нужды остальных смен рассчитываем на основании нормативного соотношению по сменам рабочих по зависимости:

$$Q_{душ.II} = Q_{душ.I} \cdot (n_{II} / n_I);$$
$$Q_{душ.\,III} = Q_{душ.I} \cdot (n_{III} / n_I), \tag{2.8}$$

где n_I – количество работающих в 1-ю смену;

n_{II} – количество работающих во 2-ую смену;

n_{III} – количество работающих в 3-ю смену.

$$Q_{душ.II\,x} = Q_{душ.I} \cdot (n_{II} / n_I),$$

$$Q_{душ.II\,x} = 16,9 \cdot (145 / 225) = 10,9\ м^3 / см,$$

$$Q_{душ.гор} = 0,375 \cdot 12 = 4,5 м^3 / см,$$

$$Q_{душ.III\,x} = Q_{душ.I} \cdot (n_{III} / n_I),$$

$$Q_{душ.\ III\,x} = 16,9 \cdot (115 / 225) = 8,6 м^3 / см,$$

Дом локомотивных бригад оснащен двумя душевыми сетки, расход воды за сутки, через которые равен

$$0,5 \cdot 2 \cdot 24 = 24\ м^3,$$

где $0,5$ - расход воды за час на одну душевую сетку;

24 - количество часов работа в сутки душевых кабин.

Определение среднесуточного расхода на полив

Среднесуточный расход на полив определяем рассчитывается по зависимости, $м^3$/сут:

$$Q_{полив.ср.} = N_{ж} \cdot g_n / 1000, \quad (2.9)$$

где $N_{ж}$ – количество жителей, чел;

g_n – норма водопотребления на полив.

$$Q_{полив.ср} = 8901 \cdot 50 / 1000 = 445,05\ м^3/сут.$$

По результатам расчёта сводим полученные суточные расходы в таблицу 2.2

Таблица 4.2 – Расчётные суточные расходы воды

Потребители воды				Количество единиц измерения	Средняя норма расхода воды,	$K_{сут.max}$	Суточный расход, $м^3$	

Население	чело-век	8901	0,3	1,2	2670,3	3204,36
нужды местной промышленности и неучтенные расходы	% от $Q_{сут.}$	20	-	-	534,1	640,9
ИТОГО:					3204,4	3845,2
в том числе сосредоточенные потребители воды:						
баня	1 по-сети-тель	8901	0,18 - 0,36	-	256,35	256,35
прачечная	1 кг белья	8901	0,075	-	133,51	133,51
ИТОГО:					389,9	389,9
Железнодорожная станция						
вокзал	зда-ние	1	20	1	20	20
котельная	$м^3$	250	-	-	250	
компрессорная	$м^3$	110	-	-	110	110
заправка пассажирских вагонов	вагон	112	0,63	-	70,6	70,6
обмывка локомотивов	локомотив	7	10,4	-	72,8	72,8
ИТОГО:					523,4	523,4
Локомотивное депо						
технологические нужды	$м^3$					
1-я смена		160	-	-	160	160
2-я смена		60	-	-	60	60
3-я смена		80	-	-	80	80
хозяйственно-питьевые нужды в горячих цехах	чело-век					
1-я смена		35	0,045	1	1,6	1,6
2-я смена		35	0,045	1	1,6	1,6
3-я смена		35	0,045	1	1,6	1,6
хозяйственно-питьевые нужды в холодных цехах	чело-век					
1-я смена		225	0,025	1	5,6	5,6
2-я смена		115	0,025	1	2,9	2,9
3-я смена		145	0,025	1	3,6	3,6

душевые нужды в горячих цехах 1-я смена 2-я смена 3-я смена	сетка	 45 45 45	 0,375 0,375 0,375	 - - -	 16,9 10,9 8,6	 16,9 10,9 8,6
душевые нужды в холодных цехах 1-я смена 2-я смена 3-я смена	сетка	 12 12 12	 0,375 0,375 0,375	 - - -	 4,5 4,5 4,5	 4,5 4,5 4,5
ИТОГО:				-	366,8	366,8
Дом отдых локомотивных бригад						
хозяйственно-питьевые нужды	1 место	60	0,035	1,5	2,1	2,1
душевые нужды	сетка	2	0,5	-	24	24
ИТОГО:					26,1	26,1
Поливка территории:	чел	8901	0,05	-	445,05	445,05
ВСЕГО по всем потребителям:					4955,65	5596,45

Определение расчётных расходов воды на пожаротушение

Расчетное количество одновременных пожаров, согласно нормативам, принимаем 2:1 – два внутренних и один наружный пожар.

Нормативные расходы воды на пожаротушение, как внутреннее, так и наружное в рассматриваемом г. Михайлов определяются в соответствии со СНиП, и составляют, соответственно 15 и 5 л/с. Суммарный расход воды на цели пожаротушения составляет 20 л/с.

Выбор места расположения водонапорной башни и трассировка водопроводной сети

Принимаем решение об установки водопроводной башни после насосной станции 2 подъема - в начале водопроводной сети.

Проектируем кольцевую схему сети водопровода, состоящую из распределительных и магистральных водопроводных линий. Гидравлический расчёт кольцевой сети водопровода осуществляем только для магистральных водопроводных линий. Распределительные водопроводные линии не рассчитываем, а из соображений достаточной подачи противопожарных расходов воды, диаметры труб распределительных водопроводных линий, выбираем не менее 100 мм.

Определение расчётных часовых расходов воды. Построение суточного графика водопотребления и водоподачи

Коэффициент часовой неравномерности потребления воды рассчитывается по зависимости:

$$K_{ч.max} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max} \qquad (2.10)$$

где α_{max} – коэффициент, который учитывает уровень благоустройства зданий, распорядок работы предприятий промышленности и др. условия, который принимаем равным 1,2;

β_{max} – коэффициент, который учитывает количество жителей в рассматриваемом населённом пункте, который по [1] принимаем равным 1,3.

$$K_{ч.max} = 1,2 \cdot 1,3 = 1,56$$

Расчеты регулирующей ёмкости водонапорной башни проведены в табличной форме (таблицы 2.4, 2.5).

Графики водопотребления и водоподачи приведены на рисунке 4.1.

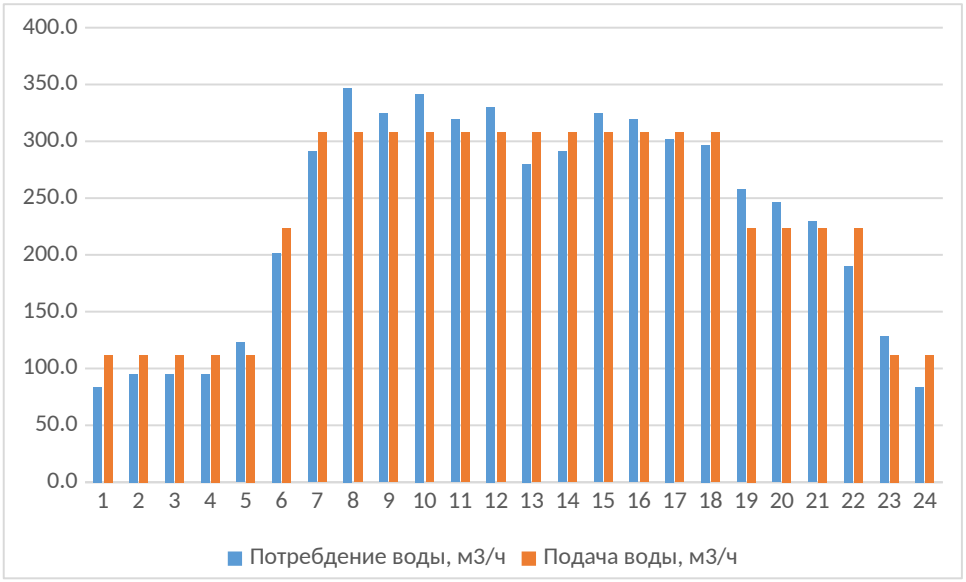


Рисунок 4.1 - Графики водопотребления и водоподачи

Таблица 4.3 – Часовые расходы воды по видам потребителей

Часы суток	Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения и неучтенные расходы					Расход воды на поливку		Расход воды в депо							Расходы воды котельной	Расходы воды компрессорной	Заправка вагонов	Обмывка вагонов	вокзал	Дом локомотивных бригад		Суммарный часовой расход воды	
	Общий расход		В том числе			машинами	Из шлангов вручную	Технологические нужды	Хозяйственно-питьевые нужды				душевые							Хозяйственно-питьевые нужды	душевые		
									Горячие цеха		Холодные цеха												
	В% от Q суточного	м^3	Бани м^3	Прачечная м^3	Равномерно распределенный расход				% от сменного	м^3	% от сменного	м^3	Горячие цеха	Холодные цеха								м^3	% от суточного
0-1	1.5	57,68			57,7			8	12,5	0,2	10,3	0,3			10,4	4,6			0,9	0,09	1	83,9	1.5
1-2	1.5	57,68			57,7			8	12,5	0,2	10,3	0,3			10,4	4,6	10,1		0,9	0,09	1	95,1	1.7
2–3	1.5	57,68			57,7			8	12,5	0,2	10,3	0,3			10,4	4,6	10,1		0,8	0,09	1	95,1	1.7
3–4	1.5	57,68			57,7			8	12,5	0,2	10,3	0,3			10,4	4,6	10,1		0,8	0,09	1	95,1	1.7
4–5	2.5	96,13			96,1			8	12,5	0,2	10,3	0,3			10,4	4,6			0,8	0,09	1	123,1	2.2
5–6	3.5	134,58			134,6		31,2	8	12,5	0,2	10,3	0,3			10,4	4,6		10,4	0,8	0,09	1	201,5	3.6
6–7	4.5	173,03	16,02	8,3	197,4	21,5	31,2	4	12,5	0,2	27,5	0,5	4,5	8,6	10,4	4,6	10,1		0,8	0,09	1	291,0	5.2
7–8	5.5	211,49	16,02	8,3	235,9	21,5	31,2	22	12,5	0,2	12,5	0,7			10,4	4,6	10,1	10,4	0,8	0,09	1	347,0	6.2
8–9	6.25	240,33	16,02	8,3	264,7	21,5		22	12,5	0,2	12,5	0,7			10,4	4,6			0,8	0,09	1	324,6	5.8
9-10	6.25	240,33	16,02	8,3	264,7	21,5		22	12,5	0,2	12,5	0,7			10,4	4,6		10,4	0,8	0,09	1	341,4	6.1
10–	6.25	240,33	16,0	8,3	264,	21,5		14	12,5	0,	12,5	0,7			10,	4,6			0,	0,09	1	319,0	5.7

11			2		7					2					4				8				
11–12	6.25	240,33	16,02	8,3	264,7	21,5		14	12,5	0,2	12,5	0,7			10,4	4,6		10,4	0,8	0,09	1	330,2	5.9
12–13	5	192,26	16,02	8,3	216,6	21,5		22	12,5	0,2	12,5	0,7			10,4	4,6			0,8	0,09	1	279,8	5
13–14	5	192,26	16,02	8,3	216,6	21,5		22	12,5	0,2	12,5	0,7			10,4	4,6		10,4	0,8	0,09	1	291,0	5.2
14–15	5.5	211,49	16,02	8,3	235,9	21,5		22	12,5	0,2	12,5	0,7	4,5	16,9	10,4	4,6			0,8	0,09	1	324,6	5.8
15–16	6	230,71	16,02	8,3	255,1	21,5		11	12,5	0,2	12,5	0,45			10,4	4,6		10,4	0,8	0,09	1	319,0	5.7
16–17	6	230,71	16,02	8,3	255,1	21,5		11	12,5	0,2	12,5	0,45			10,4	4,6			0,8	0,09	1	302,2	5.4
17–18	5.5	211,49	16,02	8,3	235,9	21,5		11	12,5	0,2	12,5	0,45			10,4	4,6		10,4	0,8	0,09	1	296,6	5.3
18–19	5	192,26	16,02	8,3	216,6			11	12,5	0,2	12,5	0,45			10,4	4,6	10,1		0,9	0,08	1	257,4	4.6
19–20	4.5	173,03	16,02	8,3	197,4		31,2	3	12,5	0,2	12,5	0,45			10,4	4,6	10,1		0,9	0,08	1	246,2	4.4
20-21	4	153,81	16,02	8,3	178,2		31,2	11	12,5	0,2	12,5	0,45			10,5	4,5			0,9	0,08	1	229,5	4.1
21-22	3	115,36	16,02	8,3	139,7		31,2	11	12,5	0,2	12,5	0,45			10,5	4,5			0,9	0,08	1	190,3	3.4
22–23	2	76,90			76,9			11	12,5	0,2	12,5	0,45	4,5	10,9	10,5	4,6			0,9	0,08	1	128,7	2.3
23-24	1.5	57,68			57,7			8	12,5	0,2	12,5	0,3			10,5	4,5			0,9	0,08	1	83,9	1.5
ито-го	100 %	3845,20	256,4	133,5		258,1	186,9	300	300 %	4,8	300 %	12,1	13,5	36,4	250	110	70,6	72,8	20	2,1	24	5596,5	100 %

Таблица 4.4 – Определение регулирующего объема бака водонапорной башни

Часы суток	Водопотребление в % от $Q_{сут.}$	Подача воды насосами в % от $Q_{сут.}$	Приток воды в бак в % от $Q_{сут}$	Расход воды из бака ВБ в % от $Q_{сут.}$	Остаток воды в баке ВБ в % от $Q_{сут.}$
0 - 1	1,5	2,0	0,5		1,3
1 - 2	1,7	2,0	0,3		1,6
2 - 3	1,7	2,0	0,3		1,9
3 - 4	1,7	2,0	0,3		2,2
4 - 5	2,2	2,0		0,2	2,0
5 - 6	3,6	4,0	0,4		2,4
6 - 7	5,2	5,5	0,3		2,7
7 - 8	6,2	5,5		0,7	2,0
8 - 9	5,8	5,5		0,3	1,7
9 - 10	6,1	5,5		0,6	1,1
10 - 11	5,7	5,5		0,2	0,9
11 - 12	5,9	5,5		0,4	0,5
12 - 13	5,0	5,5	0,5		1,0
13 - 14	5,2	5,5	0,3		1,3
14 - 15	5,8	5,5		0,3	1,0
15 - 16	5,7	5,5		0,2	0,8
16 - 17	5,4	5,5	0,1		0,9
17 - 18	5,3	5,5	0,2		1,1
18 - 19	4,6	4,0		0,6	0,5
19 - 20	4,4	4,0		0,4	0,1
20 - 21	4,1	4,0		0,1	0
21 - 22	3,4	4,0	0,6		0,6
22 - 23	2,3	2,0		0,3	0,3
23 - 24	1,5	2,0	0,5		0,8
Итого	100%	100%			

