

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

_____ 20__ г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ Д.В. Ульрих
_____ 20__ г.

Проект объединения отдельных схем водоснабжения п.
Красногорский Еманжелинского района

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 08.04.01.2021.305-04.018 ПЗ ВКР

Руководитель ВКР магистра
к.т.н., доц.,

_____ Д.В. Ульрих
_____ 20__ г.

Автор ВКР

студент группы АСз-391

_____ Д.В. Астахов
_____ 20__ г.

Нормоконтролер

_____ Е.В. Николаенко
_____ 20__ г.

РЕФЕРАТ

Астахов Д.В. Проект объединения отдельных схем водоснабжения п. Красногорский Еманжелинского района. – Челябинск: ЮУрГУ, АСз-391, 2021. – 83 с., 9 ил., 12 табл., библиогр. список – 12 наим., 6 чертежей.

Ключевые слова: поверхностный источник водоснабжения, аммиак, подземный источник водоснабжения, гидравлический расчет.

Объектом исследования являются существующие системы водоснабжения п. Красногорский. Цель работы – технологическое обоснование выбора современного метода удаления загрязнений из воды, рекомендации по включению в схему водоснабжения дополнительного подземного источника, объединение отдельных схем водоснабжения в единое целое.

В первом разделе дана краткая характеристика загрязнений воды в период паводка и проведен анализ существующих методов удаления данных загрязнений из воды.

Второй раздел посвящен актуализации действующей системы водоснабжения п. Красногорский.

В третьем разделе представлено экономическое обоснование при выборе источника водоснабжения в период весеннего паводка.

					<i>ЮУрГУ – 08.04.01.2021.305-04.018.ПЗ</i>			
<i>Изм</i>	<i>Дата</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Астахов Д.В.</i>			<i>Проект объединения отдельных схем водоснабжения п. Красногорский Еманжелинского района</i>	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>		<i>Ульрих Д.В.</i>				<i>ВКР</i>	<i>6</i>	<i>83</i>
<i>Нормоконтр</i>		<i>Николаенко Е.В.</i>				<i>ЮУрГУ (НИУ)</i>		
<i>Зав. каф.</i>		<i>Ульрих Д.В.</i>				<i>Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»</i>		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	11
1.1 Характеристика загрязнений источников водоснабжения в период паводка	11
1.2 Методы удаления загрязнений из воды	16
1.3 Выводы	22
2 АКТУАЛИЗАЦИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПОСЕЛКА КРАСНОГОРСКИЙ.....	23
2.1 Общая характеристика реки Увелька.....	23
2.2 Исходные данные.....	25
2.2.1 Качество воды в источнике в период паводка	25
2.2.2 Описание существующей схемы очистных сооружений.....	30
2.3 Разработка схемы очистки воды в период паводков.....	30
2.3.1 Описание предлагаемой технологической схемы по очистке воды в период паводка.	30
2.3.2 Выбор и обоснование метода очистки воды	31
2.4 Расчетная часть.....	34
2.4.1 Расчет скорого фильтра.....	34
2.4.2 Подбор диаметра трубопроводов	39
2.5 Водоснабжение поселка Красногорский с подключением хозяйственно-питьевых скважин в городскую сеть.....	41
2.5.1 Характеристика качества подземных вод целевого водоносного горизонта.....	41
2.5.2 Подсчет запасов подземных вод.....	45
2.6 Гидравлический расчет объединенных существующих систем водоснабжения.....	51
2.7 Выводы	71
3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	72
3.1 Выводы	80

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	81
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	83

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы

При анализе действующих санитарно-эпидемиологических правил и нормативов, а именно СанПиН 2.1.4.2580-10 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству питьевой воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества", предъявляющих высокие требования к питьевой воде в системах централизованного водоснабжения, проблема загрязнения источников водоснабжения стоит остро.

Паводковый период непродолжителен, но характеризуется значительным повышением содержания примесей в воде. При анализе воды в источнике водоснабжения увеличение загрязнения по таким показателям, как запах, цвет, аммиак может увеличиться порядка 10 раз.

В связи с этим, **целью** данной работы является технологическое обоснование выбора современного метода удаления данных загрязнений из воды, рекомендации по включению в схему водоснабжения дополнительного подземного источника (артезианская скважина), объединению отдельных схем водоснабжения в единое целое на примере существующих систем поселка Красногорский.

Для достижения поставленной цели в работе были выдвинуты следующие **задачи**:

1. Провести литературный обзор по вопросам удаления загрязнений из воды в период паводка.
2. Разработать технологическую схему, которая будет обеспечивать на выходе воду питьевого качества, если существующая схема не справляется с возрастающими концентрациями органических веществ в период паводков.
3. Рассмотреть возможность включения в схему водоснабжения дополнительного подземного источника (артезианская скважина).

4. Экономически обосновать выбор источника системы водоснабжения поселка Красногорский в период паводков.

5. Объединить существующие отдельные системы водоснабжения поселка Красногорский в единое целое, с проведением гидравлического расчета.

Практическая значимость заключается в подготовке исходных данных для организации проекта по актуализации действующей системы водоснабжения Красногорского городского поселения.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Характеристика загрязнений источников водоснабжения в период паводка

Почти все городское, и более половины сельского населения страны пользуются централизованным водоснабжением. Но в настоящее время не вся вода, подающаяся потребителям, соответствует действующим нормативным документам. Как правило, основными источниками централизованного водоснабжения являются поверхностные воды (68%) и подземные воды (32%).

В настоящее время большинство поверхностных источников водоснабжения подверглись значительному воздействию вредных антропогенных факторов. Поэтому около половины населения России вынуждены использовать для питья воду, не отвечающую по ряду показателей гигиеническим требованиям, в связи с этим в ряде городов и регионов складывается напряженная ситуация с обеспечением населения водой питьевого качества.

Основными причинами сложившегося положения, помимо загрязнения водоисточников, являются неудовлетворительное состояние и повышенный износ систем централизованного водоснабжения - водоочистных сооружений, водопроводных сетей и оборудования на них.

Особенно актуальна проблема очистки воды в настоящее время, когда введен в действие новый нормативный документ СанПиН 2.1.4.2580-10 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству питьевой воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества", регламентирующий повышенные требования к качеству воды.

Наиболее сложные ситуации на водопроводах возникают в период паводков, когда в водоисточник попадают загрязнения, накопленные на водосборной территории. Особую опасность представляют залповые выбросы при промышленных и транспортных авариях, нарушениях производственных

режимов и стихийных бедствиях. Они влекут за собой попадание в воду и почву значительных количеств химических веществ техногенного происхождения, в том числе ксенобиотиков, которые практически не обезвреживаются в ходе естественных процессов самоочищения водоемов.

Паводковые и аварийные периоды характеризуются многократным (в 10 раз и более) увеличением содержания примесей в воде, но продолжаются недолго - от 1 до 10-20 сут.

В практике часто встречаются ситуации с резким увеличением загрязнений в воде в 3-10 раз в течение нескольких дней по таким показателям, как запах, цвет, аммиак и т.п.

Аммиак – хорошо растворимый в воде газ, безцветный, имеющий характерный запах и токсическое воздействие на водную фауну и флору. В воде может находиться в двух формах: при числе водородного показателя менее 8 – в форме аммония, более 11 – в форме аммиака. При этом при нахождении водородного показателя в пределах между 8 и 11 встречаются как аммиак, так и аммоний. Общий аммонийный азот – это сумма аммиака и аммония. Аммиак, взаимодействуя в воде с другими элементами, представляет большую опасность. Такие факторы, как температура и водородный показатель воды, сильно влияют на токсичность аммиака. Уровень аммиака при естественных условиях грунтовых вод не превышает 0,2 мг/л. Слои, богатые гуминовыми элементами, имеют более высокий уровень аммиака – вплоть до 3 мг/л. Для поверхностных вод нормой содержания аммиака является 12 мг/л. Важнейшим показателем загрязнения источников водоснабжения является присутствие аммиака. Допустимая концентрация на аммиак в жидкости – 1,5 мг/л.

Основные причины попадания аммиака в поверхностные воды это: отходы животного происхождения, стоки сельскохозяйственных угодий, загрязнение атмосферы, а также поступление с очистных сооружений канализации. При превышении ПДК в воде, аммиак накапливается в крови и тканях рыб, что приводит к гибели водной живности. В целом, при попадании аммиака в водоем, экологическая стабильность выходит из равновесия, разрушаются

функциональные связи между микроорганизмами, животными, растениями и прочими элементами экосистемы водоема, из-за вытеснения видов, чувствительных к азотной группе.

В воде аммиак может образовываться вследствие различных причин. Как правило в артезианских скважинах аммиак в воде появляется из-за восстановительных реакций азотнокислых соединений. Встреча аммиака в болотистых водах указывает на то, что загрязнение является не животного происхождения. Самой распространенной причиной появления в воде аммиака – попадание со сточными водами белковых веществ и их разложение. Как правило, наличие аммиака в воде говорит о недавнем загрязнении источника, потому что аммиак – это первичный продукт гниения.

Аммиак – отличный показатель загрязнения воды веществами животного происхождения, но с учетом того, что о данном загрязнении органическими соединениями говорят и прочие показатели качества воды.

минерализации аммиак окисляется сначала до нитритов, потом до нитратов.

При минерализации аммиак окисляется до промежуточных продуктов распада, называемых нитритами. Наличие нитритов в воде как раз и говорит о свежем загрязнении. Также нитриты могут содержаться и в условно чистых источниках, так как могут образовываться в результате реакции восстановления нитратов.

Нитраты, то есть соли азотной кислоты, конечный продукт минерализации органических веществ. Если в воде имеются данные вещества, это признак давних загрязнений и окончания белкового распада.

Наличие гуминовых веществ, попадающих в воду из почвы, является признаком повышения цветности воды. В почве гуминовые вещества появляются при микробиологическом разрушении органических соединений. Гумус образуется и при синтезе микроорганизмами в почве новых органических веществ. Окраска воды от коричневой до желтой – признак

попадания гуминовых веществ в воду. Характер почвы, водоносные условия, наличие болот и торфяников, геологические условия и прочие признаки, обуславливающие количество гуминовых веществ в воде. При разрушении водорослей образуется небольшое количество гумуса. Интенсивность цветности воды и её степень окрашивания говорит о количестве гумуса. Измерения цветности происходит путем сравнения интенсивности цветности воды с окрашиванием растворов платиново-кобальтовой или хромово-кобальтовой шкалы. Современные инструменты, такие как фотоколориметры и спектрофотометры позволяют вычислять градусы цветности в автоматическом режиме. До этого такое сравнения осуществлялось визуально.

Наличие в воде летучих пахнущих веществ, попадающих в источник со сточными водами или естественных путем влияют на показатель запаха воды. Почти любое органическое вещество или соединение отличаются характерных запахом и легко передают его в воде. Запах воды определяется при двух температурных режимах: 20 °С (нормальный) и 60 °С (повышенный). Запахи, по происхождению бывают естественными и искусственными. Данный характер описывается исключительно субъективными ощущениями. Естественный запах образуется, например, от умерших организмов, водорослей, от воздействия почвы и т.д. Как правило, запахи измеряются в баллах. Для питьевых целей вода должна быть не более 2 баллов.

Колифаги – вирусы, которые обитают к колиморфных бактериях. В процессе жизнедеятельности эти вирусы заражают бактериальные клетки, размножаются в ней и убивают её. Колифаги это показатели степени очистки воды, так как они крайне схожи с кишечными вирусами человека и обнаруживаются достаточно просто. Они являются также отличными индикаторами из-за способности сохранить жизнь вне тела хозяина. Отличный критерий хорошей очистки воды – отсутствие или наличие колифаг.

На данный момент хорошо изучены две группы: родственные бактерии и соматические колифаги. Данных группы в большом количестве обнаруживаются в сточных водах.

Общепризнанный принцип оценки и мониторинга микробиологической степени опасности воды, с использованием стандартных кишечных бактерий, помогает обнаружить все подобные и сопутствующие таким загрязнениям патогенные биологические агенты. Быстрое выделение индикаторных организмов из воды позволяет им количественно вычисляться и идентифицироваться. В отличие от патогенных биологических агентов, индикаторы живут больше времени в водной среде, а также намного устойчивее при реакции с хлором.

В качестве колиформных организмов, для использования при индикации фекального загрязнения, используются сульфит редуцирующие спороносные клостридии, фекальные стрептококки и общие колиформы. Например, бифидобактерии и другие анаэробные бактерии встречаются в огромных количествах в фекалиях, но рутинные способы обнаружения их в воде очень длительны и сложны. Из-за этого, специалистами используется метод титрации (серийные разведения) или использование мембранных фильтров, как наиболее достоверный и доступный метод количественного обнаружения индикаторов.

С давних времен колиформные организмы показали себя как наиболее удобные индикаторы качества воды, так как легко определяются количественно и обнаруживаются. Они имеют вид грамтрицательных палочек. Общие колиформы ферментируют лактозу до кислоты и газа при ~ 36 °С, а термотолерантные колиформы – при ~ 44 °С. Они бывают следующих видов: энтеробактер, *E. coli*, клебсиеллу, цитробактер.

Недостаточная очистка воды, а также вторичное загрязнение является признаком наличия колиформных бактерий в воде. Таким образом, определения колиформ показывает эффективность очистки воды. Как известно, цисты некоторых организмов паразитов устойчивее к обеззараживанию, чем колиформные микробактерии. Поэтому при отсутствии колиформ в источниках

водоснабжения не всегда свидетельствует о том, что в воде отсутствуют цистамеб, лямблий и прочих паразитов.

Далее приведем методы очистки воды для приведения к нормам предельных допустимых концентраций вышеуказанных показателей.

1.2 Методы удаления загрязнений из воды

Обратный осмос – процесс, в котором с помощью давления принуждают растворитель (обычная вода) проходить через полупроницаемую мембрану из более концентрированного в менее концентрированный раствор, то есть в обратном для осмоса направлении. При этом мембрана пропускает растворитель, но не пропускает некоторые растворенные в нем вещества.

Процесс легко автоматизируется, позволяет удалять концентрации аммония в пределах от 1 до 2 мг/л с остаточным содержанием аммония в пределах 0,1 мг/л. Удаления более высоких концентраций аммония вплоть до 5 мг/л достигается подбором аммоний-селективных обратноосмотических мембран. Побочный эффект применения обратноосмотического метода очистки - значительное обессоливание и умягчение воды, высокие капитальные расходы при необходимости получения высоких производительностей очистки, значительные объемы сброса концентрата, эксплуатационные расходы на подготовку воды и искусственная минерализация пермеата, характерная для высокого содержания аммония в обрабатываемой воде и невозможности подмеса исходной воды к пермеату.

Аэрация воды считается одним из самых популярных способов очищения воды. Она избавляет не только от аммиака, но также и от железа, метана и иных соединений. По сути, идет процесс дегазации и окисления растворенных в жидкости веществ. Для очистки воды от аммиака используют обычно специальные насосы дозаторы. Это специальные аппараты, которые воздух нагнетают в окислительный бак (либо аэрационную колонну) с помощью

компрессора. Одними из самых важных частей этой установки считаются датчики потока, газоотделительный клапан (через него выводится избыток воздуха вместе с выделяемыми газами), система управления и небольшие компрессоры.

Этот метод предусматривает предварительный перевод растворенного аммонийного азота в аммиак в результате повышения рН среды с последующей обдувкой его воздухом путем многократного разбрызгивания жидкости. Ионы аммония в сточной воде находятся в равновесном состоянии с аммиаком: $\text{NH}_4 \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}^+$.

При $\text{pH} > 7$ равновесие сдвигается вправо, при этом образуется гидроокись аммония, которая разлагается на аммиак и воду: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_4\text{OH} - \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

Наибольшее количество растворенного в воде аммиака извлекается при $\text{pH} = 10-11,5$. При пропускании воздуха через раствор гидроокиси аммония NH_3 удаляется вместе с воздухом. Эффективность удаления NH_3 зависит от температуры воды. Растворимость аммиака увеличивается с понижением температуры, поэтому зимой эффективность его удаления составляет 30-50%, а летом повышается до 98 %. Средний расход воздуха весьма значителен и составляет 2500-4000 м³ на 1 м³ обрабатываемой воды. Недостатком этого метода является также образование корки из карбоната кальция на поверхности загрузки, что приводит к снижению пропускной способности установки, а иногда и прекращению ее работы. Для предотвращения загрязнения атмосферы воздух, содержащий аммиак, можно пропускать через раствор серной кислоты с целью получения 10%-ного раствора сульфата аммония или поглощать водой для получения аммиачной воды. Сульфат аммония и аммиачная вода могут быть использованы как удобрения.

Доочистка методом электрокоагуляции-флотации с использованием растворимых алюминиевых анодов и с предварительным хлорированием обеспечивает высокий эффект доочистки при следующих оптимальных

параметрах процесса: расход тока 30 А/ч, расход электроэнергии 0,3 кВт·ч/м³, расход алюминия 8 г/мг, расстояние между электродами 20 мм, продолжительность пребывания воды в электрокоагуляторе-флотаторе - 30 мин. При этом достигается снижение содержания не только NH₄⁺ с 2,6 до 0,1 мг/л, но и взвешенных веществ, БПК₅, ХПК и фосфатов. Необходимость периодической замены отработанных электродов и дефицитность листового алюминия затрудняют использование метода на станциях большой производительности.

