

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
(институт)

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

08.04.01 «Строительство»
(код и наименование направления подготовки)

«Водоснабжение городов и промышленных предприятий»
(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Разработка технологических решений водоснабжения малых населенных пунктов из подземных источников

Студент	<u>М.М. Киреев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Научный руководитель	<u>И.А. Лушкин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>В.В. Петрова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Руководитель программы к.т.н., доцент В.М. Филенков _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)
« _____ » _____ 20 _____ Г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент М.Н. Кучеренко _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)
« _____ » _____ 20 _____ Г.

Тольятти 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	Ошибка! Закладка не определена.
ГЛАВА 1 Анализ проблем водоснабжения малых населенных пунктов Самарской области.....	7
1.1 Проблемы систем водоснабжения малых населенных пунктов	7
1.2 Подземные источники водоснабжения Самарской области	9
1.3 Особенности качественных характеристик подземных вод Самарской области	11
Выводы по главе 1.....	21
ГЛАВА 2 Анализ современных технологий при водозаборе и очистке воды на хозяйственно-питьевые нужды.....	22
2.1 Особенности систем водоснабжения малых населенных пунктов сельскохозяйственных поселений Самарской области.....	22
2.2 Основные элементы системы водоснабжения населенного пункта	24
2.3 Водозаборные сооружения из подземных источников для малых населенных пунктов.....	26
2.4 Анализ методов очистки подземных вод	31
2.4.1 Обезжелезивание	32
2.4.2 Деманганация	46
2.4.3 Умягчение воды	49
2.4.4 Обеззараживание	52
Выводы по главе 2.....	54
ГЛАВА 3 Разработка технологической схемы очистки воды для малых населенных пунктов (на примере сельского поселения Тимофеевка)	55
3.1 Анализ работы существующей системы водоснабжения сельского поселения Тимофеевка	55
3.2 Анализ возможной технологической схемы очистки воды (аналог)	58
3.3 Разработка технологического решения водоподготовки для сельского поселения Тимофеевка	63

Выводы по главе 3.....	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	Ошибка! Закладка не определена.
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение А	83
Приложение Б.....	87

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы: Технически обеспечить необходимое количество воды — это посильная задача, но подаваемая вода должна быть определённого качества и соответствовать нормам питьевого водоснабжения.

На территории Самарской области возрастает интенсивность строительства жилых коттеджных поселков, городов спутников, малых населенных пунктов, которым требуется вода питьевого качества.

Проведенные химические анализы состава подземных вод на территории Ставропольского района Самарской области показывают, что в большинстве проб воды наблюдается превышение норм содержания железа, марганца и в воде солей жесткости от 7,5–10,0 мг-экв/л. В связи с этим разработана технологическая схема очистки воды малых населенных пунктов.

Объект исследования: водоснабжение малых населенных пунктов.

Предмет исследования: очистка подземных вод сельского поселения Тимофеевка Ставропольского района Самарской области.

Целью работы является разработка технологических решений водоснабжения малых населенных пунктов из подземных источников с повышенным содержанием железа, марганца, сероводорода и солей жесткости (на примере сельского поселения Тимофеевка Ставропольского района Самарской области).

Для реализации цели поставлены следующие научно-технические задачи:

- 1 Анализ проблем водоснабжения малых населенных пунктов из подземных источников г.о. Тольятти и Самарской области;
- 2 Анализ современных технологий водоподготовки в области обезжелезивания, деманганации и умягчения воды на хозяйственно-питьевые нужды;

3 Разработка и апробация технологических решений водоподготовки из подземных источников на хозяйственно-питьевые нужды малых населенных пунктов (на примере сельского поселения Тимофеевка Ставропольского района Самарской области).

Научная новизна заключается в:

1 Определении основных параметров технологических решений для подготовки воды на нужды сельского поселения Тимофеевка.

2 Разработана технология водоподготовки подземных вод с использованием фильтров с каталитической загрузкой (многокомпонентная смесь материалов АС+МЖФ+МСК в пропорции соответственно 60%+20%+20%), с обратноосмотической установки, а также УФ стерилизатора.

Практическая значимость работы заключается в том, что предлагаемые технологические решения водоподготовки на нужды сельского поселения Тимофеевка позволят обеспечить потребителя качественной питьевой водой.

Личный вклад автора состоит в обосновании темы, цели, задач и разработке технология водоподготовки подземных вод с использованием фильтров с каталитической загрузкой (многокомпонентная смесь материалов АС+МЖФ+МСК в пропорции соответственно 60%+20%+20%), с обратноосмотической установки, а также УФ стерилизатора.

На защиту выносятся: технология водоподготовки.

Апробация работы: Результаты работы доложены на международных конференциях представлены в сборниках трудов:

- 1 Киреев М.М., Лушкин И.А. Проблемы водоснабжения малых населенных пунктов из подземных источников в самарской области. В сборнике статей VI Международной научно-практической конференции «Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России». – Пенза, МНИЦ, 2017.

2 Киреев М.М.О направлениях решения проблем водоснабжения малых населенных пунктов самарской области. – В сборнике: Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии. – Пенза, МНИЦ. 2017.

Структура и объем диссертации. Магистерская диссертация состоит из введения, трех глав, выводов по главам, заключения, библиографии из 42 наименований. Общий объем работы 90 стр., включая 23 иллюстрации и 11 таблиц.

ГЛАВА 1 Анализ проблем водоснабжения малых населенных пунктов Самарской области

1.1 Проблемы систем водоснабжения малых населенных пунктов

В Самарской области для питьевого водоснабжения малых населенных пунктов в большинстве случаев используются подземные воды. На большинстве разведанных и эксплуатируемых месторождений качество воды не соответствует требованиям, предъявляемым к воде питьевого назначения по содержанию железа, концентрация которого достигает 5-6 и более мг/л, так же на ряде водозаборов имеется превышение допустимых концентраций марганца, азотистых соединений и др.

Одной из основных причин низкого качества питьевой воды в малых населенных пунктах Самарской области и ряда других регионов РФ является стихийное развитие систем водоснабжения, в результате чего образовалась весьма неконструктивная (с гидравлической точки зрения) система трубопроводов, как правило, диаметром 100-200 мм, к которой присоединены до 10 и более одиночных скважин, расположенных в различных точках населенного пункта. При этом организация централизованного водозабора со станцией обезжелезивания становится практически невозможной без коренной реконструкции водопроводной сети. Анализ таких систем ряда населенных пунктов Самарской области показал, что экономически и технологически более целесообразно завершить строительство децентрализованных водозаборов путем строительства нескольких групповых или локальных станций обезжелезивания.

До недавних пор такое решение было трудно реализуемо, т.к. типовыми схемами предусматривалась необходимость строительства резервуаров чистой воды, насосной станции 2-го подъема с установкой мощных промывных

насосов для регенерации фильтрующей загрузки и другого вспомогательного оборудования. Реализация такой громоздкой схемы на каждой одиночной скважине крайне неэкономична. В последние годы разработаны технологические схемы и освоено производство автоматизированных самопромывающихся станций обезжелезивания, свободных от указанных недостатков. Принятию такой концепции развития систем водоснабжения малых населенных пунктов, предшествует анализ существующей системы водоснабжения, выявление её «узких» мест и диктующих скважин, определение очередности строительства станций обезжелезивания. Такой подход позволяет рассредоточить капитальные вложения во времени, поэтапно решать задачи совершенствования системы водоснабжения и улучшения качества питьевой воды с наименьшими затратами.

Качество питьевой воды является на сегодня одной из самых острых, животрепещущих проблем. От ее решения напрямую зависит здоровье народа, а значит – и будущее нашего региона, да и будущее страны в целом.

В практике коммунального водоснабжения Самарского региона используют химические (хлорирование, озонирование, воздействие препаратами серебра), безреагентная (ультрафиолетового излучения, импульсного электрического тока, гамма-лучи и т.д.) и комбинированных методов обеззараживания воды. В первом случае необходимый эффект достигается путем внесения в воду биологически активных химических соединений. Методы безреагентной дезинфекции включает обработку физических эффектов воды. И комбинированных методов с использованием как химических, так и физических эффектов.

Организации, осуществляющие забор воды, ее подготовку занимают ведущие места в регионе. А стало быть эффективность использования материальных ресурсов в данной отрасли так или иначе сказывается на

общем уровне благосостояния и здоровья людей, проживающих на территории нашей губернии.

Организация рационального питьевого водоснабжения поможет избежать различных кишечных инфекций и эпидемий. Особенно важен для здоровья человека химический состав питьевой воды. Необходимо учесть и возможность вторичного загрязнения уже очищенной воды при подаче через водопроводные сети.

Проблемы качества питьевой воды напрямую связаны с качеством его природных источников, вода в которых постепенно, год от года ухудшается. В государственном докладе "вода питьевая" отмечено, что "около 70% рек и озер страны утратили свое качество как источники водоснабжения, а приблизительно 30% подземных источников подверглись природным или техногенным загрязнениям. Около 22% проб питьевой воды, взятых из водопровода, не отвечают гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям и более чем на 12% – по микробиологическим показателям" [1].

1.2 Подземные источники водоснабжения Самарской области

Самарская область расположена в пределах Волго-Сурского, Приволжско-Хопёрского, Сыртовского и Камско-Вятского артезианских бассейнов подземных вод II порядка, входящих в состав Восточно-Русского сложного бассейна подземных вод I порядка, и в пределах верхней гидрогеологической зоны свободного водяного обмена, которая выделяет многочисленные гидрогеологические подразделения, различные по водяной обильности, в отложениях от каменноугольного до современного возраста. Водоносные горизонты четвертичных отложений. Грунтовые воды четвертичных элювиально-делювиальных отложений практического значения для целей водоснабжения не имеют из-за их слабой водообильности [3].

Подземные воды играют весьма существенную роль в народном хозяйстве Самарской области и в повседневной жизни и деятельности человека. В гидрогеологическом отношении Самарская обл. располагается в пределах Волго-Сурского, Приволжско-Хопёрского, Сыртовского и Камско-Вятского артезианских бассейнов подземных вод II порядка, входящих в состав Восточно-Русского сложного бассейна подземных вод I порядка [3].

Грунтовая вода четвертичных аллювиальных отложений имеет обширное распространение в Самарской области. Эти воды питаются в основном атмосферными осадками и разгрузкой напорных водоносных горизонтов и поверхностного стока водотоков (при паводке). Ареалы подземной воды аллювия ограничены площадью террас долин рек, и залегают вдоль рек полосами различной ширины.

Водоносные пласты Палеогеновых отложений присутствуют в пределах Приволжской возвышенности.

Грунтовые воды Эоцена имеют ограниченное распространение (Высшая членов водоразделе рр. Усы и из Сызрани). Водовмещающими породами кварц – глауконитовые пески и песчаники пролески Люкс.

Более широкое распространение подземных вод Палеогеновых водоносных горизонтов, которые являются опоки, песчаники и пески, и водоупором является глина или плотный доломит.

Водоносные горизонты в меловых отложениях представлены только в Шигонском и Сызранском районах [3]. В водоносных породах, в основном трещиноватые мела, трещиноватых мергелей с прослоями опок, иногда глинистые пески и песчаные глины.

Водоупорами служат плотные глины. Неравномерная водообильность горизонта изменяется в широких пределах [3].

Водовмещающие породы юрских отложений распространены преимущественно на Общем Сырте (юго-восток области), но отмечаются и на Самарской Луке, и на южной окраине Приволжской возвышенности.

Неглубокое залегание водоносных горизонтов (от 10-20 до 50 м) наблюдается в долинах рек и склонах водоразделов. На юге и юго-востоке от долины р. Самара глубины залегания горизонтов с увеличиваются до 120-170 м [3].

Выход верхнепермских отложений на поверхность наблюдается на больших площадях. Питаются подземные воды преимущественно инфильтрацией атмосферных осадков, а также подпиткой напорными водами, залегающими ниже.

1.3 Особенности качественных характеристик подземных вод Самарской области

Формирование подземных вод происходит в водоносных горизонтах при прохождении атмосферных осадков через почву, при этом происходит их фильтрация. Атмосферные осадки, сосредотачиваются на водонепроницаемом пласте, это может быть 1-ый, 2-ой и т.д. пласты, образующие водоносный горизонт. Воды, залегающие, как правило, на глубине свыше 50 м, называются артезианскими. Важную роль в формировании подземных вод, используемых для водоснабжения, играют инфильтрация и конденсационные процессы.

Когда процессы конденсации паров воды подземного воздуха на частицах почвы; накопление влаги идет в виде потока, и тяжести носит его. Все-таки, подземные воды формируются в основном за счет инфильтрации атмосферных и поверхностных вод, которые проникают в глубь земли, где подземные потоки и бассейны. На рисунке 1.1 представлена схема движения подземных вод в результате процессов инфильтрации. Подземные и

поверхностные воды находятся в постоянном взаимодействии. Качество артезианских вод определяется санитарным состоянием вышележащих фильтрующий слой почвы. Химическое и биологическое загрязнение почвы и расположения поверхности санитарной надежности водоносного горизонта грунтовых вод значительно снижается. Из-за ограниченного производства и ненадежности в санитарном отношении грунтовые воды используются преимущественно для сельской воды и редко в качестве источника централизованного водоснабжения [4].

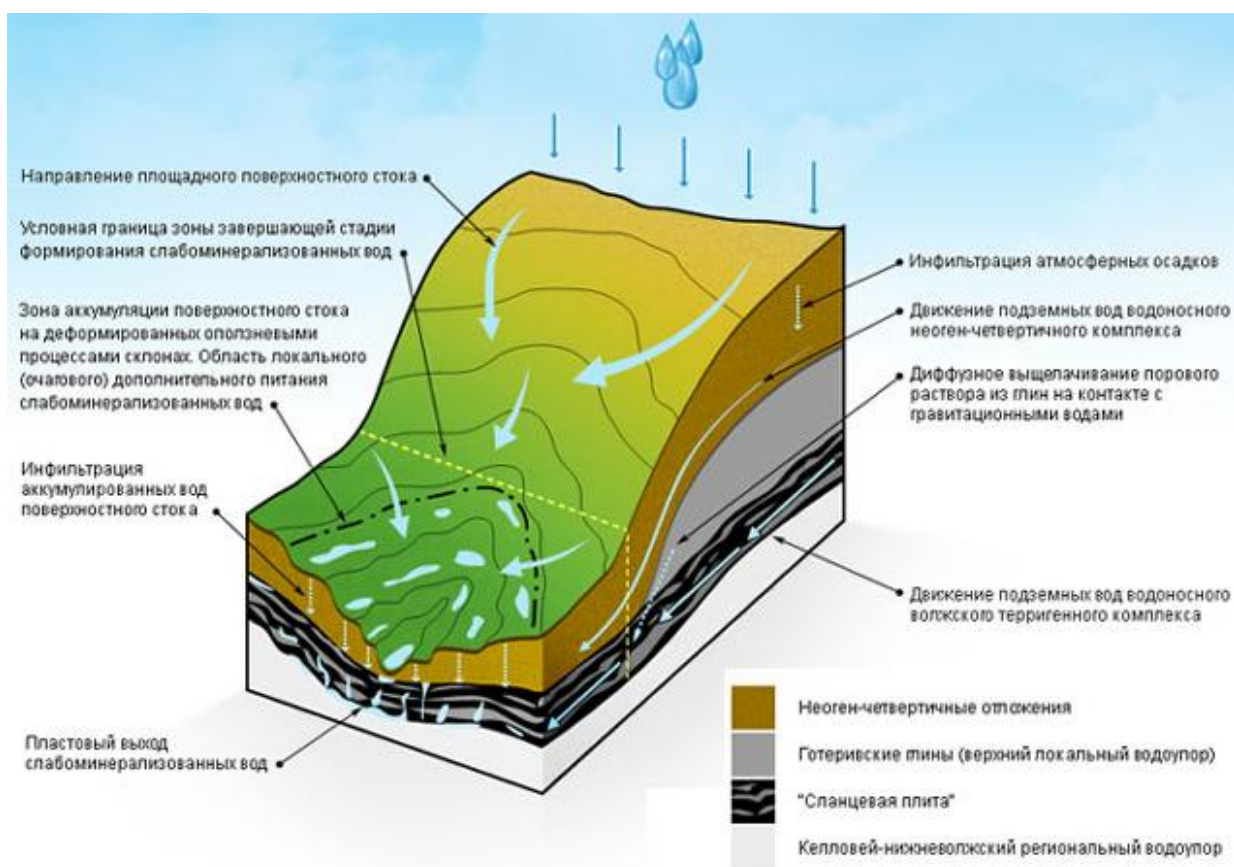


Рисунок 1.1 – Схема формирования подземных вод

В докладе Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Самарской области «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области»

за 2014 год, о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия говорится [3]:

- причиной развития врожденных аномалий и снижение умственной способности может являться дефицит йода в питьевой воде;
- недостаточность кальция и магния, способствует увеличению числа смертельных исходов, и тяжести течения сердечных заболеваний;
- причиной кариеса является пониженная концентрация фтора в питьевой воде, а повышенная концентрация фтора способствует развитию флюороза, полиневритов, изменению костей;
- мочекаменная болезнь может быть вызвана избытком кальция;
- превышение железа в питьевой воде вызывает аллергические заболевания, болезни крови;
- сердечно-сосудистые патологии и возникновение онкологических заболеваний крови вызывает превышение концентраций селена.