Таблица 4.5 – Определение регулирующего объема бака водонапорной башни

Часы суток	Водопотребление в % от $Q_{сут.}$	Подача воды насосами в % от $Q_{сут.}$	Приток воды в бак в % от $Q_{сут}$	Расход воды из бака ВБ в % от $Q_{сут.}$	Остаток воды в баке ВБ в % от $Q_{сут.}$
0 - 1	83,9	111,9	28,0	0,0	72,8
1 - 2	95,1	111,9	16,8	0,0	89,5
2 - 3	95,1	111,9	16,8	0,0	106,3
3 - 4	95,1	111,9	16,8	0,0	123,1
4 - 5	123,1	111,9	0,0	11,2	111,9
5 - 6	201,5	223,9	22,4	0,0	134,3
6 - 7	291,0	307,8	16,8	0,0	151,1
7 - 8	347,0	307,8	0,0	39,2	111,9
8 - 9	324,6	307,8	0,0	16,8	95,1
9 - 10	341,4	307,8	0,0	33,6	61,6
10 - 11	319,0	307,8	0,0	11,2	50,4
11 - 12	330,2	307,8	0,0	22,4	28,0
12 - 13	279,8	307,8	28,0	0,0	56,0
13 - 14	291,0	307,8	16,8	0,0	72,8
14 - 15	324,6	307,8	0,0	16,8	56,0
15 - 16	319,0	307,8	0,0	11,2	44,8
16 - 17	302,2	307,8	5,6	0,0	50,4
17 - 18	296,6	307,8	11,2	0,0	61,6
18 - 19	257,4	223,9	0,0	33,6	28,0
19 - 20	246,2	223,9	0,0	22,4	5,6
20 - 21	229,5	223,9	0,0	5,6	0,0
21 - 22	190,3	223,9	33,6	0,0	33,6
22 - 23	128,7	111,9	0,0	16,8	16,8
23 - 24	83,9	111,9	28,0	0,0	44,8
Итого	5596,5	5596,5	240,6	240,6	1606,2

$$W_{рег.} = Q_{сут.мах} \cdot P \int \quad 100. \tag{2.11}$$

где P – наибольший остаток воды в баке водонапорной башни, в % от $Q_{сут.мах}$

$Q_{сут.мах}$ – максимальный суточный расход воды.

$$W_{рег} = 1571,5 \cdot 2,7 \ / \ 100 \ = 42,43 \ м^3.$$

Далее следует предусмотреть запас воды на тушение 1-го внутреннего

и 1-го наружного пожаров, имеющих место одновременно на протяжении десяти минут.

$$W_{рег} = (q_н + q_в) \cdot 60 \cdot 10 \ ∫ \ 1000. \quad (2.12)$$

где $q_н$ – расход на тушение 1-го наружного пожара, принимаемый по СНиП и составляющий 15 л/с при населенности от 5 до 10 тыс. человек при высоте застройки зданиями, имеющими более трех этажей;

$q_в$ – расход на тушение 1-го внутреннего пожара, принимаемый в размере 5 л/с;

600 – количество сек. в десяти мин.;

10 – продолжительность тушения пожара.

$$W_{рег} = (15 + 5) \cdot 60 \cdot 10 \ ∫ \ 1000 = 12 \ м^3.$$

Далее рассчитаем, с учётом пожарного расхода, действительный объём емкости водонапорной башни по зависимости:

$$W_{рег.ВБ.} = W_{рег.} + W_{пож.} \quad (2.13)$$

$$W_{рег.ВБ.} = 151{,}1 + 12 = 163{,}1 \text{ м}^3.$$

Выбор расчётных расходов водопроводной сети и определение секундных расходов

Секундные расходы, л/с, в час наибольшего водопотребления всеми потребителями, а также секундные расходы в час потребления на нужды пожаротушения рассчитывается по зависимости:

$$q_c = Q_{ч.мах} \cdot 1000 \ ∫ \ t \cdot 60, \quad (2.14)$$

где $Q_{ч.мах}$ – расход рассматриваемым водопотребителем, м^3/ч, который берется из таблице 2.2;

t – время расходования воды, мин, принимаемое, соответственно: на заправку ж/д состава из 12 - 16 вагонов - 10 мин; на пользование душами рабочими по окончании каждой смены – 45 мин; в остальных расчетных случаях – 60 мин.

Для этого в таблице 2.2 выделяем строку с наибольшим водопотреблением в час и рассчитываем секундные расходы по равномерно распределённым и сосредоточенным водопотребителями. Результаты расчётов приведены в таблице 2.6.

При этом подача пожарных расходов не предусматривает расходов на душевые нужды.

Таблица 4.6 – Расчетные секундные расходы воды

Наименование потребителей	Час максимального водопотребления			Подача пожарного расхода		
	$Q_ч$, $м^3$	t, мин	q, л/с	$Q_ч$, $м^3$	t, мин	q, л/с
Население	211,49	60	58,75	211,49	60	211,49
Баня	16,02	60	4,45	16,02	60	16,02
Прачечная	8,3	60	2,31	8,3	60	8,3
Полив	52,7	60	14,64	52,7	60	52,7
Котельная	10.4	60	2,89	10.4	60	10.4
Компрессорная	4.6	60	1,28	4.6	60	4.6
Заправка вагонов	10.1	10	16,83	10.1	60	10.1
Обмывка локомотивов	10.4	60	2,89	10.4	60	10.4
Вокзал	0.8	60	0,22	0.8	60	0.8
Дом локомотивных бригад:						
Душ	1	45	0,37	1		1
Хозяйственно - питьевые нужды	0.09	60	0,03	0.09	60	0.09
Депо:						
Технологические нужды	22	60	6,11	22	60	22
Хозяйственно - питьевые нужды	0.9	60	0,25	0.9	60	0.9
Противопожарные нужды	-	-	-	-	-	20
Итого:	$q_c = 111,01$ л/с			$q_{c.пож} = 131,01$ л/с		

4.3 Выбор водозаборных сооружений

Исходные данные:

1. Геологический разрез разведочно-эксплуатационной скважины, где указаны породы и мощность каждого слоя пород, м (рисунок 4.2).

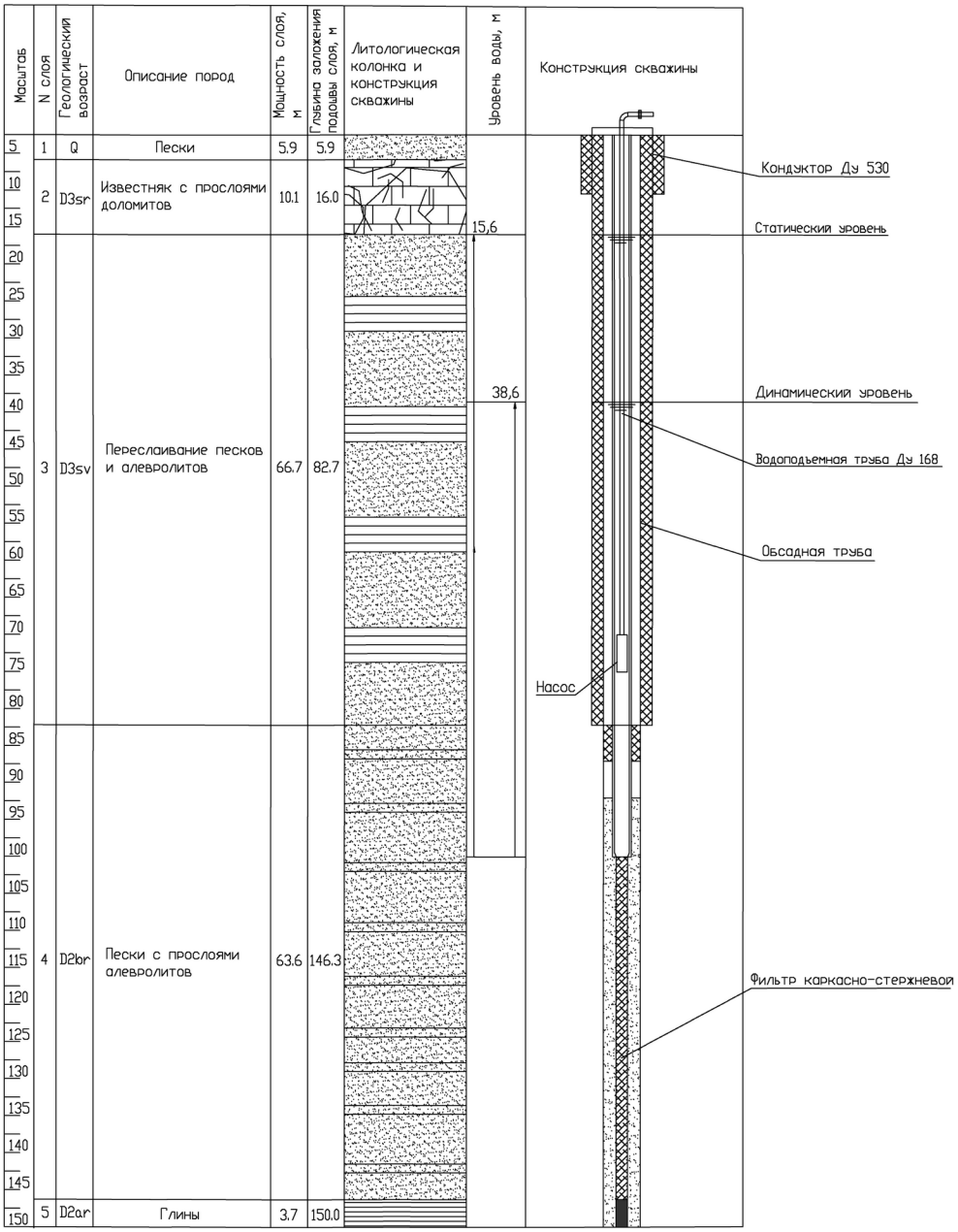


Рисунок 4.2 - Геологический разрез скважины

2. Глубина расположения статического уровня воды от устья скважины – 15,6 м.

3. Характеристика водоносного горизонта:

а) толщина водоносного слоя – 38,6 м;

б) коэффициент неоднородности зерен песка - 2;

в) $Д_{50\%песка}$=0,27 мм;

г) $К_ф$=45 м/сутки

4. Удельный дебит скважины 4,1 $м^3$/час на 1 п.м.

5. Максимальное суточное водопотребление $Q_{сут.макс}$=6000 $м^3$/сут.

Расчет:

1. Учитывая собственные нужды водопровода, определяем расчетный расход воды, подаваемой водозабором:

$$Q_{расч} = Q_{сут.макс} \cdot (\alpha + 1), \tag{2.15}$$

$$Q_{расч} = Q_{сут.макс} \cdot (\alpha + 1) = 6000 \cdot (0{,}01 + 1) = 6060 \text{ м}^3\text{/сут.}$$

2. Часовая потребность в воде составит:

$$Q_{час.водоз} = \frac{Q_{расч}}{T_{скв}}, \tag{2.16}$$

$$Q_{час.водоз} = \frac{Q_{расч}}{T_{скв}} = \frac{6060}{24} = 252{,}5 \text{ м}^3\text{/ч.}$$

где $Т_{скв}$=24 часа - время работы скважин

3. Используя ситуационный план местности (рисунок 4.3), выбираем площадку для размещения водозаборных скважин.

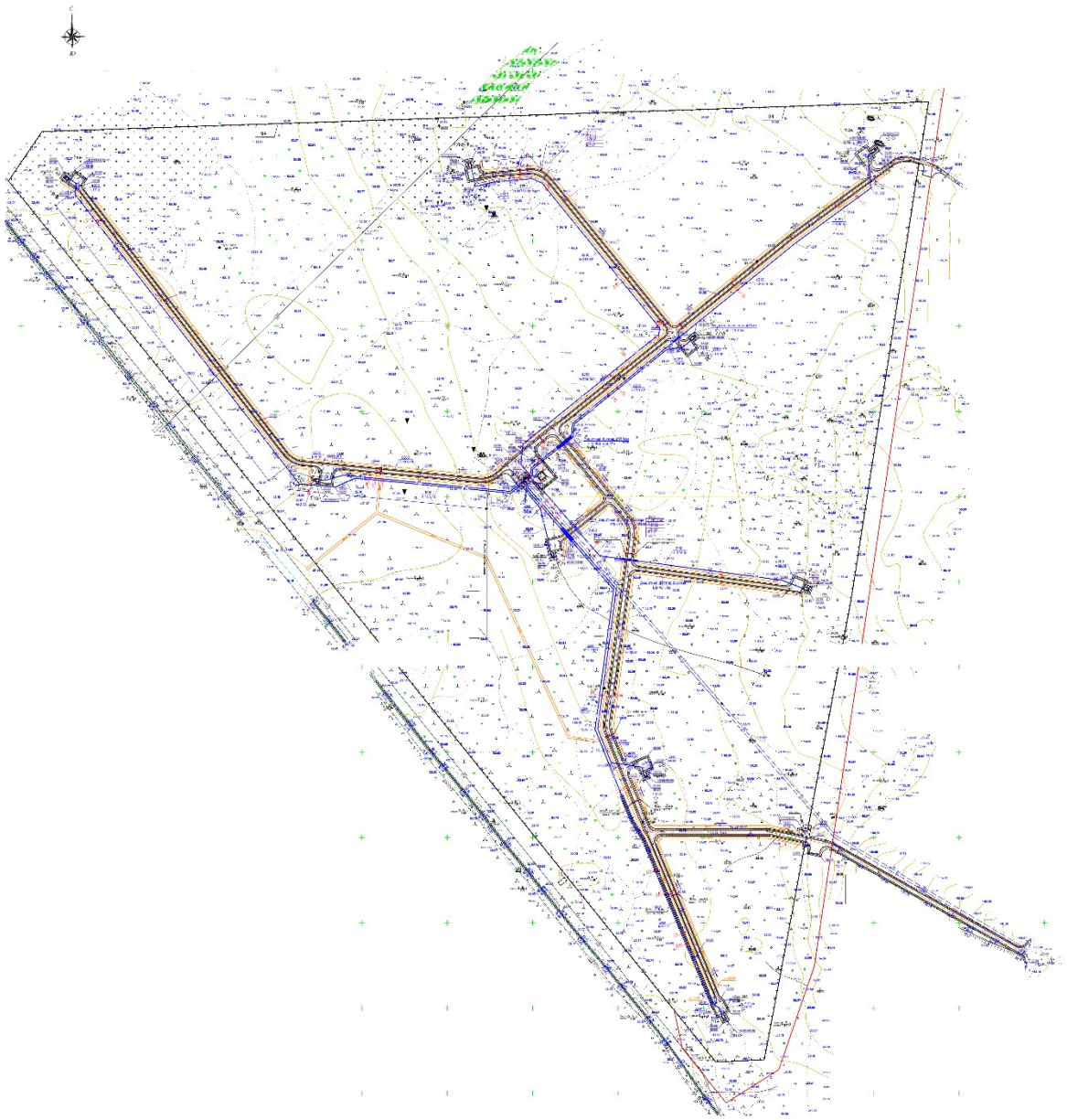


Рисунок 4.3 – Ситуационный план

4. Изучив ожидаемый геологический разрез скважины, выбираем водоносный пласт и определяем все его характеристики (q; h_c; $Д_{50\%}$; $М_{вп}$).