Очистка сточных вод с помощью катионита КУ-2 обеспечивают 100%-ное извлечение аммиака. В процессе эксплуатации установки обменная ёмкость катионита не снижается. Полная регенерация катионита достигается промывкой его 10%-ным раствором серной или азотной кислоты, что определяется характером производства; при улавливании сернокислого аммония пользуются серной кислотой, при улавливании азотнокислого аммония - азотной кислотой. Удовлетворительные результаты даёт регенерация катионита раствором фосфорной кислоты или подача её с некоторым избытком (0,5-1 моль на молекулу аммиака в смоле). Элюат, содержащий аммонийные соли и не прореагировавшие кислоты, может быть возвращен в производство. Для очистки от аммонийного азота могут использоваться синтетические органические катионообменные смолы, но эти смолы не дают необходимого эффекта ввиду малой емкости по иону аммония и быстрого загрязнения растворенными органическими веществами; кроме того, они не обладают селективностью по отношению к иону аммония. Более перспективно для удаления аммонийного азота применение различных цеолитов. Цеолиты - природные и синтетические алюмосиликаты с некомпенсированными группами SiO₂. Цеолиты могут сорбировать молекулы, размер которых не превышает эффективный диаметр пор цеолитов. Для адсорбции из воды аммонийного азота наиболее эффективны цеолиты, содержащие максимальное количество кремнезема (до 80 %). Таким высоко кремнеземным цеолитом является

природный минерал клиноптилолит, обладающий наиболее высокой селективностью по отношению к иону аммония в присутствии ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^+ . Так, клиноптилолит с диаметром пор около 4,4 сорбирует молекулы SO_2 , H_2S , CH_4 , CO_2 , CH_3OH , CH_3NH_2 , H_2O , NH_3 , N_2 и др. Крупнейшие месторождения клиноптилолита имеются в Закавказье, Средней Азии, на Дальнем Востоке и др. Перед очисткой на клиноптилолитовых фильтрах из сточных вод удаляют взвешенные вещества. Как правило, перед этими фильтрами устанавливают скорые зернистые фильтры. Обменная емкость загрузки клиноптилолита составляет 7 г NH_4^+ /кг, или 300 г - экв NH_4^+ /м³. Высота загрузки не менее 2 м, скорость фильтрации 5-7 м/ч. Допустимая в исходной воде концентрация аммонийного азота не должна превышать 50 мг/л. Эффект удаления его на клиноптилолитовых фильтрах составляет 90-97%. В настоящее время применение клиноптилолита не получило еще широкого распространения.

Окислители находят широкое применение в практике очистки питьевой воды и используются главным образом для ее обеззараживания от бактерий, вирусов, а также улучшения органолептических показателей качества воды. С возросшим загрязнением водоемов органическими соединениями за счет сброса производственных сточных вод значение окислителей в практике очистки воды существенно возросло, поскольку оказалось, что многие химические вещества, присутствующие в воде, разрушаются в той или иной степени под действием окислителей. При использовании окислителей должна учитываться способность окислителей к некоторым реакциям, например к реакциям замещения с включением своих молекул в образующиеся вещества, в результате чего в воде могут появиться нежелательные и даже опасные соединения.

В практике очистки воды в основном находят применение следующие окислители: озон, перманганат калия, хлор.

Озон является наиболее сильным из всех известных в настоящее время окислителей. Одним из его преимуществ с гигиенической точки зрения является неспособность его в отличие от хлора к реакциям замещения. Особенность озона заключается в том, что он быстро разлагается. С одной стороны это вызывает некоторые технические трудности, с другой- дает преимущество, в том, что передозировка озоном не так критична.

Перманганат калия является менее сильным окислителем, чем озон. Так же, как и последний, он не вступает в реакции замещения. К недостаткам перманганата калия следует отнести его сравнительно высокую стоимость, а также опасность появления остаточных концентраций, поскольку марганец нормируется в питьевой воде на уровне весьма малых величин.

Хлор- наиболее дешевый и распространенный из указанных выше окислителей, но значительно слабее их. Недостатком хлора, как уже отмечалось выше, является его способность вступать в реакции замещения.

В связи с тем, что аммиак и соли аммония не сорбируются активными углями, вода, содержащая аммонийный азот, предварительно подвергается хлорированию. При хлорировании в зависимости от рН воды и соотношения между концентрацией аммонийного азота и дозой хлора образуется смесь, состоящая из моно- и дихлорамина, треххлористого азота и молекулярного азота. Наиболее полное удаление аммонийного азота достигается при соотношении $Cl_2:(NH_4^+-N) = 7,6:1$ и $10:1$ в диапазоне рН 5-8. В этом случае в продуктах реакции находятся свободный азот и дихлорамин. При меньших дозах хлора ($Cl_2:(NH_4^+-N) = (4-5):1$) и высокой рН в продуктах реакции преобладают монохлорамины. Образование токсичного треххлористого азота и окислов азота возможно при весьма больших дозах хлора и $pH < 4$. Поскольку все соединения хлора с аммиаком значительно токсичнее, чем сам хлор, то очень важно, чтобы эти соединения были удалены из очищенной воды. Для этого используется фильтрование через гранулированный активный уголь. Исследования показали, что процесс хлорирования - адсорбции удаляет в

среднем 85-91 % аммонийного азота, снижая его концентрацию в воде с 12 до 0,7-1,8 мг/л. В этом процессе удаляются также свободный хлор и все формы хлораминов. Процесс хлорирования-адсорбции имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами удаления азота: аммонийный азот удаляется полностью (превращается в азот - безвредный газ, поступающий в атмосферу); капитальные затраты значительно ниже; одновременно происходит обеззараживание воды. Недостатком процесса является увеличение концентрации хлоридов в воде при обработке сточных вод с относительно высокой концентрацией аммонийного азота. Так, при 20 мг/л $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ содержание растворенных веществ увеличивается до 125 мг/л. Нейтрализация известью увеличивает содержание растворенных веществ до 245 мг/л. Если вместо хлора используется гипохлорит, то содержание хлоридов возрастает до 141,5 мг/л при той же исходной концентрации аммонийного азота. Расход хлора может превышать указанные выше количества, если в воде присутствуют растворенные органические загрязнения или другие вещества, способные окисляться хлором, поэтому необходима предварительная очистка воды от этих веществ.

1.3 Выводы

В настоящее время большинство поверхностных источников водоснабжения подверглись значительному воздействию вредных антропогенных факторов. Также причинами являются неудовлетворительное состояние и повышенный износ систем централизованного водоснабжения – водоочистных сооружений, водопроводных сетей и оборудования на них.

В настоящей главе были описаны виды и характер загрязнений источников водоснабжения в период паводков. Также представлены существующие методы удаления этих загрязнений.

Методы удаления загрязнений из воды, представленные в этой главе, в дальнейшем используются для разработки технологической схемы очистных

сооружений поселка Красногорский, так как существующая схема не справляется с возрастающими концентрациями органических веществ в период паводков.

2 АКТУАЛИЗАЦИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПОСЕЛКА КРАСНОГОРСКИЙ

2.1 Общая характеристика реки Увелька

Река Увелька является притоком реки Уй, которая берет начало в 12 км к северо-западу от с.Азнашево Учалинского района республики Башкортостан, в небольшом болоте, пересекает Челябинскую область с запада на восток и пересекает границу области с Республикой Казахстан. Река Уй является левобережным притоком р.Тобол; ее длина 462 км, в границах Челябинской области - 386 км. Площадь водосбора – 36300 км².

По химическому составу вода реки относилась к гидрокарбонатному классу, группе кальция. Минерализация воды подвержена сезонным колебаниям: минимальные значения – 243-467 мг/л отмечены в периоды половодий, максимальные – 730-1080 мг/л - в межени. Кислородный режим реки в граничном створе был удовлетворительным: содержание растворенного в воде кислорода составило 6,80–15,0 мг/л, насыщение воды кислородом – 46-128%. Качественный состав реки в контрольном створе п.Березовского формируется под влиянием поверхностного стока с прилегающих территорий и пойменной части реки.

В период наблюдений 2001-2005 гг. среднегодовые концентрации азот- и фосфорсодержащих компонентов, органических соединений (по БПК5) и нефтепродуктов, в основном, не превышали предельно допустимых. В годовых циклах отмечались повышения концентраций до максимальных: азота аммония - 6,5 ПДК – в 2005г., БПК5 - 2 ПДК – в 2004г. в периоды весенних половодий за счет попадания загрязняющих веществ с поверхностным стоком.

Среднегодовые концентрации металлов не превышали природного геохимического фона и составляли: меди и цинка – 3 ПДК, марганца – 10,2 ПДК, содержание никеля в воде ниже нормативного значения, хром – не обнаружен.

По индексу загрязненности (ИЗВ) вода реки Уй в створе п.Березовского за период наблюдений 2001-2005 гг. соответствовала II классу качества и характеризовалась «чистой».

Увелька — река в центральной части Челябинской области, крупнейший приток реки Уй. Длина водотока реки – 234 км, площадь бассейна – 5820 км². Исток располагается в Чебаркульском районе Челябинской области, вблизи с озером Кундравинское. Протекает по центральной части Челябинской области, по территории шести районов: Троицкого, Еткульского, Увельского, Пластовского, Уйского и Чебаркульского районов.

Поселок Красногорский располагается на берегах реки Увелька. Ситуационный план участка представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Ситуационный план участка реки Увелька в районе р.п. Красногорский

2.2 Исходные данные

Исходные данные, использованные для разработки выпускной квалификационной работы:

- 1) План расположения головных сооружений на реке Увельке;
- 2) Пояснительная записка «Схема водоснабжения и водоотведения Красногорского городского поселения»;
- 3) План сетей водопровода и канализации п. Красногорский М 1:2000;
- 4) План 1-го этажа очистных сооружений водопровода;
- 5) План, разрезы скорых фильтров;
- 6) Протоколы лабораторных испытаний по качеству исходной воды;
- 7) Отчет по подсчету запасов подземных вод водозаборного участка Красногорский, расположенного на территории Красногорского городского поселения Еманжелинского муниципального района Челябинской области;
- 8) Паспорт разведочной скважины.

2.2.1 Качество воды в источнике в период паводка

В таблице 1, 2, 3 указаны показатели качества воды в источнике. Данные взяты из протокола лабораторных испытаний от 31.03.2019, 08.04.2019, 09.04.2019 соответственно. Протокол выполнен ООО «Вега».

Таблица 1 – Протокол показателей качества воды пробы от 31.03.2019 г.

Определяемые показатели	Ед. изм	Результаты исследований	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
Аммиак	мг/дм ³	0,287	2,0 (по азоту)	ГОСТ 33045-2014

Продолжение таблицы 1

Определяемые показатели	Ед. изм	Результаты исследований	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
Нитриты	мг/дм ³	0,026	3,0	ГОСТ 33045-2014
Нитраты	мг/дм ³	9,3	45	ГОСТ 33045-2014
Хлориды	мг/дм ³	40	350	ГОСТ 4245-72
Жесткость общая	град. Ж	7,6	7,0	ГОСТ 31954-2012
Мутность	мг/дм ³	1,18	не более 1,5	ГОСТ 3351-74
Цветность	градус	26,3	не более 20	ГОСТ 31868-2012
Водородный показатель	ед. рН	7,73	6-9	ПНДФ 14.1:2:3:4.121-97
Окисляемость	мг/дм ³	2,6	не более 5	ПНДФ 14.1:2:4.154-99

Таблица 2 – Протокол показателей качества воды пробы от 08.04.2019 г.

Определяемые показатели	Ед. изм	Результаты исследований	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
Аммиак	мг/дм ³	6,766	2,0 (по азоту)	ГОСТ 33045-2014
Нитриты	мг/дм ³	0,155	3,0	ГОСТ 33045-2014
Нитраты	мг/дм ³	6,25	45	ГОСТ 33045-2014
Хлориды	мг/дм ³	28,5	350	ГОСТ 4245-72

Продолжение таблицы 2

Определяемые показатели	Ед. изм	Результаты исследований	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
Жесткость общая	град. Ж	5,0	7,0	ГОСТ 31954-2012
Мутность	мг/дм ³	8,4	не более 1,5	ГОСТ 3351-74
Цветность	градус	180,0	не более 20	ГОСТ 31868-2012
Водородный показатель	ед. рН	7,75	6-9	ПНДФ 14.1:2:3:4.121-97
Окисляемость	мг/дм ³	11,7	не более 5	ПНДФ 14.1:2:4.154-99

Таблица 3 – Протокол показателей качества воды пробы от 09.04.2019 г.

№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты исследований ± погрешность*	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
Органолептический анализ					
1	Запах	балл	4	не более 2	РД 52.24.496-2005

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты исследований ± погрешность*	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
2	Мутность (по коалину)	мг/дм ³	более 5	не более 20	ПНДФ 14.1:2:4.21 3-05
3	Цветность	градус	более 500	не нормируется	ПНДФ 14.1:2:4.20 7-04
Количественный химический анализ					
1	Алюминий	мг/дм ³	0,18±0,04	не более 0,2	ПНДФ 14.1:2:4.16 6-2000
2	Аммиак и аммонийный-ион (по азоту)	мг/дм ³	13,6±2,7	не более 1,5	ПНДФ 14.1:2:4.27 6-2013
3	Водородный показатель	ед. рН	7,80±0,20	6,5-8,5	ПНДФ 14.1:2:4:4.1 21-97
4	Жесткость общая	мг-экв/дм ³	2,5±0,4	не нормир.	ГОСТ 31954-2012
5	Марганец	мг/дм ³	0,85±0,09	не более 0,1	РД 52.24.467- 2008
6	Нитраты (по NO ₃)	мг/дм ³	2,5±0,5	не более 45	ПНДФ 14.1:2:4.4- 95
7	Нитриты (по NO ₂)	мг/дм ³	0,52±0,7	не более 3,3	ПНДФ 14.1:2:4.3- 95
8	Окисляемость перманганатная	мг*O ₂ /дм ³	33,1±3,3	не более 7	ПНДФ 14.1:2:4.15 4-99

Окончание таблицы 3

№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты исследований ± погрешность*	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
9	Сульфаты (по SO ₄)	мг/дм ³	21,00±4,20	не более 500	ПНДФ 14.1:2.159-2000
10	Фториды (F ⁻)	мг/дм ³	1,15±0,28	не более 1,5	ПНДФ 14.1:2:3:4.1 79-2002
11	Хлориды (по Cl)	мг/дм ³	24,1±2,9	не более 350	ПНДФ 14.1:2:4.11 1-97
Бактериологические исследования					
1	Колифаги	БОЕ/100 мл	121	не более 10	МУК 4.2.1884-04
2	ОМЧ		130	не нормируется	МУК 4.2.18 84-04
3	Общие колиформные бактерии	КОЕ/100 мл	2400	не более 1000	МУК 4.2.18 84-04
4	Сальмонеллы		не обнаружено	отсутствии	МУК 4.22.2723-10
5	Термотолерантные колиформные бактерии	КОЕ/100 мл	2400	не более 100	МУК 4.2.18 84-04

На основе проведенных исследований обнаружено высокое содержание аммиака и различных бактерий (колифаги, колиформные бактерии). Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологической схемы, которая будет обеспечивать на выходе воду питьевого качества, так как существующая схема не справляется с возрастающими концентрациями органических веществ в период паводков.

2.2.2 Описание существующей схемы очистных сооружений

Очистные сооружения водопровода поселения Красногорский работают по классической двухступенчатой схеме осветления: отстаивание в вертикальных отстойниках и фильтрация на скорых фильтрах.

Существующий водозабор руслового типа. Основными элементами водозабора являются:

- водоприемник-оголовок;
- всасывающая линия;
- береговой колодец;
- насосная станция.

1. С первого подъема вода поступает в ершовые смесители куда подается 10% коагулянт (сернокислый алюминий).

2. После смесителей вода поступает на вертикальные отстойники .
Количество отстойников – 4 шт. Объем одного отстойника – 108 м³. Время нахождения воды в отстойнике – 2 часа. Осадок от отстойников утилизируют на площадках очистных сооружений канализации.

3. Количество скорых фильтров – 6 шт.
Скорость фильтрации при одном выключенном фильтре – 6,62 м/с.
Количество промывок одного фильтра – 2 раза в сутки.
Продолжительность промывки – 5 мин.
Общее количество воды на промывку – 310 м³/сут.

Коагуляция производится только в весенний период и частично летом.