В Самарской области за последнее время не наблюдалось вспышек инфекционных заболеваний, связанных с качеством питьевой воды, однако питьевой водой надлежащего качества, обеспечены в основном, городские жители, такие города как Самара, Тольятти, Жигулевск. Водоснабжение данных городов осуществляется из реки Волга, чья вода отличается мягкостью, то есть с небольшим содержанием минералов, и довольно чистая. Пройдя цикл полной очистки, потребитель получает воду положенного качества с содержанием нерастворимых примесей всего 1 мг на литр, и то это связано из-за ветхости труб, которые отслужили свой ресурс, в среднем на 50-60%, имея засоренность в виде элементов ржавчины [4].

Что же касается малых населенных пунктов (поселков, деревень и т.д.) Самарской области, большая часть эксплуатирует подземные воды. К ним так же добавляется интенсивное строительство новых малых населенных

пунктов, которые в большинстве случаев так же используют воду подземных источников.

Большее количество населения уверены, что вода в подземных источниках чистая, и ей никакой дополнительной очистки не требуется, при этом забывая, что и под землей достаточно примесей, а вода чуть ли не лучший естественный растворитель, и это, не говоря о радиоактивных захоронениях. А вода впитывает в себя радиоактивное облучение очень активно. Любой специалист, работающий с подземными источниками и артезианскими скважинами, скажет, что в воде под землей огромное количество примесей. Причем это не просто жесткая вода, это вода с железом, марганцем, сероводородом, а также миллионом бактерий.

Наличие подземных вод по Самарской области практически повсеместно, однако, по качеству и обильности, распределение их крайне неравномерное. На многих сельских водозаборах, использующих подземные воды (сегодня мы именно про них и говорим, не трогая статистику поверхностных источников), имеющие отклонения по химическому составу воды, не организована ее дополнительная очистка, вода подается потребителю напрямую из скважин.

Если взять любой район Самарской области, то состав воды в ее артезианских скважинах будет разным. Чем больше в районе сельскохозяйственных предприятий, а также предприятий по производству мяса, крупных животноводческих ферм, тем более грязной будет вода. Это происходит потому, что все пестициды, химические азотные удобрения почвы потом легко передаются воде.

Основные направления попадания загрязняющих веществ в подземные воды представлены на рисунке 1.2.

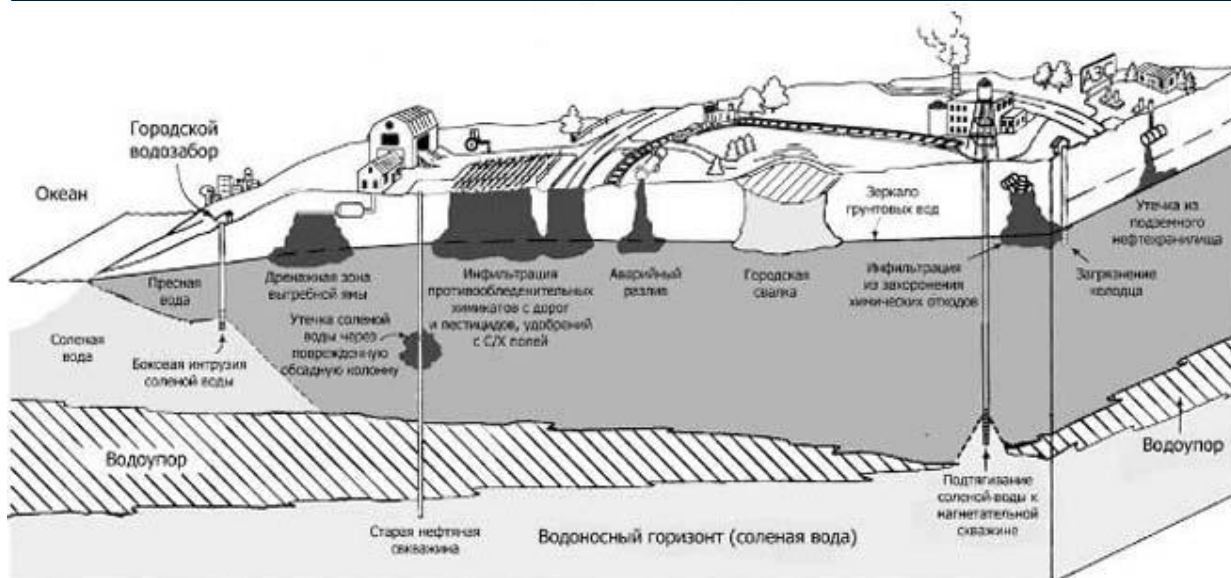
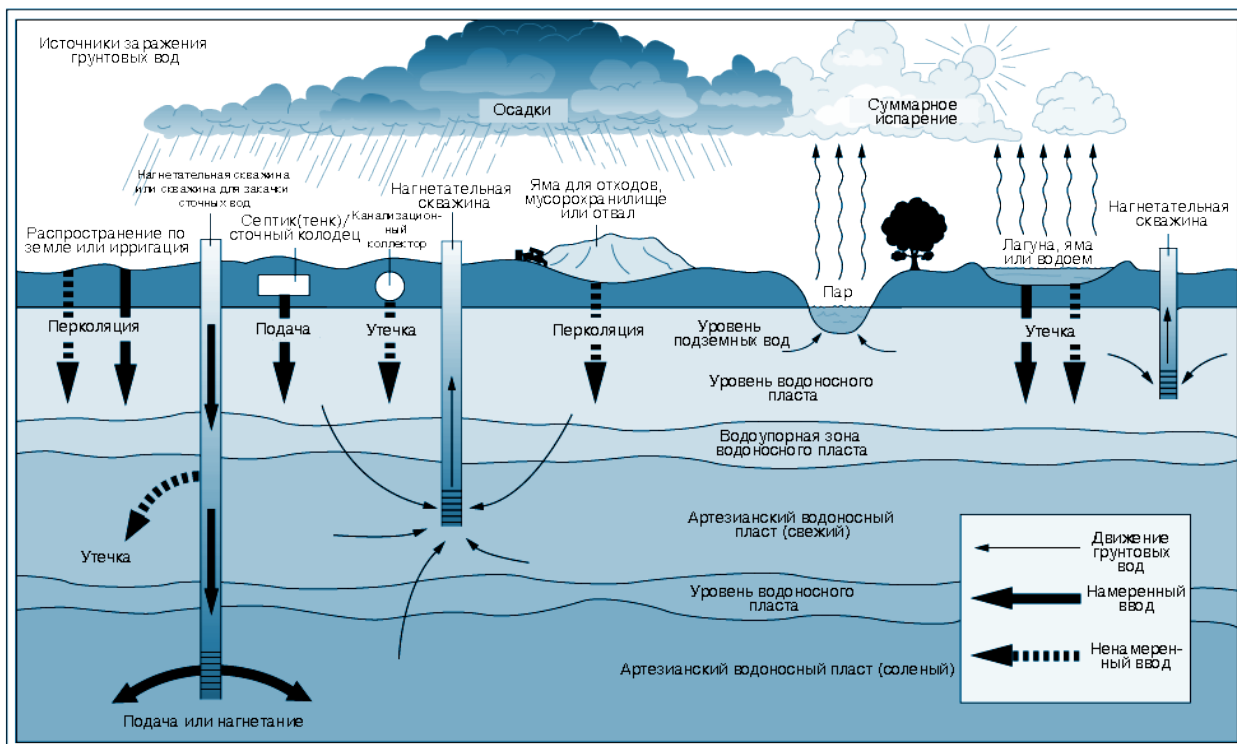


Рисунок 1.2 – Основные источники загрязнения подземных вод

Из результатов проведенных анализов, взятых проб из подземных источников на территории Самарской области указанных в таблице 1 и 2 видно: в первую очередь повышенное содержание железа, марганца, и повышенную жесткость, а так же в таблице № 1 и № 2 показаны примеры некоторых районов и городов Самарской области, у которых изменения среднегодовой концентрации железа (3 класс опасности, ПДК 0,3 мг/л) в воде питьевой в 2014 г., составила 0,27 мг/л; выше среднего по области уровня и

выше 5 ПДК содержание железа регистрировалось в Ставропольском районе и Приволжском районе; 2,1-5 ПДК – в Кинельском районе и Кошкинском районе; 1,1-2 ПДК – в Пестравском районе и в Елховском районе (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Содержание железа (мг/л) в воде питьевой систем ЦХПВ на территориях Самарской области за 2012-2014 гг. (выше среднего областного уровня)

Районы самарской области	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Приволжский р-н	0,968	1,072	1,335
Пестравский район	0,598	0,940	0,476
Кинельский район	1,221	0,708	0,611
Ставропольский район	1,735	0,701	1,904
Челно-Вершинский р-н	0,100	0,355	0,080
г. Жигулевск	0,178	0,330	0,281
Кошкинский район	0,117	0,316	3,268
Елховский район	0,910	0,280	0,751
г. Тольятти	0,164	0,250	0,179

Среднегодовая концентрация аммиака и аммоний-иона (по азоту) – (4 класс опасности, ПДК 1, 5 мг/л) по Самарской области в 2014 г. была 0,35 мг/л; с превышением 1,1-2 ПДК регистрировалось содержание вещества в Пестравском районе. 27 Среднегодовая концентрация нитратов (3 класс опасности, ПДК 45 мг/л) в воде питьевой систем ЦХПВ по Самарской области в 2014 г. составила 11,26 мг/л, превышений концентраций нитратов на территориях области не отмечалось. Среднегодовая концентрация нитритов (3 класс опасности, ПДК 3,3 мг/л) по Самарской области в 2014 г. составила 1,53, с превышением 1,1-2 ПДК в г. Октябрьск, на других территориях области превышений ПДК не отмечалось. Среднегодовая

концентрация хлоридов (4 класс опасности, ПДК 350 мг/л) по Самарской области в 2014 г. составила 75,74 мг/л, превышений ПДК на территориях области не отмечалось (табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Содержание марганца (мг/л) в воде питьевой систем ЦХПВ на территориях Самарской области за 2012-2014 гг. (выше среднего областного уровня)

Районы самарской области	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Ставропольский район	0,22	0,43	0,47
г. Тольятти	0,14	0,18	0,09
Кинельский район	0,13856	0,14	0,14
Борский район	0,0075	0,09	0
Приволжский район	0,044	0,071	0,05
Самарская область	0,03748305	0,05	0,03
Челно-Вершинский р-н	0,0001	0,04	0,01
Большечерниговский р-н	0,1425	0,036	0,04

В Самарской области загрязнения подземных вод является самым тяжелым в нефтеперерабатывающие заводы, в непосредственной близости от очистных сооружений, полигонов промышленных и бытовых отходов (шламонакопителей, отстойников, накопителей и т. д.), в области разработки нефтяных месторождений. Чтобы источники загрязнения, связанные с сельским хозяйством, являются крупные животноводческие фермы, сельскохозяйственные поля орошения обрабатываемых сельскохозяйственных удобрений, услуги [12].

Качество подземных вод на территории Самарской области зависит от целого ряда факторов. Часто бывает трудно отделить их друг от друга, потому что деятельность человека часто усиливают действие природных факторов, вызывающих ухудшение качества подземных вод. На территории

Самарской области по состоянию на 01.01.2015 г в процессе эксплуатации загрязнение отмечается на 32 водозаборах, в т.ч. на 21 водозаборе питьевого назначения и на 11 водозаборах для производственно-технического и технологического водоснабжения [12].

Природное несоответствие качества подземных вод, согласно санитарным требованиям для питьевых вод, установлено на 70 водозаборах с интенсивной добычей подземных вод. Природное несоответствие качества выявлено в пределах Волго-Сурского АБ (водоносный неоген-четвертичный комплекс и водоносный казанский комплекс), Приволжско-Хопёрского АБ (водоносный верхнекаменноугольно-нижнепермский комплекс), и Сыртовского АБ (водоносный верхнекаменноугольно-нижнепермский комплекс). Воды не соответствуют санитарным требованиям по показателю жёсткости в 50 случаях, по минерализации – в 14 случаях, по содержанию железа – в 15 случаях и по содержанию сульфатов – в 6 случаях. Максимальные показатели жёсткости достигают 29,4-41 мг-экв/дм³, минерализации – 2,38-3,78 г/дм³, железа – 0,43-6,5 мг/дм³, сульфатов – 532-1137 мг/дм³. Волго-Сурский артезианский бассейн. Природное несоответствие качества на участках месторождений отмечено на водозаборах, эксплуатирующих подземные воды Курумочского, Ивашевского, Мирненского и Тольяттинского месторождений подземных вод и на отдельных водозаборах Волжского, Сергиевского районов. Основными показателями, по которым превышены предельно-допустимые концентрации, являются жёсткость 8,4-11,2 мг-экв/дм³ (Курумочское месторождение, Мирненское месторождение и Ивашевское месторождение (в отдельных скважинах), железо 0,75-1,76 мг/дм³ и марганец 0,15-0,6 мг/дм³ (Тольяттинское месторождение). На водозаборе ОАО «АвтоВАЗ» Тольяттинского месторождения (участок Вазовский) отмечается превышение

нормативных показателей минерализации до 1,3 г/ дм³ и жёсткости до 13,1 мг-экв/дм³ [12].