В зависимости от суммарной мощности залегающих пород над подошвой водоносного пласта и с учетом заглубления скважины на 1,0 м в его подошву, глубина скважины определяется по формуле:

$$H_{скв} = \sum M_i + 1, \quad (2.17)$$

$$\Sigma M_i = 150 \text{ м},$$

$$H_{\tilde{n}\hat{e}\hat{a}} = \Sigma M_i + 1 = 150 + 1 = 151 \text{ м}.$$

Напор воды в скважине будет равен:

$$H_в = H_{скв} - h_c, \quad (2.18)$$

$$h_c = 15.6 \text{ м},$$

$$H_{\hat{a}} = H_{\tilde{n}\hat{e}\hat{a}} - h_c = 151 - 15.6 = 135.4 \text{ м}.$$

5. Скважина принята совершенная, напорная. Так как водоносный пласт представлен среднезернистым песком, то для нормальной работы скважины проектируется фильтр. Тип фильтра назначается в соответствие с породой водоносного пласта - это трубчатый фильтр с водоприемной поверхностью из сеток квадратного плетения. Схема конструкции фильтра дана на рисунке 4.4.

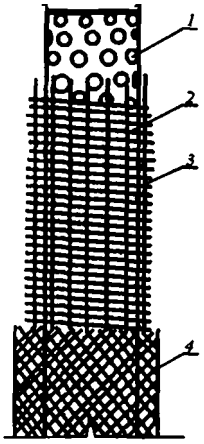


Рисунок 4.4 - Схема фильтра скважины: 1 - трубчатый каркас с отверстиями круглого сечения; 2 - стержни опоры ⊘4...6 мм; 3 - проволочная подмотка ⊘2...4 мм; 4 - сетка квадратного плетения t_c=1 мм

Принимаем ударноканатный способ бурения, используя станок УГБ-3УК, с начальным диаметром бурения 600 мм (рис. 2.5).

$$Д_1^{вн} = 505\,мм \left(Д_1^{н} = 530\,мм; Д_1^{бур} = 495\,мм\right)$$

$$Д_2^{вн} = 404\,мм \left(Д_2^{н} = 426\,мм; Д_2^{бур} = 398\,мм\right).$$

Рабочая длина фильтра принимается равной: $L_ф=0,8 \cdot M_{вп}=0,8 \cdot 47,5=38$ м. Полная длина фильтровой колонны будет равна: $L_ф=L_ф+L_{отст}+L_з=38+2+5=45$ м, где $L_{отст}$= 2,0 м - длина отстойной части фильтровой колонны; $L_з$=5 м - длина запаса фильтровой колонны для крепления ее в эксплуатационной трубе.

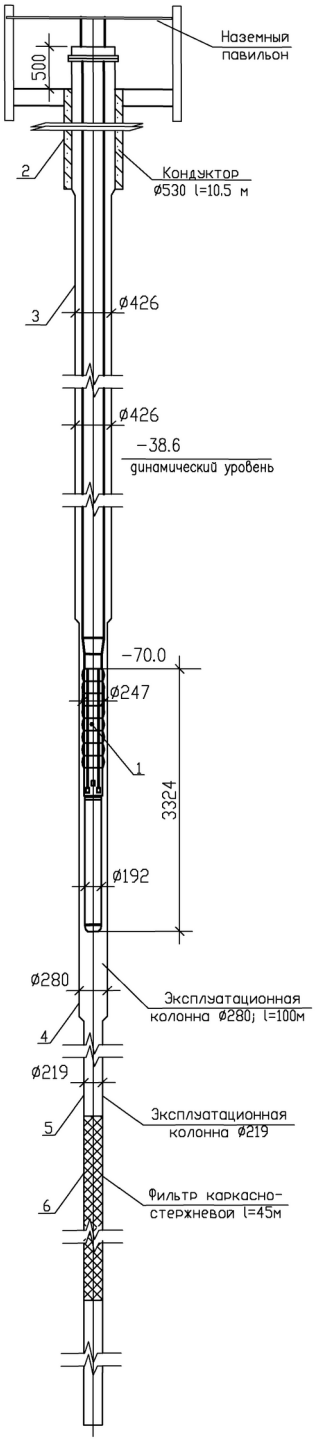


Рисунок 4.5 - Схема конструирования водозаборной скважины: 1 - труба обсадная стальная ⊘530; 2 - труба обсадная стальная ⊘426; 3 - труба обсадная

стальная ⊘426; 4 - труба обсадная нПВХ ⊘280; 5 - труба обсадная стальная ⊘219; 6 - фильтр ⊘219 каркасно-стержневой; 7 - труба водоподъёмная стеклопластиковая ⊘168.

Исходя из соотношения обсадных труб при ударно-канатном бурении принимаем, что наибольший возможный диаметр фильтра будет

$$Д_ф = Д_к + 2t_c + 2d_{обм} + 2d_{cm}, \quad (2.19)$$

Если принять, что $d_{обм}$=2мм; d_{cm}=4,0мм; t_c=1мм, то:

$Д_ф$=205+2+1+2 · 2+2 · 4=219 мм, что соответствует допустимым значениям (50... 100) мм.

6. По принятым конструктивным параметрам скважины и параметрам водоносного пласта определяется возможный дебит совершенной скважины:

$$Q_{час.скв} = \frac{П_{1ф} \cdot V_ф \cdot Д_ф}{24}, \quad (2.20)$$

где $V_ф$ - допустимая скорость фильтрации при входе воды в фильтр, м/сут.

$$V_{ô} = 65 \cdot \sqrt[3]{K_{ô}} = 65 \cdot \sqrt[3]{45} = 231, \text{ м/сут}, \quad (2.21)$$

Для сетчатых фильтров $V_ф$ определена по формуле С.К. Абрамова.

$$Q_{÷àñ.ñêâ} = \frac{Ï_{1ô} \cdot Ä_{ô} \cdot V_{ô}}{24} = \frac{119 \cdot 0.219 \cdot 231}{24} = 250, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.22)$$

При полученном отборе воды из скважины уровень воды в ней понизится на величину $S_ф$:

$$S_{ô} = \frac{Q_{÷àñ.ñêâ}}{q_0} = \frac{250}{4.1} = 60, \text{ м}, \quad (2.23)$$

где q_0=4,1 м^3/час - удельный дебит водоносного пласта

При нормальной работе допустимый уровень воды в скважине может понизиться на:

$$S_{äîï} = H_â - 0.5 \cdot M_{âï} - h_í - h_{ô} = 135.4 - 0.5 \cdot 47.5 - 2 - 2 = 107.6, \text{ м}, \quad (2.24)$$

7. Количество рабочих скважин будет определяться исходя из полного расхода водозабора и возможностей одной скважины:

$$N_{ðàá} = \frac{Q_{÷àñ.âîäîç}}{Q_{÷àñ.ñêâ}} = \frac{1767}{250} = 7 \text{, шт,} \quad (2.25)$$

Количество резервных скважин принимаем 2 (для I категории надежности подачи воды). Общее количество скважин:

$$N_{îáù} = N_{ðàá} + 2 = 7 + 2 = 9 \text{, шт,} \quad (2.26)$$

Уточненный расход одной скважины составит:

$$Q_{÷àñ.ñêâ} = \frac{Q_{÷àñ.âîäîç}}{N_{ðàá}} = \frac{1767}{7} = 252 \text{, м}^3\text{/ч,} \quad (2.27)$$

$Q_{час.скв}$=70 л/с.

8. Проектируемые скважины располагаются на выбранной площадке водозабора так, чтобы расстояние между ними было по возможности минимальное, но при этом исключалась возможность их взаимодействия. Величина расстояния определяется радиусом влияния скважин.

Протяженности трасс проектируемых водоводов от артезианской скважины до камеры переключения составляют (рис. 2.3):

- от арт. скважины №7/III –L=240.59 метров

9. Расход насоса скважины равен часовой производительности скважины

$Q_{нас.скв}$=252 м^3/ч=70 л/с.

Напор насосов определяется по формуле:

$$H_н = H_г + S_ф + \sum h + h_{в.т}, \quad (2.28)$$

$$H_í = H_ã + S_ô + \Sigma h + h_{â.ò} = 16.4 + 60 + 20 + 3 = 99.4 \text{ м.}$$

где $H_г$ - геометрическая высота подъема воды, м (от статического уровня воды в скважине до максимального уровня воды в сборном резервуаре чистой воды (РЧВ));

Σh - суммарные потери напора от самой удаленной скважины до сборного РЧВ;

$h_{в.т}$ - потери напора в водоподъемных трубах насоса и в коммуникациях насосной станции, принимаемые 3...5 м.

$$H_{ã} = Z_{Ð\times Â} - Z_{óñò.ñêâ} + h_c = 54 - 53.2 + 15.6 = 16.4, \text{ м}, \quad (2.29)$$

Принимаем, что все скважины подземного водозабора I очереди строительства имеют аналогичное строение.

Спецификация типовой скважины 7/I и характеристики скважин и насосов приведены в табл. 4.7 - 4.8.

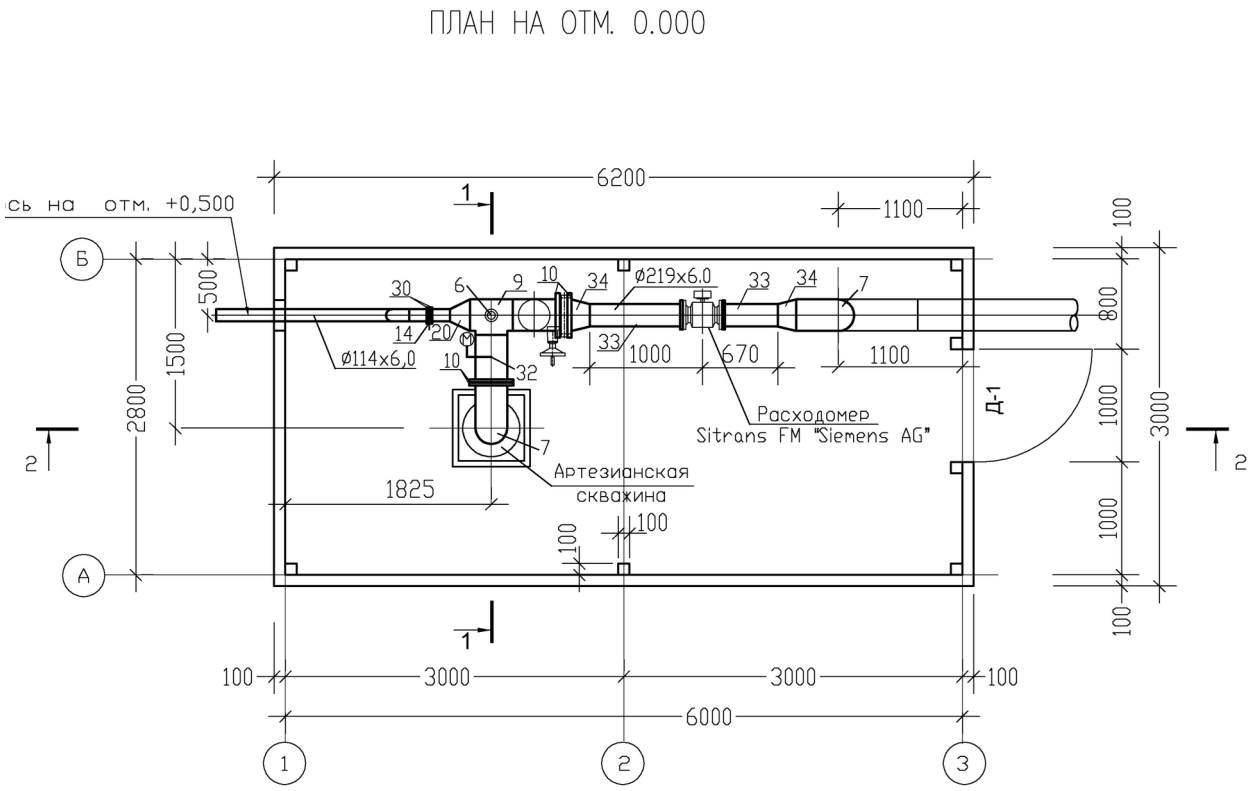
Таблица 4.7 – Спецификация скважины

Поз.	Наименование	Кол,	Масса, кг	Примечание
1	Многоступенчатый скважинный насос Grundfos SP 215-5 Q=250 м^3/ч, H=100 м, n=290 0об/ мин, N=92 кВт	1	251,0	
2	Труба обсадная стальная ⊘530х8,0-Д ГОСТ 632-80	10,5	136,3	(м)
3	Труба обсадная стальная ⊘426х10,0-Д ГОСТ 632-80	80,0	102,7	(м)
4	Труба обсадная нПВХ ⊘280х12,5	100,0	66,1	(м)
5	Труба обсадная стальная ⊘219х6,7-Д ГОСТ 632-80	55,0	35,1	(м)
6	Фильтр ⊘219 каркасно-стержневой с засыпкой фракционированным гравием кварцевого состава, L раб, части 45 м	1		
7	Труба водоподъемная стеклопластиковая ⊘168	70,0	4,9	(м)

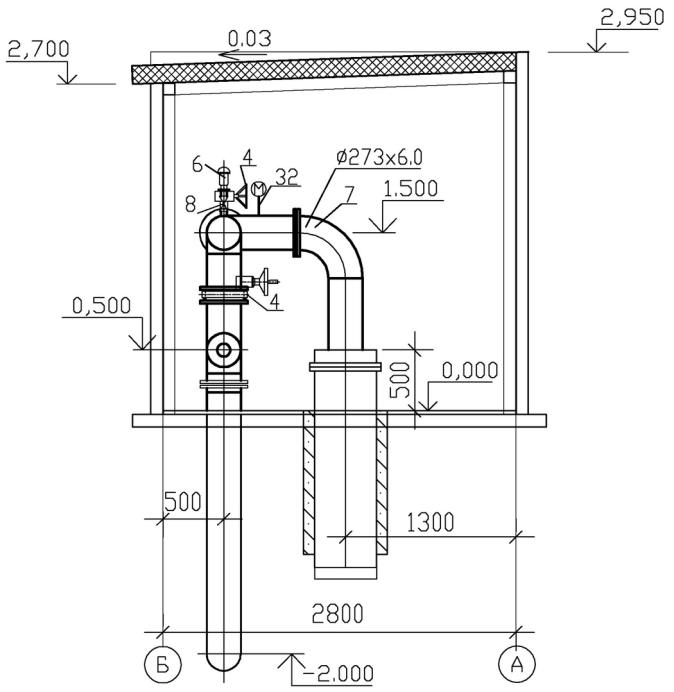
Таблица 4.8 – Характеристика скважины и насосов

Характеристика скважины									Характеристика насоса				
№ скважины	Диаметр рабочей обсадной трубы, мм	Диаметр Водоподъемной трубы, мм	Отметка земли, м	Отметка пола наземного павильона, м	Отметка статического горизонта, м	Отметка динамического горизонта, м	Отметка Верха насоса, м	Расстояние от верха насоса до динамического уровня, м	Марка насоса	Расчетная производительность насоса, м^3/ч	Напор насоса, м	Мощность двигателя, кВт	Число оборотов, об/мин
7/1 а	280//219	168	53,950	54,100	15,300	-21,100	60,000	39,9	SP 125-5	125,0	99,0	55,0	2890

Конструкция павильона типовой скважины приведена на рисунке 4.6.