2.3 Разработка схемы очистки воды в период паводков

2.3.1 Описание предлагаемой технологической схемы по очистке воды в период паводка

С наступлением паводков качество исходной воды резко ухудшается по таким показателям, как аммиак, цветность, о чем свидетельствуют анализы проб воды взятые 31.03.19, 08.04.19, 09.04.19. Содержание аммиака в исследуемой воде $13,6 \pm 2,7$ мг/дм³ при допустимой величине не более 1,5 мг/дм³; цветность исследуемой воды более 500 градусов при допустимой величине не более 20 градусов; по бактериологическим показателям превышение по содержанию колифагов – 121 БОЕ/100 мл при норме не более 10, общим колиформным бактериям – 2400 КОЕ/100 мл при норме не более 1000, термотолерантным колиформным бактериям – 2400 КОЕ/100 мл при норме не более 100.

Исходя из вышеперечисленного, следует вывод, что исходная вода относится к высокоцветной маломутной (при средней мутности не более 10 мг/л) с высоким содержанием органической составляющей.

Существующая схема очистки не обеспечивает на выходе воду питьевого качества, так как она изначально не была рассчитана под такие условия.

2.3.2 Выбор и обоснование метода очистки воды

Рассмотрев в литературном обзоре самые распространенные методы очистки природных и сточных вод от аммиака, целесообразно выделить на сравнение два метода по экономическим показателям: окислительно-сорбционный и ионообменный метод.

Метод обратного осмоса не подходит для систем с большой производительностью. Такие методы очистки чаще всего используют для водоснабжения отдельных домов или их групп. Данный метод обладает рядом значительных недостатков: значительное обессоливание и умягчение воды (95-97%), что не допустимо для воды питьевого качества, для которой данные показатели четко нормируются. В этой связи необходимо искусственно минерализовать воду, что приводит к увеличению эксплуатационных расходов.

Для осуществления метода электрокоагуляции и электролиза требуются большие затраты на электроэнергию. Данный метод также сложен в эксплуатации.

Применение окислительного метода с использованием озона и перманганата калия, требует в первом случае, покупку дорогостоящего оборудования, а именно озонаторной установки, к которой необходимо устройство вентиляции для отвода остаточного озона за пределы здания.

Ионообменный метод с использованием селективного фильтра FNH4/D-1000 для удаления аммиака компании «ПроЭко», с производительностью 41 м³/час является оптимальным вариантом для удаления аммиака. Данные фильтры не снижают значение жесткости воды, что характерно для фильтров с ионообменной загрузкой. Система работает непрерывно, жизнеспособность фильтрующего слоя, заявленного производителем, составляет 20 лет. Регенерация осуществляется раствором поваренной соли. Система управляется автоматикой, так что не требует постоянного контроля. На рисунке 2 и рисунке 3 показаны характеристики всей линейки фильтров, в зависимости от производительности.

Модель		FNH4/D-130	FNH4/D-180	FNH4/D-210	FNH4/D-300	FNH4/D-500	FNH4/D-700	FNH4/D-1000	
Корпус	Количество цеслпгов [лм ²]	130	180	210	300	500	700	1000	
	Размер [дюйм]	16 x 65	18 x 65	21 x 66	24 x 69	30 x 78	36 x 78	42 x 78	
Тип управляющего клапана		Magnum							
Бак регенеранта	Объём [л]	300	300	300	550	550	1000	1400	
	Количество регенеранта [л]	150	150	420	350	350	700	1000	
Производительность ¹	Минимальная [м ³ /ч]	3,2	4,5	5,2	7,5	12,5	17,5	25	
	Номинальная [м ³ /ч]	4,0	5,4	6,5	9,0	14,2	20,5	28,5	
	Максимальная [м ³ /ч]	5,7	8,0	9,2	12,0	20,5	26,5	41	
Ионообменная способность	Макс. [вал]	260	360	50	600	1000	1400	2000	
	Мин. [вал]	156	216	252	360	600	840	1200	
Расход регенеранта ²	Макс. [кг]	32,5	45	52,5	75	125	175	250	
	Мин. [кг]	10,4	14,4	16,8	24	40	56	80	
Производительность в одном цикле ³	Макс. [м ³]	87	120	140	200	333	466	690	
	Мин. [м ³]	52	72	84	120	200	280	420	
Проток при обратной промывке ⁴ [л ³ /мин]		6,5	9	10,5	15	25	35	45	
Рекомендуемое время промывки [мин]		10					15		
Гидравлическое падение давления [бар]		0,2					0,3		
Рабочий диапазон давлений [бар]		2 - 8							
Рабочий диапазон температур [°C]		1 - 38							
Электропитание [V]		220/12							
Порты входа/выхода (наружная резьба) [дюйм]		1 1/2				1 3/4 hub 2		2	
Габаритные размеры фильтра	A [м]- высота	1,95	1,95	1,95	2,05	2,12	2,12	2,40	
	B [м]- ширина	0,40	0,45	0,53	0,6	0,75	0,9	1,1	
Габаритные размеры бака	C [м]- высота	1,06	1,06	1,06	1,14	1,14	1,14	1,14	
	D [м]- ширина	0,62	0,62	0,62	0,82	0,82	1,16	1,16	

Рисунок 2 – Характеристики ионообменных фильтров компании «ПроЭко»

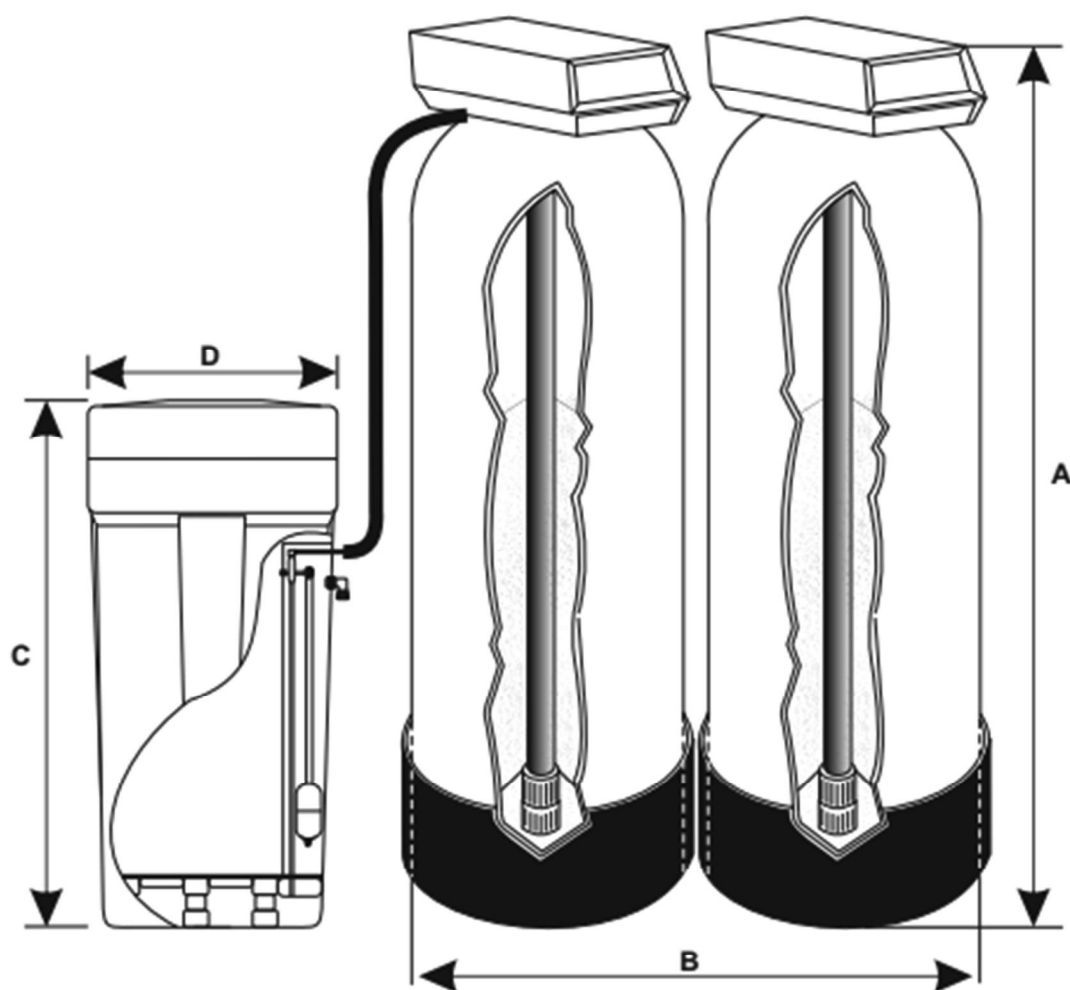


Рисунок 3 – Линейные размеры фильтров

Недостаток данной системы заключается в быстрой порче загрузки, несмотря на заявления производителя, так как в период паводков цветность воды составляет около 500 градусов. Существующие скорые фильтры с песчаной загрузкой, после которых вода пойдет на ионообменные, на данный момент не справляются с таким показателем цветности, а значит, часть растворенных органических веществ будет задерживаться на ионообменных фильтрах.

Технологическая схема на основе окислительно-сорбционного метода состоит из:

Первичное хлорирование → Коагулирование → Отстаивание → Хлорирование для удаления аммиака → Фильтрация (1-ая ступень на песчаной загрузке) → Фильтрация (2-ая ступень на угольной загрузке) → Обеззараживание хлором.

Для удаления аммиака применяется хлор в больших количествах, поэтому целесообразно поделить хлорирование на две стадии. Первичное хлорирование проводится для поддержания трубопроводов в санитарном состоянии. Коагулирование проводится только на период паводка для агрегирования хлопьев с водой повышенной цветности. Отстаивание носит ключевой характер в технологической схеме, поскольку здесь должна осесть большая часть загрязнений. После отстаивания подается основная часть хлора для удаления аммиака. При этом образуются продукты реакции, такие как хлорамины, хлорорганика. Для дехлорации воды предусматривается двухступенчатая фильтрация. Фильтрация воды через активированный уголь 607С или Силкарбон К835 удаляет все продукты реакции замещения, приводит значение цветности к допустимому. Также после фильтрации через вторую ступень удаляются все запахи, которая имеет вода р. Увелька.

В данной схеме предусматривается строительство нового здания скорых фильтров с угольной загрузкой. При необходимости на вторую ступень фильтрации будет подаваться вода на доочистку и обеззараживание с новой проектируемой скважины. Трубопроводы для подачи на ОСВ от скважины и отвода воды потребителям будут проложены в чугунной трубе внутренним диаметром 300мм.

2.4 Расчетная часть

2.4.1 Расчет скорого фильтра

1) Определение размеров фильтра

Полная производительность фильтровальной станции $Q_{\text{сут}}=2500$ м³/сут=104 м³/час=28,94 л/с.

Суммарная площадь фильтров с двухслойной загрузкой вычисляется по формуле

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T * V_{\text{р.н}} - 3,6 * n * w * t_1 - n * t_2 * V_{\text{р.н}}}, \quad (1)$$

где T - продолжительность работы станции в течение суток в ч;

$V_{\text{р.н}}$ - расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме эксплуатации, равная 8 м/ч;

n - количество промывок каждого фильтра за сутки, равное 2;

w - интенсивность промывки, равная 15 л/сек*м²;

t_1 - продолжительность промывки, равная 0,2 ч;

t_2 - время простоя фильтра в связи с промывкой, равное 0,33 ч.

$$F = \frac{1300}{24 * 8 - 3.6 * 2 * 15 * 0.2 - 2 * 0.33 * 8} = 8 \text{ м}^2$$

Принимаем 2 фильтра.

Площадь одного фильтра:

$$f = \frac{F}{N} = \frac{8}{2} = 4 \text{ м}^2$$

Скорость фильтрования воды при форсированном режиме: в пределах 10-12 м/ч.

2) Подбор состава загрузки фильтра

Загрузка фильтра состоит из активированного угля. Поддерживающий слой отсутствует, так как устраивается новая дренажно-распределительная система типа «Полидэф». Высота слоя загрузки равна 1,3 м. Крупность фракций от 1,1 до 1,4 мм позволит существенно увеличить грязеемкость не жертвуя эффектом очистки.

Высота слоя воды над поверхностью загрузки фильтра принимается 2,5 м >2 м.

Строительная высота принимается $2,5\text{ м} + 1\text{ м} = 3,5\text{ м}$.

3) Расчет распределительной системы фильтра

Расход промывной воды, поступающей в распределительную систему, при интенсивности промывки $w = 15\text{ л/сек} \cdot \text{м}^2$:

$$q_{\text{пр}} = f * w = 4.05 * 15 = 60.75 \frac{\text{л}}{\text{сек}}$$

Диаметр коллектора распределительной системы принят $d_{\text{кол}} = 315\text{ мм}$ исходя из скорости движения воды $v_{\text{кол}} = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ (1 – 1,5 м/с).

При размере фильтра в плане 2м × 2м длина одного ответвления:

$$l_{\text{отв}} = (2\text{ м} - D_{\text{кол}}) = (2\text{ м} - 0,355\text{ м}) : 2 = 0,8225\text{ м}, \quad (2)$$

где: $D_{\text{кол}} = 355\text{ мм}$ – наружный диаметр ПНД коллектора (по ГОСТ 18599-2001).

Количество ответвлений на каждом фильтре при шаге оси ответвлений $z = 0.25\text{ м}$ составит:

$$n_{\text{отв}} = (2 : 0,25) * 2 = 16\text{ шт}$$

В итоге по 8 шт. с каждой стороны коллектора.



Рисунок 4 – Дренажно-распределительная система типа «Полидэф».

Общий вид.

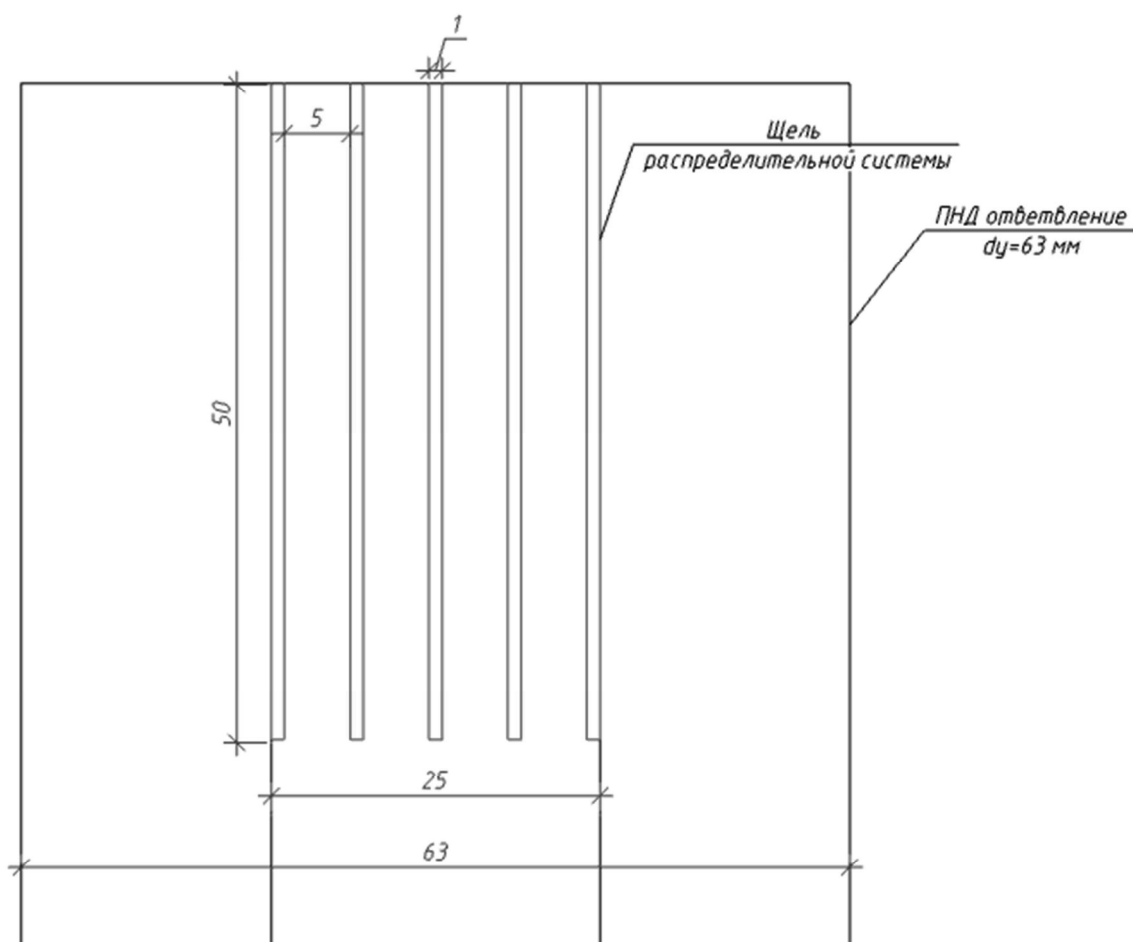


Рисунок 5 – Дренажно-распределительная система. Схема расположения щелей на ответвлении.