Приволжско-Хопёрский артезианский бассейн. Природное несоответствие качества отмечено на 3 водозаборах, расположенных на Сызранском месторождении подземных вод (Заусиновский, Усинский и ОАО «Пластик»). Основным показателем, нарушающим нормы качества, является жёсткость 7,75-13,1 мг-экв/дм³. Сыртовский артезианский бассейн. Природное несоответствие качества отмечено на водозаборах, расположенных на месторождениях подземных вод: Красноармейском, Красноглинском, Самарском, Смышляевском, Алексеевском и Похвистневском. Основными показателями, превышающими допустимые концентрации относятся: минерализация 1,05-3,78 г/дм³ и жёсткость 8,0-41,0 моль/дм³. На Красноармейском месторождении превышение допустимых норм отмечено по показателю жёсткости (до 9,5 моль/дм³), на Красноглинском месторождении – по показателю жёсткости (8,0-12,45 моль/дм³), на Смышляевском – по показателю жёсткости (9,5-13,1 моль/дм³), на Алексеевском – по показателям минерализации 1,86-3,78 г/дм³ и жёсткости (19-41 ммоль/дм³), по содержанию железа – 0,38-0,75 мг/дм³ и сульфатов до 1440 мг/дм³, на Похвистневском – по показателю жёсткости (до 7,95 моль/дм³) [12].

Примерное процентное соотношение проб питьевой воды не соответствующих нормативным показателям представлено на рисунке 1.3.

КАКУЮ ВОДУ ПЬЕМ, %

Источник: Роспотребнадзор

● Доля проб питьевой воды, не соответствующих нормативам



Рисунок 1.3 – Соотношение качественных показателей проб питьевой воды

Выводы по главе 1

1 В настоящее время население Самарской области в большинстве городов и районов потребляет питьевую воду, не отвечающую в полной мере основным требованиям нормативных документов РФ по макро - и микрокомпонентам, биологически активным элементам, биогенным веществам, органическим соединениям природного и искусственного происхождения.

2 В настоящее время в связи с устойчивым ростом использования подземных источников – артезианских вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения актуальна проблема их очистки от отдельных лимитирующих компонентов загрязнений: железа и марганца, а также жесткости.

3 Целесообразно разработать базовую технологическую схему водоподготовки с дополнительными узлами коррекции качества воды по специфическим лимитирующим компонентам.

ГЛАВА2 Анализ современных технологий при водозаборе и очистке воды на хозяйственно-питьевые нужды

2.1 Особенности систем водоснабжения малых населенных пунктов сельскохозяйственных поселений Самарской области

Большинство систем водоснабжения малых населенных пунктов Самарской области представляют собой комплекс сооружений, таких как: водозаборы из подземных источников водоснабжения, водопроводные очистные сооружения (крайне редко), насосные станции второго подъема, водонапорные башни, тупиковые водопроводные сети. Большинство таких водопроводов построены в 60–70-е гг. прошлого века, а, следовательно, они морально устарели и имеют значительный физический износ сооружений. Лишь 57,2% локальных водопроводов сельских поселений Самарской области подает воду, пригодную для питья, остальные водопроводы подают воду несоответствующую санитарным нормам.

Такая разноплановая сложная схема водоснабжения требует большого обслуживающего персонала различных профессий, разнообразной техники, оборудования и материалов, что тоже дополнительно увеличивает затраты по сравнению с городскими условиями. Естественный износ требует полной замены устаревшего оборудования в связи с невозможностью поддерживать его в работоспособном состоянии. Системы водоснабжения в большинстве малых населенных пунктов не располагают приборами учета расходов подаваемой воды, давления, создаваемого в водопроводной сети, и т.п. Это приводит к излишним потерям подаваемой воды или недостатку напора, или расхода у конкретных водопотребителей.

Специфичность сельской местности диктует дополнительные требования к водоочистным установкам. Они должны быть: компактными, просты и надежны в эксплуатации.

Малые объекты водоснабжения нашей области (животноводческие фермы, сельские населенные места и др.) в основном используют простые схемы водоснабжения: вода из скважины подается в башню, а далее в водопроводную сеть. При этом нет не только очистных сооружений, но и подземных резервуаров, и насосных станций II подъема.

Поселковые водопроводы и водопроводы сельских местностей (используют пожарные водоемы на своей территории) допускают перерывы в водоснабжении. Разветвленные сети чаще используются в районных водопроводах, обеспечивающих несколько объектов, отстоящих друг от друга на значительные расстояния. Эти системы обеспечивают надежность водоснабжения местными резервуарами необходимой емкости. Экономически целесообразно надежность таких систем обеспечивается не кольцеванием сети, а созданием необходимых емкостей для отдельных потребителей. В городских условиях подача воды к домам прокладываются по всем проездам и улицам, поэтому сеть формирует смежные замкнутые контуры (кольца), и определяется планировкой города. Для любых кольцевых сетей можно определить основные направления потоков воды, в зависимости от формы территории объекта.

Для малых населенных пунктов, застраиваемых многоэтажными современными домами повышенной комфортности, башни становятся очень высокими и дорогими. При этом следует применить безбашенные системы водоснабжения, с подачей воды насосами непосредственно в сеть.

В случае бесперебойного электроснабжения применяется автоматизированная насосная установка с гидроаккумулятором - воздушным котлом, которая исключает водонапорную башню. Использование подземных вод с высокой минерализацией или содержанием фтора, железа, марганца значительно усложняет схему за счет водоподготовительных установок, резервуаров и насосных станций. При этом в РЧВ кроме регулирующего

объема воды предусматривается противопожарный запас и на собственные нужды водоочистной установки.

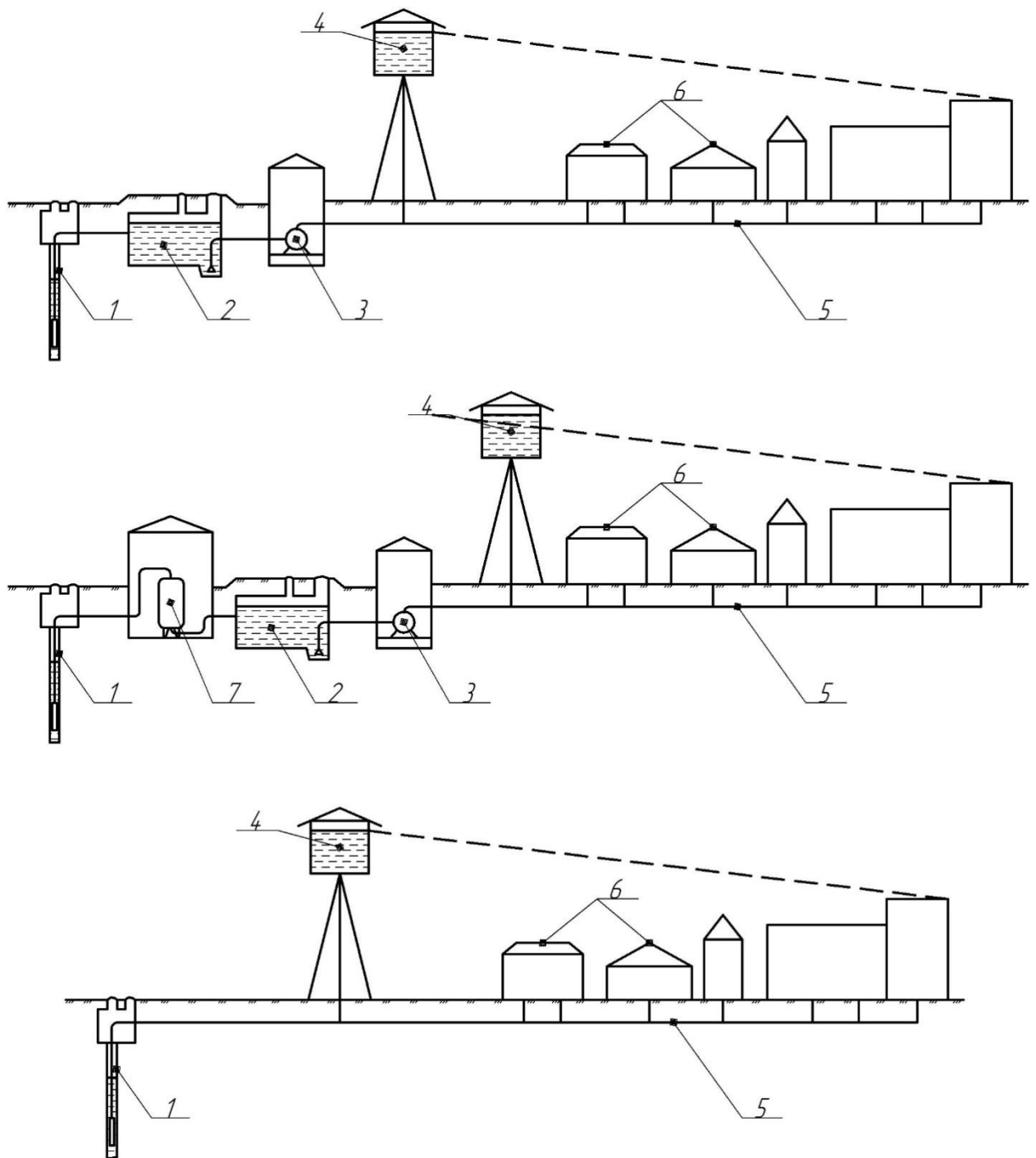
2.2 Основные элементы системы водоснабжения населенного пункта

Системы водоснабжения населенных пунктов являются комплексными инженерными сооружениями, расположенные в определенной технологической последовательности по направлению подачи воды и предназначены для обеспечения населения требуемым количеством воды требуемого качества. Системы водоснабжения могут включать:

- водозаборные сооружения (водозаборы, водоприемники);
- насосные станции;
- сооружения водоподготовки (водоочистные сооружения);
- РЧВ;
- регулирующие сооружения для поддержания требуемых расходов и напоров в сети (водонапорные башни, насосно-пневматические установки, напорные резервуары);
- водоводы, наружную и внутреннюю водопроводные сети для доставки воды потребителям.

В малых населенных пунктах наиболее часто выбирается подземный источник водоснабжения. Варианты систем водоснабжения населенного пункта, базирующаяся на подземном источнике представлены на рисунке 2.1.

Система водоснабжения (схема 1, рисунок 2.1) из подземного источника значительно упрощается, при соответствии качества воды требованиям норм, и может быть без очистных сооружений. При этом в схему входят: водозаборы (скважина, шахтный колодец и т.п.), НС-I, РЧВ, НС-II, водонапорная башня (напорный резервуар), водоводы и водораспределительная сеть (схема 2, рисунок 2.1).



1 – водозабор (скважина); 2 – резервуары чистой воды; 3 – насосная станция II-го подъёма; 4 – водонапорная башня (напорный наземный резервуар-башня); 5 – распределительная водопроводная сеть; 6 – населенный пункт; 7 – сооружения водоподготовки

Рисунок 2.8 – Варианты систем водоснабжения из подземного источника (скважины)

При некоторых условиях в небольших поселениях схема водопровода из подземного источника может быть еще проще. Вода

подаётся непосредственно в водонапорную башню (нагорный резервуар) и водопроводной сетью – к потребителям (схема 3, рисунок 2.1). При неудовлетворительном качестве подземной воды в схему системы водоснабжения включаются очистные сооружения.

2.3 Водозаборные сооружения из подземных источников для малых населенных пунктов

Водозаборные сооружения из подземных источников являются первым элементом системы водоснабжения населенного пункта, поэтому от правильного проектирования, строительства и эксплуатации этих сооружений будет зависеть надежность подачи воды определенного качества конечному потребителю.

Выбор типа и схемы размещения водозаборных сооружений следует производить, исходя из геологических, гидрогеологических и санитарных условий района участка. В общем случае водозабор из источников подземных вод должен состоять из:

- водоприемных сооружений;
- насосных станций первого подъема;
- сборных водоводов.

В зависимости от конкретных условий для приема подземных вод могут применяться водозаборные сооружения следующих типов:

- 1 вертикальные (скважина или шахтный колодец);
- 2 горизонтальные;
- 3 комбинированные;
- 4 лучевые;
- 5 каптажи.

Скважина – вертикальный водозабор, является наиболее распространенный для захвата подземных вод в различных условиях. Глубина колодца определяется глубиной и мощностью водоносного горизонта и может быть в диапазоне от 5 до 1000 м. Как правило,

использование воды скважины глубиной 150 м, редко до 300 м, реже до 800 м и более. Скважин на воду наиболее простым, надежным и, которые строятся для всасывания тяжести (массу) и давления (артезианских) вод (рисунок 2.2).

Конструкция артезианской скважины



Конструкция песчаной скважины

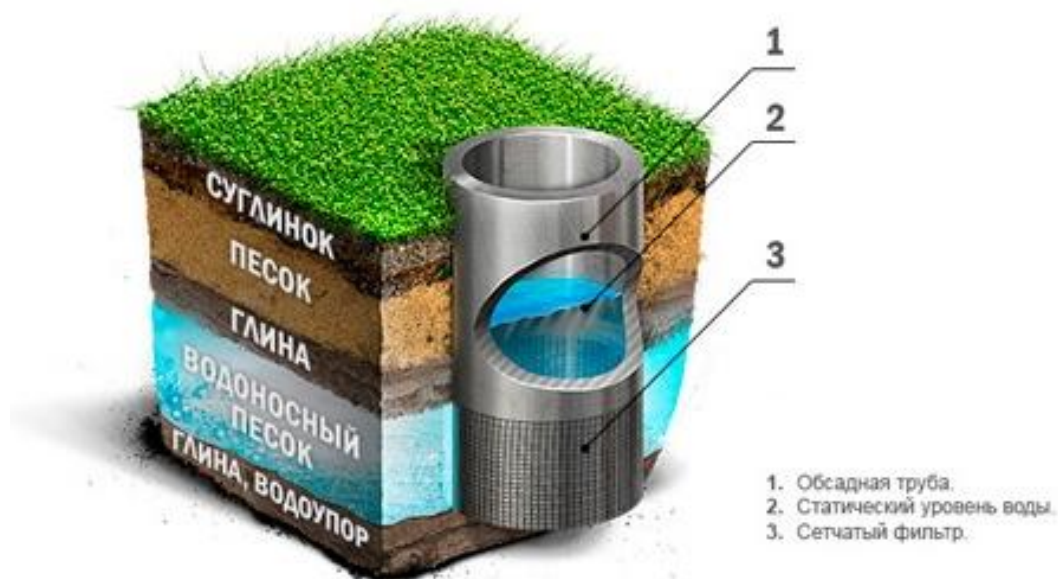


Рисунок 2.2 – Конструкции водозаборных скважин

Состав сооружений и элементов скважинного водозабора определяется природными и другими условиями территории размещения водозабора с учетом критерия надежности подачи воды и потребности в резерве. К основным условиям можно отнести следующие:

- глубина залегания подземных вод;
- качество воды;
- мощность водозабора;
- удаленность источника водоснабжения от потребителя;
- количество потребителей;
- система водоснабжения (централизованная или нецентрализованная).

Основными элементами скважинного водозабора являются:

- источник (водоносный пласт);
- водозаборные скважины;
- насосные станции;
- трубопроводы;
- водоводы и запорно-регулирующие емкости;
- сборные водоводы и водоводы первого подъема.

Водозаборные скважины характеризуются глубиной, производительностью (дебитом), конструкцией (включая параметры фильтров и бесфильтровых водоприемных частей), а также способом бурения. Насосные станции первого и второго подъема характеризуются различными типами павильонов (наземные, подземные и заглубленные), различными типами водоподъемного оборудования и составом арматуры (обвязки). С погружных насосов осуществляется подъем воды из скважины и подача ее по водоводам в РЧВилина очистные сооружения. Трубопроводы и водоводы характеризуются материалом труб, диаметром, длиной и связанным с этими параметрами гидравлическим сопротивлением. Запасно-регулирующие емкости (резервуары, контррезервуары, водонапорные башни, водовоздушные баки) характеризуются объемами для запаса воды, материалами, из которых они изготовлены, и назначением. Схемы

скважинных водозаборов. Схема размещения может быть линейной или площадной, и насколько позволяют гидрогеологические условия, наиболее компактной. Система водоснабжения из подземных вод, включающая в себя комплекс инженерных сооружений и их элементов, необходимых для забора подземных вод из водоносных горизонтов, подъема и подачи воды, в общем случае состоит из сооружений.