РАЗРЕЗ 1–1



РАЗРЕЗ 2–2

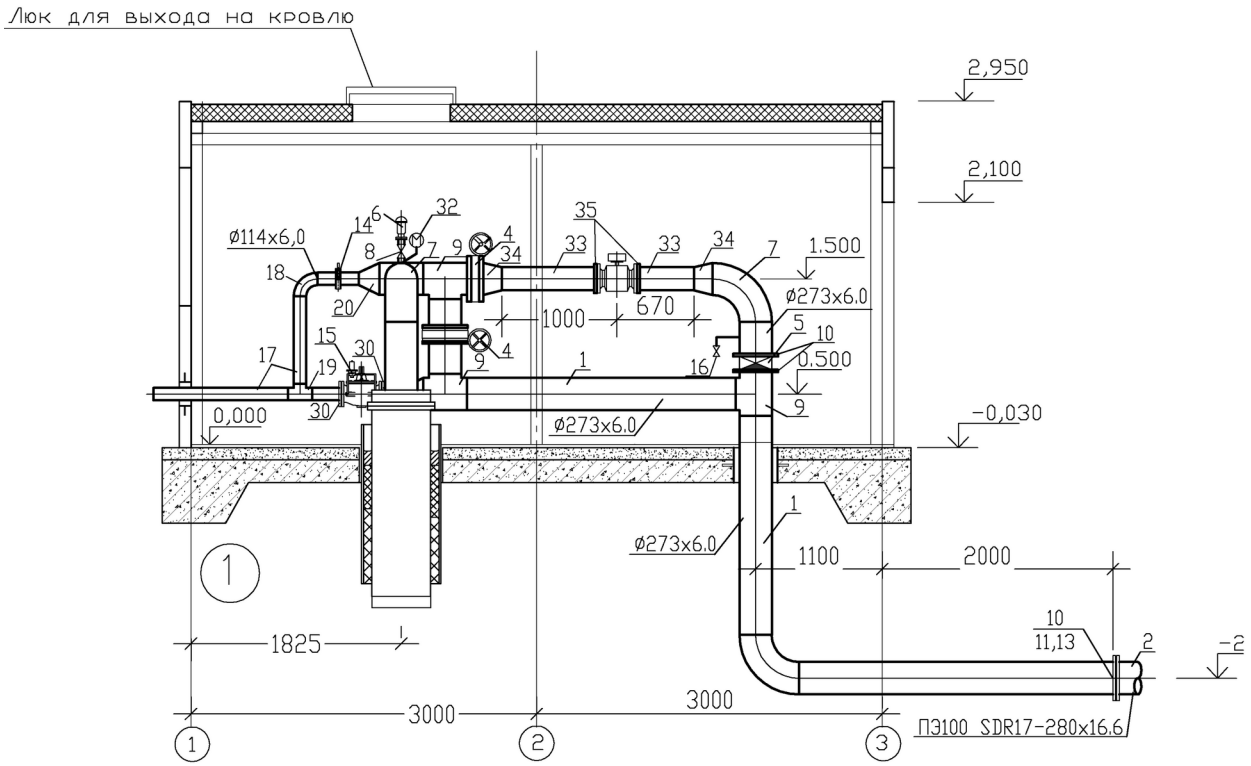


Рисунок 4.6 - Конструкция павильона типовой скважины

Спецификация оборудования павильона скважины приведена в табл. 4.9.

Таблица 4.9 - Спецификация оборудования павильона скважины

Поз.	Наименование	Кол.	Масса, кг	Примечание
1	Труба стальная электросварная ⊘273×6.О ГОСТ 10704-91	8,0	39,51	(м) оцинкованная
2	Труба ПЭ100 SDR17-280х16.6 ГОСТ 18599-2001	4,0	13,9	(м)
3	Труба $\frac{57 \times 3.0\ ГОСТ\ 10704-91}{В\ Ст3сп\ ГОСТ\ 10706-80}$	0,2	4,0	(м) оцинкованная
4	Дисковый поворотный затвор с ручным редукторным приводом Ду250; Ру 1.0 МПа	2	28,9	
5	Обратный клапан межфланцевый с двустворчатым затвором типа 895 Ду250; Ру 1.0 МПа	1	22,0	
6	Автоматический воздушный клапан типа VE320 Ду50; Ру1.6 МПа	1	12,0	
7	Отвод 90° ⊘273х6.0 ГОСТ17375-01	2	23,0	
8	Кран Ду 50	1	11,9	
9	Тройник ⊘273х7.0 Г0СТ17376-01	4	18,4	
10	Фланец 1-250-10 Г0СТ12820-80	7	14,49	
11	Втулка ПЭ100 SDR17-280х16.6	1	2,22	
18	Фланец 1-50-16 ГОСТ12820-80	1	2,58	
13	Фланец стальной 1.0 МПа; Ду250	1	11,9	
14	Дисковый поворотный затвор с рукояткой Ду100; Ру 1.0 МПа	1	5,5	
15	Клапан для предотвращения гидроудара Ду100; Ру 1.0 МПа	1	43,0	
16	Кран пробоотборный Ду 15	1	11,9	
17	Труба стальная электросварная ⊘114х6,0 ГОСТ 10704-91	2	7,68	(м) оцинкованная
18	Отвод 90° ⊘114х6.0 Г0СТ17378-01	1	4,0	
19	Тройник ⊘114х6.0 ГОСТ17376-01	1	6,7	
20	Переход ⊘273х114 ГОСТ17378-01	3	8,5	
21	Гайка М16	20	0,038	
22	Гайка М20	36	0,071	
23	Шайба ⊘16	20	0,011	
24	Шайба ⊘20	36	0,017	
25	Шпилька резьбовая М16	3	0,22	

26	Шпилька резьбовая М20	3	0,404	
27	Прокладка А-50-16-П0Н	1	0,012	
28	Прокладка А-250-10-ПОН	9	0,04	
29	Прокладка А-100-10- ПОН	4	0,021	
30	Фланец стальной плоский приборной 1-100-10 ГОСТ 12820-80	4	3,96	
31	Труба стальная электросварная ⊘114х6,0 ГОСТ 10704-91	0,23	4,0	(м) оцинкованная
32	Манометр общетехнический ⊘100, диапазон изм. 0...6 бар	1	0,2	
33	Труба стальная электросварная ⊘219х6,0 ГОСТ 10704-91	1,5	13,35	(м) оцинкованная
34	Переход ⊘273х219 Г0СТ17378-01	2	8,5	
35	Фланец 1-200-10 Г0СТ12820-80	2	14,49	

4.4 Выбор очистных сооружений

Химический состав подземных вод изменяется по площади и в вертикальном разрезе.

На большей части территории вода пресная гидрокарбонатная магниево-кальциевая с минерализацией 0,2-0,4 г/дм^3. Характерно повышенное содержание суммарного железа 0,5-3,0 мг/дм^3. Эти воды вскрываются скважинами уже на глубинах 40-50 метров в швянтойском горизонте. Увеличение минерализации объясняется подтоком солоноватых вод из нижележащего наровского горизонта по тектонически ослабленным зонам. Вблизи границы солоноватых вод минерализация пресных вод возрастает до 0,5-0,8 г/дм^3, в анионном составе увеличивается содержание хлора и сульфатов.

Схема и принцип работы напорной установки при обезжелезивании воды.

Напорные установки могут применяться как в случае содержания в воде двууглекислого железа, так и при наличии его в форме сернокислого или гуминовокислого. В напорной установке для обезжелезивания воды, содер-

жащей двууглекислое железо, аэрация воды производится в специальном закрытом смесителе, куда одновременно подводятся и обрабатываемая вода, и сжатый воздух от компрессора. Также применяется напорный двухсекционный фильтр, который представляет собой вертикальный цилиндрический корпус с приваренными сферическими днищами, разделенный на две самостоятельные секции. Верхняя секция, играющая в данном случае роль предварительного фильтра, загружается дробленым антрацитом. Нижняя секция, собственно фильтр, загружается кварцевым песком. Фильтрующие слои обеих секций работают последовательно.

Вода проходит через установку от одного элемента к другому не самотеком, а под влиянием напора, сообщаемого воде насосами (рисунок 4.7). Под этим же напором (за вычетом потери его в установке) вода в небольших водопроводах может поступать в бак водонапорной башни или (что менее удобно для эксплуатации) непосредственно в разводящую сеть.

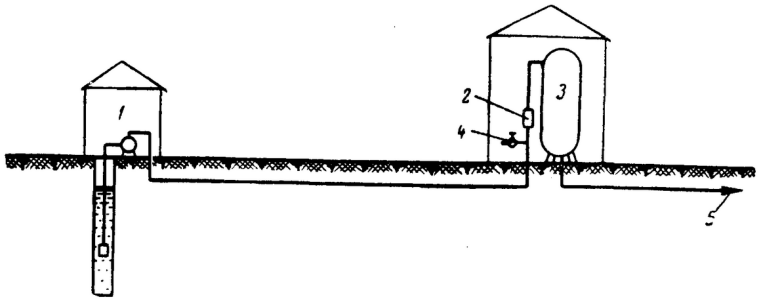


Рисунок 4.7 - Общая схема напорной установки для обезжелезивания воды, содержащей двууглекислое железо: 1 - насосная; 2 - смеситель; 3 - напорный двухсекционный фильтр; 4 - место подключения воздухопровода от компрессора; 5 - линия к водонапорной башне

Исходная вода из источника подается насосом в закрытый смеситель, в который одновременно подается сжатый воздух от компрессора. Насыщение воды воздухом уменьшает парциальное давление содержащейся углекислоты и способствует ее выделению из воды. Одновременно содержащееся в воде

двууглекислое железо распадается на гидрат окиси железа и углекислоту.

После смесителя вода поступает в верхнюю секцию напорного фильтра - предварительный фильтр, где вытесненная углекислота удаляется (вместе с избытком воздуха) через установленный вверху фильтра вантуз, а гидрат закиси железа, соединяясь с растворенным в воде кислородом воздуха, переходит в гидрат окиси железа, который в виде хлопьев частично выпадает на загрузке предварительного фильтра. Распад гидрата закиси железа идет сравнительно медленно и заканчивается, как правило, только в нижних слоях загрузки предварительного фильтра, а иногда и в толще песчаного слоя собственно фильтра.

Обезжелезиваемая вода, пройдя предварительный фильтр, собирается дренажом и поступает по перепускной трубе в нижнюю секцию - фильтр, загруженный песком. Фильтруясь через песчаный фильтр, вода освобождается от хлопьев окиси железа.

Для освобождения воды от остатков введенного в нее воздуха, а также от углекислоты или других газов, не успевших удалиться через вантуз предварительного фильтра, предусматривается установка дополнительного вантуза на линии, отводящей обработанную воду и изогнутой для этого вверх петлей. Так как растворимость тазов падает с уменьшением давления и они могут выделяться и .в дальнейшем, воду из установки желательно направить не в разводящую сеть, а сначала в бак водонапорной башни, где обеспечивается выделение избытка газов.

4.5 Выбор водоводов

При расчете напорных водоводов необходимо определить их диаметр, количество перемычек между водоводами при ликвидации аварийных ситуаций. Расход по одной нитке водовода при работе второй ступени насосов на НС II подъема (наибольший хозяйственно-питьевой расход) составляет:

$q_в$=1,13 м^3/с.

Водовод проектируется из полиэтиленовых напорных труб ПЭ100S-DR17.0-710-42.1, питьевые по ГОСТ 18599-2001.

Экономически выгодный диаметр определяется по формуле:

$$d_в = Э^{1/(a+m)} \cdot \left(\frac{q_в}{n}\right)^{(\beta+1)/(a+m)}, \quad (2.33)$$

где э - экономический фактор, определяемый как:

$$Э = \frac{9{,}8 \cdot m \cdot k\left[(E + P_2) f \cdot r + 8760 \cdot \delta \cdot \gamma\right]}{\eta \cdot b \cdot a \cdot (E + P_1)}, \quad (2.34)$$

где η - КПД насосных агрегатов;

b, a - коэффициенты и показатель степени в формуле удельной стоимости строительства трубопровода заданного диаметра:

$$K_в = a + b \cdot d_в^a, \quad (2.35)$$

k, m, β - коэффициент и показатели степеней в формуле гидравлического уклона:

$$i = \frac{k}{d_в^m}\left(\frac{q_в}{n}\right)^\beta, \quad (2.36)$$

$q_в$ - расчетный расход по водоводу, м^3/с;

n - количество ниток водовода;

E=0,12 - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений;

f - стоимость НС II приходящаяся на k квт установленной мощности, руб./кВт;

r - коэффициент запаса мощности насосно-силового оборудования;

P_1 и P_2 - сумма отчислений на аммортизацию и текущий ремонт; % от ΣK (суммарных капиталовложений) трубопроводов и НС;

8760 - количество часов в году;

δ - стоимость электроэнергии 1 квт/ч, коп;

γ - коэффициент учета неравномерности потребления электроэнергии на подачу по водоводу в течении расчетного периода:

$$\gamma = \frac{1}{(k_н \cdot k_2 \cdot k_3)^{\beta+1}}, \qquad (2.37)$$

$k_н$ - коэффициент неравномерности подачи воды насосами$

соответственно k_1, k_2, k_3, $k_1 = k_н$ - часовой; k_2 - суточный; k_3 - годовой неравномерности водопотребления.

Входящие в формулу параметры для городских водоводов можно принять: γ=0,3...0,4; η=0,7; f=30 руб./кВт; r=2; P_2=16%; δ=0,1 рубля. Остальные параметры принимаются в зависимости от материала труб водоводов по таблице 4.11.

Таблица 4.10 - Значение коэффициентов для расчета диаметра труб

Материал труб	k	β	m	b	a	P_1
1. Сталь	0,00179	1.9	5,1	95/122	1,6/0,7	4,6
2. Чугун	0,00179	1,9	5,1	114/118	1,5/1,6	3,3
3. Асбестоцемент	0,00118	1,85	4,89	50/65	1,8/1,3	7,3
4. Железобетон	0,00179	1,9	5,1	44	2,4	3,3
5. Полиэтилен	0,006	2,5	5,18	41	0,7	3,3

Примечание: 1. В числителе параметры для труб d<500 м, знаменателе - для труб d>500 мм.