Диаметр ПНД труб ответвлений принимаем $d_{\text{отв}} = 63$ мм (по ГОСТ 18599-2001 табл. 3). Скорость движения воды в трубе 1,82 м/с. В верхней части ответвлений по п.п 6.105 при отсутствии поддерживающего слоя размещают щели шириной на 0,1 мм меньше минимального размера зерен фильтрующей загрузки. Площадь щелей - 1,5-2% рабочей площади фильтра. Щели должны размещаться равномерно поперек оси и по периметру трубы не менее чем в два ряда. Ширина щели 1 мм. Отношение площади всех отверстий распределительной системы к площади фильтра принимаем 1,5%. Тогда:

$$\sum f_{\text{отв}} = \frac{1,5 \cdot 4 \text{ м}^2}{100} = 0,06 \text{ м}^2.$$

Общее количество отверстий в распределительной системе каждого фильтра $n_0 = \sum \frac{f_0}{f_0} = \frac{0,06}{0,00005} = 1200$ щелей.

4) Расчет устройств для сбора и отвода воды при промывке фильтра.

При расходе промывной воды на один фильтр $q_{\text{пр}} = 60,75$ л/с и количестве желобов $n_{\text{ж}} = 2$ расход воды, приходящийся на один желоб, составит $q_{\text{ж}} = \frac{60,75}{2} = 30,375 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 0,030375 \text{ м}^3/\text{с}$. Расстояние между осями желобов $e_{\text{ж}} = 470$ мм.

Ширину желоба с треугольным основанием определяем по формуле:

$$B = k * \sqrt[5]{\frac{q^2}{(1,57+a)^3}}, \quad (3)$$

где a - отношение высоты прямоугольной части желоба к половине его ширины; принимается в пределах от 1 до 1,5;

k - коэффициент, принимаемый равным для желобов с треугольным основанием 2,1.

$$B = 2,1 * \sqrt[5]{\frac{0,030375^2}{(1,57 + 1)^3}} = 0,294 \text{ м}$$

Высота желоба с учетом толщины стенки равна 0,455 м. Высота желоба над загрузкой вычисляется по формуле:

$$\Delta h^{\text{ж}} = \frac{H * e}{100} + 0,3 \text{ м} \quad (4)$$

где H-высота фильтрующего слоя в м;

e - относительное расширение фильтрующей загрузки в %.

$$\Delta h^{\text{ж}} = \frac{1,3 * 50\%}{100} + 0,3 = 0,95 \text{ м}$$

Трубопроводы скорого фильтра, арматура аналогичная скорому фильтру первой ступени, за исключением коллектора распределительной системы и ее ответвлений.

Размеры фильтровальной станции в плане-15×12 м, высота здания -11 м.

Для гидроизоляции внутренней поверхности скорого фильтра предусмотрено напыление на поверхность полимочевины. Данный состав застывает практически сразу, напыление можно производить на влажные поверхности.

2.4.2 Подбор диаметра трубопроводов

В рамках данного документа принята прокладка двух трубопроводов из ПНД диаметром 90 мм. Первый трубопровод, который будет прокладываться траншейным методом от скважины до камеры переключения, будет связывать проектируемую скважину с ОСВ.

Второй трубопровод будет подавать воду от ОСВ к потребителям. Его протяженность 4300 м. Прокладка будет осуществляться бестраншейным методом.

1) Трубопровод от проектируемой скважины до ОСВ:

Протяженность=4300 м;

Дебит скважины=337 м³/сут;

Материал- ПНД (ГОСТ 18599-2001);

Рекомендуемая скорость воды в полиэтиленовых трубопроводах внешней сети водоснабжения лежит в пределах 1-1,5 м/с. По таблицам Шевелева выбираем трубу ПНД SDR 11 $\phi 75 \times 4,5$.

2) Трубопровод от ОСВ до потребителей:

Протяженность=4300 м;

Дебит скважины=337 м³/сут;

Материал- ПНД (ГОСТ 18599-2001);

Рекомендуемая скорость воды в полиэтиленовых трубопроводах внешней сети водоснабжения лежит в пределах 1-1,5 м/с. По таблицам Шевелева выбираем трубу ПНД SDR 11 $\phi 75 \times 4,5$ мм. Трубопроводы прокладываются в существующей чугунной трубе $d=300$ мм, которая является футляром для полиэтиленовых труб. Прокладка трубопроводов через футляр будет производиться бестраншейным методом.

Релейнинг - это метод санации, при котором новые трубы из полимерного материала затягиваются в существующий трубопровод. Релейнинг может проводиться как без разрушения, так и с разрушением старой трубы. Перед тем как приступить к протягиванию новой трубы без разрушения старой, нужно тщательно изучить внутреннюю поверхность старой трубы на наличие в ней нахождения посторонних предметов и иных непреодолимых препятствий.

При выборе метода ремонта трубопровода, очень часто, из-за своей экономичности самым распространенным методом является релейнинг. Проводя подготовку к ремонту трубопровода, в первую очередь необходимо подобрать диаметр ПНД-трубы, который идеально должен подходить к диаметру реставрируемого трубопровода. На поверхности трубы длиной 10-12 м свариваются и вводятся в ремонтируемый трубопровод. Свариваемый участок трубопровода может быть длиной не более 700 м. Производительность, в первую очередь, зависит от диаметра трубы и может быть до 250 м³ в сутки.

Не нужно забывать, что при применении стыковой сварки, на стыках труб образуется бургт, высота его может быть до 15 мм. Этот нюанс необходимо обязательно учесть при проведении замера зазора между внутренней

поверхностью ремонтируемого трубопровода и новой ПНД-трубой. С учетом того что диаметр ремонтируемой трубы уменьшится, его пропускная способность совсем не изменится. Происходит это благодаря низкому гидравлическому сопротивлению вставляемой ПНД-трубы.

Размещение на ОСВ дополнительных резервуаров для хранения воды скважины не требуется, так как объем резервуаров был запроектирован на хранение 2500 м³/сут. Расход по данной технологической схеме составит 1300+400=1700 м³/сут.

2.5 Водоснабжение поселка Красногорский с подключением хозяйственно-питьевых скважин в городскую сеть

В данном разделе рассматривается водоснабжение поселка Красногорский путем подключения проектируемых скважин в городскую сеть, минуя очистные сооружения.

В соответствии с данной схемой в пос. Красногорский водоснабжение будет осуществляться от двух подземных источников:

- две эксплуатируемые артезианские скважины глубиной 120м расположенные в 1,3км к северу от пос. Красногорский. Скважины эксплуатируются с 1972года;
- две проектируемые артезианские скважины глубиной 80м, расположенные в 800м к северо-западу от пос. Красногорский.

2.5.1 Характеристика качества подземных вод целевого водоносного горизонта

Изучение химического состава подземных вод участка проводилось на основе проб, отобранных недропользователем в 2009-2012 годах. Сводная таблица минимальных, максимальных и средних содержаний нормируемых компонентов сопоставления с ПДК, представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Сводная таблица минимальных, максимальных и средних содержаний нормируемых компонентов сопоставления с ПДК

Наименование показателя	Ед. изм	Норматив	Фактические содержания	Средний показатель
Водородный показатель	ед. рН	6*9	7,4-7,86	7,63
Общая минерализация (Сухой остаток)	мг/дм ³	1000 (-1500)	586,2-673	629,6
Окисляемость перманганатная	мг/дм ³	5	0,48-1,6	1,04
Жесткость общая	мг-экв/л	7,0(10)	7,2-7,95	7,575
Органические, неорганические соединения				
Аммиак	мг/дм ³	2,0	н.м.ч.	н.м.ч.
Барий	мг/дм ³	0,7	0,01-0,02	0,015
Бор	мг/дм ³	0,5	0,08-0,09	0,085
Железо	мг/дм ³	0,3(1,0)	0,04-0,25	0,145
Кадмий	мг/дм ³	0,001	<0,001	<0,001
Медь	мг/дм ³	1,0	<0,001	<0,001
Мышьяк	мг/дм ³	0,05	<0,005	<0,005
Молибден	мг/дм ³	0,25	<0,0025	<0,0025
Марганец	мг/дм ³	0,1(0,5)	<0,01	<0,01
Нитраты	мг/дм ³	45	3,06-4,45	3,775
Нитриты	мг/дм ³	3	н.м.ч.	н.м.ч.
Никель	мг/дм ³	0,1	<0,015	<0,015
Ртуть	мг/дм ³	0,0005	<0,0001	<0,0001

Окончание таблицы 4

Наименование показателя	Ед. изм	Норматив	Фактические содержания	Средний показатель
Сульфаты	мг/дм ³	500	57,25-135,2	93,725
Свинец	мг/дм ³	0,03	0,002-0,003	0,0025
Стронций	мг/дм ³	7,0	0,98-0,99	0,985
Фториды	мг/дм ³	1,2	0,52-0,6	0,56
Хлориды	мг/дм ³	350	79,0-119	99
ХромCr ⁶⁺	мг/дм ³	0,05	<0,02	<0,02
Цинк	мг/дм ³	5.0	<0,1	<0,1
Микробиологические				
ОМЧ	в 1 мл	не>50 КОЕ	1	1
ОКБ	в 100 мл.	отсут.	отсут.	отсут.
ТКБ	в 100мл.	отсут	отсут.	отсут.
Органолептические				
Запах	балл	2	1	1
Цветность	градус	20	н.м.ч.	н.м.ч.
Мутность	мг/дм ³	1.5	н.м.ч.	н.м.ч.
Радиологические				
Активность радона	Бк/л	60	46	46
Общая альфа-радиоакт	Бк/л	до 0,2	0,13	0,13
Общая бетта-активность	Бк/л	<1	0,26	0,26

Подземные воды участка пресные, с минерализацией 0,630 г/дм³, по величине рН реакция среды близка к нейтральной, по степени общей жесткости – умеренно жесткие. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные магниево-кальциевые.

Так как фактический показатель общей жесткости превышает ПДК, необходимо привести этот показатель качества воды к нормативному.

Микрокомпонентный состав подземных вод характеризуется значениями показателей определяемых элементов ниже предельно-допустимых концентраций. Такие элементы, как марганец, кадмий, молибден, свинец, мышьяк, стронций составляющие группу токсических веществ, в водах участка практически отсутствуют или их содержание меньше предельно допустимых концентраций.

Характерной особенностью для Уральского региона является дефицит в воде фтора, концентрация которого на водозаборном участке составляет 0,56 мг/дм³, при норме 1,5 мг/дм³.

Физические свойства благоприятные, вода прозрачная, показатели цветности находятся в пределах нормы.

По радиологическим показателям подземная вода является безопасной, содержание радона, суммарной альфа- и бета- активности не превышают установленный норматив. Микробиологические показатели исследуемой воды всегда соответствуют нормативам для питьевых вод.

Подземные воды водозаборного участка Красногорский по изученным показателям качества соответствуют гигиеническим нормативам, установленным для источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Возможность использования подземных вод с целью питьевого водоснабжения согласована с органами санитарного надзора.

Признаков антропогенного загрязнения подземных вод на водозаборном участке нет, о чем свидетельствует отсутствие в составе вод органических загрязнений и микроэлементов техногенного происхождения. За время эксплуатации водозабора в течение 42 лет природные факторы формирования качества подземных вод проявили себя в полной мере и при сохранении существующей водохозяйственной обстановки в пределах области питания водозаборного участка каких-либо значимых изменений в качестве отбираемой воды не прогнозируется. Концентрация всех анализируемых компонентов,

находится на уровне природного фона. Сохранение качества подземных вод обеспечится рекомендуемой зоной санитарной охраны водозабора в составе трех поясов.

2.5.2 Подсчет запасов подземных вод

Запасы подземных вод водозаборного участка Красногорский оцениваются по состоянию изученности на 01.11.2012 года, предназначены для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения п. Красногорский Челябинской области.

Предварительная оценка естественных ресурсов подземных вод водосборного бассейна существующих скважин, при площади водозаборного участка (F) 12,2 км² и модуле эксплуатационных ресурсов года 95% обеспеченности для водоносной зоны палеозойских карбонатных пород (Мэ) 1,5 дм³/с*км² показывает, что они составляют:

$$Q_{э} = F \times M_{эр} \times 86,4 = 12,2 \times 1,5 \times 86,4 = 1581 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Таким образом дебит существующих скважин равен 18,29 л/с = 65,83 м³/час = 1581 м³/сут.

Среднегодовая производительность водозабора существующих скважин составляет 900,9 м³/сут. В отдельные периоды фактическая величина водоотбора существующих скважин достигает 1347 м³/сут (лето 2010 г). Фактический водоотбор равен 1360 м³/сут.

Проектируемые скважины:

Согласно паспорту на разведочную скважину:

- глубина скважины – 80,0 м;
- опробованный водоносный горизонт – 50,0 – 80,0 м;
- статический уровень – 11,0 м;
- динамический уровень – 32,0 м;
- понижение уровня – 21,0 м;
- дебит проектируемой скважины – 3,9 л/с = 14 м³/час = 337 м³/сут.

Электронасос для скважины необходимо подбирать таким образом, чтобы дебет скважины превышал номинальную подачу насоса не менее чем на 25%. Поэтому производительность погружного насоса равна $10,4 \text{ м}^3/\text{час} = 250 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Суммарный водоотбор равен: $1360 + 250 = 1610 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Расчетное потребление воды в п. Красногорский составляет $2300 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Согласно действующему СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» п 7.4, п. Красногорский с числом жителей 13389 человек, относится ко второй категории по степени обеспеченности подачи воды.

Вторая категория: допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30% расчетного (среднего за год) расхода и на производственные нужды до предела, устанавливаемого аварийным графиком работы предприятий; длительность снижения подачи не должна превышать 10 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов или проведения ремонта, но не более чем на 6 ч.

На участке от скважины до насосной станции второго подъема принимается труба ПНД SDR 11 $\phi 75 \times 6,8$. При данном расходе скорость движения воды в трубе составляет 0,94 м/с, а потеря напора на 100 метров трубы составляет 1,87 метров. Длина с учетом вертикальных и горизонтальных участков равна 312 м. на протяжении участка имеется 1 отвод 90° и 2 задвижки. Потери напора по длине и с учетом местных сопротивлений равны 6,1м.

Параметры, при которых будет работать насос, т.е. его рабочая точка, определяются параметрами сети. Характеристика сети складывается из двух составляющих: статической и динамической.

Статическая составляющая в зависимости от схемы установки определяется геометрической высотой подъема воды относительно динамического уровня скважины и геометрической высотой приемного резервуара. Резервуар закапывается в землю, поэтому его геометрическая высота равна нулю. Динамический уровень скважины находится на расстоянии 32м от подошвы скважины.

Таким образом выбираем насос ЭЦВ 4-10-40: при подаче 10,4 м³/час он обеспечивает напор 40м.

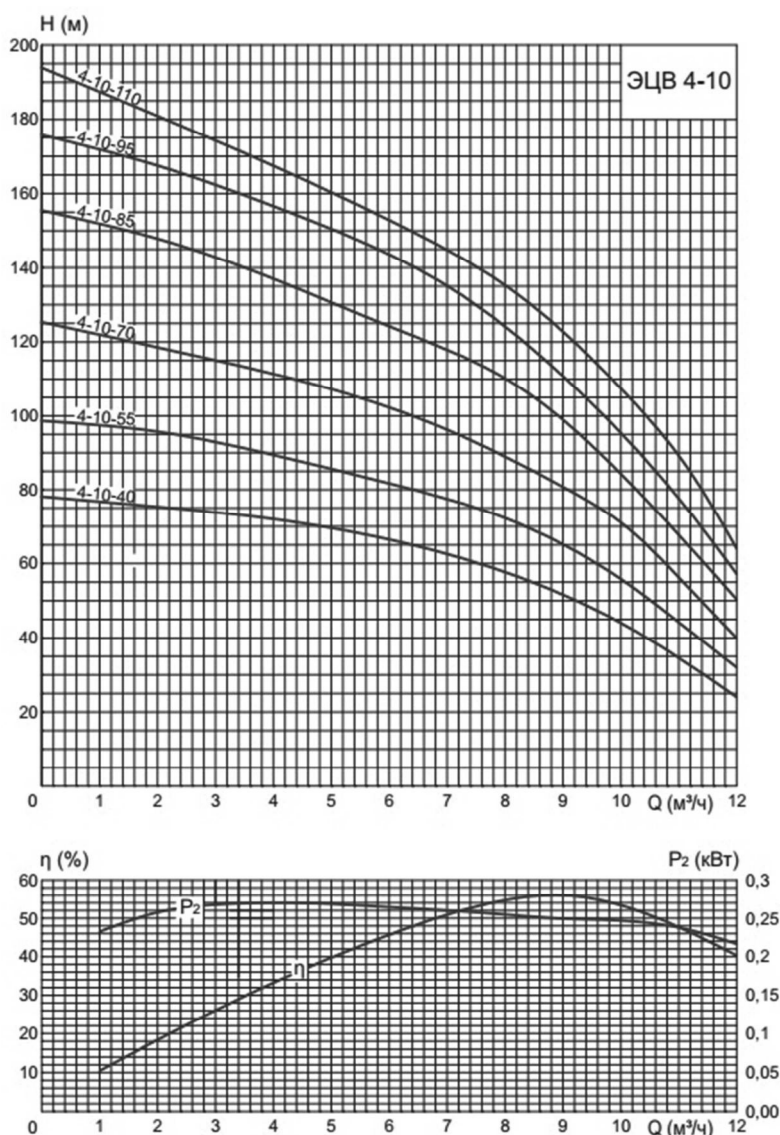


Рисунок 6 – Рабочие характеристики насоса ЭЦВ 4-10-40

Расчетная доза хлора при проектировании обеззараживающей установки должна быть принята исходя из необходимости очистки воды в период ее максимального загрязнения. Показателем достаточности принятой дозы хлора служит наличие в воде так называемого остаточного хлора (остающегося в воде от введенной дозы после окисления находящихся в воде веществ). Согласно требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01, концентрация остаточного хлора в воде перед поступлением ее в сеть должна находиться в пределах 0,3— 0,5 мг/л. За расчетную следует принимать ту дозу хлора, которая обеспечивает указанное

количество остаточного хлора. Расчетная доза назначается в результате пробного хлорирования.