Шахтный колодец применяется в безнапорных водоносных пластах (грунтовые воды, верховодка), из рыхлых пород (пески, галечники), мощностью не более 10 м, при ограниченной глубине их залегания до 20...40 м, исходя из параметров технических средств для их устройства.

Шахтные колодцы применяются для водоснабжения отдельных потребителей – небольших населённых пунктов и отдельных строений в сельской местности, фермерских хозяйств, полевых станций, ферм и т.п. Конструкция шахтного колодца показана на рис 2.3.

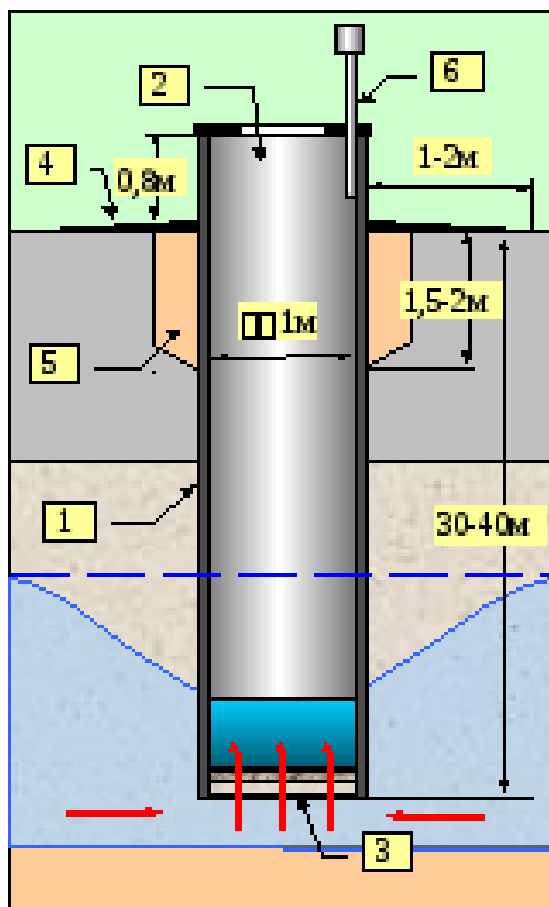


Рисунок 2.3 – Конструкция шахтного колодца

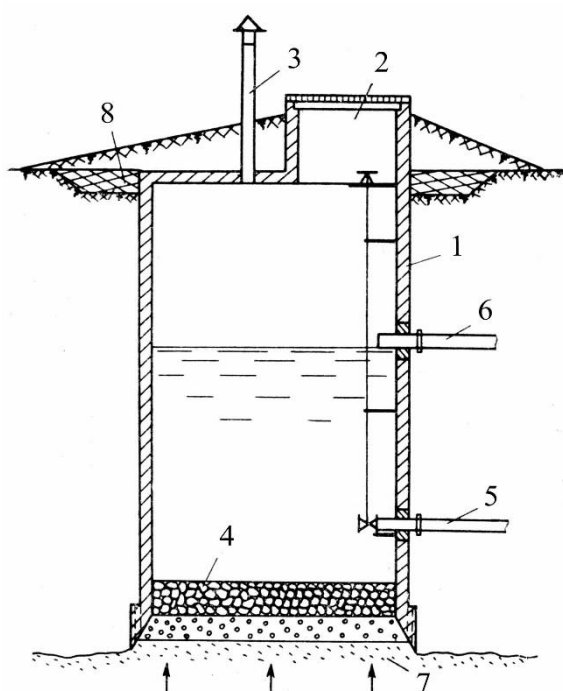
Шахтные колодецы (рис. 2.3) состоят из ствола 1, оголовка 2, водоприемной и водосборной части – «зумпфа» 3. Ствол шахтного колодца 1 соединяет оголовок с водоприемной частью, предотвращает обрушение стен, изолирует колодезную воду от загрязнённых поверхностных вод. В стволе также могут размещаются погружные насосы и трубопроводы.

Работы по проходке ствола осуществляется вручную или механизировано. Для механизации работ применяют агрегаты из КШК-25 и КШК-50, кто бурил скважины глубиной 25 и 50 метров, соответственно, для монтажа стен с железобетонными кольцами диаметром 1 м.

Каптажи источников (родников) могут быть организованы в виде сборных железобетонных камер или глубоких колодцев и используются для захвата подземных вод в концентрированном их на поверхность в виде восходящих или нисходящих родников. Весенних вод, выходящих на поверхность, принимать специальные водозаборных сооружений – Каптагай.

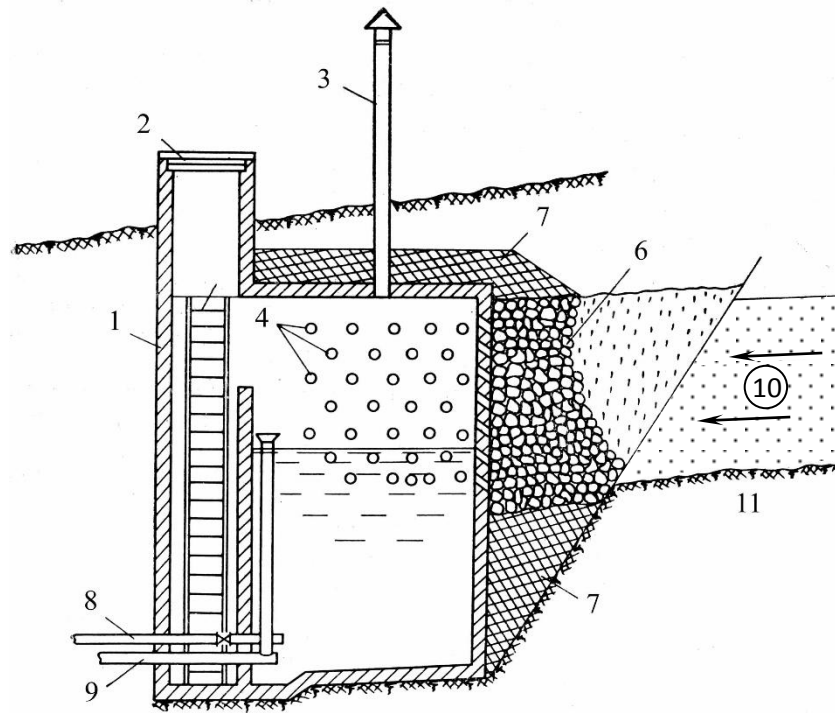
Каптирование (захват) заключается во вскрытии и направлении основного потока родника в каптажную камеру.

Конструкции каптажей многообразны. Варианты схем устройства каптажа на восходящих и нисходящих родниках показаны на рис. 2.4 и 2.5.



- 1 – камера водоприемника;
- 2 – люк для осмотра камеры;
- 3 – вентиляционная труба;
- 4 – гравийный фильтр;
- 5 – расходная труба;
- 6 – переливная труба;
- 7 – скальный грунт;
- 8 – глиняный замок

Рисунок 2.4 –
Водоприемник для каптажа
восходящих ключей



1 – водоприемная камера; 2 – люк для входа в галерею; 3 – вентиляционная труба;
 4 – водоприемные отверстия; 5 – лестница; 6 – обратный фильтр; 7 – утрамбованная глина;
 8 – расходная труба; 9 – переливная труба; 10 – водоносный пласт;
 11 – водоупорный пласт

Рисунок 2.5 – Водоприемник для каптажа нисходящих ключей

2.4 Анализ методов очистки подземных вод

Вода из природных водоисточников, как правило, не соответствует нормативным требованиям к воде питьевого качества и нуждается в очистке и обеззараживании. Водоподготовка из скважины подразумевает устранение не только жесткости, но и других примесей которые будут наблюдаться в воде. Для этого делают оценку состояния воды или как ее еще называют, анализ. Основная цель этой процедуры выявить излишки. Только получив такие результаты, вы наглядно сможете понять, какие именно приборы вам нужны. Ведь очистка воды из скважины подразумевает не только умягчение воды.

Для очистки и обеззараживания подземных вод, приведение химического состава до питьевых стандартов, необходимо использование комплексного подхода.

При решении этой задачи рассмотрим следующие методы очистки воды: обезжелезивание; деманганация; умягчение; обеззараживание.

2.4.1 Обезжелезивание

Инфильтрационные скважинные воды забираются с малой глубины (песчаные скважины) и по своему составу похожи по составу на поверхностные воды с низким, но вероятно, превышающим ПДК содержанием железа. Они, как правило, обогащены кислородом и поэтому в инфильтрационных водах железо присутствует в трехвалентной форме. Однако в последнее время при очистке от железа воды, добытой из песчаной скважины, специалистам приходится сталкиваться с тем, что эта вода имеет все тенденции и состав, чтобы быть отнесенной к поверхностным водам. А самое главное иногда, эти воды содержат железо, концентрация которого в десятки раз превышает ПДК. При этом чаще всего это гуматы железа.

Артезианские воды, забираемые с большой глубины, наиболее пригодны для использования для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения. Эти воды максимально очищены природными фильтрами от антропогенных загрязнений и защищены от проникновения болезнетворных микроорганизмов. При этом именно на таких глубинах концентрация железа наиболее высокая. Концентрация железа может варьироваться от нескольких десятых доли единицы до нескольких десятков мг в 1 л. В районах же залегания сульфатных руд и зонах молодого вулканизма концентрации железа могут достигать сотен мг на литр.

В артезианских скважинных водах железо преимущественно присутствует в двухвалентном состоянии, обычно в виде растворенного бикарбоната – $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$. Встречаются также карбонатная (FeCO_3), сульфатная (FeSO_4) и сульфидная (FeS) формы растворенных соединений двухвалентного железа. В трехвалентном состоянии растворенное железо

встречается крайне редко в виде сульфатов ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) или растворимых органических комплексов.

Требуемая степень и глубина обезжелезивания определяется конечными целями использования воды. На сегодняшний день не существует универсального метода удаления всех существующих форм железа, но используя различные комбинации схем очистки, можно добиться желаемого результата при конкретных условиях.

Окисление двухвалентного железа (Fe^{2+}) кислородом, содержащимся в воде, происходит медленно. Его скорость зависит от величины рН среды и достигает приемлемой для практических целей при значении рН > 8.

Для примера, в замкнутой системе (без доступа воздуха) двухвалентное железо (Fe^{2+}) полностью окисляется около 24 часов, а в открытой системе в течение 4 – 6 часов.

Поэтому для интенсификации процесса окисления железа прибегают к подщелачиванию воды, ее перемешиванию, аэрации, обработке хлором или каким-либо другим окислителем. Данную стадию можно назвать – стадией предварительной подготовки воды для обезжелезивания.

Однако выбор стадий очистки обезжелезивания воды на этом не оканчивается, поскольку после выбора способа предварительной подготовки воды для обезжелезивания необходимо выбрать способ ускорения реакции окисления, а также метод удержания нерастворимого гидроксида железа (III), который, впоследствии, может удаляться отстаиванием и (или) фильтрацией с добавлением коагулянтов (флокулянтов), если это потребуется.

В настоящее время наиболее широко применяемым для промышленного водоснабжения отдельных предприятий, отдельных коттеджей или коттеджных поселков является метод каталитического обезжелезивания. Метод основан на ускорении процесса реакции окисления

из двухвалентного состояния железа в трехвалентное в слое зернистого материала – катализатора обезжелезивания.

При этом реакция окисления железа происходит внутри напорного резервуара на скорых насыпных фильтрах, в которых засыпным слоем служит специальная фильтрующая среда с каталитическими свойствами. В первую очередь каталитические и фильтрующие свойства этих материалов определяются их высокой пористостью, обеспечивающей среду, как для протекания реакции окисления двухвалентного железа, так и обуславливающей способностью к удержанию окисленного трехвалентного железа внутри насыпного слоя. Сравнительные характеристики катализаторов обезжелезивания приведены в таблице 2.1.

Выбор катализатора обуславливается только качеством исходной воды и необходимой скоростью объемной фильтрации. При этом необходимо учитывать вроде бы незначительные факторы: значение рН исходной воды, совместимость каталитического слоя с дозируемыми реагентами и пр.

Необходимо учесть и тот фактор, что практически всегда обезжелезивание происходит одновременно с удалением из воды марганца, который окисляется значительно труднее, чем железо, и при более высоких значениях рН. То есть, при высоком содержании марганца в исходной воде лучше всего осуществить пропорциональное дозирование щелочного раствора для увеличения рН.

Выбор катализатора обуславливается только качеством исходной воды и необходимой скоростью объемной фильтрации. При этом необходимо учитывать вроде бы незначительные факторы: значение рН исходной воды, совместимость каталитического слоя с дозируемыми реагентами и пр.

Таблица 2.1 Сравнительные характеристики каталитических фильтрующих материалов

Наименование показателя		Тип катализатора обезжелезивания							МФО-47
		BIRM	MTM	GREEN SAND	PYROLOX (CATALOX)	AMDX	МЖФ	Quantum DMI 65	
Требования к исходной воде	Содержание нефтепродуктов, мг/л, не более	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	допустимо	допустимо	отсутствуют
	Содержание полифосфатов, мг/л, не более	-	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	-	-	-	-
	Содержание активного хлора, мг/л, не более	0,5	-	-	-	0,5	допустимо	0,1-0,3	0,1
	Содержание микробиологических загрязнений	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	Допустимо, при гипохлорите натрия или озоне	-	-
	Окисляемость перманганатная, мг О ₂ /л, не более	5,0	10,0	10,0	10,0	10,0	-	-	(0,15*Fe ²⁺ +3)
	Минимальная температура воды, °С	5	5	5	5	5	5	5	8
	Максимальная температура воды, °С	35	35	25	35	35	60	45	50
	Диапазон pH для удаления железа	6,8 - 8,0	6,5 - 8,5	6,2 - 8,5	6,5 - 9,0	6,8 - 8,0	5,5 - 9,0	5,8-8,6	7,0-8,0
	Диапазон pH для удаления марганца	8,0 - 9,0	7,5 - 8,5	6,2 - 8,5	6,5 - 9,0	8,0 - 9,0	5,5 - 9,0	-	7,5-8,5
	Диапазон pH для удаления сероводорода	-	7,5 - 8,5	6,2 - 8,5	6,5 - 9,0	6,8 - 8,0	-	-	7-9
	Макс. содержание железа (II), мг/л	5,0	15,0	15,0	5,0	5,0	50	20	10
	Макс. содержание марганца (II), мг/л	1,0	5,0	5,0	1,0	1,0	2	-	1,3
	Макс. содержание сероводорода, мг/л	отсутствуют	5,0	5,0	1,0	1,0	-	-	0,5
Условия применения	Аэрация воды	x	x	x	x	x	Да	-	Да
	Дозирование активного хлора	-	x	x	x	-	Да	-	Не более 2 мг/л
	Дозирование перманганата калия	x	x	x	x	x	Да (не используем в своей практике)	-	допустим
	Дозирование озона	x	x	x	x	x	Да	-	допустим
	Дозирование перекиси водорода	x	x	x	x	x	Да	-	-
Гидродинамические характеристики	Высота слоя катализатора, мм	750 - 900	600 - 900	750 - 900	600 - 900	750 - 900	700	600	Мин 700мм. но не более 65% от объема корпуса
	Высота свободного борта, % от высоты слоя, не менее	50	40	50	50	50	30	40	30