2. Значение «в» дано для труб ВТ-3, для труб ВТ-6 расчет ведут с коэффициентом 1,2.

$$Y = \frac{9.8 \cdot m \cdot k \cdot [(E + P_2) \cdot f \cdot r + 8760 \cdot \delta \cdot \gamma]}{\eta \cdot b \cdot a \cdot (E + P_1)}$$

$$= \frac{9.8 \cdot 5.18 \cdot 0.006 \cdot [(0.12 + 0.16) \cdot 100 \cdot 2 + 8760 \cdot 0.1 \cdot 0.3]}{0.7 \cdot 41 \cdot 0.7 \cdot (0.12 + 3.3)} = 1.413,$$

$$d_{â} = Y^{\frac{1}{a+m}} \cdot \left(\frac{q_{â}}{n}\right)^{\frac{\beta+1}{a+m}} = 1^{\frac{1}{0.7+5.18}} \cdot \left(\frac{1.13}{2}\right)^{\frac{2.5+1}{0.7+5.18}} = 0.71 \text{ м.}$$

Таким образом диаметр водовода принимается равным 710 мм.

Определение числа переключений на водоводах.

В случае аварии на одной из ниток водовода необходимо обеспечить подачу хозяйственно-питьевого расхода в размере не меньше 70% расчетного, а также подачу на предприятия согласно графику подачи воды при аварии. Для выполнения этих требований водоводы соединяют между собой перемычками, за счет которых отдельные участки водовода могут отключаться на ремонт. Количество перемычек определяют по формуле:

$$R=m-1, \qquad (2.38)$$

где m - количество отрезков между перемычками на одной нитке водовода.

$$m=\frac{d^2(2n-1)S_в}{(1-d)(n-1)^2(S_ф+S_к+S_в)}, \qquad (2.39)$$

где n - количество ниток водовода

$S_в$ - сопротивление водовода;

$S_к$ - сопротивление коммуникаций НС II;

$S_ф$ - сопротивление, определяемое по характеристике Q-H насоса;

$$S_в=\frac{A\cdot l}{n^2}, \qquad (2.40)$$

A - удельное сопротивление каждой нитки водовода;

l - длина водовода (каждой нитки);

d=80% - коэффициент допустимой подачи воды при аварии.

Примем, согласно [3] и исходным данным A=0,2085 $(с/м^3)^2$; *I*=2,178 км; n=2; $S_к$=8,0 $(с/м^3)^2$, $S_ф$=100 $(с/м^3)^2$, то:

$$S_â=\frac{A\cdot l}{n^2}=\frac{0.209\cdot 2178}{2^2}=113.5$$

$(с/м^3)^2$.

Подставляя значения в формулу (2.33) получим:

$$m = \frac{d^2 \cdot (2 \cdot n - 1) \cdot S_{â}}{(1 - d) \cdot (n - 1)^2 \cdot (S_{ô} + S_{ê} + S_{â})}$$

$$= \frac{0.8^2 \cdot (2 \cdot 2 - 1) \cdot 113.5}{(1 - 0.8) \cdot (2 - 1)^2 \cdot (100 + 8 + 113.5)} = 4.9$$

.

R=4,9-1=3,9, то есть для данного водовода необходимо устройство 4 перемычек.

По трассе водовода запроектированы следующие водопроводные камеры:

- в самой высокой точке по профилю водовода предусматривается водопроводная камера с автоматическим воздухоудалителем, в остальных переломных точках уклоны нисходящих участков водоводов запроектированы с уклоном менее 0.005, что исключает установку дополнительных воздухоотделителей в этих точках

- в низких переломных точках по профилю водовода предусматриваются водопроводные камеры с запорной арматурой с выпускными трубами d315мм в проектируемые «мокрые» колодцы (запорная арматура предусматривает выпуск воды только с поврежденного участка водовода), четыре камеры, четыре «мокрых» колодца

- камера переключений с запорно-регулирующей арматурой, позволяющей эксплуатационной организации регулировать потоки в количественном измерении в разные районы поселка Михайлов.

В качестве запорной арматуры в водопроводных камерах с «мокрыми» колодцами запроектированы поворотные затворы d600мм, d300мм фирмы AVK.

В качестве запорно-регулирующей арматуры в проектируемой водопроводной камере переключений запроектированы чугунные фланцевые задвижки с обрезиненным клином годные для питьевых нужд d=600мм фирмы AVK.

Переход водовода d=710мм на d=630мм запроектированы за пределами

водопроводных камер, при помощи полиэтиленового сварного перехода ПЭ100SDR17.0 710-630.

Для удобства во время эксплуатации и демонтажа арматуры запроектированы в водопроводных камерах телескопические демонтажные вставки d600мм, d300мм фирмы AVK

При пересечении проектируемого водовода с существующими сетями канализаций участки водоводов запроектированы в защитных полиэтиленовых футлярах из труб ПЭ100SDR17.0-1000-59.3, технические, причем длина защитного футляра в глинистых грунтах составляет 10.0 метров (по 5.0 метров в каждую сторону от места пересечения), длина защитного футляра в остальных грунтах составляет 20.0 метров (по 10.0 метров в каждую сторону от места пересечения)

Подключение проектируемого водовода в существующий водопровод d800мм в существующей водопроводной камере запроектировано с устройством дополнительного водопроводного колодца №9 из сборных ж/б элементов, dk 2000мм рядом с камерой. В колодце размещаются затвор поворотный d600мм с демонтажной вставкой d600мм фирмы AVK. В водопроводной камере запроектирован полиэтиленовый сварной переход ПЭ100SDR17.0 800-630.

Подключение проектируемого водовода к существующему городскому водопроводу запроектировано в существующей водопроводной камере. Подсоединение проектируемого водовода запроектировано путем присоединения трубы d630мм через свободный фланец d600мм с полиэтиленовой втулкой под свободный фланец ПЭ100SDR17.0 d630 к стальному фланцу d600мм существующего стального креста. Так же в данной водопроводной камере запроектирован в месте подсоединения поворотный затвор d 600мм фирмы AVK. Демонтажная вставка в связи с малым размером от существующего фланца d 600мм до внутренней стены водопроводной камеры и с согласия эксплуатирующей организации, не предусматривается.

Проектом предусматривается дополнительная прокладка участка водо-

провода d110мм на глубине 1.2 метра от поверхности земли для выноса глубокого участка существующей телефонной канализации, пересекающей проектируемый водовод между УГ-10 и УГ-11, общей длиной 51.0 метров.

Для соблюдения проектного уклона в сторону водопроводной камеры с «мокрым» колодцем на участке проектируемого водовода между УГ-10 и точкой Г запроектирована перекладка участка существующего водопровода d100мм длиной 3.0 метра.

Все стальные фасонные части покрываются наружной и внутренней антикоррозийной изоляцией.

Водопроводные колодцы из сборных железобетонных элементов круглые в плане, диаметрами 1500 мм и 2000 мм.

4.6 Подбор оборудования

Принципиальная схема насосной станции 1 подъема приведена на рисунке 4.9, а перечень устанавливаемого оборудования в табл. 4.11.

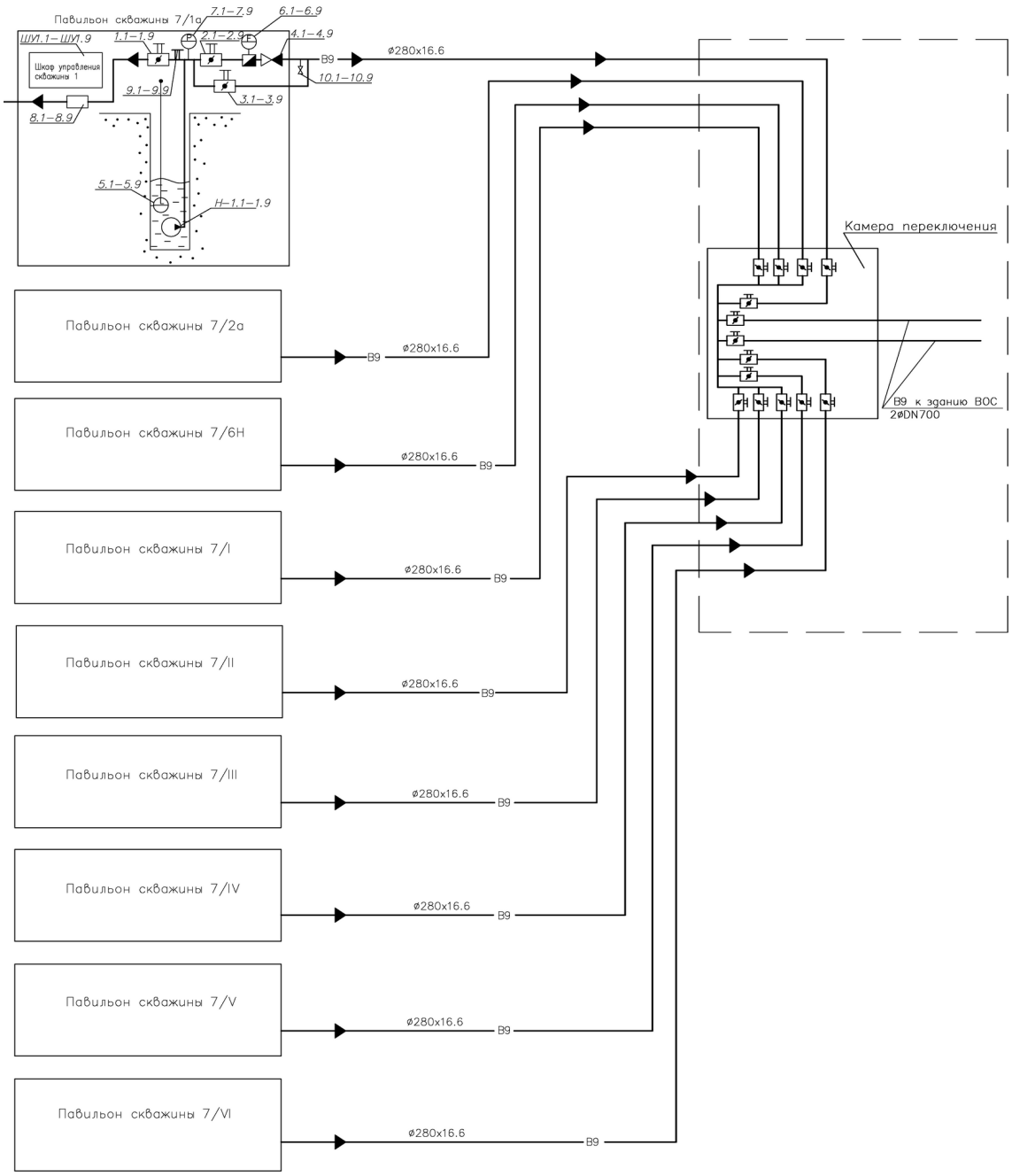
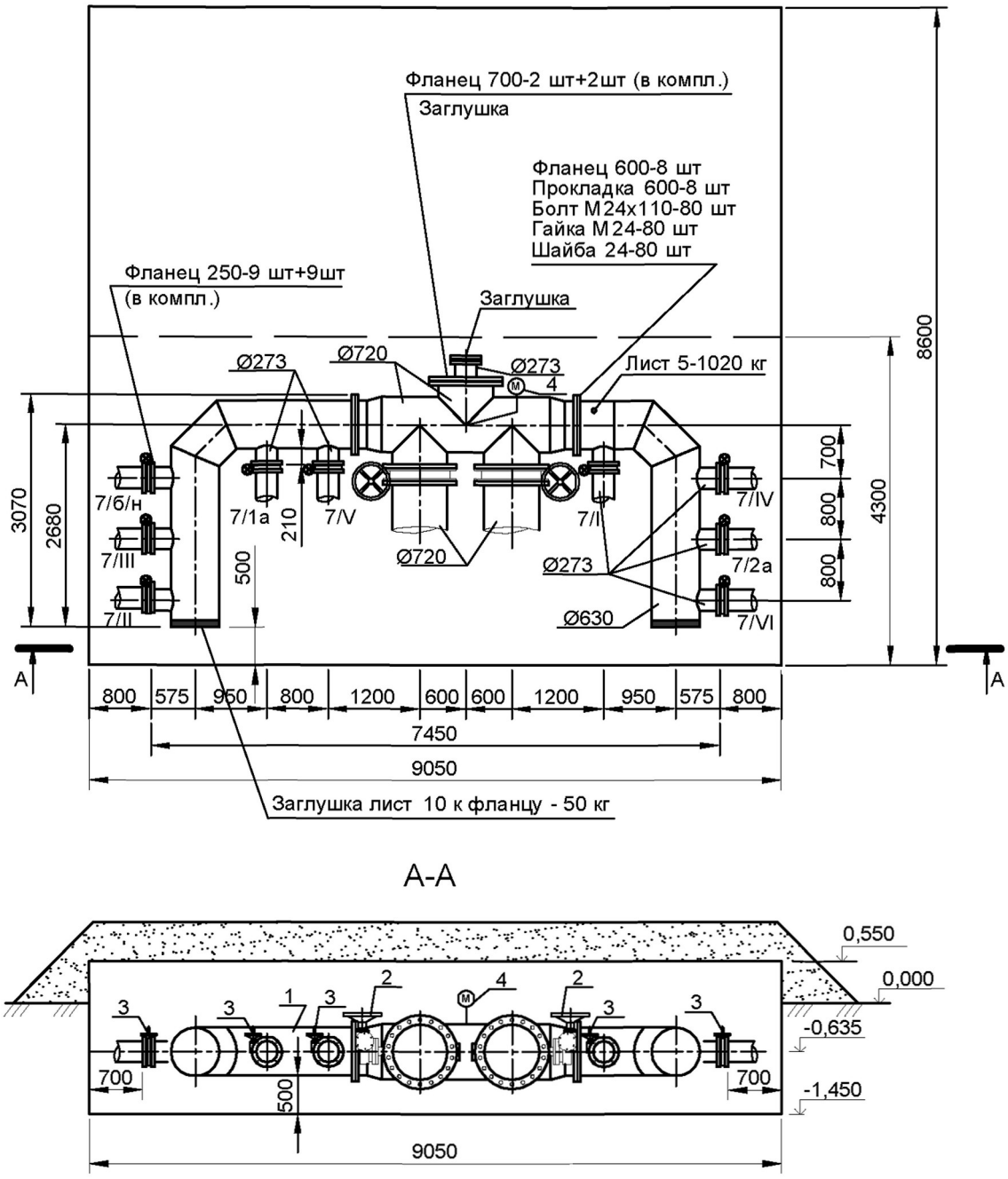


Рисунок 4.9 – Принципиальная схема насосной станции 1 подъема

Таблица 4.11 - Перечень устанавливаемого оборудования

Поз.	Наименование
Н-1.1 - 1.7	Насос «Grundfos» марки SP 215-50=250м^3/ч, Н=100 м, n=2900 об/мин, N=92 кВт
Н-1.8-1.9	Насос «Grundfos» марки SP 125-50=125м^3/ч, Н=99 м, n=2890 об/мин, N=55 кВт
1.1-1.9	Затвор поворотный дисковый Ду=100 мм, Р=1,0 МПа с рукояткой
2.1-2.9	Затвор поворотный дисковый Ду=250 мм, Р=1,0 МПа с ручным редуктором
3.1-3.9	Затвор поворотный дисковый Ду=250 мм, Р=1,0 МПа с ручным редуктором
4.1-4.9	Клапан обратный межфланцевый Ду=250мм, Р=1,0 МПа
5.1 -5.9	Погружной датчик уровня 0...160 м вод.ст. с измерителем-регулятором
6.1-6.9	Электронный расходомер Ду=200 мм, Р=1,0 МПа фланцеВой
7.1-7.9	Манометр радиальный ДМ ⊘100 0…6,0 бар
8.1-8.9	Мембранный клапан для предотвращения гидроудара Ду=100мм, Р=1,0МПа
9.1-9.9	Клапан Воздушный автоматический Ду=50 мм, Р=1,6 МПа
ШУ1.1-1.9	Шкаф управления
10.1-10.9	Пробоотборник Ду=15 мм

Общий вид камеры переключения приведен на рис. 4.10.