При хлорировании подземных источников доза хлора $D_{\text{хл}}^{\text{обез}} = 1 \text{ мг/л}$. С учетом требованиям о том, что концентрация остаточного хлора в воде должна находиться в пределах 0,3–0,5 мг/л, дозу хлора принимаем $D_{\text{хл}} = 1,5 \text{ мг/л}$. Эта величина ориентировочная и должна быть скорректирована при пусконаладочных работах.

Для первичного хлорирования использовать гипохлорит натрия NaClO (ГОСТ 11086-76) марки А, который разрешен для обеззараживания питьевой воды, дезинфекции и отбеливания. Это жидкость зеленовато-желтого цвета с содержанием активного хлора не менее 190 г/л. В соответствии с ГОСТ по истечении 10 суток допускается потеря до 30% активного хлора относительно первоначального содержания, а также изменение окраски раствора до красновато-коричневой.

Принято решение использовать дозирующий насос с проточной частью из поливинилхлорида. С учетом того, что товарный раствор гипохлорита менее стойкий, чем такой же раствор, разбавленный вдвое, принимаем решение дозировать раствор с концентрацией 8% по свободному активному хлору.

Плотность растворов гипохлорита натрия, полученных хлорированием каустической соды без выделения твердого NaCl принимаем равной 1030 г/л.

Необходимо рассчитать, сколько требуется дозировать рабочего 8%-ного раствора гипохлорита натрия для поддержания в воде концентрации 1,5 мг/л. Доза по активному хлору: $n_{100\%} = 1,5 \text{ мг/л}$. Концентрация рабочего раствора: $n = 8\%$ (90 г активного хлора в литре). Плотность рабочего раствора: $\rho = 1030 \text{ г/л}$. Расход воды по основной магистрали: $Q_{\text{час}} = 10000 \text{ л/ч}$.

Тогда:

$$n_{8\%} = (n_{100\%} \times 100\%) / n = (1,5 \text{ мг/л} \times 100\%) / 8\% = 18,75 \text{ мг/л};$$

$$m_{\text{час}} = (n_{8\%} \times Q_{\text{час}}) / 1000 = (18,75 \text{ мг/л} \times 10000 \text{ л/ч}) / 1000 = 187,5 \text{ г/ч};$$

$$q_{\text{д.н.}} = m_{\text{час}} / \rho = 187,5 \text{ г/ч} : 1030 \text{ г/л} = 0,182 \text{ л/ч}.$$

Таким образом, при расходе воды 10,4 м³/ч для поддержания дозы свободного хлора 1,5 мг/л необходимо дозировать 0,182 л/ч рабочего 8%-ного раствора NaClO.

При круглосуточной работе расход рабочего 8%-ного раствора гипохлорита натрия составит 4,37 л/сут. Учитывая, что объем расходной емкости для раствора гипохлорита натрия не должен превышать семидневный запас реагента, и что гипохлорит натрия нестойк, его концентрация постепенно снижается. В нашем случае предпочтительным вариантом является использование расходного бака объемом 25 л, что позволит готовить раствор примерно один раз в шесть суток.

Необходимо определить сколько необходимо взять товарного раствора (190 г хлора на 1 л), для того чтобы получить 25 л рабочего 8%-ного раствора. Товарный раствор гипохлорита натрия $w_{\text{Cl}}=15\%$, плотность товарного раствора $\rho_{\text{тов}}=1260$ г/л. Нужно получить: 25 л рабочего раствора (V_2) гипохлорита натрия $w_{\text{Cl}} = 8\%$, плотность рабочего раствора $\rho_{\text{раб}} = 1130$ г/л.

Масса раствора, которую следует приготовить:

$$m_2 = V_2 \times \rho_{\text{раб}} = 25 \text{ л} \times 1130 \text{ г/л} = 28250 \text{ г.}$$

Хлора в этом растворе находится:

$$m_{2\text{Cl}} = (m_2 \times w_{2\text{Cl}}) / 100 = (28250 \times 8\%) / 100 = 2260 \text{ г.}$$

То же количество хлора должно содержаться и в товарном растворе:

$$m_{1\text{Cl}} = m_{2\text{Cl}} = 2260 \text{ г.}$$

Масса товарного раствора гипохлорита натрия с концентрацией 15%:

$$m_1 = (m_{1\text{Cl}} \times 100) / w_{1\text{Cl}} = (2260 \times 100) / 15\% \sim 15067 \text{ г.}$$

Объем требуемого товарного раствора гипохлорита натрия:

$$V_1 = m_1 / \rho_1 = 15067 \text{ г} / 1260 \text{ (г/л)} \sim 11,9 \text{ (л)}.$$

Таким образом, для приготовления 25 л рабочего 8%-ного раствора гипохлорита натрия необходимо взять примерно 12 л его товарного раствора.

При введении хлора в обрабатываемую воду должны быть обеспечены хорошее смешивание его с водой и достаточная продолжительность (не менее 30 мин) его контакта с водой до подачи ее потребителю. Хлорирование воды

производится перед поступлением ее в резервуар чистой воды, где обеспечивается необходимое для их контакта время.

Для хлорирования воды принять дозирующий насос мембранный со следующими техническими характеристиками:

- Аналоговый мембранный дозирующий насос с ручным управлением;
- Режим дозирования – Постоянный ON/OFF;
- Тип управления – Аналоговое: регулировка производительности ручкой потенциометра (в %);
- Комплект поставки: 1 шт. – мембранный дозирующий насос, 2 м.п. – шланг забора из гибкого ПВХ, 2 м.п. – шланг сброса из напорного ПЭ, 1 шт. – клапан забора реагента, 1 шт. – клапан впрыска реагента, 1 шт. – паспорт/инструкция по эксплуатации.

Для хранения использовать пластиковый бак объемом 25 л, устойчивый к гипохлориту натрия. Служит для установки на него дозирующего насоса, снабжен градуировочной шкалой объема жидкости на цилиндрической поверхности.

Вместимость резервуаров чистой воды (РЧВ) найдем, как сумму двух объемов воды: регулирующего объема и запасного объема на промывку резервуара. Регулирующий объем определяем, составляя приток воды в РЧВ (подача НС I) и отбор воды из РЧВ (подача НС II). Запасной объем воды на промывку резервуара ориентировочно примем равным 7% от суточного потребления воды. Объем резервуаров чистой воды составит:

$$W^{РЧВ} = W^{РЧВ}_{рег.} + W^{РЧВ}_{о.с.} = 250 + 0,07 * 250 = 267,5 \text{ м}^3.$$

Принимаем два резервуара железобетонные по типовому проекту 901-4-83.86, объемами 200 и 100 м³.

Требуемый напор для насоса в насосной станции второго подъема составляет 90 м, при подаче 10,5 м³/час. Принимаем насос Grundfos CR 10-12 (1 рабочий, 1 резервный).

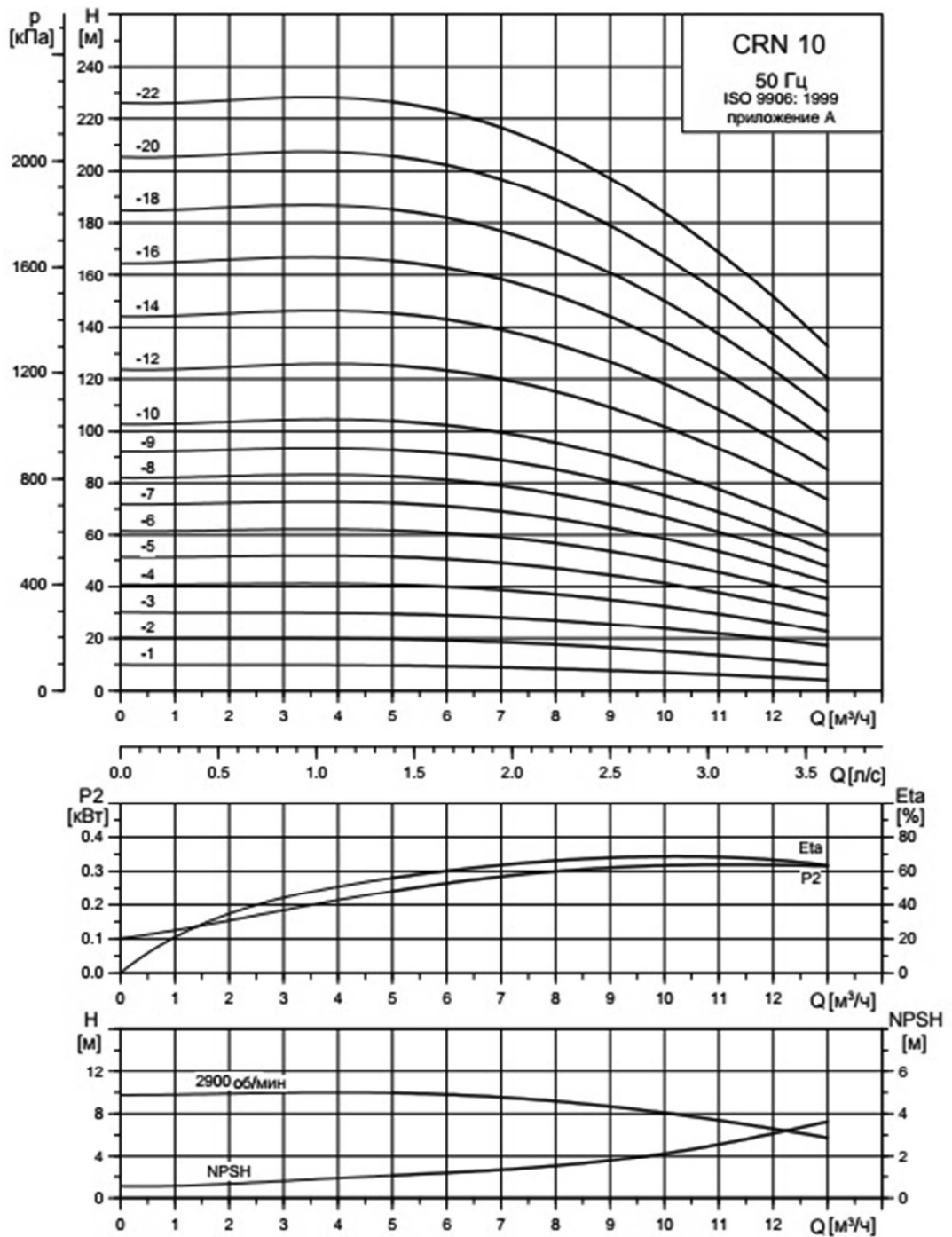


Рисунок 7 – Рабочие характеристики насоса Grundfos CR 10-12

2.6 Гидравлический расчет объединенных существующих систем водоснабжения

В п. Красногорском водоснабжение осуществляется от двух источников: поверхностного источника - река Увелька и подземного источника – две

существующие и две проектируемые артезианские скважины. Централизованной системой водоснабжения не охвачены часть улиц поселения частного сектора с проживающим населением 6500 человек индивидуальной застройки: Центральная, Логовая, Полевая, Садовая, Пролетарская, 8 марта, Партизанская, Октябрьская, Коминтерна, Дружбы, часть ул. Красная, часть ул. Лермонтова, часть ул. Мира, Стадионная, Островского, Вокзальная, Гидровская, Средняя, Кульярская, Блюхера, Каширина, Солнечная, Просвещения, Труда, Матросова, Кирова Бажова. Жители частного сектора, не охваченных централизованной системой водоснабжения, пользуются водой из собственных колодцев и скважин.

На реке Увельке в 2,5км от поселка расположены головные сооружения с водозаборным сооружением, насосными станциями 1-го и 2-го подъемов, станцией очистки воды и двумя резервуарами питьевой воды. Головные сооружения эксплуатируются с 1953года. В машинном зале расположены три насоса марки Д200-90 (3шт, 2-рабочих, 1-рабочий), предназначенные для подачи питьевой воды в распределительную сеть поселка. От головных сооружений проложены две ветки водоводов диаметром 300мм и диаметром 200мм. Водовод диаметром 300мм протяженностью 3км состоит из чугунных труб и эксплуатируется с 1962года. Водовод диаметром 200мм протяженностью 3км состоит из полиэтиленовых труб и эксплуатируется с 2011г. Проектная производительность головных сооружений – 2500м³/сут.

Две артезианские скважины глубиной 120м расположены в 1,3км к северу от п. Красногорский. Скважины эксплуатируются с 1972года. В скважине №1 установлен погружной насос марки ЭЦВ-8-25-100. В скважине №2 установлен насос марки ЭЦВ-8-40-100. Зона санитарной охраны скважин 1-го пояса определена в 30м диаметром для каждой скважины и имеет ограждение в виде колючей проволоки. От существующих скважин вода по водоводу диаметром 325мм подается на территорию насосной станции 2-го подъема, расположенной в западной части поселка. На территории насосной станции 2-го подъема находится здание, где расположено машинное отделение с насосами марки КМ

100-80-160 (2шт) и SIMENS (1шт) для подачи питьевой воды из резервуаров в распределительную сеть, и два резервуара питьевой воды емкость 1000 и 500м³. Протяжение водовода из стальных труб диаметром 325мм от скважин до насосной станции 2-го подъема составляет 1,3км. Водовод эксплуатируется с 1972года. Проектная производительность насосной станции 2-го подъема – 2000м³/сут. Состояние водопроводных труб главного водовода диаметром 325мм неудовлетворительное, в настоящее время не эксплуатируется

Две проектируемые артезианские скважины глубиной 80м, расположенные в 800м к северо-западу от пос. Красногорский. На участке от скважины до насосной станции второго подъема принимается труба диаметром 75мм.

До недавнего времени, часть поселка была запитана от поверхностного водозабора, часть от подземного. Системы действовали независимо друг от друга. В период 2014-2017г. были выполнены перемычки на сетях и в настоящее время сеть водопровода п. Красногорский является единой с двумя источниками водоснабжения.

Уровень подробности предоставленных материалов по диаметру, протяженности, материалов сетей водоснабжения, количеству колодцев достаточен для создания модели сети и проведения гидравлических расчетов. На перспективу сохраняется существующая структура системы водоснабжения с существующей структурой водопроводных сетей и двумя источниками водоснабжения.

В период весеннего половодья вода потребителям основной части посёлка подаётся по графику из-за ненадлежащего качества очистки её на головных очистных сооружениях. Как одно из мероприятий по обеспечению населения качественной водой предлагается провести объединение существующих отдельных схем водоснабжения и произвести укрупненный гидравлический расчет присоединяемых участков сети.

Необходимо произвести полный гидравлический расчет сетей, т.к. по исходным данным и предварительным расчетам диаметр трубопроводов в

некоторых местах завышен, соответственно нормативные скорости в трубопроводах не обеспечиваются.

В соответствии с данной схемой в п. Красногорский водоснабжение будет осуществляться от двух подземных источников:

- две существующих артезианские скважины глубиной 120м, расположенные в 1,3км к северу от п. Красногорский;
- две проектируемые артезианские скважины глубиной 80м, расположенные в 800м к северо-западу от п. Красногорский;
- поверхностный источник р. Увелька.

Система подачи и распределения воды является групповым водопроводом, обслуживающим жилую, административную и производственную часть поселка. На данной стадии моделирования эти водопотребители рассматриваются как сосредоточенные отборы.

В настоящее время объемы водопотребления официально зафиксированные службой эксплуатации составляют 2300 м³ в сутки.

Последовательность проведения гидравлического расчета:

- 1) Подготовка схемы системы подачи и распределения воды (СПРВ) с отображением всех существующих элементов (трубопроводы, насосные станции, резервуары и т.п.) и их основных характеристик (материал, длина и диаметр участков трубопроводов, характеристики насосов, высотные отметки узлов трубопроводов и оборудования и т.п.);
- 2) Узловые расходы приняты по исходным данным, предоставленным заказчиком в каждом конкретном узле (подключение водопотребителя).
- 3) Определение часовых неравномерностей потребления воды поселком на основании обработки реальных характеристик режима работы сети (почасовые неравномерности водопотребления различными водопотребителями) для определения максимально часовых расходов;

4) Калибровка (тарировка модели) – сопоставление расчетных и реальных данных с последующей корректировкой параметров модели вплоть до достижения совпадения с инженерной точностью (15,0%);

5) Уточнение рекомендаций.