Наименование показателя		Тип катализатора обезжелезивания							
		BIRM	MTM	GREEN SAND	PYROLOX (CATALOX)	AMDX	МЖФ	Quantum DMI 65	МФО-47
Гидродинамические характеристики	Номинальная объемная скорость фильтрации, м/ч	10 - 15	10 - 12	10 - 12	10 - 12	10 - 12	10	5-29	10
	Макс. объемная скорость фильтрации (форсированный режим), м/ч	20 - 25	20 - 25	20 - 25	15 - 18	20 - 25	15	-	15
	Время работы в форсированном режиме, мин, не более	15 - 20	15 - 20	15 - 20	15 - 20	15 - 20	-	-	20
	Объемная скорость обратной промывки, м/ч	25 - 30	25 - 30	30 - 35	35 - 40	30 - 35	10 - 12	24-49	25-30
	Время обратной промывки, мин	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	15	30	15-30
	Расширение слоя при обратной промывке, % от высоты слоя	20 - 40	20 - 40	20 - 40	15 - 30	20 - 40	-	15-50	15
Физико-химические характеристики	Цвет	черный	Темно коричневый	черный	черный	черный	Коричнево бурый	Черно коричневый	Коричневый
	Необходимость регенерации в отсутствие окислителя	-	х	х	-	-	Материал не работает без окислителя, промывка обратным током воды	-	1 раз в месяц KMnO4
	Обменная емкость по железу (Fe ²⁺), мг/л	-	353	353	-	-	-	500	2,0
	Обменная емкость по марганцу (Mn ²⁺), мг/л	-	176	176	-	-	-	-	0,35
	Обменная емкость по сероводороду (H ₂ S), мг/л	-	70	70	-	-	-	-	0,1
	Концентрация раствора K ₂ MnO ₄ для регенерации, %	-	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3	-	-	-	0,1-0,3	8-15
	Расход K ₂ MnO ₄ для регенерации, г/л катализатора	-	2 - 3	2 - 3	-	-	-	-	2
	Объемный (насыпной) вес, кг/м ³	850 - 870	600 - 700	1200 - 1400	1800 - 2000	950 - 970	1400	1460	1250
	Плотность гранул, кг/м ³	2000 - 2200	2000 - 2200	2300 - 2500	3000 - 3200	2100 - 2400	2450-2550	2690	1,25
	Эффективный размер, мм	0,42 - 0,45	0,38 - 0,43	0,30 - 0,35	0,48 - 0,53	0,45 - 0,48	0,5-1,6	0,48	0,7-2,0

Необходимо учесть и тот фактор, что практически всегда обезжелезивание происходит одновременно с удалением из воды марганца, который окисляется значительно труднее, чем железо, и при более высоких

значениях рН. То есть, при высоком содержании марганца в исходной воде лучше всего осуществить пропорциональное дозирование щелочного раствора для увеличения рН.

Однако даже самый хороший катализатор обезжелезивания сможет удержать коллоидные частицы железа в диапазоне 10 – 25 мкм, остальные пройдут дальше в систему водоснабжения. Исследования показали, что размер этих частиц составляет 1 – 7 мкм. Поэтому на финише необходим дополнительный фильтр, которым, как правило, является патронный фильтр с картриджами глубинного типа, 5 мкм с переменной плотностью укладки волокон и пост-фильтром 1 мкм.

Технологическая схема процесса обезжелезивания воды состоит из следующих элементов:

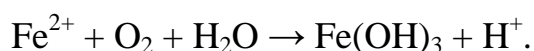
- предварительная подготовка;
- фильтр каталитического обезжелезивания;
- патронный фильтр с глубинными картриджами.

На стадии предварительной подготовки происходит процесс окисления железа.

Аэрация может проводиться:

- фонтанированием (на брызгальных установках);
- душированием (внутри емкостей исходной воды);
- воздушным барботажем слоя воды;
- инжектированием или эжектированием (за счет перепада давления);
- с помощью компрессора под давлением (часто используется).

Не входящее в состав органических комплексов двухвалентное железо в присутствии кислорода воздуха или же кислорода, растворенного в воде, окисляется до трехвалентной формы:



Скорость данной реакции в обычных условиях невелика.

В настоящее время наиболее востребованным является метод каталитического обезжелезивания с использованием в качестве стадии предварительной подготовки воды напорную или безнапорную аэрацию. Принципиальная технологическая схема напорной аэрации представлена на рисунке 2.6.

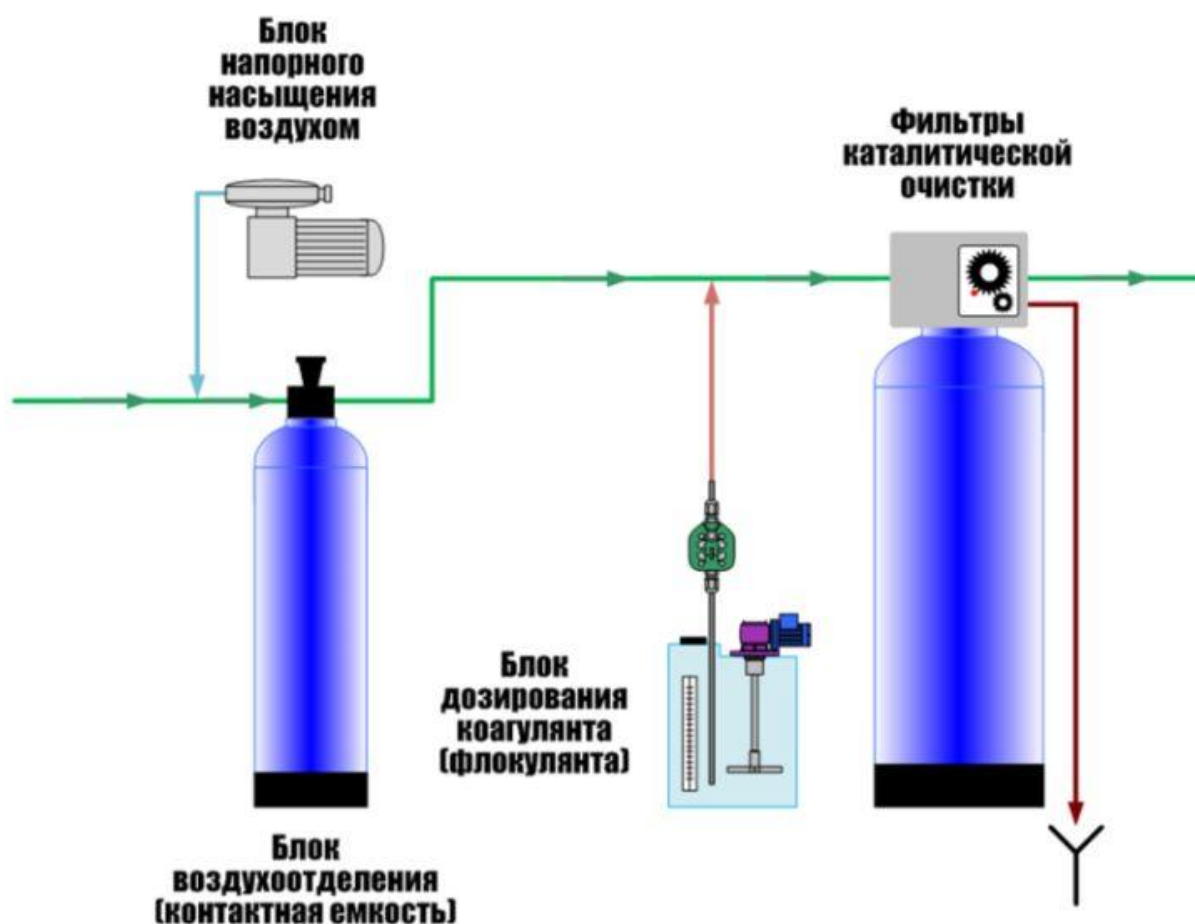


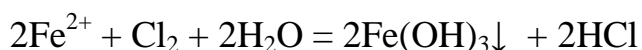
Рисунок 2.6 – Схема напорной аэрации

Дозирование в воду сильных окислителей. Добавление в воду сильных окислителей значительно интенсифицирует процесс окисления двухвалентного железа. Этот процесс применяется реже, чем аэрация воды. Однако после обработки этим методом разных вод содержание железа во всех случаях остается меньше 0,1 мг/л, причем этот метод всегда эффективен, когда аэрация воды бессильна. Под действием окислителей происходит разрушение гуматов, лигнинов и других органических

соединений железа, которые переходят в форму неорганических солей трехвалентного железа, после чего они легко гидролизуются.

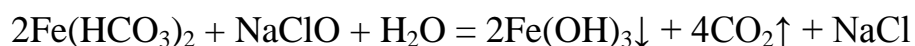
Расчет установки для обработки воды сильными окислителями в первую очередь требует определить расход активного вещества на процессы окисления как двухвалентного железа, так и, обеззараживания и разрушение сероводорода.

Хлорирование. Обработка воды с хлором осуществляется с помощью хлораторов, в которых газообразный (испаряется) для поглощения хлора водой. Хлорную воду от хлоратора подают к месту потребления. В результате окисления двухвалентного железа при обработке воды образуется гидроксид железа или продукты неполного гидролиза основных солей железа различного состава. Этот процесс можно условно описать следующим уравнением:



Хлор также окисляет двухвалентный марганец, разрушает органические вещества и сероводород.

Возможной альтернативой хлорированию может быть использование раствора гипохлорита натрия. Этот метод находит широкое применение, как на больших станциях водоподготовки, так и на небольших объектах, в том числе и в частных домах. Подается раствор гипохлорита натрия в воду с помощью насосов-дозаторов путем пропорционального дозирования. Окисление двухвалентного железа происходит в соответствии со следующим уравнением:



Расчет установки для обработки воды гипохлоритом натрия в первую очередь требует определить расход активного хлора на процессы окисления, обеззараживания и разрушение сероводорода.

Озонирование. Применение озонирования для окисления двухвалентного железа не увеличивает солевой состав очищенной воды, не загрязняет ее продуктами основных и побочных реакций, а сам процесс является полностью автоматизированным. Озон получают непосредственно на водоочистных установках из технического кислорода или атмосферного воздуха. Озон реагирует в сложном многоступенчатом процессе физико-химического взаимодействия с водой и содержащихся в нем примесей.

Реакция прямого окисления веществ озоном описаны уравнениями окислительно-восстановительных процессов.

В дальнейшем действие озона сопровождается химическим взаимодействием с загрязнений, которые могут быть представлены в трех основных видах: окисление радикалами, озонлиз то, sonicators. Так называемое не прямое окисление.

Для расчета озонирования воды в первую очередь требует определить его расход на окисление двухвалентного железа, как и дезинфекция и удаление сероводорода, и самое главное – для расчета времени контакта озона с водой.

Коагуляция. Процессы осаждения коллоидных частиц гидроксида трёхвалентного железа (размер частиц 1-3 мкм) происходят довольно медленно. Укрупнения этих частиц, и тем самым, ускорения осаждения достигается введением коагулянтов. Введение коагулянтов в обрабатываемую воду производится с помощью насосов-дозаторов.

При медленном осаждении коллоидных частиц гидроксида железа (III) и малой эффективностью окислителей или аэрации к органическому железу, а также граничные условия по верхней концентрации железа в исходной воде затрудняют применение типовых промышленных схем обезжелезивания в малых автономных системах, работающих с высокой производительностью. В таких схемах применяются иные установки, обезжелезивание в которых

проводится по принципам каталитического окисления с последующей фильтрацией или ионного обмена.

Каталитическое обезжелезивание. Это наиболее широко применяемый сегодня метод для промышленного водоснабжения отдельных, не самых крупных предприятий, малых населенных пунктов, отдельных коттеджей или коттеджных поселков.

Установки для каталитического окисления железа и фильтрации компактны и отличаются достаточно высокой производительностью 0,5 – 30,0 м³/ч и более в зависимости от используемого катализатора, исходных качеств воды, геометрических и эксплуатационных характеристик резервуара (баллон либо из стекловолокна, либо нержавеющей стали).

Реакция окисления железа происходит внутри напорного резервуара насыпных фильтров, так называемых фильтров, удаления железа, происходит в слое – специального фильтрующей материала с каталитическими свойствами, т.е. катализаторе удаления железа.

В первую очередь каталитические и фильтрационные свойства этих материалов определяются их высокой пористостью, обеспечивающей условия для реакции окисления двухвалентных железа и способствует закреплению окисленного трехвалентного железа внутри насыпного слоя. Сравнительные характеристики наиболее часто используемых катализаторов для обработки чугуна приведены в таблице 2.1.

Чаще всего в качестве каталитической засыпки используется синтетический материал "Birm", чтобы эффективно и экономично удалять из воды соединения железа и марганца низких и средних концентраций. Как правило, в установке катализатора "Birm" предварительно аэрированная вода. Процент растворенного кислорода не должен быть менее 15% доли железа (или железа и марганца). В принципе, для любых катализаторов

обезжелезивания, работающих с предварительной аэрацией воды, эта величина примерно одинакова.

Высокая пористость материала "Birm" и низкая насыпная плотность (0,7-0,8 г/см³) позволяют легко удалить осадков при обратной промывке. Главное условие для эффективной работы катализатора является то, что щелочность в исходной воде должна быть в два раза больше, чем концентрация хлоридов и сульфатов. Основными недостатками катализатора "Birm" является его высокая склонность к истиранию, которые в течение года потеряли до 10-15% засыпки, и не самый широкий диапазон рабочих pH составляет 6,8 до 8,0. Его главное преимущество – низкая стоимость. Хлорирование полностью удаляет активность этого материала, поэтому концентрация хлора в исходной воде не допустима.

Также довольно широкое применение каталитической засыпки на основе природных минералов, таких как доломит, цеолит, глауконит. Используются синтетические цеолиты.

На основе доломита, содержащего карбонаты кальция и магния, такие зарядки каталитических материалов как "МЖФ" и его модификации «Магнофилт» и «Дамфер», характеризуется высокой пористостью, способствуют проявлению каталитических свойств, высокий Диапазон рабочих температур, щелочной реакцией. Защелачивание среды ускоряет реакцию окисления двухвалентного железа растворенным в воде кислородом. В процессе термической обработки карбоната магния содержится в доломитовой переходит в оксид МЖО в контакт с водой, оксид подвергается гидролизу и высвобождает в раствор ионов гидроксила, которые, связывая ионы водорода и ускоряя реакции окисления двухвалентного железа. Это характерно для всех материалов с каталитическими свойствами на основе доломита, но есть определенные ограничения: отсутствие масла и сероводорода, органических веществ не

более 4-5 мг/л растворенного железа на 15%, рН=6,8-8,5. При повышенных рН образуются коллоидные формы трехвалентного железа, которые плохо фильтруются. Хлорирование также снижает активность этих материалов, поэтому доза хлора назначается минимальной. "Демпфер" имеет дополнительные преимущества. Собственные каталитические свойства доломита это усиливается из-за того, что на стадии термической обработки в состав материала вводят железо в каталитически активной форме, а также другие каталитические добавки: медь, серебро, марганец, фосфаты. Слой железа (III) гидроксида, образовавшийся в результате очистки осадок "демпфер", еще более усиливает его каталитические свойства.