А-А

Рисунок 4.10 - Общий вид камеры переключения

Резервуар чистой воды.

Резервуар чистой воды на площадке ВОС служит для хранения регулирующего, пожарного и аварийного объемов воды.

В соответствии с п.4.4 СНиП 2.04.02-84* «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» и Заданием на проектирование, насосная станция III подъема в блоке ВОС по степени обеспеченности подачи воды относится к 1 категории.

На площадке ВОС предусматривается строительство полузаглубленного резервуара чистой воды (РЧВ) объемом 10000м^3 и размерами в плане 60,0×36,0м. Резервирование пожарного объема (из 2-х источников) I-ого этапа строительства резервуара обеспечивается существующим поверхностным водозабором.

За относительную отметку ± 0,000 принята абсолютная отметка пола водоочистной станции, равная 48,100м.

Дно резервуара расположено на относительной отметке -1,350м, низ балок перекрытия +3,850м.

Рабочий уровень воды в резервуаре принят на относительной отм. +3,450 м**.**

Равномерность обмена воды в резервуаре и предотвращение застойных зон обеспечивается устройством специальных перегородок, направляющих поток воды от подачи к разбору.

Пожарный объем воды в резервуаре рассчитан в соответствии с требованиями СП 8.13130.2009 «Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности» для населенного пункта с количеством жителей 204 000 человек.

По табл. 1 СП расчетное количество одновременных пожаров принято, равное трем, расход воды на наружное пожаротушение на один пожар составляет 55 л/с.

В соответствии с п. 6.3 СП продолжительность тушения пожара должна приниматься 3 часа.

Пожарный объем воды равен 55×3,6×3×3=1782 м^3.

Фильтры-поглотители.

Фильтры-поглотители служат для очистки воздуха, поступающего в резервуар чистой воды (РЧВ), как в обычных условиях, так и в особый период.

Для очистки воздуха, поступающего в РЧВ, в качестве фильтров-поглотителей предусматривается фотокаталитическая система фильтрации воздуха

серии "АЭРОЛАЙФ", производства ООО «ИТИ», г. Москва. Принцип действия фильтра основан на технологии фотокаталитического окисления токсичных примесей воздуха. Процесс протекает на поверхности фотокатализатора, под действием безопасного ультрафиолетового излучения диапазона А. Токсичные примеси разлагаются прибором до безвредных компонентов чистого воздуха.

К основным классам соединений, разлагаемых прибором, относятся:

- окись углерода (CO), окислы азота, формальдегид

- токсичные органические соединения бытового и промышленного происхождения (хлор- и кислородсодержащие углеводороды) ряд метана, этиленовые и ацетиленовые углеводороды, эфиры, альдегиды и кетоны, ароматические и гетероциклические углеводороды, являющиеся канцерогенами, а также аммиак, и т.д.

- сложные органические молекулы, вызывающие аллергию,

Полностью подавляется жизнедеятельность болезнетворных спор, бактерий и вирусов.

Кроме того, фильтр очищает воздух от бытовой и промышленной пыли.

Среднечасовой расход воздуха для резервуара чистой воды может составлять 1750 $м^3$/ч, максимально часовой расход - 2600 $м^3$/ч, в случае аварийного прекращения поступления воды в РЧВ при продолжающемся отводе воды из РЧВ в сети города.

К установке приняты трехступенчатые фотокаталитические фильтры "Аэролайф-гидро КФЗ-750Н", устанавливаемые в павильоне на перекрытии РЧВ. На РЧВ устанавливается павильон с внутренними размерами в плане 3500×7500мм с 4-мя фильтрами (три рабочих, один резервный).

Устройство трехступенчатого фотокаталитического фильтра "Аэролайф-гидро КФЗ-750Н" представлено на рис. 4.11.

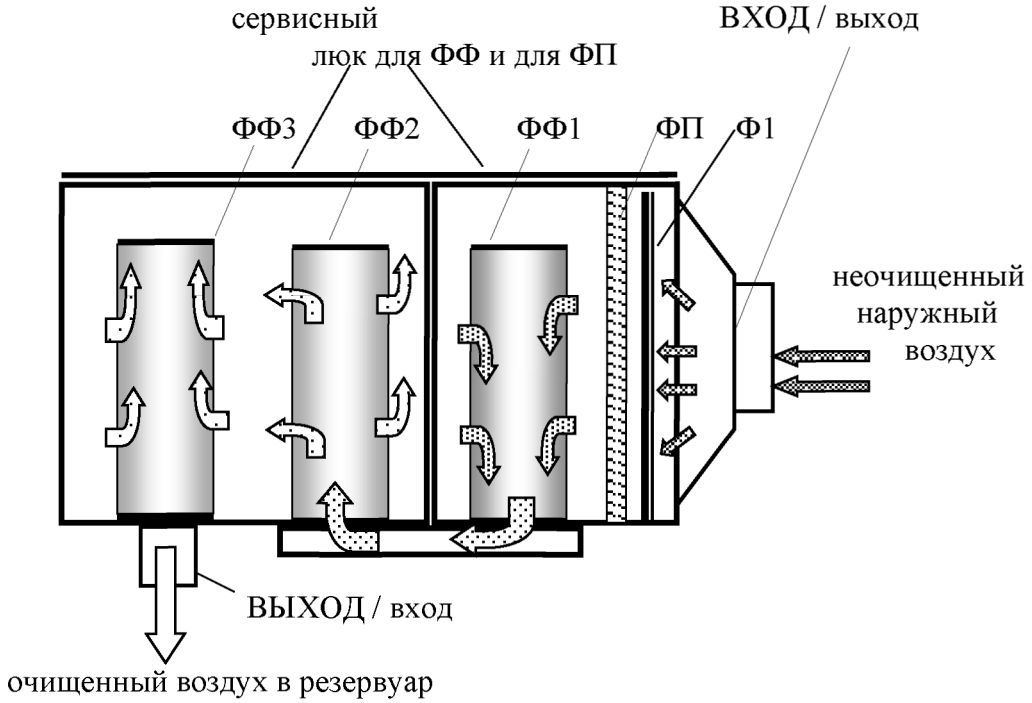


Рисунок 4.11 – Схематическое изображение разреза устройства трехступенчатого фотокаталитического фильтра «Аэролайф-гидро КФ3-750Н» для водонакопительных резервуаров

Очищаемый воздух под давлением, создаваемым изменением уровня воды в резервуаре, прокачивается через пылевой фильтр предварительной очистки Ф1 со сменной вставкой класса G4 (G3) и панельный фильтр тонкой очистки ФП класса F10 (F9), (рис. 2.11). Затем он попадает на фотокаталитический фильтр 1-ой ступени ФФ1, на всю пористую поверхность которого нанесен слой нанокристаллического фотокатализатора. Фотокатализатор освещается УФ – лампой «мягкого ультрафиолета».

Под воздействием ультрафиолета на поверхности фотокатализатора происходит реакция разложения вредных примесей воздуха и уничтожение микрофлоры. Далее воздух последовательно проходит через вторую (ФФ2) и третью ступени фильтра (ФФ3) и, пройдя в них еще две стадии очистки, выходит из устройства в очищенном от токсических примесей и обеззараженном виде.

Направление движения воздуха принципиального значения не имеет, что существенно при очистке воздуха для водонакопительных резервуаров при непрерывном изменении параметров воздушной подушки.

Технические характеристики фильтра:

Напряжение питания -220 В

Номинальная потребляемая мощность -550 Вт

Номинальный поток воздуха -630м^3/час

Максимальный поток воздуха -до780 м^3/час

Падение давления с пылевыми фильтрами - 140 Па

Диапазон излучения УФ-лампы - 320÷400 Нм

Масса - 60 кг

Режим работы - непрерывный

Класс защиты от поражения эл. током - II (двойная изоляция)

Степень очистки воздуха за один проход:

- от молекулярных загрязнений (при концентрации на входе до 10 ppm) более - 85%

- от пыли размером 3 – 4 мк. более - 95%

- от пыли размером более 4 мк. - 98%

- от бактерий, вирусов и спор не ниже - 99%

5 Исследование повторного использование бытовых сточных вод для коммунальных объектов водоснабжения поселка

5.1 Выбор схемы для повторного использование бытовых сточных вод

Схема раздельной сети «серых» и «черных» вод в многоэтажном жилом доме приведена на рисунке 5.1.

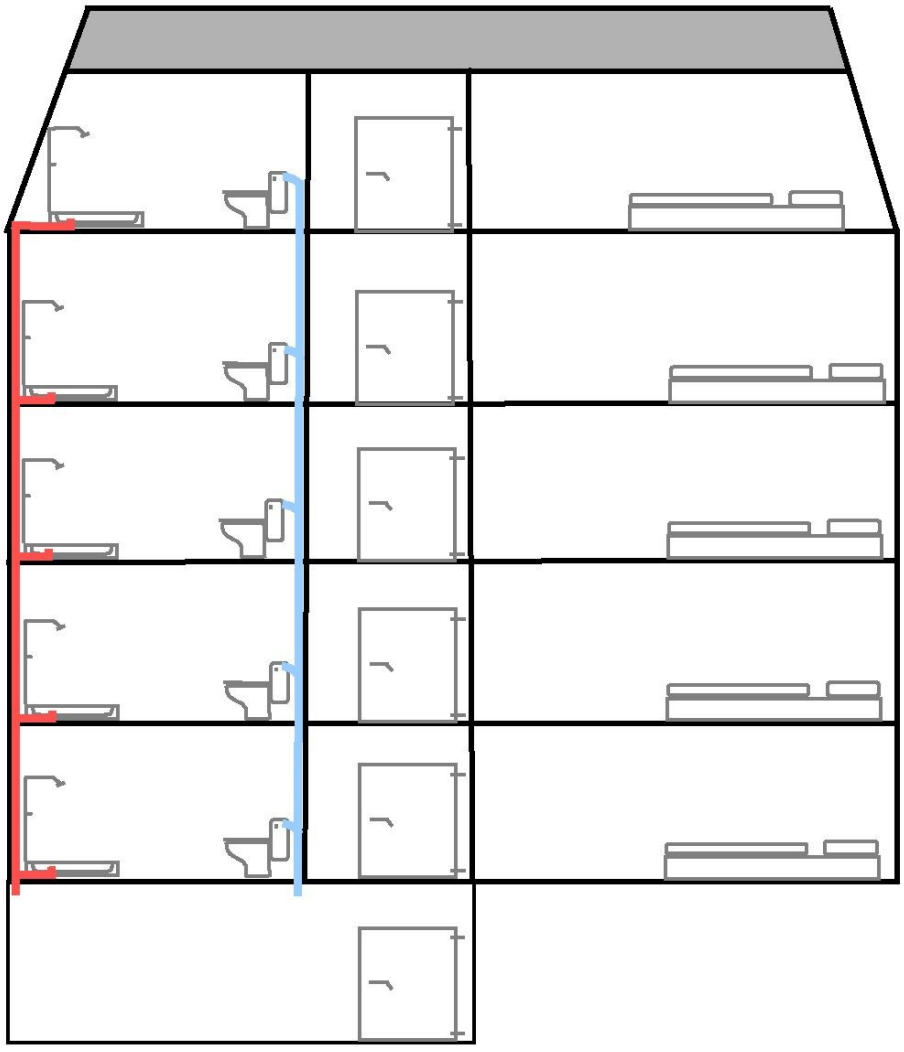


Рисунок 5.1 – Схема раздельной сети

Схема повторного использования очищенных в установке HUBER GreyUse® «серых» вод для технического водоснабжения туалетов приведена на рисунке 5.2.