Качество расчетов полностью зависит от того, насколько правильно она отражает существующую ситуацию, т.е. от качества исходных данных.

Практика показывает, что одним из самых сложных этапов построения модели в современных условиях является составление схемы. Это связано с отсутствием, как правило, исполнительной документации системы водоснабжения, отражающей действительное положение всех элементов системы в пространстве (плановые и высотные координаты) и характеристики этих элементов.

Водопотребление по группам водопотребителей и часам в течении суток, определение максимально часового расхода на суточный расход 2300м³/сут представлены на рисунке 8.

Рисунок 8 – Ведомость распределения расходов воды по часам

Часы суток	Хоз.-пит. водопотребление населением		Общественные здания																								Общее водопотребление	
			Школа		Котельная		Магазин		ФОК		ГОВД		Администрация	Административные здания	Дет.сад		Спортшкола		Дом.быта		Горгаз		Пожарная служба		Σ	В % от Qсут.общ		
	%	м3	%	м3	%	м3	%	м3	%	м3	%	м3	м3	м3	%	м3	%	м3	%	м3	%	м3	%	м3	м3		м3/ч	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	22	23	22	23	22	23	24	25	26	
0-1	1,00	21,00	0,00	0,00	4,00	5,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,76	26,88	1,17
1-2	1,00	21,00	0,00	0,00	4,00	5,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,76	26,88	1,17
2-3	1,00	21,00	0,00	0,00	4,00	5,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,76	26,88	1,17
3-4	1,00	21,00	0,00	0,00	4,00	5,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,76	26,88	1,17
4-5	2,00	42,00	0,00	0,00	4,00	5,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,76	47,98	2,09
5-6	3,00	63,00	0,00	0,00	4,00	5,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,76	69,07	3,00
6-7	5,00	105,00	2,00	0,24	4,00	5,76	0,00	0,00	2,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,10	2,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	111,57	112,08	4,87
7-8	6,50	136,50	10,00	1,21	4,00	5,76	0,00	0,00	10,00	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,52	10,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	146,32	146,99	6,39
8-9	6,50	136,50	12,00	1,45	4,00	5,76	8,00	0,19	12,00	2,76	12,50	0,04	0,08	0,03	12,00	0,62	12,00	0,04	12,50	0,08	12,50	0,03	12,50	0,08	147,65	148,32	6,45	
9-10	5,50	115,50	11,00	1,33	5,00	7,20	8,00	0,19	11,00	2,53	12,50	0,04	0,08	0,03	11,00	0,57	11,00	0,04	12,50	0,08	12,50	0,03	12,50	0,08	127,68	128,26	5,58	
10-11	4,50	94,50	11,00	1,33	5,00	7,20	8,00	0,19	11,00	2,53	12,50	0,04	0,08	0,03	11,00	0,57	11,00	0,04	12,50	0,08	12,50	0,03	12,50	0,08	106,68	107,17	4,66	
11-12	5,50	115,50	11,00	1,33	5,00	7,20	8,00	0,19	11,00	2,53	12,50	0,04	0,08	0,03	11,00	0,57	11,00	0,04	12,50	0,08	12,50	0,03	12,50	0,08	127,68	128,26	5,58	
12-13	7,00	147,00	9,00	1,09	5,00	7,20	8,00	0,19	9,00	2,07	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	0,47	9,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	158,05	158,77	6,90
13-14	7,00	147,00	8,00	0,97	5,00	7,20	8,00	0,19	8,00	1,84	12,50	0,04	0,08	0,03	8,00	0,41	8,00	0,03	12,50	0,08	12,50	0,03	12,50	0,08	157,96	158,68	6,90	
14-15	5,00	105,00	7,00	0,85	5,00	7,20	7,00	0,17	7,00	1,61	12,50	0,04	0,08	0,03	7,00	0,36	7,00	0,02	12,50	0,08	12,50	0,03	12,50	0,08	115,53	116,06	5,05	
15-16	4,50	94,50	6,00	0,73	4,00	5,76	7,00	0,17	6,00	1,38	12,50	0,04	0,08	0,03	6,00	0,31	6,00	0,02	12,50	0,08	12,50	0,03	12,50	0,08	103,19	103,66	4,51	
16-17	5,00	105,00	5,00	0,61	4,00	5,76	7,00	0,17	5,00	1,15	12,50	0,04	0,08	0,03	5,00	0,26	5,00	0,02	12,50	0,08	12,50	0,03	12,50	0,08	113,28	113,80	4,95	
17-18	5,50	115,50	4,00	0,48	4,00	5,76	7,00	0,17	4,00	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,21	4,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	123,05	123,61	5,37
18-19	5,50	115,50	3,00	0,36	4,00	5,76	6,00	0,14	3,00	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,16	3,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	122,62	123,18	5,36
19-20	7,50	157,50	1,00	0,12	4,00	5,76	6,00	0,14	1,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,05	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	163,81	164,56	7,15
20-21	4,50	94,50	0,00	0,00	4,00	5,76	6,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,40	100,86	4,39
21-22	3,00	63,00	0,00	0,00	4,00	5,76	6,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,90	69,22	3,01
22-23	2,00	42,00	0,00	0,00	3,00	4,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,32	46,53	2,02
23-24	1,00	21,00	0,00	0,00	3,00	4,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,32	25,44	1,11
Итого	100,00	2100,00	100,00	12,10	100,00	144,00	100,00	2,40	100,00	23,00	100,00	0,30	0,60	0,70	100,00	15,50	100,00	1,00	100,00	0,60	100,00	0,20	100,00	0,60	2289,58	2300,00	100,00	

Расчетные расходы воды по каждому участку сети, характерные напоры в узлах, необходимые характеристики насосного оборудования на насосных станциях 2 подъема водозаборов определяются на следующие характерные случаи работы сети:

- 1) Питание сети от поверхностного водозабора на фактически зафиксированный расход $2300 \text{ м}^3/\text{сут}$ в час максимального водоразбора;
- 2) Питание сети от подземного водозабора на фактически зафиксированный расход $2300 \text{ м}^3/\text{сут}$ в час максимального водоразбора;
- 3) Питание сети от подземного и поверхностного водозаборов на фактически зафиксированный расход $2300 \text{ м}^3/\text{сут}$ в час максимального водоразбора.

Гидравлический расчет сети производится из условия гидродинамического равновесия сети методом последовательного приближения при соблюдении баланса воды в узлах сети.

Потребный напор определяется для самого неблагоприятного с гидравлической точки зрения участка сети (наиболее удаленного и высокорасположенного относительно водозаборов).

Для определения потерь напора на участках сети производится увязка кольцевых сетей методом Лобачева-Кросса.

В соответствии с генпланом и схемой существующих водопроводных сетей строим расчетную схему с указанием узлов, узловых расходов, диаметров и длин участков сети. Расчетная схема приведена на рисунке 9.

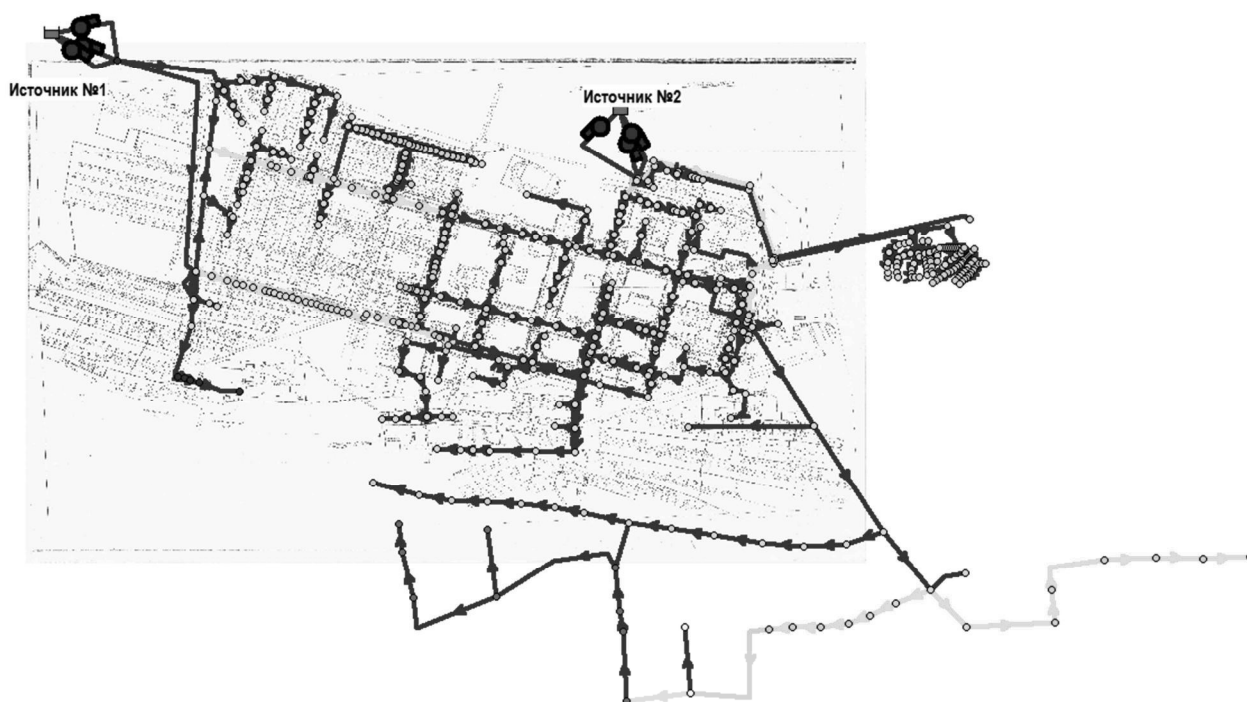


Рисунок 9 – Расчетная схема для гидравлического расчета

В соответствии с методикой, на основании исходных данных, определяем узловые расходы и путевые расходы в трубопроводах. Распределение потоков воды производится с соблюдением баланса расходов в узлах $\sum q_{ik} + Q_i = 0$.

Потребный напор для участков сети (узлов) определяется:

$$H_{тр.} = H_{геом.} + \sum \Delta h + H_{св.н.}, \quad (5)$$

где $H_{геом.}$ - геометрическая высота определяется разницей абсолютных отметок земли между источником водоснабжения и рассматриваемого узла;

$\sum \Delta h$ - потери напора в сети В1 от источника водоснабжения до расчетного участка при самом неблагоприятном случае: максимальном водоразборе, пожаре и аварии на сети;

$H_{св.напор}$ – свободный напор, 20-30 м для обычной эксплуатации.

Полученные узловые расходы приведены в расчетных таблицах. Характеристики трубопроводов участков сети - диаметр, длина, материал труб, состояние также приведены в расчетных таблицах. Результаты гидравлического

расчета сети сведены в таблицы с указанием в каждом узле давления, геометрической отметки, среднесуточный узловой расход, узловой расход в максимальный час водопотребления. Давление в узлах определяется при максимальном водопотреблении, расход узловой в максимальный час. Результаты гидравлического расчета трубопроводов представлены в табличной форме с указанием длины участка, диаметра, расчетного расхода и скорости в час максимального водопотребления, удельных потерь по длине, коэффициента трения и состояния трубопровода (открыт или закрыт).

Расчет №1. Питание сети от поверхностного водозабора на фактически зафиксированный расход 2300 м³/сут в час максимального водоразбора.

Для расчета сети приняты фактические расходы по каждому узлу зафиксированные службой эксплуатации, насосное оборудование Д-200-90 установленное в настоящее время в насосной станции 2 подъема с характеристиками: Q =200 м³/час, Н=90 м.в.ст. Работает один трубопровод d200мм от насосной станции до поселка.

Результаты расчетов сведены в таблицу 5 по самым характерным узлам и в таблицу 6 по самым характерным трубопроводам.

Таблица 5 – Расчетные характеристики узлов для расчета №1

№	Имя элемента	Высотная отметка (м)	Узловой среднесуточный расход (л/с)	Узловой расход в максимальный час (л/с)	Напор (м)	Давление (м)
1	Узел 14	246.68	0	0.0000	289.3644	42.6844
2	Узел 37	247.48	0	0.0000	292.0506	44.5706
3	Узел 50	246.78	0.702	1.2074	291.8778	45.0979
4	Узел 62	246.55	0.16	0.2752	290.8381	44.2881
5	Узел 83	245.98	0.1	0.1720	289.1586	43.1786
6	Узел 93	245.82	0.07	0.1204	288.9900	43.1700
7	Узел 108	242.90	0.004	0.0069	296.0775	53.1776
8	Узел 117	244	0.006	0.0103	295.2458	51.2458
9	Узел 127	247	0	0.0000	293.2227	46.2226

Продолжение таблицы 5

№	Имя элемента	Высотная отметка (м)	Узловой среднесуточный расход (л/с)	Узловой расход в максимальный час (л/с)	Напор (м)	Давление (м)
10	Узел 175	239.27	0	0.0000	298.3712	59.1012
11	Узел 206	243.16	0	0.0000	289.1620	46.0020
12	Узел 208	242.75	0	0.0000	296.6399	53.8899
13	Узел 265	244.29	0.48	0.8256	289.1160	44.8260
14	Узел 116	245	0.61	1.0492	288.8881	43.8881
15	Узел 324	243	0	0.0000	288.9073	45.9074
16	Узел 333	243.05	0.36	0.6192	288.4137	45.3637
17	Узел 339	243	0	0.0000	288.8336	45.8336
18	Узел 364	244	0.404	0.6949	283.7387	39.7387
19	Узел 366	243.64	0.01	0.0172	288.8479	45.2079
20	Источник 2	244	-	0.0000	244.0000	0.0000
21	Источник 1	221.5	-	-48.2032	221.5000	0.0000

Таблица 6 – Расчетные характеристики трубопроводов для расчета №1

№	Имя трубопровода	Длина (м)	Диаметр (мм)	Расход (л/с)	Скорость (м/с)	Уд. Потери (м/км)	Коэф. Трения	Состояние
1	Трубопровод 12-196	50	90	-2.1714	0.3413	1.6405	0.0249	Откр.
2	Трубопровод 16-19	20	150	7.7632	0.4393	1.4418	0.0220	Откр.
3	Трубопровод 19-20	105	150	-7.4192	0.4198	1.3262	0.0222	Откр.
4	Трубопровод 35-36	120	150	-15.5642	0.8807	5.2298	0.0199	Откр.
5	Трубопровод 49-50	20	200	9.4266	0.3001	0.5832	0.0254	Откр.
6	Трубопровод 208-218	60	150	15.7458	0.8910	6.1292	0.0227	Откр.
7	Трубопровод 238-239	60	150	15.6082	0.8832	6.0306	0.0228	Откр.
8	Трубопровод 82-85	60	100	1.2292	0.1565	0.3423	0.0274	Откр.

Продолжение таблицы 6

№	Имя трубопровода	Длина (м)	Диаметр (мм)	Расход (л/с)	Скорость (м/с)	Уд. Потери (м/км)	Коэф. Трения	Состояние
9	Трубопровод 174-175	55	225	48.0001	1.2072	5.8422	0.0177	Откр.
10	Трубопровод 72-269	50	225	13.3096	0.3347	0.5429	0.0214	Откр.
11	Трубопровод 269-280	260	150	4.7784	0.2704	0.5871	0.0236	Откр.
12	Трубопровод 116-118	15	200	3.7769	0.1202	0.1067	0.0290	Откр.
13	Трубопровод 286-299	115	200	1.3826	0.0440	0.0167	0.0338	Откр.
14	Трубопровод 300-334	440	200	2.4682	0.0786	0.0488	0.0310	Откр.
15	Трубопровод 132-133(3)	30	50	-0.0894	0.0456	0.0781	0.0370	Откр.
16	Трубопровод 41-336	100	200	-29.0035	0.9232	4.6790	0.0216	Откр.
17	Трубопровод 343-344	405	50	1.0870	0.5536	7.9771	0.0255	Откр.
18	Трубопровод 346-347	270	40	1.0767	0.8568	23.239 2	0.0249	Откр.
19	Трубопровод 355-356	150	50	-0.3509	0.1787	0.9826	0.0302	Откр.
20	Трубопровод 334-366	650	200	2.4097	0.0767	0.0467	0.0311	Откр.
21	Трубопровод 339-366	520	200	1.8094	0.0576	0.0275	0.0325	Откр.
22	Трубопровод 309-381	347	150	0.3629	0.0205	0.0050	0.0348	Откр.
23	Трубопровод 381-382	100	50	0.1548	0.0788	0.2158	0.0341	Откр.
24	Трубопровод 399-400	60	40	0.0206	0.0164	0.0152	0.0442	Откр.
25	Трубопровод 406-414	60	50	0.0464	0.0237	0.0233	0.0408	Откр.
26	Трубопровод 433-436	15	50	0.1410	0.0718	0.1823	0.0347	Откр.
27	Трубопровод 436-445	50	50	-0.1376	0.0701	0.1734	0.0347	Откр.