Из глауконитового зеленого песка получают еще один широко распространенный материал для каталитического окисления фильтра "*Glaucosite Manganese Greensand*". В процессе обработки глауконитового песка в "*Greensand*" вводятся с высшими оксидами марганца, обеспечивая дополнительную окислительную способность материала. Кроме того, помимо собственных каталитических и окислительных свойств "*Greensand*" связывает такие окисляющие агенты, как перманганат калия, хлор, растворенный кислород. Все это обеспечивает высокую скорость и полноту окислительных реакций. "Глауконитовой" обладает высокой впитывающей способностью, эффективен при очистке воды с высокими концентрациями железа и марганца (суммарно до 10 мг/л) в широком диапазоне рН составляет 6,2 до 8,8. Системы и засыпкой из этого материала применяются для очистки воды из скважин любой глубины. Сероводород окисляется до растворимых сульфатов. Осадки отфильтровывают на слое "Глауконитовой" и связанные с ней слои фильтра. Сорбент не подвержен воздействию микроорганизмов, органических примесей, не требует дезинфекции. Восстановление окружающей среды осуществляется с перманганатом калия с последующей промывкой исходной водой. Этот факт является основным недостатком

использования данного типа катализатора в системах водоснабжения, а регенерация воды содержат относительно высокие концентрации марганцовки. На данный момент самым популярным был каталитически активного зернистого материала для очистки воды от железа и марганца марки "МФО-47", который относится к новому классу каталитических сорбентов. Композиция "МФО-47" представляет собой песчаник-Горельник, модифицированных оксидами марганца. Но в качестве основы для производства катализатора "МФО-47" (зернистой загрузки фильтра) могут быть использованы и другие материалы, такие как кварцевый песок, доломит, глина и т.д.

Метод удаления железа ионным обменом.

Для удаления железа этим методом применяются катиониты. И все чаще на месте цеолитов и других природных смол приходят синтетические ионообменные смолы; эффективность использования ионного обмена при этом значительно увеличивается.

Любой катионит способен удалять из воды растворенное железо, но и другие двухвалентные металлы, в частности кальций и магний, которые они в первую очередь и применяются. Теоретически методом ионного обмена можно удалять из воды очень высокие концентрации железа, при этом не требуется окисление двухвалентного железа с целью получения нерастворимого гидроксида. На практике, однако, возможность использования этого метода значительно ограничена. В частности, использование ионного обмена для обезжелезивания ограничивает присутствие трехвалентного железа, который быстро убивает смолы и вымывается плохо. Поэтому любое присутствие в воды, проходящей через ионообменник, кислородом или другими окислителями, крайне нежелательно. Это также накладывает ограничение на диапазон pH, в котором смола является эффективным.

Во многих случаях использование ионообменных смол для обезжелезивания нецелесообразно, т.к., имея более высокое сродство к катиониту, железо значительно снижает эффективность удаления ионов кальция и марганца, общей деминерализации. Присутствие в воде органических веществ, в том числе органического железа, приводит к быстрому засорению ионообменной смолы органической пленкой, выступающей в качестве питательной среды для бактерий. Таким образом, ионообменные катионит смолы используются для удаления железа, как правило, в тех случаях, когда требуется очистка воды по этому параметру с самой низкой концентрации, и, когда возможно одновременное удаление ионов жесткости.

Мембранный метод обезжелезивания. Микрофилтрационные мембраны пригодны для удаления коллоидных частиц гидроксида железа (III); ультрафилтрационные и нанофилтрационные мембраны способны удалять кроме того, органическое коллоидное и бактериальное железо, а метод обратного осмоса может удалить до 98% растворенного двухвалентного железа. Однако мембранные методы являются дорогостоящими и не предназначены специально для удаления железа. Это в процессе обеззараживания воды (мембранная микрофилтрация), с ее глубокой очистки (ультрафилтрация и нанофилтрация) и опреснение (обратный осмос). Кроме того, мембрана легко подвержена засорению по органической пленки и засорения поверхности нерастворимыми частицами, в том числе ржавчины, а также поглощают растворенные двухвалентное железо и теряют способность удерживать другие вещества. Производители обратноосмотических мембран, чтобы гарантировать сохранение их технологических свойств в процессе эксплуатации, когда содержание общего железа в воде не превышает 0,1-0,3 мг/л взвешенных примесей не более 5 мг

O_2/l и коллоидного индекса не более 2-4 единиц (вариантов, принимая во внимание содержание органического железа).

Биологическое обезжелезивание. Подразумевается использование железобактерий, которые окисляют двухвалентное растворенное железо до трехвалентного, для очистки воды, с удалением коллоидов и бактериальных пленок в отстойниках и далее на фильтрах. В некоторых случаях это является единственно приемлемым способом снижения содержания железа в воде. В первую очередь, когда концентрация железа в воде не особо большой, свыше 40 мг/л. применение биологического удаления железа, если вода имеет высокое содержание сероводорода и углекислого газа. Это вода с очень низким рН не может быть очищена от избытка железа методом упрощенной аэрации. Ею подвергают фильтрации через бактериальные колонии на медленный фильтр с песком и загрузки гравия. Затем подвергают сорбционной очистке для задержания продуктов жизнедеятельности бактерий и ультрафиолетового обеззараживания.

2.4.2 Деманганация

Марганец чаще всего встречается вместе с железом, однако процесс деманганации намного сложнее процесса обезжелезивания. В некачественных системах водоочистки это видно сразу: после аэрации и фильтрования содержание железа снизилось до 0,05 мг/л и ниже, а содержание марганца или осталось неизменным, или упало незначительно – на 10-15% от исходной величины, оставаясь выше предельно допустимой нормы.

Глубокая аэрация с дальнейшим фильтрованием.

На первом этапе очистки из воды под вакуумом извлекают свободную углекислоту, тем самым увеличивая рН до 8,0 и 8,5. Для этой цели вакуум-эжекторного аппарата с выбросом дисперсии времени воды и ее насыщение

кислородом. Далее вода направляется на фильтрацию через зернистую загрузку, например, кварцевого песка.

Глубокая аэрация и фильтрация эффективна в перманганатной окисляемости источника воды не более 5 мгО₂/л. Если этот показатель выше, то, скорее всего, содержит марганец в виде органических комплексов, то есть, результаты ухудшаться.

Присутствие двухвалентного железа, и образование гидроксида железа, адсорбирующего Mn²⁺ и каталитически его окисляющего. Соотношение их концентраций [Fe²⁺] : [Mn²⁺] не должно быть менее 7:1. Если в исходной воде такое соотношение не выполняется, то в воду дополнительно дозируют сульфат железа (железный купорос).

Деманганизация перманганатом калия. Метод успешно применяется для воды из любых источников: удаляет сульфат марганца MnSO₄, коллоидные соединения из поверхностных водоемов, бикарбонат двухвалентного марганца Mn (НСО₃) из подземных.

Введение в воду перманганата калия окисляет растворенный марганец с образованием малорастворимого оксида марганца. Хлопьеобразный оксид марганца в виде хлопьев имеет высокую развитую удельную поверхность – примерно 300 м² на 1 г осадка, что определяет его высокие сорбционные свойства. Осадок – хороший катализатор, позволяющий вести деманганизацию при рН = 8,5.

Для удаления 1 мг Mn²⁺ требуется 1,92 мг перманганата калия. Это вещество очищает воду не только от марганца, но и от железа во всех проявлениях, а также улучшает органолептические свойства воды.

Каталитическое окисление марганца. Каталитическое влияние на процесс окисления двухвалентного марганца растворенным кислородом оказывает предварительное осаждение оксидов марганца на поверхности

зерен фильтрующей загрузки. Данный процесс подходит как для обезжелезивания, так и для деманганации воды.

При необходимости в воде после аэрации увеличивают степень щелочности, далее, при фильтровании, на зернах загрузки появляется слой осадка гидроксида марганца $Mn(OH)_4$. Ионы растворенного Mn^{2+} адсорбируются на поверхности гидроксида марганца и гидролизуются, с образованием оксида трехвалентного марганца Mn_2O_3 . Который окисляется растворенным кислородом до $Mn(OH)_4$, который снова участвует в процессе каталитического окисления. При этом катализатор, $Mn(OH)_4$ почти не расходуется.

Фильтрование через модифицированную загрузку. Данный метод позволяет повысить ресурс работы фильтрующей загрузки за счет закрепления пленки катализатора из гидроксидов железа и оксида марганца на поверхности зерен. Метод также сокращает расход перманганата калия.

Введение реагентов-окислителей. Скорость окисления двухвалентного марганца реагентов-окислителей из группы хлора, диоксида хлора (ClO_2), гипохлорита натрия, озона зависит от pH исходной воды.

Обработка воды озоном или диоксидом хлора. Этот метод является гораздо более эффективным. Процесс окисления марганца завершается в течение 10-15 мин при значении pH воды составляет 6,5-7,0. Доза озона по стехиометрии составляет 1,45 мг, а также двуокись хлора 1,35 мг на 1 мг двухвалентного марганца. Однако, когда озонирования воды озон подвержен каталитическому разложению оксидов марганца, и поэтому доза должна быть увеличена. Количеств окислителей $KMnO_4$, на основе ClO_2 , O_3 , его теоретическое. Практически дозы окислителей находятся в зависимости от pH, времени взаимодействия окислителей с водой, образования осадка, содержание органических веществ конструкции аппаратов и могут быть увеличены по сравнению с теоретическими количествами:

- для KMnO_4 – в 1-6 раз,
- для ClO_2 – в 1,5-10 раз,
- для O_3 – в 1,5-5 раз.

Удаление марганца методом ионного обмена

Удаление марганца (II) методом ионного обмена так же, как и железа (II), происходит при натрий и водород-катионировании. Метод оптимальный, если необходимо одновременно выполнить деманганацию, обезжелезивание и глубокое умягчение воды.

2.4.3 Умягчение воды

Для умягчения воды применяют химические, а также физические методы (без применения химикатов). К ним относятся:

- реагентные методы (известкование и содоизвесткование) — широко используются при промышленной очистке воды. При этом непосредственно в воду добавляют химические реагенты (кальцинированную соду, гашеную известь либо их смесь), при этом соли жесткости выпадают в осадок. Для реагентного метода необходимо точно рассчитать пропорции химикатов. Данный способ подходит сугубо для очистки технической воды;

- термоумягчение – проводят с помощью кипячения, при этом термически нестойкие соли жесткости разрушаются с образованием осадка. Этот способ снижает карбонатную жесткость воды, проявляющуюся в выпадении налета на нагревательных элементах и внутри чайника;

- метод обратного осмоса – применяются системы умягчения воды с использованием мембран (рисунок 2.7) (искусственных полупроницаемых пленок с мельчайшими отверстиями, пропускающими чистую воду и задерживающими соли жесткости). Раствор солей смывается в дренаж, а в трубы поступает чистая питьевая вода. Системы обратного осмоса эффективно очищают воду от механических загрязнений, химических и бактериальных примесей. Данный метод позволяет получить качественно умягченную питьевую воду без токсических соединений и вредных примесей;

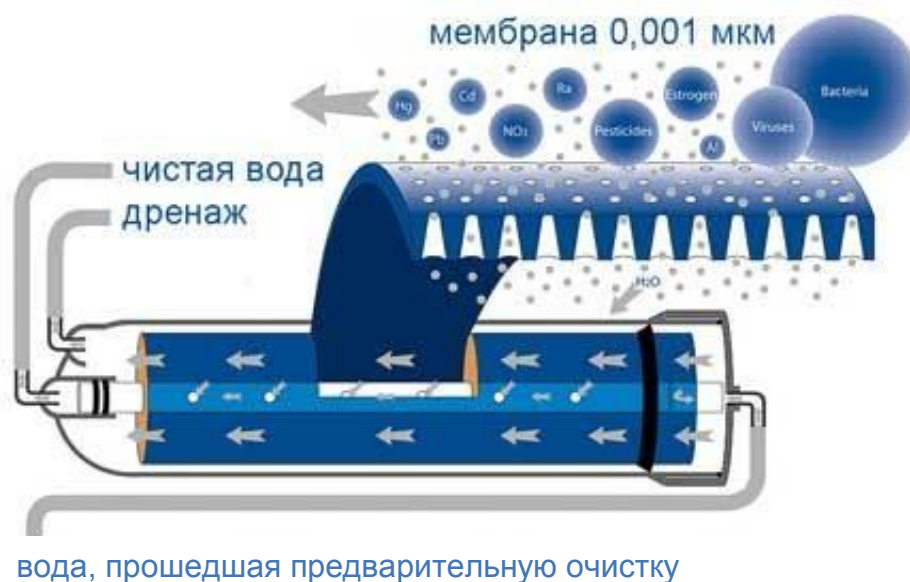


Рисунок 2.7 – Мембрана

– умягчение с помощью магнитного и электромагнитного воздействия (с использованием постоянных мощных магнитов) – изменяет структуру воды таким образом, что прочного нерастворимого отложения солей жесткости в трубах при нагревании не происходит. При этом удаление солей производится с помощью грубой механической очистки. Для осуществления магнитного умягчения подходит только проточная вода комнатной температуры, протекающая с определенной скоростью. Для придания большей универсальности в магнитные установки умягчения добавляют воздействие электрическим током – при этом при включении в сеть генерируются электромагнитные волны, трансформирующие кристаллы солей жесткости в новую игольчатую форму. В результате не откладывается новый слой накипи, а старый слой устраняется. Данные фильтры применяются для умягчения технической воды, чтобы исключить появление отложений солей в стиральных и посудомоечных машинах, водонагревателях;

– на основе ионообменных смол – с помощью фильтрования воды через засыпку в виде специальной гелеобразной смолы. Данный метод не используют для умягчения питьевой воды. Процесс очистки представляет собой замещение исходно содержащихся в воде ионов солей жесткости на

ионы натрия смолы. В данном процессе возможно использование следующей технологической схемы (рисунок 2.8):

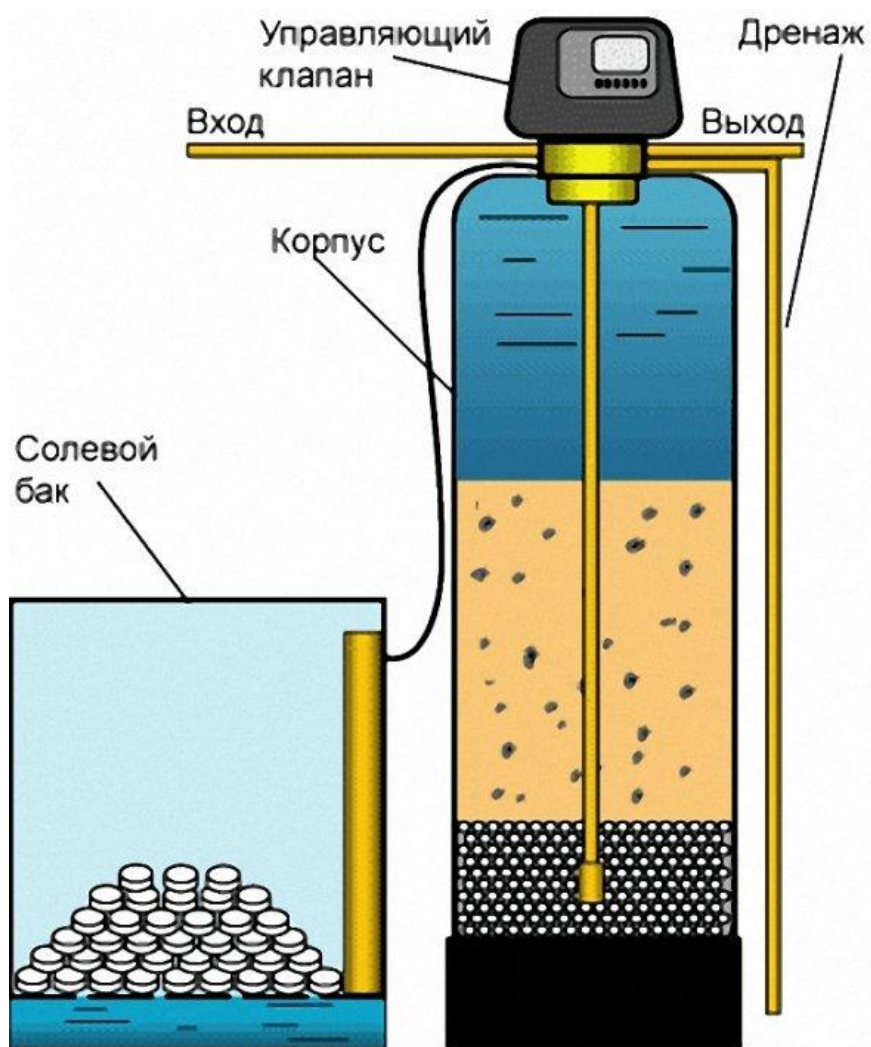


Рисунок 2.8 – Схема с ионообменными фильтрами

После цикла умягчения воды промышленный картридж восстанавливают с помощью раствора поваренной соли (автоматический клапан переключает фильтр в режим регенерации без прерывания подачи умягченной воды) — таким образом, его можно использовать в течение нескольких лет. Водный раствор высокоочищенной соли подается автоматически, для этого требуется раз в месяц засыпать в бак растворителя таблетированную соль (рисунок 2.8) для регенерации.