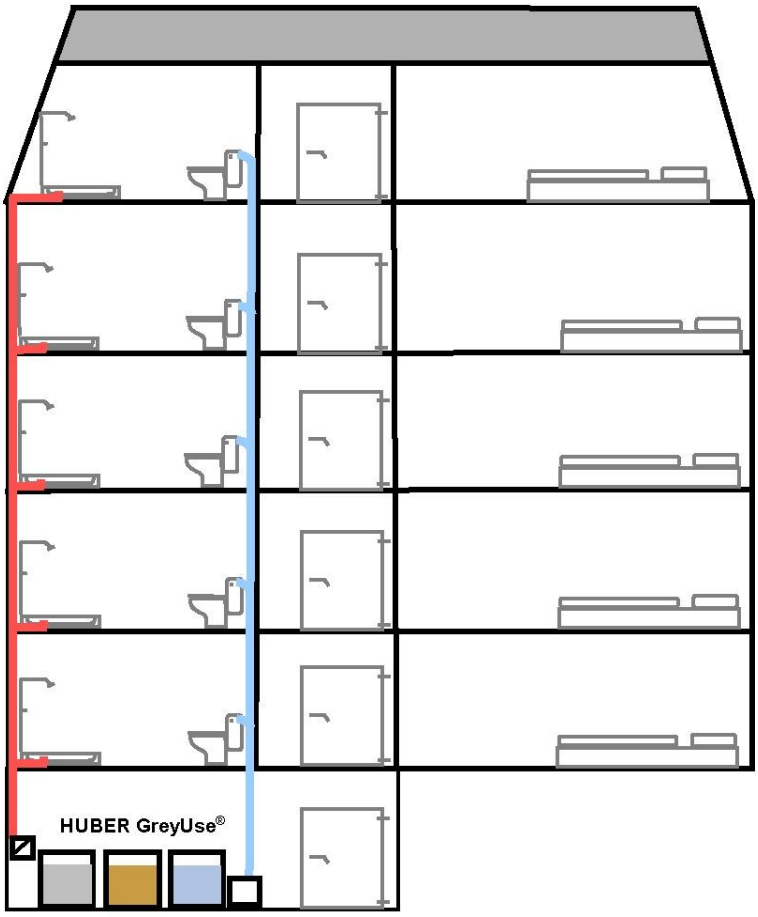


Рисунок 5.2 – Схема повторного использования очищенных «серых» вод

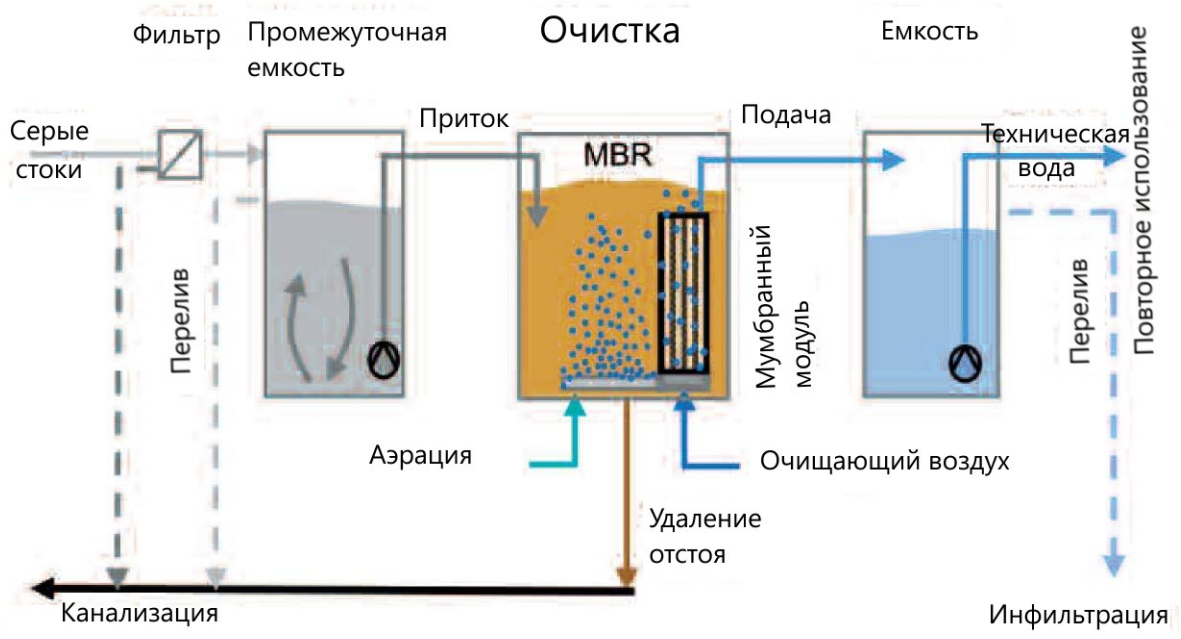


Рисунок 5.3 – Диаграмма потоков в системе повторного использования «серых» сточных вод, очищаемых на мембранном фильтре MBR

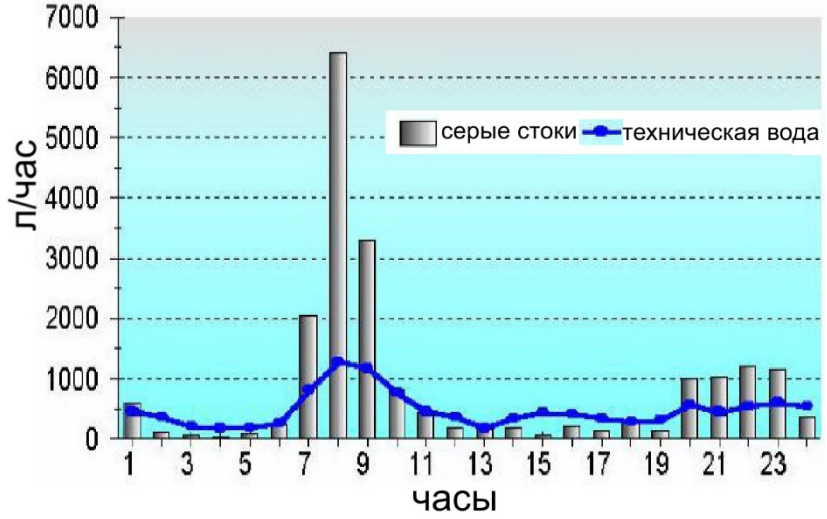


Рисунок 5.4 - Дневной гидрограф производства «серых» сточных вод и сервисного потребления воды, очищенной для повторного использования в многоквартирном жилом доме

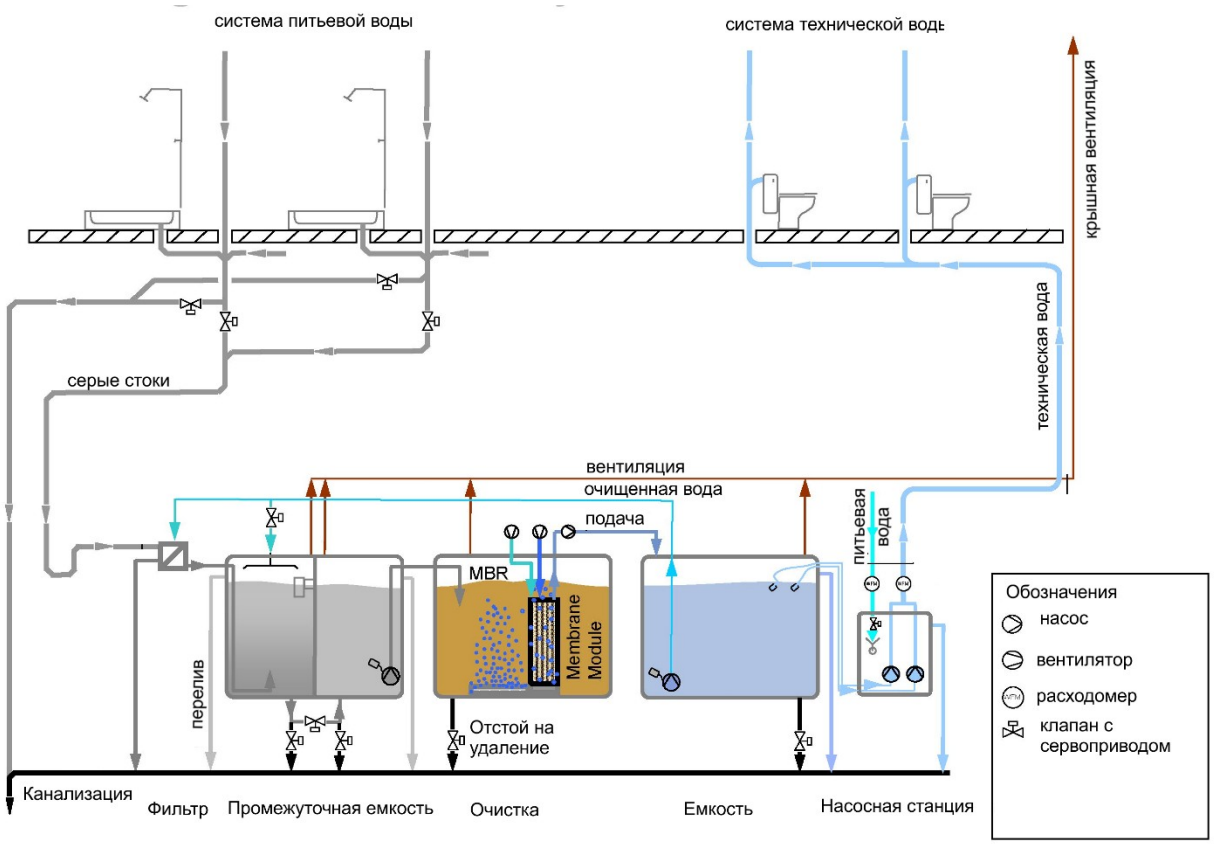


Рисунок 5.5 – Пример повторного использования очищенных «серых» вод для снабжения технической водой туалетов в многоквартирном доме

5.2 Повторное использование сточных вод на примере жилого многоквартирного дома

Сеть внутренней канализации жилого дома рассчитывают на наибольший секундный расход «серых» сточных вод q_s, л/с.

$$q_s = q^{tot} + q_0^s, л/с \quad (3.1)$$

где q^{tot} – суммарный наибольший секундный расход воды, рассчитываемый по зависимости:

$$q^{tot} = 5 \cdot q_0^{tot} \cdot \alpha, л/с \quad (3.2)$$

где q_0^{tot} – суммарный секундный расход потребителем, л/с;

q_0^s – расход стоков от санитарного прибора с наибольшим водоотведением, л/с.

Вероятность действия санитарных приборов определяется по формуле:

$$P^{tot} = \frac{q_{hru}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600} \quad (3.3)$$

q_{hru}^{tot} – суммарный расход в час максимального водопотребления, л/с;

После этого по произведению NP^{tot} находим коэффициент α .

Произведем расчет стояков для разводящей сети на рисунке 2.18.

Стояк К1-1 (К1-4):

Вероятность действия санитарных приборов:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600} = \frac{15,6 \cdot 28}{0,3 \cdot 28 \cdot 3600} = 0,014$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ - суммарная норма расхода потребителем в час максимального водопотребления (приложение 3[1]), $q_{hr,u}^{tot}$=15,6 л/с;

U – суммарное количество приборов на стояке (для «серых» вод без учета унитазов);

N – суммарное количество водопотребителей, обслуживаемых рассматриваемым стояком, чел.

Произведение общего числа санитарно-технических приборов на стояке и вероятность их действия Р:

$$N \cdot P = 28 \cdot 0,014 = 0,392$$

Коэффициент $\alpha = 0,602$.

Суммарный наибольший расход воды:

$$q^{tot} = 5 q_0^{tot} \cdot \alpha = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,602 = 0,903 л / с$$

где q_0^{tot} – суммарный расход, л/с, санитарно-технической арматурой, значение которого определяют в соответствии с п. 3.2.[1]: q_0^{tot}=0,3 л/с.

Наибольший секундный расход сточных вод:

q^{tot}=0,753л/с¿ 8 л/с, то

$$q_s = q^{tot} + q_o^s = 0,903 + 1,6 = 2,503 л / с$$

где q_0^s – расход «серых» стоков от прибора с наибольшим водоотведением, для кухонной раковины q_0^s=1,6л/с.

Стояк К1-2 (К1-3):

Вероятность действия:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600} = \frac{15,6 \cdot 28}{0,3 \cdot 21 \cdot 3600} = 0,019$$

Произведение общего числа санитарно-технических приборов на стояке и вероятность их действия Р:

$$N \cdot P = 21 \cdot 0,019 = 0,399.$$

Коэффициент $\alpha = 0,610$.

Общий наибольший расход:

$$q^{tot} = 5 q_0^{tot} \cdot \alpha = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,61 = 0,915$$

Наибольший секундный расход сточных вод:

т.к. q^{tot}=0,860л/с¿ 8 л/с, то

$$q_s = q^{tot} + q_o^s = 0,915 + 1,6 = 2,515 л / с$$

где q_0^s - расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, для унитаза со смывным бачком q_0^s=1,6 л/с.

Гидравлический расчет канализационных выпусков для «серых» вод.

В жилом здании имеется три выпуска. Расчет проводим для каждого выпуска отдельно.

Выпуск 1 (3):

Вероятность действия санитарных приборов:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600} = \frac{15,6 \cdot 28}{0,3 \cdot 28 \cdot 3600} = 0,014$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ - норма расхода потребителем в час максимального водопотребления, $q_{hr,u}^{tot}$=15,6л/с;

U – общее количество санитарно-технических приборов на рассматриваемом выпуске;

N – общее количество водопотребителей, которые обслуживаются расчетным стояком, чел.

- произведение числа санитарных приборов на рассматриваемом стояке на вероятность их действия P:

$$NP = 28 \cdot 0,014 = 0,392.$$

Коэффициент $\alpha = 0,602$.

Общий расход:

$$q^{tot} = 5 \cdot q_0^{tot} \cdot \alpha = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,602 = 0,903 л / с$$

где q_0^{tot} - общий расход, л/с, q_0^{tot} =0,3л/с;

- наибольший секундный расход «серых» вод:

т.к. q^{tot} =0,903 л/с¿ 8л/с, то

$$q_s = q^{tot} + q_0^s = 0,903 + 1,6 = 2,503 л / с$$

где q_0^s - расход стоков от санитарного прибора с наибольшим «серым» водоотведением, (раковины на кухне q_0^s =1,6 л/с).

Выпуск 2:

Вероятность:

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{q_0^{tot} \cdot N \cdot 3600} = \frac{15,6 \cdot 56}{0,3 \cdot 42 \cdot 3600} = 0,019$$

- произведение:

$$NP = 42 \cdot 0,019 = 0,798.$$

Коэффициент $\alpha = 0,838$.

Наибольший расход:

$$q^{tot} = 5 \cdot q_0^{tot} \cdot \alpha = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,838 = 1,257 л / с$$

Наибольший секундный расход «серых» вод:

т.к. q^{tot} =1,257 л/с¿ 8л/с, то

$$q_s = q^{tot} + q_0^s = 1,257 + 1,6 = 2,857 л / с$$

6 Оценка воздействия системы водоснабжения поселка городского типа на окружающую среду

Органы власти, контролирующие строительство, связанное с переориентацией системы водоснабжения поселка городского типа Михайлов на подземные источники, на каждом из этапов инвестиционного проектирования проводят оценку воздействия на окружающую среду (ОВОС) по следующим показателям и на следующих этапах инвестиционного проекта:

1. Уведомление, предварительная оценка и составление Технического задания (ТЗ) на проведение ОВОС. Заказчик уведомляет органы власти и общественность об основных характеристиках намечаемой им деятельности; проводит предварительную оценку воздействия с целью составления ТЗ и проведения консультаций с общественностью. Эти процедуры целесообразно проводить параллельно со стадией разработки и представления Декларации о намерениях и получения предварительных условий на проектирование.

2. Проведение исследований по ОВОС и подготовка предварительного варианта Материалов по оценке воздействия (ПМОВ), которые являются основной задачей этого этапа. Предварительный этап должен включать резюме нетехиического характера и быть доступен заинтересованным сторонам. Проведение этих процедур целесообразно совместно со стадией разработки и утверждения Обоснования инвестиций. ПМОВ является объектом общественных слушаний.

3. Подготовка окончательного варианта Материалов по оценке воздействия (ОМОВ). Учитываются все предложения и замечания, полученные в ходе обсуждения предварительного варианта Материалов по оценке воздействия. Окончательный вариант Материалов представляется на ГЭЭ и ОЭЭ. Материалы должны включать описание альтернативных вариантов деятельности н их экологических последствий, оценку значимости воздействий, описание программ послепроектного анализа, методов и результатов взаимодействия с общественностью и резюме нетехнического характера, а также копию

ТЗ на разработку ОВОС. Эти процедуры целесообразно проводить совместно с разработкой и утверждением ТЭО (проекта).

Прогноз и оценка значимости воздействий намечаемой деятельности на окружающую среду является одной из наиболее важных задач процедуры ЭО. Целью данного этапа является установление того, какие изменения могут произойти в окружающей среде в результате осуществления каждой из рассматриваемых альтернатив, а также оценка важности или значимости этих изменений. Поставленная цель достигается тем, что органы власти, контролирующие строительство, осуществляют:

- изучение тех компонентов окружающей среды, на которые может повлиять намечаемая деятельность;

- прогнозирование и анализ возможных изменений в окружающей среде в результате осуществления намечаемой деятельности;

- оценку значимости прогнозируемых изменений.