Окончание таблицы 6

№	Имя трубопровода	Длина (м)	Диаметр (мм)	Расход (л/с)	Скорость (м/с)	Уд. Потери (м/км)	Коэф. Трения	Состояние
28	Трубопровод 381-426	400	150	-0.2081	0.0118	0.0018	0.0375	Откр.
29	Трубопровод 308-490	900	150	1.2900	0.0730	0.0519	0.0287	Откр.
30	Трубопровод 106-298	60	200	4.2193	0.1343	0.1315	0.0286	Откр.
31	Трубопровод 208-209(1)	110	97	0.3165	0.0428	0.0321	0.0334	Откр.
32	Трубопровод 175-365	2000	200	48.2031	1.5343	10.4506	0.0174	Откр.
33	Трубопровод 208-365	2700	300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Закр.
34	Насос рабочий 1(2)	-	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Закр.
35	Насос пожарный (2)	-	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Закр.
36	Насос рабочий 1 (1)	-	-	48.2032	0.0000	- 97.772 3	0.0000	Откр.
37	Насос пожарный (1)	-	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Закр.

Примечания:

1. Знак минус в столбце 5 означает изменение направления движения жидкости, определенное по столбцу 2.

2. В обозначении насосов в скобках указан источник: 1-поверхностный водозабор, 2 – водозабор из скважин.

Выводы: Существующей системой водоснабжения обеспечивается нормативное давление в каждой точке сети, 30-45 м.в.ст.

Расчет №2. Питание сети от подземного водозабора на фактически зафиксированный расход $2300\text{м}^3/\text{сут}$ в час максимального водоразбора.

Для расчета сети приняты фактические расходы по каждому узлу зафиксированные службой эксплуатации, насосное оборудование 2 x КМ 10-80-160 установленное в настоящее время в насосной станции 2 подъема с характеристиками: $Q = 100\text{м}^3/\text{час}$, $H = 32\text{м.в.ст.}$

При расчете сетей скорость на участке узел1-узел325 создается ненормативная скорость $2,68\text{м/с}$.

Мероприятие: выполнить перемычку узел 298-узел106 $d200\text{мм}$.

Результаты расчетов сведены в таблицу 7 по самым характерным узлам и в таблицу 8 по самым характерным трубопроводам.

Таблица 7 – Расчетные характеристики узлов для расчета №2

№	Имя элемента	Высотная отметка (м)	Узловой среднесуточный расход (л/с)	Узловой расход в максимальный час (л/с)	Напор (м)	Давление (м)
1	Узел 14	246.68	0	0.0000	273.8478	27.1678
2	Узел 37	247.48	0	0.0000	272.1869	24.7069
3	Узел 50	246.78	0.702	1.2074	272.1753	25.3953
4	Узел 62	246.55	0.16	0.2752	272.1853	25.6353
5	Узел 83	245.98	0.1	0.1720	272.4978	26.5178
6	Узел 93	245.82	0.07	0.1204	273.5826	27.7626
7	Узел 108	242.90	0.004	0.0069	272.1517	29.2517
8	Узел 117	244	0.006	0.0103	272.1521	28.1521
9	Узел 127	247	0	0.0000	272.1573	25.1573
10	Узел 175	239.27	0	0.0000	272.1514	32.8814
11	Узел 208	242.75	0	0.0000	272.1514	29.4014
12	Узел 265	244.29	0.48	0.8256	272.2577	27.9677
13	Узел 116	245	0.61	1.0492	274.3912	29.3912
14	Узел 324	243	0	0.0000	278.7635	35.7635
15	Узел 333	243.05	0.36	0.6192	273.5350	30.4850
16	Узел 339	243	0	0.0000	274.5202	31.5202
17	Узел 364	244	0.404	0.6949	269.4253	25.4253
18	Узел 366	243.64	0.01	0.0172	274.5345	30.8945
19	Источник 2	244		-48.2030	244.0000	0.0000

Таблица 8 – Расчетные характеристики трубопроводов для расчета №2

№	Имя трубопровода	Длина (м)	Диаметр (мм)	Расход (л/с)	Скорость (м/с)	Уд. Потери (м/км)	Коэф. Трения	Состояние
1	Трубопровод 1-2	60	125	6.6044	0.5382	2.5983	0.0220	Откр.
2	Трубопровод 1-194	40	90	5.2100	0.8190	8.2958	0.0219	Откр.
3	Трубопровод 12-13	45	90	5.1309	0.8065	8.0640	0.0219	Откр.
4	Трубопровод 16-17	105	100	-0.0430	0.0055	0.0007	0.0464	Откр.
5	Трубопровод 20-21	50	150	9.9069	0.5606	2.2655	0.0212	Откр.
6	Трубопровод 28-29	240	100	0.5160	0.0657	0.0686	0.0312	Откр.
7	Трубопровод 62-71	100	90	-0.7242	0.1138	0.2145	0.0292	Откр.
8	Трубопровод 71-76	105	100	-1.3533	0.1723	0.4091	0.0270	Откр.
9	Трубопровод 73-207	110	150	1.3282	0.0752	0.0548	0.0286	Откр.
10	Трубопровод 210-211	220	200	0.2408	0.0077	0.0007	0.0452	Откр.
11	Трубопровод 214-215	170	200	0.1032	0.0033	0.0001	0.0398	Откр.
12	Трубопровод 60-66	200	150	0.0034	0.0002	0.0000	0.0000	Откр.
13	Трубопровод 87-88(1)	50	50	-1.0058	0.5123	6.9086	0.0258	Откр.
14	Трубопровод 40-41	100	200	4.3294	0.1378	0.1382	0.0286	Откр.
15	Трубопровод 144-145	20	125	0.0722	0.0059	0.0000	0.0000	Откр.
16	Трубопровод 161-163	200	50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Откр.
17	Трубопровод 120-122	105	200	1.0683	0.0340	0.0103	0.0349	Откр.
18	Трубопровод 108-166	100	100	0.0206	0.0026	0.0002	0.0529	Откр.

Продолжение таблицы 8

№	Имя трубопровода	Длина (м)	Диаметр (мм)	Расход (л/с)	Скорость (м/с)	Уд. Потери (м/км)	Коэф. Трения	Состояние
19	Трубопровод 107-108	165	200	0.3700	0.0118	0.0015	0.0415	Откр.
20	Трубопровод 107-170	180	225	0.1670	0.0042	0.0001	0.0259	Откр.
21	Трубопровод 170-171	130	50	0.0413	0.0210	0.0187	0.0416	Откр.
22	Трубопровод 170-208	285	225	0.1257	0.0032	0.0001	0.0577	Откр.
23	Трубопровод 107-174	180	225	0.2030	0.0051	0.0002	0.0350	Откр.
24	Трубопровод 182-186	175	100	0.1101	0.0140	0.0039	0.0393	Откр.
25	Трубопровод 259-260	120	100	-1.5824	0.2015	0.5465	0.0264	Откр.
26	Трубопровод 260-261	160	100	-2.4424	0.3110	1.2207	0.0248	Откр.
27	Трубопровод 267-268	200	150	-4.9708	0.2813	0.6316	0.0235	Откр.
28	Трубопровод 312-314	375	225	36.1478	0.9091	3.4553	0.0185	Откр.
29	Трубопровод 311-315	280	225	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Закр.
30	Трубопровод 308-312	290	225	36.1478	0.9091	3.4553	0.0185	Откр.
31	Трубопровод 116-292	225	100	1.2900	0.1642	0.3743	0.0272	Откр.
32	Трубопровод 300-334	440	200	2.4682	0.0786	0.0488	0.0310	Откр.
33	Трубопровод 334-366	650	200	2.4097	0.0767	0.0467	0.0311	Откр.
34	Трубопровод 309-381	347	150	0.3629	0.0205	0.0049	0.0344	Откр.
35	Трубопровод 175-365	2000	200	48.2031	1.5343	10.4506	0.0174	Откр.
36	Трубопровод 427-428	100	50	0.0034	0.0018	0.0002	0.0595	Откр.
37	Трубопровод 381-426	400	150	-0.2081	0.0118	0.0018	0.0375	Откр.

Окончание таблицы 8

№	Имя трубопровода	Длина (м)	Диаметр (мм)	Расход (л/с)	Скорость (м/с)	Уд. Потери (м/км)	Коэф. Трения	Состояние
38	Трубопровод 308-490	900	150	1.2900	0.0730	0.0519	0.0287	Откр.
39	Насос Рабочий 1(2)+2(2)			48.2030	0.0000	- 34.763 5	0.0000	Откр.
40	Насос Пожарный (2)			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Закр.

Примечания:

1. Знак минус в столбце 5 означает изменение направления движения жидкости, определенное по столбцу 2.

2. В обозначении насосов в скобках указан источник: 1-поверхностный водозабор, 2 – водозабор из скважин.

Выводы: Существующей системой водоснабжения обеспечивается нормативное давление в каждой точке сети, 30-45 м.в.ст. и нормативная скорость в трубопроводах при выполнении мероприятий.

Расчет №3. Питание сети от подземного (источник 2) и поверхностного водозаборов (источник 1) на фактически зафиксированный расход 2300 м³/сут в час максимального водоразбора.

Для расчета сети приняты фактические расходы по каждому узлу зафиксированные службой эксплуатации, насосное оборудование в насосной станции 2 подъема источника 2 1х КМ 10-80-160, установленное в настоящее время с характеристиками: Q = 100 м³/час, H=32 м.в.ст, и замена насосного оборудования в насосной станции 2 подъема источника 1 на менее мощное ,

аналогичное оборудованию источника 2 - КМ 10-80-160 с характеристиками:
 $Q = 100 \text{ м}^3/\text{час}$, $H = 32 \text{ м.в.}$.

При расчете сетей создается не достаточное для хоз. питьевого водоснабжения давление в узлах.

Мероприятие: Применить насосы на насосной станции 2 подъема источника 1 с характеристиками . : $Q = 100 \text{ м}^3/\text{час}$, $H = 40 \text{ м.в.ст}$

Результаты расчетов сведены в таблицу 9 по самым характерным узлам и в таблицу 10 по самым характерным трубопроводам.

Таблица 9 – Расчетные характеристики узлов для расчета №3

№	Имя элемента	Высотная отметка (м)	Узловой среднесуточный расход (л/с)	Узловой расход в максимальный час (л/с)	Напор (м)	Давление (м)
1	Узел 14	246.68	0	0.0000	269.2706	22.5906
2	Узел 37	247.48	0	0.0000	269.0137	21.5337
3	Узел 50	246.78	0.702	1.2074	268.9624	22.1824
4	Узел 62	246.55	0.16	0.2752	268.8288	22.2788
5	Узел 83	245.98	0.1	0.1720	268.7597	22.7797
6	Узел 93	245.82	0.07	0.1204	269.0670	23.2470
7	Узел 108	242.90	0.004	0.0069	269.3722	26.4722
8	Узел 117	244	0.006	0.0103	269.2824	25.2824
9	Узел 127	247	0	0.0000	269.0840	22.0839
10	Узел 175	239.27	0	0.0000	269.4731	30.2031
11	Узел 206	243.16	0	0.0000	268.6998	25.5398
12	Узел 208	242.75	0	0.0000	269.6190	26.8690

Окончание таблицы 9

№	Имя элемента	Высотная отметка (м)	Узловой среднесуточный расход (л/с)	Узловой расход в максимальный час (л/с)	Напор (м)	Давление (м)
13	Узел 265	244.29	0.48	0.8256	268.67 21	24.3821
14	Узел 116	245	0.61	1.0492	269.34 19	24.3419
15	Узел 324	243	0	0.0000	271.41 98	28.4198
16	Узел 333	243.05	0.36	0.6192	268.69 52	25.6452
17	Узел 339	243	0	0.0000	269.38 03	26.3803
18	Узел 364	244	0.404	0.6949	264.28 54	20.2854
19	Узел 366	243.64	0.01	0.0172	269.39 46	25.7546
20	Источник 2	244	-	-32.2804	244.00 00	0.0000
21	Источник 1	221.5	-	-15.9228	221.50 00	0.0000

Таблица 10 – Расчетные характеристики трубопроводов для расчета №3

№	Имя трубопровода	Длина (м)	Диаметр (мм)	Расход (л/с)	Скорость (м/с)	Уд. Потери (м/км)	Коэф. Трения	Состояние
1	Трубопровод 1-2	60	125	4.4985	0.3666	1.2762	0.0233	Откр.
2	Трубопровод 12-13	45	90	3.1454	0.4944	3.2581	0.0235	Откр.
3	Трубопровод 16-17	105	100	-0.0430	0.0055	0.0007	0.0464	Откр.
4	Трубопровод 11-21	100	125	4.2113	0.3432	1.1290	0.0235	Откр.
5	Трубопровод 28-29	240	100	0.5160	0.0657	0.0686	0.0312	Откр.
6	Трубопровод 35-36	120	150	1.7834	0.1009	0.0946	0.0273	Откр.

Продолжение таблицы 10

№	Имя трубопровода	Длина (м)	Диаметр (мм)	Расход (л/с)	Скорость (м/с)	Уд. Потери (м/км)	Коэф. Трения	Состояние
7	Трубопровод 71-76	105	100	0.3606	0.0459	0.0353	0.0328	Откр.
8	Трубопровод 214-215	170	200	0.1032	0.0033	0.0001	0.0398	Откр.
9	Трубопровод 60-66	200	150	0.0034	0.0002	0.0000	0.0000	Откр.
10	Трубопровод 67-72	195	150	3.5150	0.1989	0.3325	0.0247	Откр.
11	Трубопровод 86-87(2)	95	50	-0.5236	0.2667	2.0621	0.0285	Откр.
12	Трубопровод 40-41	100	200	-5.7075	0.1817	0.2305	0.0274	Откр.
13	Трубопровод 107-108	165	200	-9.6669	0.3077	0.6115	0.0254	Откр.
14	Трубопровод 170-208	285	225	-9.9111	0.2493	0.3146	0.0224	Откр.
15	Трубопровод 107-174	180	225	0.2030	0.0051	0.0002	0.0350	Откр.
16	Трубопровод 265-269	100	225	-8.5312	0.2146	0.2383	0.0229	Откр.
17	Трубопровод 280-281	185	150	-6.2038	0.3511	0.9520	0.0227	Откр.
18	Трубопровод 312-314	375	225	24.3165	0.6116	1.6581	0.0196	Откр.
19	Трубопровод 311-315	280	225	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Закр.
20	Трубопровод 308-312	290	225	24.3165	0.6116	1.6582	0.0196	Откр.
21	Трубопровод 304-305	315	40	0.0310	0.0246	0.0325	0.0420	Откр.
22	Трубопровод 116-292	225	100	1.2900	0.1642	0.3742	0.0272	Откр.
23	Трубопровод 300-334	440	200	2.4682	0.0786	0.0488	0.0311	Откр.
24	Трубопровод 334-335	500	100	-0.0292	0.0037	0.0003	0.0474	Откр.
25	Трубопровод 343-344	405	50	1.0870	0.5536	7.9769	0.0255	Откр.

Окончание таблицы 10

26	Трубопрово д 353-354	180	20	-0.0103	0.0328	0.1242	0.0452	Откр.
27	Трубопрово д 334-366	650	200	2.4097	0.0767	0.0467	0.0311	Откр.
28	Трубопрово д 339-366	520	200	1.8094	0.0576	0.0275	0.0325	Откр.
29	Трубопрово д 309-381	347	150	0.3629	0.0205	0.0050	0.0348	Откр.
30	Трубопрово д 484-485	250	50	0.0258	0.0131	0.0078	0.0444	Откр.
31	Трубопрово д 175-365	2000	200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Закр.
32	Трубопрово д 208-365	2700	300	15.9227	0.2253	0.2138	0.0248	Откр.
33	Насос рабочий 1(2)			32.2804	0.0000	27.419 8	0.0000	Откр.
34	Насос пожарный (2)			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Закр.
35	Насос рабочий (1)			15.9228	0.0000	- 8.6963	0.0000	Откр.
36	Насос пожарный (1)			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Закр.
37	Насос рабочий2 (2)			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Закр.
38	Насос рабочий 2 (1)			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Закр.

Примечания:

1. Знак минус в столбце 5 означает изменение направления движения жидкости, определенное по столбцу 2.

2. В обозначении насосов в скобках указан источник: 1-поверхностный водозабор, 2 – водозабор из скважин.

Выводы: Обеспечивается нормативное давление в каждой точке сети, обеспечивающая хоз. питьевое водоснабжение при совместном питании сети из

двух источников при выполнении мероприятий – применении на насосной станции 2 подъема источника 1 насосного оборудования с характеристиками: $Q = 100 \text{ м}^3/\text{час}$, $H = 40 \text{ м.в.ст.}$ Питание водопроводной сети из двух источников является наиболее эффективным, поскольку позволяет применять насосное оборудование с минимальными напорами – 40 м в ст.

2.7 Выводы

В настоящей главе, на основе показателей качества воды в поверхностном источнике очистных сооружений поселка Красногорский, был выбран ионообменный метод удаления аммиака. Разработана технологическая схема очистных сооружений поселка Красногорский, так как существующая схема не справляется с возрастающими концентрациями органических веществ в период паводков.

Рассмотрено водоснабжение поселка Красногорский путем подключения проектируемых скважин в городскую сеть, минуя очистные сооружения. Рассмотрена характеристика качества подземных вод с подсчетом запаса, на основе чего было подобрано оборудование.