Рисунок 2.8 – Таблетированная соль

Сменный картридж по мере загрязнения просто заменяют. Процесс ионообменного умягчения воды выгодно отличается простотой и скоростью.

2.4.4 Обеззараживание

Метод обеззараживания воды с использованием электролитического гипохлорита натрия (ГПХН). Для систем централизованного водоснабжения, в особенности для малых потребителей, наиболее подходящим является метод обеззараживания воды с использованием электролитического гипохлорита натрия (ГПХН), полученные на месте потребления путем электролиза растворов хлоридов [4]. Сохраняя все достоинства метода хлорирования с использованием жидкого хлора по методу дезинфекции электролитических ГПХН позволяет избежать основных трудностей транспортировки и хранения ядовитого газа.

Оптимальные концентрации гипохлорита, которые обеспечивают достаточно высокого выхода целевого продукта и низкое содержание хлоратов при электролизе раствора натрия хлорида, составляет до 8-10 г/л

активного хлора, наиболее целесообразно проводить электролиз при концентрации подачи раствора на уровне 20-50 г/л NaCl.

Помещения электролизных установок, в соответствии с нормами ОНТП 24-86, в взрывоопасности к категории D. наличие безотходного технологического цикла, не требует дополнительных мер по охране окружающей среды, и, следовательно, согласование проекта с заинтересованными природоохранными организациями.

Безреагентное обеззараживание воды УФ-излучением. В небольших системах водоснабжения из подземных источников с нулевым или низким воздействием хранения питьевой воды настоятельно рекомендуется использовать безреагентное обеззараживание воды ультрафиолетовым излучением с помощью бактерицидных ультрафиолетовых лучей с длиной волны 205-315 нм. В этом регионе ультрафиолетовое излучение обладает выраженным биоцидным действием на различные микроорганизмы, включая бактерии, вирусы и грибки.

Обработка воды УФ-облучением используется установка с погружением и без погружения источника излучения, а также комбинированные установки. Для очистки воды в системах централизованного водоснабжения, наиболее предпочтительным является применение методов безреагентной очистки воды.

Выводы по главе 2

1 Анализ систем водоснабжения из подземных источников малых населенных пунктов показал, что схемы, в большинстве случаев, не предусматривают водоподготовку даже при наличии отклонений от норм.

2 В большинстве случаев водозабор осуществляется из скважин, а также шахтных колодцев, которые не обеспечивают требуемого качества воды.

3 Анализ методов водоподготовки показал наиболее частое применение каталитических фильтрующих материалов для обезжелезивания и деманганации подземных вод, а также умягчения с помощью ионного обмена.

ГЛАВА 3 Разработка технологической схемы очистки воды для малых населенных пунктов (на примере сельского поселения Тимофеевка)

3.1 Анализ работы существующей системы водоснабжения сельского поселения Тимофеевка

В данной работе рассматривается в качестве объекта водоснабжения сельское поселение Тимофеевка.

По результатам лабораторных исследований, взятых проб из подземных источников на территории сельского поселения Тимофеевка муниципального района Ставропольский Самарской области, за 2016 г., проведенных филиалом ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в городе Тольятти», Аккредитованный испытательный лабораторный центр (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.510862 выдан «06» ноября 2014 г. Внесен в реестр аккредитованных лиц «20» октября 2014 г.) (приложение), которые предоставило МП «ЖКХ Тимофеевское», осуществляющее холодное водоснабжение в данном сельском поселении, в первую очередь видно повышенное содержание железа, марганца, повышена жесткость (табл. 3.1) (протокол приложение А).

По микробиологическим показателям вода соответствует нормативным требованиям (табл. 3.2) (протокол (приложение Б)).

Таблица 3.1 Результаты лабораторных испытаний по санитарно-химическим показателям

Определяемые показатели	Результаты испытаний ± характеристика погрешности (неопределенности)	Величина допустимого уровня	Ед. изм.
Цветность (Сг-Со)	1,4 ± 0,4	20	градусы
Мутность	1,35 ± 0,27	2,6	ЕМФ
Жесткость	7,6 ± 1,1	7,0	°Ж
Марганец суммарно	0,46 ± 0,07	0,1	мг/дм³
Железо суммарно	0,39 ± 0,09	0,3	мг/дм³

Таблица 3.2 Результаты лабораторных испытаний по микробиологическим показателям

Рег. номер	Наименование объектов смывов	Показатель	Результаты испытаний	Величина допустимого уровня
ОРМ микробиологическая лаборатория г. Тольятти Комсомольский				
133	вода питьевая из распределительной сети 1	ОМЧ	0	Не более 50 КОЕ/мл
133	вода питьевая из распределительной сети 1	ОКБ	Не обнаружены в 100 мл	Отсутствие в 100 мл
133	вода питьевая из распределительной сети 1	ТКБ	Не обнаружены в 100 мл	Отсутствие в 100 мл

Существующая система водоснабжения сельского поселения Тимофеевка состоит из:

- водозаборных скважин (4 шт.) (рисунок 3.1);
- напорных водоводов;
- водонапорной колонны (емкостью – 160 м³) (рисунок 3.2);
- распределительной водопроводной сети (Ø225...110 мм).

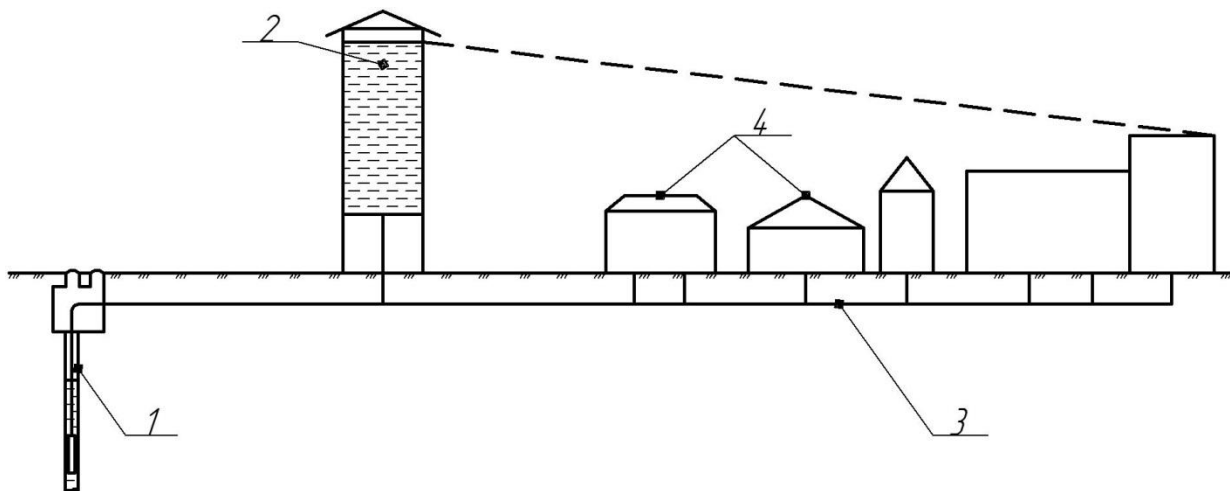


Рисунок 3.1 – Элементы водозабора



Рисунок 3.2 – Водонапорная колонна

Вода из скважин (глубина 75 м), оборудованных фильтрами с гравийной обсыпкой (длина 6 м), подается в водонапорную колонну и далее в водопроводную сеть (рисунок 3.3). За последние три года была произведена замена примерно 60% стальных труб на полиэтиленовые. Работы по реновации существующей сети продолжаются.



1 – водозабор (скважина); 2 – водонапорная колонна; 3 – распределительная водопроводная сеть; 4 – жилая застройка

Рисунок 3.3 – Схема системы водоснабжения сельского поселения Тимофеевка

Как видно из таблицы 3.1 качество воды не удовлетворяет требованиям норм по железу, марганцу и жесткости. В настоящее время вода без очистки подается в сеть по согласованию с СЭС. Однако по требованию Роспотребнадзора возник вопрос о доведении качества воды до требований норм.

3.2 Анализ возможной технологической схемы очистки воды (аналог)

Степень и способы улучшения качества воды и состав водоочистных сооружений зависят от свойств природной воды и от требований, которые предъявляются потребителем к качеству воды.

В поселке Тимофеевка на одном из объектов малого бизнеса по производству бутилированной воды была запущена в работу система

водоподготовки номинальной производительностью 3 м³/ч (рисунки 3.4, 3.5) на базе оборудования «Гейзер».

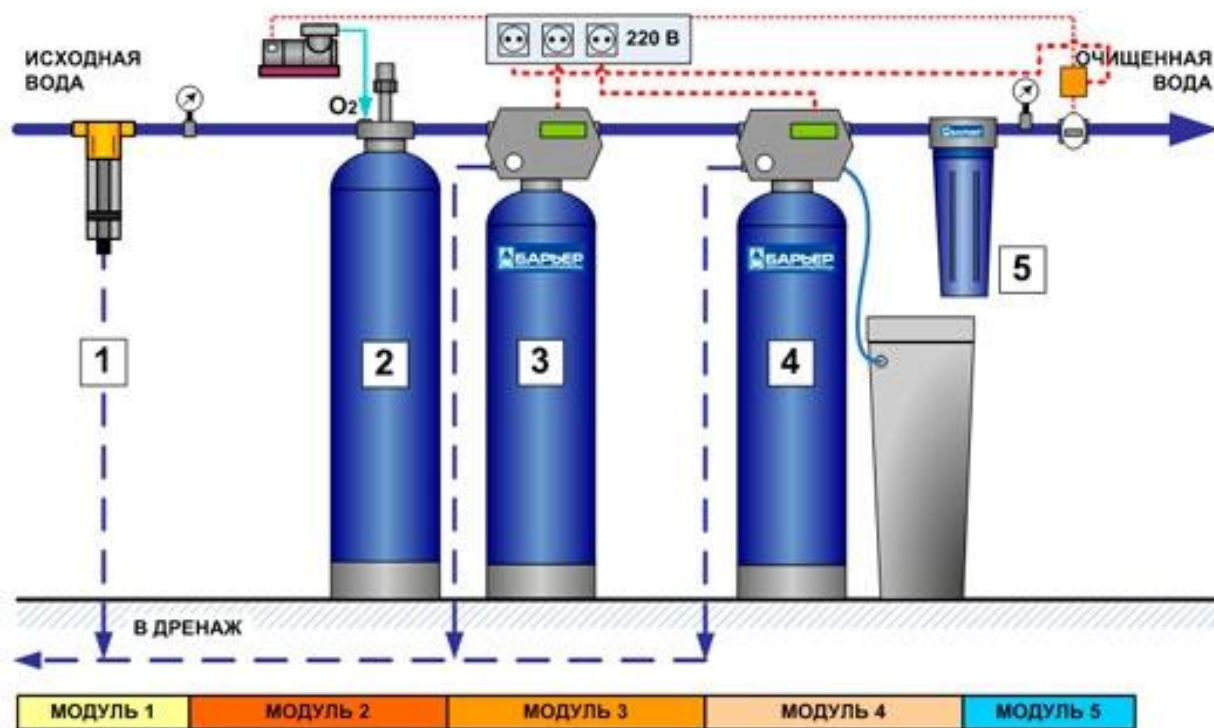


Рисунок 3.4 – Принципиальная схема очистки воды



Рисунок 3.5 – Общий вид смонтированной установки

Состав установки:

Модуль 1: Фильтр грубой очистки дискового типа 130 мкм AZUD-Modular 100 1” (рисунок 3.6) для очистки от крупных механических частиц и защиты управляющего клапана фильтра – 2 шт.;



Рисунок 3.6 – Фильтр грубой очистки дискового типа AZUD-Modular 100

Модуль 2: Для насыщения воды кислородом воздуха, необходимого для окисления растворенного железа (рисунок 3.7):

- Блок аэрации 12” – 2 шт.;
- Компрессор AP-2 – 2 шт.;
- Датчик потока – 2 шт.

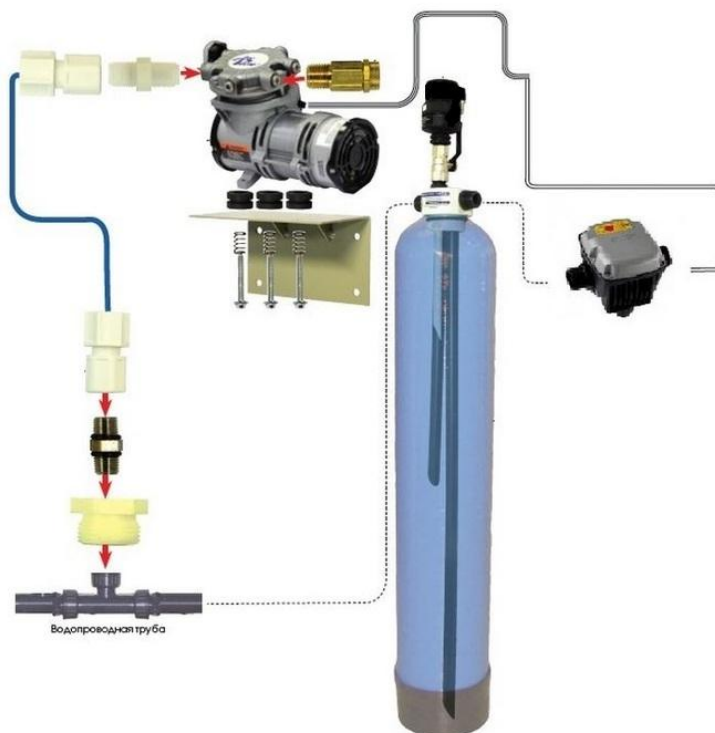


Рисунок 3.7 – Модуль аэрации

Модуль 3: Осадочный фильтр для очистки от трехвалентного и двухвалентного железа (Гейзер-SF 16/F75A):

– Колонна из стекловолокна (D410×H1900 мм, 1”, загрузка смесь Pyroloxi FilterAG (1:1) – 113,2 л, гравий 20,4 л (30 кг)) – 2 шт.

– Управление по сигналу программируемого таймера автоматического клапана управления.