Различают следующие этапы прогноза и оценки воздействий на окружающую среду:

- определение источников воздействий (шум от строительства; сбросы сточных вод, поверхностный сток со стройплощадок, выбросы в атмосферу и пр.) и их характеристика;

- описание и анализ окружающей природной среды (анализ текущих характеристик окружающей среды);

- определение индикаторов и ограничений (основной вопрос на который требуется ответить: что собираемся прогнозировать?);

- прогноз изменений в окружающей среде (природа воздействий, масштаб, вероятность);

- оценка значимости.

Зоны санитарной охраны подземных источников водоснабжения.

Для обеспечения санитарно-эпидемиологической надежности и охраны всех водопроводных сооружений от нарушений, которые могут вредно отразиться на качестве и количестве подаваемой населению воды, для всех проектируемых и реконструируемых водопроводов хозяйственно-питьевого назначения должны предусматриваться зоны санитарной охраны (ЗСО).

Зона источника водоснабжения в месте расположения водозаборных сооружений состоит из трех поясов: первого – строгого режима, второго и третьего – режимов ограничения хозяйственной деятельности.

Границы первого пояса. Водозаборы подземных вод должны располагаться вне территории промышленных предприятий и жилой застройки. Расположение на территории промышленного предприятия или жилой застройки возможно при надлежащем обосновании. Граница первого пояса устанавливается на расстоянии не менее 30 м от водозабора – при использовании защищенных подземных вод и на расстоянии не менее 50 м – при использовании недостаточно защищенных подземных вод.

Граница первого пояса ЗСО группы подземных водозаборов должна находиться на расстоянии не менее 30 и 50 м от крайних скважин.

Для водозаборов из защищенных подземных вод, расположенных на территории объекта, исключающего возможность загрязнения почвы и подземных вод, размеры первого пояса ЗСО допускается сокращать при условии гидрогеологического обоснования по согласованию с территориальным центром гигиены и эпидемиологии до 15 и 25 м соответственно.

К защищенным подземным водам относятся напорные и безнапорные межпластовые воды, имеющие в пределах всех поясов ЗСО сплошную водоупорную кровлю, исключающую возможность местного питания из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов.

К недостаточно защищенным подземным водам относятся:

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

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

Граница второго и третьего поясов.

Граница второго пояса ЗСО определяется гидродинамическими расчетами, исходя из условий, что микробное загрязнение, поступающее в водоносный пласт за пределами второго пояса, не достигает водозабора.

Основными параметрами, определяющими расстояние от границ второго пояса ЗСО до водозабора, является время продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору, которое изменяется от принимается от 100 до 400 сут, в зависимости от климатических районов и защищенности подземных вод.

Граница третьего пояса ЗСО, предназначенного для защиты водоносного пласта от химических загрязнений, также определяется гидродинамическими расчетами. При этом следует исходить из того, что время движения химического загрязнения к водозабору должно быть больше срока эксплуатации водозабора (обычный срок эксплуатации водозабора – 25-50 лет).

7 Технико-экономическое обоснование

Расчёт затрат на реагенты

Годовой расход реагента в тоннах определяется по формуле:

$$P = \frac{Д \cdot Q}{1000}, \quad (5.1)$$

где Д – доза реагента в мг/л;

Q – объем перекачиваемой воды в тыс. м^3.

Затраты на реагенты в тыс. руб. определяются по формуле:

$$S_p = \frac{P \cdot Ц_0}{1000}, \quad (5.2)$$

где $Ц_0$ – оптовая цена в рублях;

Р – годовой расход реагента в тоннах.

Результаты расчётов заносим в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Расчёт затрат на реагенты

Наименование реагента	Доза реагента в мг/л	Годовой расход воды	Расход реагента в год т	Оптовая цена руб.	Затраты на реагенты тыс. руб.
1. Хлор	3	1877	5,6	5200	29,12

Расчёт затрат на электроэнергию

В данной статье затрат рассчитывается электроэнергия на подъём, перекачку воды и технологические нужды очистной станции.

Годовой расход электроэнергии в кВт ч, определяется по формуле:

$$Э_p = H_p \cdot Q, \quad (5.3)$$

где H_p – норма расхода электроэнергии на 1 тыс. м^3 воды;

Q – объем перекачиваемой воды в тыс м^3.

Стоимость электроэнергии в тыс. руб, определяется по формуле:

$$S_э = \frac{Э_р \cdot T}{1000}, \quad (5.4)$$

где Т – тариф за 1кВт ч в рублях;

$Э_р$ – годовой расход электроэнергии в кВт ч.

Результаты расчетов заносим в таблицу 7.2.

Таблица 7.2 – Расчёт затрат на электроэнергию

Наименование потребителей электроэнергии	Объём перекачиваемой воды за год тыс $м^3$.	Норма расхода электроэнергии кВт ч	Годовой расход электроэнергии кВт ч	Тариф за 1 кВт ч.	Стоимость электроэнергии тыс. руб.
НС1 НС2 ОС	2042 2042 -	1300 1300 -	2654600 2654600 146406	1,051 1,051 1,051	2789,98 2789,98 153,87
Всего					5733,83

Расход электроэнергии на технологические нужды очистной станции принимается в размере 6% от расхода электроэнергии насосной станцией 2-го подъема.

Расчёт амортизационных отчислений

Величина амортизационных отчислений в тыс. руб. рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{Ф \cdot H_a}{100}, \quad (5.5)$$

где Ф – стоимость основных фондов в тыс. руб.;

$Н_а$ – норма амортизации в %.

Результаты расчёта заносим в таблицу 7.3.

Таблица 7.3 – Расчёт амортизационных отчислений

Наименование сооружений	Полная стоимость тыс. руб.	Норма амортизации	Амортизационные отчисления в тыс. руб.
1.Сети	17552	2,0	351,0
2.Блок водоочистных сооружений	3729	2,0	74,6
3.Блок реагентного хозяйства	980	2,5	24,5
4.Резервуар чистой воды	850	2,5	21,3
5.НС-1	1240	2,5	31,0
6.Водонапорная башня	310	2,0	6,2
Итого	25614		532,4

Определение затрат на оплату труда

Тарифный фонд заработной платы рабочих в тыс. руб., данной квалификации определяется по формуле:

$$ФЗП_т = \frac{ч_р \cdot T_{ст} \cdot T_{эф}}{1000}, \quad (5.6)$$

где $ч_р$ – численность рабочих;

$T_{ст}$ – тарифная ставка рабочего данного разряда за 1 час;

$T_{эф}$ – эффективный (полезный) фонд времени одного рабочего в часах.

Результаты расчётов заносим в таблицу 7.4

Таблица 7.4 – Зарплата рабочих

Рабочие места	Эффективный фонд рабочего времени в час	Численность рабочих в чел	Разряд	Тарифная ставка	Тарифный фонд заработной платы
1.Обходчик сети	1902	2	3	14,30	54,39
2.Диспетчер	1902	2	3	12,01	45,69
3.Оператор хлораторных установок	1902	4	3	12,01	91,37
4.Машинист	1902	4	5	14,30	108,79

5.Оператор на РЧВ	1902	2	3	14,30	54,39
6.Оператор на фильтрах	1902	4	3	14,30	108,79
7.Слесарь аварий-но- восстанови-тельных работ	1902	2	6	18,01	68,5
5.Электрик	1902	2	6	18,01	68,5
Итого		24			600,42
Доплаты и пре-мии (40%)					240,17
Всего					840,59

Зарплату инженерно- технических работников и служащих принимаем 800 тыс. руб.

Расчёт отчислений на социальные нужды

Отчисления на социальные нужды в тыс. руб., определяются по формуле:

$$З_{соц} = \frac{(ФЗП_{раб} + ФЗП_{итр}) \cdot 38,5}{100}, \quad (5.7)$$

где $ФЗП_{раб}$ – фонд заработной платы рабочих в тыс. руб.;

$ФЗП_{итр}$ – фонд заработной платы инженерно- технических работников в тыс. руб.

$$З_{соц} = \frac{(840,59 + 800) \cdot 38,5}{100} = 631,6 \text{ тыс.руб.}$$

Прочие затраты

Прочие затраты принимаем в размере 2% от ФЗП рабочих и служащих:

$$З_{пр} = \frac{(ФЗП_{раб} + ФЗП_{итр}) \cdot 2}{100}, \quad (5.8)$$

где $ФЗП_{раб}$ – фонд заработной платы рабочих в тыс. руб.;

$ФЗП_{итр}$ – фонд заработной платы инженерно- технических работников в тыс. руб.

$$З_{пр} = \frac{(840,59 + 800) \cdot 2}{100} = 32,8 \text{ тыс.руб.}$$

Расчёт цеховых расходов

Таблица 7.5 – Расчёт цеховых расходов

Наименование статей	Сумма затрат, тыс. руб.
1. Основная и дополнительная заработная плата административно- управленческого персонала	800
2. Отчисления на социальные нужды	631,6
3. Текущий ремонт производственного оборудования и сооружений (1% от стоимости сооружений)	256,1
4. Прочие расходы	32,8
Итого	1720,5

Расчёт полной себестоимости годового объёма услуг по подаче воды

Рассчитываем полную себестоимость годового объёма услуг по подаче воды (годовые эксплуатационные затраты).

Результаты заносим в таблицу 7.6.

Таблица 7.6 – Расчёт полной себестоимости годового объема услуг по подаче воды.

Наименование статей	Сумма затрат тыс. руб.
1.Материалы (реагенты)	29,12
2.Производственная электроэнергия	5733,83
3.Заработная плата рабочих	840,59
4.Амортизационные отчисления	532,4
5.Цеховые расходы	1720,5
Итого цеховая себестоимость	8404,61
6.Внеэксплуатационные расходы	139,6
Всего эксплуатационных затрат (общая себестоимость)	17400,65

Себестоимость 1м^3 воды определяется по формуле:

$$C_1 = \frac{Э_з}{Q_г}, \quad (5.9)$$

где $Э_{з}$– эксплуатационные затраты в тыс.руб.;

$Q_г$ – годовой объем перекачиваемой воды в тыс. $м^3$.

$$C_1 = \frac{17400,65}{2042} = 8,52 \text{ руб.}$$

Расчёт тарифов дохода, прибыли и рентабельности

Средний отпускной тариф $1м^3$ воды, определяется по формуле:

$$T = C + \frac{C \cdot P}{100}, \quad (5.10)$$

где С – себестоимость $1м^3$ воды, в руб.;

Р – норма прибыли в %, принимаем 16%.

$$T = 8,52 + \frac{8,52 \cdot 16}{100} = 9,88 \text{ руб.}$$

Доход или выручка в тыс. руб., определяется по формуле:

$$Д = T \cdot Q_г, \quad (5.11)$$

где Т – средний отпускной тариф $1м^3$ воды;

$Q_г$ – годовой объем перекачиваемой воды в тыс. $м^3$.

$$Д = 9,88 \cdot 2042 = 20174,96 \text{ тыс.руб.}$$

Прибыль в тыс. руб., определяется по формуле:

$$П = Д - Э_з, \quad (5.12)$$

где Д – доход или выручка в тыс. руб.;

$Э_з$ – эксплуатационные затраты в тыс. руб.

$$П = 20174,96 - 8544,21 = 11630,75 \text{ тыс.руб.}$$

Рентабельность в % определяется по формуле:

$$P = \frac{П}{Э_з} \cdot 100, \quad (5.13)$$

где П – прибыль в тыс. руб.;

$Э_з$ – эксплуатационные затраты в тыс. руб.;

$$P = \frac{11630,75}{8544,21} \cdot 100 = 13,6\%.$$

Выработка в тыс. руб./чел определяется по формуле:

$$B = \frac{Д}{ч_р}, \quad (5.14)$$

где Д – доход или выручка в тыс. руб.;

$ч_р$ – часы работы в часах.

$$B = \frac{20174,96}{24} = 840,62 \text{ тыс.руб./чел.}$$

Срок окупаемости определяется по формуле:

$$T_{ок} = \frac{Э_з}{П}, \quad (5.15)$$

где $Э_з$– эксплуатационные затраты в тыс. руб.;

П – прибыль в тыс. руб.

$$T_{ок} = \frac{8544,21}{1163,75} = 7,3 \text{ года}$$

Результаты расчётов заносим в таблицу 7.7

Таблица 7.7 – Расчёт тарифов дохода, прибыли и рентабельности

№	Показатели	Единица измерения	ИТОГО
1	Затраты на электроэнергию	тысяч рублей	5733,83
2	Затраты на реагенты	тысяч рублей	29,12
3	Амортизационные отчисления	тысяч рублей	532,4
4	Фонд заработной платы рабочих	тысяч рублей	840,59
5	Полная себестоимость	тысяч рублей	8544,21
6	Доходы от реализации услуг водоснабжения	тысяч рублей	9948,1
7	Производительность труда (выработка)	тыс. руб. чел.	840,62
8	Себестоимость 1м³ воды	рублей	8,52
9	Средний тариф 1м³ воды	рублей	9,88
10	Прибыль	тыс. руб.	11630,45

11	Рентабельность	%	13,6
12	Срок окупаемости объекта	год	7,3

Заключение

В выпускной квалификационной работе разработана система водоснабжения поселка городского типа Михайлов.

Определены расчетные расходы от отдельных потребителей и всего объекта водоснабжения, который составил 5596,45 м^3/сут.

Также выполнен гидравлический расчет сети на два случая: в час максимального водопотребления и в момент возникновения пожара.

Определена высота водонапорной башни 38 м, объем бака 140 м^3. Рассчитан береговой водозабор совмещенного типа производительностью 233,18 м^3/ч.

В технико-экономических показателях проекта определены затраты на реагенты 29,12 тыс. руб., фонд заработной платы 840,59 тыс. руб., затраты на электроэнергию 5733,83 тыс. руб.

Себестоимость 1м^3 воды составляет 8,52, средний тариф 1м^3 воды – 9,88 руб., рентабельность - 13,6%, срок окупаемости проекта – 7,3 года.

Список использованных источников

1. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1985. – 136 с.

2. Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.1.4.559-96. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. - М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996. - 112 с.

3. Свод правил СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*.

4. Дикаревский В.С., Якубчик П.П. и др. Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте. - М.: Транспорт, 1999. – 276 с.

5. Копылов А.С. Водоподготовка в энергетике: учебное пособие для вузов / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков - Москва: Издательский дом МЭИ, 2016.

6. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1973. -113с.

7. Зацепин В.Н. Курсовое и дипломное проектирование водопроводных и канализационных сетей и сооружений: Учеб. пособие для техникумов. - Л.: Стройиздат, 1973. -215с.

8. Тугай А.М., Терновцев В.Е. Водоснабжение. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для вузов. - Киев: Вища школа, 1980. - 208 с.

9. Орлов В.А, Реконструкция систем водоснабжения– М.: Издательство АСВ, 2017. 208 с.

10.Белоконев, Е. Н. Водоотведение и водоснабжение / Е.Н. Белоконев, Т.Е. Попова, Г.Н. Пурас. - М.: Феникс, 2012. - 384 с.