Произведен гидравлический расчет системы водоснабжения поселка Красногорский для трех различных вариантов, в результате которого выяснилось, что питание водопроводной сети из двух источников является наиболее эффективным.

Подобранное оборудование, представленное в этой главе, позволит произвести подсчеты затрат для экономического обоснования при выборе источника водоснабжения поселка Красногорский в период паводка.

3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При реализации этого проекта нельзя говорить о получении экономической прибыли, в тоже время реализация этого проекта позволит получить следующий косвенный экономический эффект: проведение мероприятий, представленных в данном проекте, способствуют улучшению качества воды в источнике, что напрямую влияет на снижение заболеваемости населения и принесет экономический эффект по уменьшению затрат на оплату больничных листов, диспансеризацию и прочее.

В данном разделе представлено экономическое обоснование при выборе источника водоснабжения в период весеннего паводка. Для оценки капитальных затрат и сравнения двух вариантов были разработаны ведомости объемов работ. В таблице 11 представлена ведомость объемов работ и основные капитальные затраты при реконструкции очистных сооружений водопровода Красногорского поселения. В таблице 12 представлена ведомость объемов работ и основные капитальные затраты при реконструкции системы водоснабжения Красногорского поселения путем подключения проектируемых скважин в городскую сеть.

Таблица 11– Ведомость объемов работ и капитальные затраты на реконструкцию очистных сооружений

Поз.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол.	Всего руб.
	Монтаж трубопроводов бестраншейным методом			7600000
1	Разработка траншеи, h=2,3 м; размер траншеи в плане 3x3 м	м3	515,2	
2	Прочистка трубопровода Ø326x11,9	м	4300	

Продолжение таблицы 11

Поз.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол.	Всего руб.
3	Протаскивание трубы ПЭ100 SDR17 ГОСТ 18599-2001 Ø 75x4,5 в чугунный футляр ГОСТ 9583-75 Ø 326x11,9	м	7600	
4	Сварка труб с помощью электросварных ПЭ муфт d=75мм с закладными электросварными элементами	соед.	70	
5	Демонтаж задвижки 30ч6бр Ду 300 в КП	шт.	1	
6	Монтаж задвижек 30ч6бр Ду65 в КП	шт.	2	
7	Монтаж клапана обратного поворотного 19ч21бр Ду65	шт.	2	
8	Обратная засыпка котлованов	м3	515,2	
9	Монтаж перехода "полиэтилен-сталь 75 x76 "	шт.	2	
	Монтаж трубопроводов траншейным методом			2000000
1	Разработка грунта, h=2,3 м, длина траншеи 1000м	м3	7000	
2	Устройство песчанного основания толщиной 150мм	м3	225	
3	Укладка трубы ПЭ100 SDR17 ГОСТ 18599-2001 Ø 75x4,5 на песчанное основание	м	1000	
4	Электросварка ПЭ труб с помощью муфт	шт.	8	
5	Обратная засыпка траншеи	м3	6250	
	Фильтровальное здание 10x12x11 м			3500000
1	Разработка грунта в котлованах одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой	м3	672	
2	Обратная засыпка котлована	м3	212	

Окончание таблицы 11

Поз.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол.	Всего руб.
3	Монтаж фильтровального здания размером 10x12x11 м	шт.	1	
	Скорый фильтр			1200000
1	Устройство Ж/Б фундаментов общего назначения	м3	4,2	
2	Установка стеновых панелей скорого фильтра площадью до 5м2	шт.	12	
3	Гидроизоляция поверхности скорого фильтра	м2	44	
4	Укладка угля в скорый фильтр	м3	7,7	
5	Укладка промывного трубопровода Ø325x6,0	м	11	
6	Установка задвижки 30ч6бр Ду 300 1,5 МПа на промывной трубопровод	шт.	2	
7	Монтаж трубы ПЭ100 SDR 13 ГОСТ 18599-2001 Ø 355×10,9 для коллектора распределительной системы	м	6	
8	Монтаж трубы ПЭ100 SDR 13 ГОСТ 18599-2001 Ø 75×2,3 для ответвлений распределительной системы	м	32	
9	Установка подающего трубопровода ст. Ø273x5,0	м	11	
10	Установка трубопровода для отвода фильтрата ст. Ø 273x5,0м	м	11	
11	Установка чугунных фланцевых задвижек 30ч6бр Ду250	шт.	4	
12	Монтаж крепления трубопроводов	кг	16	

Сумма капитальных затрат проекта реконструкции очистных сооружений определяется по формуле:

$$\Sigma K = K_1 + K_2 + K_3 + K_4, \quad (6)$$

где K_1 – капитальные затраты на монтаж трубопроводов бестраншейным методом;

K_2 – капитальные затраты на монтаж трубопроводов траншейным методом;

K_3 – капитальные затраты на строительство фильтровального здания 10x12x11 м;

K_4 – капитальные затраты на строительство здания скорых фильтров.

Сумма капитальных затрат ΣK составляет 14,3 миллионов рублей.

Таблица 12 – Ведомость объемов работ и капитальные затраты на реконструкцию системы водоснабжения путем подключения проектируемых скважин в городскую сеть

Поз.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол.	Всего руб.
	Скважина 1,2			1000000
1	Монтаж укрытия размером 5400x3000x2400	шт.	2	
2	Монтаж насоса погружного ЭЦВ 4-10-40	шт.	2	
3	Монтаж манометра показывающего МПЗ-У Ру 1,6 МПа	шт.	2	
4	Монтаж счетчика турбинного ВСХН-50	шт.	2	
5	Монтаж предохранительного клапана VT.0490.G.0415 Ду65 Ру 1,6 МПа	шт.	2	
6	Монтаж клапана обратного поворотного 19ч21бр Ду65	шт.	2	
7	Монтаж крана трехходового для манометра	шт.	2	
8	Монтаж скважинного оголовка Ø 219 для обсадной колонны Серия 7.901-7	шт.	2	

Продолжение таблицы 12

Поз.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол.	Всего руб.
9	Монтаж задвижки параллельной с выдвигаемым шпинделем 30ч6бр Ду 65 1,6 МПа	шт.	2	
10	Монтаж фильтра сетчатого VT.192 Ду 65	шт.	2	
11	Монтаж трубы стальной электросварной ГОСТ 10704-91 Ø 76х3,0	м	80	
12	Монтаж троса из нержавеющей стали Ø3мм	м	70	
13	Монтаж кабеля силового ВВГнг-LS для погружного насоса 3х2,5 мм	м	80	
14	Монтаж корпуса металлического ЩРН-12з-136 УХЛЗ IP31, укомплектовать:	шт.	2	
14,1	Автоматический выключатель ВА47-29 3P 20А характеристика С, U=380В	шт.	2	
14,1	Автоматический выключатель ВА47-29 1P 5А характеристика С, U=230В	шт.	2	
14,1	Автоматический выключатель ВА47-29 1P 5А характеристика В, U=230В	шт.	6	
14,1	Автоматический выключатель ВА47-29 1P 10А характеристика В, U=230В	шт.	2	
	От скважины 1,2 до КП1			65000
15	Разработка грунта для траншеи, глубина 2,4м; длина 96м; ширина 0,915 и 0,350м	м3	140	
16	Устройство песчанного основания толщиной 150мм	м3	13,35	
17	Монтаж трубы ПЭ100 SDR17 ГОСТ 18599-2001 Ø 75х4,5	м	96	
18	Устройство упоров из бетона М100	м2	0,8	
19	Обратная засыпка грунта	м3	125	

Продолжение таблицы 12

Поз.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол.	Всего руб.
	Дозатор хлора			30000
20	Монтаж насоса дозатора мембранного РКХ-МА/А 01-05, Q=0,2 л/час; N=32Вт	шт.	1	
21	Монтаж бака ПВХ 25л	шт.	1	
22	Монтаж трубы ПЭ80 SDR6 ГОСТ 18599-2001 Ø 10х2,0	м	6	
	Камера переключения 1			165000
23	Разработка грунта для КП №1, глубина 2,8м; Ø =2,0м	м3	11,63	
24	Монтаж круглого колодца для водопровода по серии 3.900.1-14, Ø=2000мм, h=2640мм	шт.	1	
25	Монтаж трубы стальной электросварной ГОСТ 10704-91 Ø 76х3,0	м	6	
26	Монтаж трубы стальной водогазопроводной ГОСТ 3262-75 Ø10х2,0мм	м	2	
27	Монтаж задвижки 30ч6бр Ду 65 1,6 МПа	шт.	4	
28	Монтаж клапана обратного поворотного 19ч21бр Ду65	шт.	1	
29	Соединение ПЭ-сталь 75/76	шт.	3	
30	Соединение ПЭ-сталь 10/10	шт.	1	
31	Обратная засыпка грунта	м3	2	
	От КП1 до НСП			1100000
32	Разработка грунта для траншеи, глубина 2,6м; длина 217м; ширина 1 и 0,350м	м3	350	
33	Разработка грунта для котлована, глубина 3м; длиной 10м, шириной 20м	м3	600	
34	Устройство песчанного основания толщиной 150мм	м3	31,5	
35	Монтаж трубы ПЭ100 SDR 17 ГОСТ 18599-2001 Ø 75х4,5	м	217	
36	Монтаж резервуара V=200 м3 из железобетона по ТП 901-4-83.86	шт.	1	

Продолжение таблицы 12

Поз.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол.	Всего руб.
37	Монтаж резервуара V=100 м3 из железобетона по ТП 901-4-83.86	шт.	1	
38	Обратная засыпка грунта	м3	630	
	Насосная станция II подъема			1500000
39	Разработка грунта для НС II, глубина 4м; Ø=4,5м	м3	51,07	
40	Монтаж насосной станции по ТП 901-2-163.89 а.3	шт.	1	
41	Монтаж насоса Grundfos CR 10-12 А-А-А-Е-НQQE, Q=10м3/час, N=4кВт	шт.	2	
42	Монтаж трубы стальной электросварной ГОСТ 10704-91 Ø76х3,0	м	10	
43	Монтаж задвижки 30ч6бр Ду 65 1,6 МПа	шт.	4	
44	Монтаж клапана обратного поворотного 19ч21бр Ду65	шт.	2	
45	Монтаж манометра показывающего МПЗ-У Ру 1,6 МПа	шт.	4	
46	Монтаж крана трехходового для манометра	шт.	4	
47	Монтаж автоматики для насоса Grundfos CR 10-12 А-А-А-Е-НQQE	шт.	1	
48	Обратная засыпка грунта	м3	2	
	От НСП до КП2			300000
49	Разработка грунта для траншеи, глубина 3м; длина 440м; ширина 1 и 0,350м	м3	670	
50	Устройство песчанного основания толщиной 150мм	м3	63,85	
51	Монтаж трубы ПЭ100 SDR11 ГОСТ 18599-2001 Ø 75х6,8	м	440	
52	Устройство упоров из бетона М100	м2	0,8	
53	Обратная засыпка грунта	м3	600	
	Камера переключения 2			200000

Окончание таблицы 12

Поз.	Наименование работ	Ед. изм.	Кол.	Всего руб.
54	Разработка грунта для КП №2, глубина 3,5м; Ø =2,0м	м3	11,85	
55	Монтаж круглого колодца для водопровода 1 шт. по серии 3.900.1-14, Ø=2000мм , h=2700мм	шт.	1	
56	Монтаж трубы стальной электросварной ГОСТ 10704-91 Ø 76×3,0	м	3	
57	Монтаж трубы стальной электросварной ГОСТ 10704-91 Ø 219×6,0	м	3	
58	Монтаж задвижки 30ч6бр Ду 65 1,6 МПа	шт.	1	
59	Монтаж клапана обратного поворотного 19ч21бр Ду65	шт.	1	
60	Монтаж задвижки 30ч6бр Ду 200 1,6 МПа	шт.	2	
61	Монтаж клапана обратного поворотного 19ч21бр Ду200	шт.	1	
62	Соединение ПЭ-сталь 75/76	шт.	1	
63	Соединение ПЭ-сталь 219/200	шт.	2	
64	Обратная засыпка грунта	м3	0,42	

Сумма капитальных затрат проекта реконструкции очистных сооружений определяется по формуле:

$$\Sigma K = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6 + K_7 + K_8 \quad (7)$$

где K_1 – капитальные затраты на монтаж скважин 1,2;

K_2 – капитальные затраты на монтаж трубопроводов от скважин 1,2 до КП1;

- К₃ – капитальные затраты на монтаж дозатора хлора;
- К₄ – капитальные затраты на строительство камеры переключения 1;
- К₅ – капитальные затраты на монтаж трубопроводов от КП1 до НСП;
- К₆ – капитальные затраты на строительство насосной станции II подъема;
- К₇ – капитальные затраты на монтаж трубопроводов от НСП до КП2;
- К₈ – капитальные затраты на строительство камеры переключения 2.

Сумма капитальных затрат Σ К составляет 4,36 миллионов рублей.

3.1 Выводы

В настоящей главе представлено экономическое обоснование при выборе источника водоснабжения в период весеннего паводка. Для оценки капитальных затрат были составлены ведомости работ. Итогом подсчетов основных капитальных затрат является то, что при выборе источника водоснабжения поселка Красногорский в период паводка, решением проблемы реконструкции системы водоснабжения Красногорского поселения путем подключения проектируемых скважин в городскую сеть оказалось выгоднее реконструкции очистных сооружений порядка 3 раз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день около половины водопользователей получают воду, качество которой не соответствует гигиеническим требованиям по ряду показателей. Основным фактором загрязнения источников водоснабжения является антропогенный фактор. Помимо этого, также причиной сложившегося положения являются неудовлетворительное состояние и повышенный износ систем централизованного водоснабжения.

Ситуация с качеством воды ухудшается в период паводков, когда в источник водоснабжения попадают загрязнения, накопленные на водосборной территории. Паводковые и аварийные периоды характеризуются многократным увеличением содержания примесей в воде, но продолжаются недолго. В практике часто встречаются ситуации с резким увеличением загрязнений в воде в 3-10 раз в течение нескольких дней по таким показателям, как запах, цвет, аммиак.

Водоснабжение поселка Красногорский осуществляется от двух отдельных источников водоснабжения: часть города от поверхностного источника и часть города от подземного. Исходя из исходных данных, а именно анализа воды, можно сделать вывод, что поверхностный источник в период весеннего паводка загрязняется, в результате чего существующая схема очистных сооружений не справляется с возрастающими концентрациями органических веществ.

При выборе предлагаемых методов и оборудования для обеспечения населения водой питьевого качества были изучены различные методы удаления аммиака и произведен анализ современного оборудования. В связи с этим для очистки было предложено строительство нового здания скорых фильтров с угольной загрузкой.

В работе была рассмотрена возможность включения в схему водоснабжения, на период паводка, дополнительного подземного источника (артезианская скважина), так как дебет существующего подземного источника

не соответствует необходимому расходу. Была дана характеристика качества подземных вод и подсчет запасов подземных вод, в результате которых было подобрано оборудование.

Для объединения существующих отдельных систем водоснабжения поселка Красногорский в единое целое был произведен гидравлический расчет для трех вариантов: питание сети от поверхностного водозабора, питание сети от подземного водозабора и питание сети от подземного и поверхностного водозаборов. В результате чего выяснилось, что питание водопроводной сети из двух источников является наиболее эффективным с точки зрения энергосбережения.

В настоящей работе был произведен подсчет капитальных затрат для обоснования выбора источника системы водоснабжения поселка Красногорский в период паводков с экономической точки зрения. Итогом стал вывод, что решение проблемы реконструкции системы водоснабжения Красногорского поселения путем подключения проектируемых скважин в городскую сеть оказалось выгоднее реконструкции очистных сооружений порядка 3 раз.

При реализации предложенных вариантов необходимо выполнить проект с расчетом окупаемости с учетом инфляции и экономической эффективности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84».
2. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.
3. ГОСТ 2761-84 – Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора.
4. ГОСТ 18599-2001 – Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия.
5. Нуруллин, Ж.С., Шешегова, И.Г. Гидравлический расчет кольцевых водопроводных сетей с использованием ЭВМ Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2014. – 16 с.
6. Самбурский, Г.А. Эколого-экономические аспекты выбора технологии удаления аммиака (аммонийного азота) из воды, предназначенной для локального питьевого водоснабжения. УДК 502.335.
7. Рябчиков, Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 328 с.
8. Николадзе, И.Г., Сомов, М.А. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1995. – 688 с.
9. Фрог, Б.Н. Водоподготовка. – М.: МГУ, 2001. – 680 с.
10. Журба, М.Г., Соколов, Л.И., Говорова, Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: т.2., изд. 2-е, пер. и доп. Учеб. пособие. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 496 с.
11. Кулаков, В.В., Сошников, Е.В., Чайковский, Г.П. Обезжелезивание и деманганация подземных вод: Учебное пособие - Хабаровск: ДВГУПС, 1998. - 100 с.
12. Ковалевский, В.С. Условия формирования и прогнозы естественного режима подземных вод. Недра, Москва, 1973 г., 152 стр., УДК: 551.495.