– Регенерация – противоточная промывка, в часы отсутствия водоразбора (сброс в канализацию – 1,3 м³ за промывку.), интенсивность промывки 3,9 м³/ч·м².

Модуль 4: Фильтр с ионообменной загрузкой для снижения содержания солей жесткости, растворенного железа и марганца (Гейзер-WS Aquachief/14F79B-LCD (B)):

– Колонна из стекловолокна (D360×H1900 мм, 1”, многокомпонентная смесь смол Экотар В – 84,9 л, гравий 13,6 л (20 кг)) – 2 шт.

– Регенерация – противоточная промывка и промывка раствором NaCl. Управление регенерацией – автоматическое по расходу очищенной воды. Ресурс регенерации – около 19 м³. Сброс в канализацию – не менее 0,3 м³ за одну промывку. Расходный материал таблетированная соль.

– Солевой бак 145 л – 2 шт.

Модуль 5: Полипропиленовый осадочный фильтр картриджного типа для финишной очистки воды (Гейзер-Джамбо 20”) и установка обеззараживания воды:

– Корпус (D180×H590 мм, 1”, картридж – PP5-20BB. Срок службы картриджа 6 месяцев – 2 шт.

– Ультрафиолетовый стерилизатор производительностью 1,8 м³/ч – 2 шт.

В результате работы данной установки получены следующие результаты анализа (рисунок 3.8).

ЗАО "ДАР/ВОДГЕО"
ТОЛЬЯТТИНСКИЙ ФИЛИАЛ

Аналитическая лаборатория
Аттестат об аккредитации № РОСС RU.0001.518004
Выдан 01.09.2010г. Федеральным агентством по
техническому регулированию и метрологии
Действителен до 01.09.2015г. г.Тольятти, ул.Коммунальная, 39

Дата отбора пробы: 14.02.2013
Дата поступления в лабораторию: 14.02.2013
Дата проведения анализа: 14.02.2013 Адрес: с.Тимофеевка, ул.Садовая, д.61
Вода после умягчения (установка 3)
Заказчик: Зарипов А.М.

Протокол № **2396**
Общий химический анализ воды

Показатели	Содержание		Характеристика погрешности, ± Δ	ПДК для хозяйственно-питьевого водоснабжения, мг/дм³	Методика выполнения измерений (аттестованные издания)
	мг-экв/дм³	мг/дм³			
pH	----	7.65	± 0.2	6-9 ед.pH	ПНД Ф 14.1:2.3:4.121-97
Натрий+Калий	4.706	108.190	----	не норм.	
Кальций	1.090	21.835	2.402	не норм.	ПНД Ф 14.1:2.95-97
Аммоний	0.000	<0.05	---	1.5	ПНД Ф 14.1:2.1-95
Магний	2.136	25.957	2.336	не норм.	
Железо общее	----	<0.05	---	0.3	ПНД Ф 14.1:2.2-95
Железо 2+	0.000	<0.05	---	не норм.	
Хлориды	0.391	13.861	2.218	350	ПНД Ф 14.1:2.96-97
Сульфаты	1.535	73.725	11.059	500	ПНД Ф 14.1:2.159-2000
Нитриты	0.000	<0.02	---	3	ПНД Ф 14.1:2.3-95
Нитраты	0.006	0.370	0.074	45(по NO ₃)	ФР.1.31.2007.03514
Карбонаты	0.000	<0.15	---	не норм.	ПНД Ф 14.1:2.242-07
Гидрокарбонаты	6.000	366.120	73.224	не норм.	ПНД Ф 14.1:2.242-07
Сухой остаток	----	427.013	38.431	1000	ПНД Ф 14.1:2.114-97
Общая минерализация	----	610.073	---	1000	
Жесткость общая	3.226	---	0.290	7.0°Ж	ПНД Ф 14.1:2.98-97
Окисляемость перманганатная	----	<0.25	---	5	ПНД Ф 14.1:2.4.154-99
CO ₂ своб.	----	11.970	---	не норм.	
CO ₂ агр.	----	0.000	---	не норм.	
ИТОГО КАТИОНЫ	7.932	155.994	---		
ИТОГО АНИОНЫ	7.932	454.078	---		
Марганец	----	<0.05	---	0.1	ПНД Ф 14.1:2.103-97

Формула Курлова М 0.61= $\text{HCO}_3(75.64)\text{SO}_4(19.35)\text{Cl}(4.93)$
 $\text{Na}+\text{K}(59.33)\text{Mg}(26.93)\text{Ca}(13.74)$

Зав.лабораторией _____



/Левковец И.Н./

Рисунок 3.8 – Результаты общего химического анализа воды после умягчения

Рассмотренная технологическая схема приемлема для отдельных объектов или нескольких коттеджей. Однако для более крупных объектов является слишком затратной по эксплуатационным расходам на реагенты и ионообменные смолы, что для сельского поселения Тимофеевка неприемлемо.

3.3 Разработка технологического решения водоподготовки для сельского поселения Тимофеевка

Для очистки водоподготовки на нужды сельского поселения Тимофеевка наиболее приемлемы фильтры с каталитической загрузкой для очистки от железа и марганца. Принципиальная схема установки обезжелезивания и деманганации представлена на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 – Принципиальная схема установки обезжелезивания и деманганации

Вода подается в аэрационную колонну, в которой с помощью компрессора насыщается кислородом воздуха, и далее поступает на фильтр с каталитической загрузкой (многокомпонентная смесь материалов АС+МЖФ+МСК в пропорции соответственно 60%+20%+20%). Внешний вид фильтрующих материалов представлен на рисунке 3.8. Физико-химические характеристики сорбентов представлены в таблицах 3.3, 3.4, 3.5.



Рисунок 3.8 – Фильтрующие каталитические материалы
(слева направо АС, МЖФ, МСК)

Таблица 3.3 – Физико-химические характеристики сорбент АС

Основные показатели	Величина
Насыпная плотность, кг/м ³	470-490
Плотность, кг/м ³	1350-1450
Истираемость, %	0,08
Удельная поверхность, м ² /г	150
Измельчаемость, %	0,05
Межзерновая пористость, %	47-53
Коэффициент неоднородности сорбента	1,2-1,4
Коэффициент формы зерна	1,65-1,71
Грязеемкость, г/л	1
Ph	от5,8
Скорость фильтрации, м/ч	10-20
Скорость промывки при расширении на 30-35%	18-20
Время обратной промывки, мин	10
Высота слоя, см	40-100
Фракции, мм	*

Таблица 3.4 – Физико-химические характеристики фильтрующего материала МЖФ

Основные показатели	Величина
Внешний Вид	Гранулы коричневого цвета
Матрица (основа)	Доломит
Рабочая температура, °С	до 38
Рекомендуемая скорость фильтрации, м/час	15
Скорость обратной промывки, м/час	12-15
Время обратной промывки, мин	15
Расширение слоя при обратной промывке, %	20
Высота слоя МЖФ, см	70
Необходимый окислитель	любой, кроме перманганата калия
Минимальный уровень Ph	любой, подщелачивающая карбонатная основа
Максимальное содержание железа в воде, мг/л	20
Максимальное содержание марганца в воде, мг/л	2
Грязеемкость материала, г/л	1,5-2
Тип регенерации	Обратное взрыхление
Свободное пространство для взрыхления в баллоне от всего объема, %	30
Насыпной вес, кг/м ³	1400
Плотность гранул, кг/м ³	2500-2550
Эффективный размер гранул	0,6-1,6
Коэффициент неоднородности	1,7-2
Наличие активного хлора в очищаемой воде	Возможно
Наличие нефтепродуктов (вредных случаях)	Возможно
Наличие органики (перманганатная окисляемость)	Любое
Наличие сероводорода	Любое
Наличие бактериологического загрязнения	Использовать окислитель гипохлорит натрия

Таблица 3.5 –Физико-химические характеристики сорбент МСК

Основные показатели	Величина
Внешний Вид	Гранулы коричневого цвета
Цвет	от темно-серого до черного
Форма гранул	неправильная
Плотность насыпная	1770–1800 кг/м ³
Плотность	3500 кг/м ³
Истираемость	0,1%
Измельчаемость	0,1%
Межзерновая пористость	46–52%
Коэффициент неоднородности	1,4–1,6
Коэффициент формы зерна	1,7
Скорость фильтрации	7–15 м/ч
Скорость промывки при расширении на 30-35%	33–35 м/ч
Высота слоя	10–100%
Фракции, мм	0,3–1,5
Упаковка	полипропиленовые мешки по 25 кг

Расчет фильтров.

Суточная производительность $Q_{\text{очищ.тр}} = 960 \text{ м}^3/\text{сут}$ (40 м³/ч).

Скорость фильтрации– 12 м/ч.

Площадь фильтрации определим по [1, п.6.98]:

$$F_{\phi} = \frac{Q}{T_{\text{см}} \cdot v_{\text{н}} - n_{\text{нр}} \cdot q_{\text{нр}} - n_{\text{нр}} \cdot t_{\text{нр}} \cdot v_{\text{нр}}}, \quad (3.1)$$

где Q – полезная производительность станции, 960 м³/сут; $T_{\text{см}}$ – продолжительность работы станции в течении суток, 24 ч; $v_{\text{н}}$ – скорость

фильтрации, 10м/ч; n_{np} – число промывок одного фильтра в течении суток;
 q_{np} – удельный расход воды на одну промывку одного фильтра, м³/м²; t_{np} –
простой фильтра в связи с промывкой, принимаемое для фильтров
промываемых водой – 0,33 ч.

$$F_{\phi} = \frac{960}{4 \cdot 12 - 0,5 \cdot 4,8 - 0,33 \cdot 0,5 \cdot 12} = 3,38 \text{ м}^2.$$

Принимаем фильтры типа WS 2162Э75, диаметром 0,525 м, с площадью
фильтрации 0,217 м² (рисунок 3.9).



Рисунок 3.9 – Фильтр типа WS 2162Э75

Количество фильтров включая резервный (1 шт.):

$$N_{\phi} = \frac{F_{\phi}}{F_{\phi.\phi}} + 1, \quad (3.2)$$

где F_{ϕ} – площадь фильтрации, м²; $F_{\phi.\phi}$ – площадь фильтрации одного фильтра, м²;

$$N_{\phi} = \frac{3,38}{0,217} + 1 \approx 16 \text{ шт.}$$

Общая площадь фильтрации составит:

$$S_{\phi} = 0,217 \cdot 16 = 3,5 \text{ м}^2$$

Железо задерживается на фильтре в виде гидроокиси ($\text{Fe}(\text{OH})_3$).

Расчет установки обратного осмоса.

Мощность установки обратного осмоса определяется из материального баланса:

$$Q \cdot \mathcal{J}_{mp} = Q_{\phi} \cdot \mathcal{J}_{исх} + Q_{об} \cdot \mathcal{J}_{об}, \quad (3.3)$$

где Q – суточное водопотребление, 960 м³/сут.; \mathcal{J}_{mp} – требуемая общая жесткость (4...6 мг-экв/дм³); Q_{ϕ} – расход потока воды после фильтров, м³/сут.; $\mathcal{J}_{исх}$ – исходная жесткость воды (7,6 мг-экв/дм³); $Q_{об}$ – производительность обратно-осмотической установки по обессоленной воде, м³/сут.; $\mathcal{J}_{обес}$ – общая жесткость обессоленной воды, 0,15 мг-экв/дм³.

При решении этого уравнения относительно общей жесткости питьевой воды при разных пропорциях получим требуемую жесткость. Результаты представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Определение требуемого количества установок обратного осмоса

Кол-во модулей при $Q = 5 \text{ м}^3/\text{ч}$	Поток фильтрованной воды, $\text{м}^3/\text{сут}$	Поток обессоленной воды, $\text{м}^3/\text{сут}$	Жесткость общая, $\text{мг-экв}/\text{дм}^3$
1	840	120	6,67
2	720	240	5,73
3	600	360	4,81

По результатам расчета одна работающая установка обратного осмоса обеспечит ($6,67 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$) требования норм по общей жесткости до $7 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$, однако при незначительном увеличении жесткости исходной воды (до $7,9 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$) станция будет давать воду с жесткостью выше нормы.

Учитывая необходимый резерв, достаточно двух параллельных блоков модулей обратного осмоса производительностью $5 \text{ м}^3/\text{ч}$, с общей жесткостью на выходе – $5,73 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$. Установка обратного осмоса обеспечит надежное получение воды требуемого качества при повышении общей жесткости исходной воды до $8,9 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$. Возможная компоновка и общий вид модуля обратного осмоса представлена на рис 3.10[35].

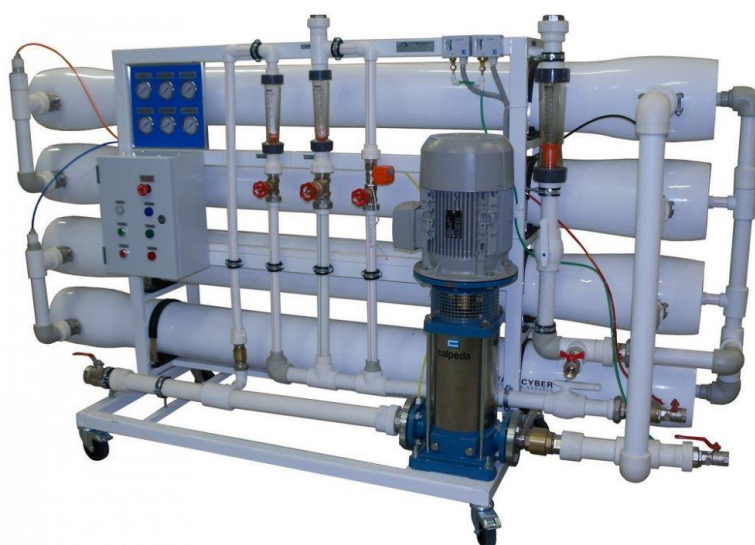


Рисунок 3.10 – Блок обратного осмоса (WL-5-16)

Узел обезвоживания осадка.

Вода после промывки фильтров обезжелезивания поступает в емкость промывных вод. Суточный расход промывной воды составляет 7...9 м³/сут. Количество промывок в сутки 2, т.е. каждые 12 часа. Время отстаивания промывных вод согласно [1, пр.9] составляет 4 часа. Количество емкостей промывных вод – 2 шт. (1 – отстаивается, 1 – освобождается). Объем емкости – 15 м³. В емкости предусмотрен «плавающий всас» для отвода осветленной воды с поверхности.

Обезвоживание осадка производится с помощью мешковой сушилки МО-6 производительностью 0,5 – 2 м³/ч. Одна рабочая, одна резервная (рис. 3.11).



Рисунок 3.11 – Мешковая сушилка МО-6 общий вид и отфильтрованный осадок

Возможно использование железных осадков в качестве связующего (50%) в кладочные растворы и бетон (30%). При производстве гипса или сухой штукатурки можно, в состав связующего добавить гидроокись осадка к сухому 40-45% веществу.

Одним из перспективных направлений использования в производстве пигментов для лаков и красок (сурик).

Ультрафиолетовый стерилизатор.

УФ стерилизатор ОДВ предназначен для:

- обеззараживание питьевой воды
- обеззараживание воды в пищевом производстве

Комплектуется УФ стерилизатор воды ОДВ следующими элементами:

- корпус из нержавеющей стали;
- УФ лампы;
- УФ датчик;
- кварцевая колба;
- блок питания.

Таблица 3.7 Технические характеристики УФ стерилизатора для обеззараживания воды ОДВ-15 (рисунок 3.12)

Модель	Номинальный поток, м ³ /час	Потребляемая мощность, Вт	Диаметр патрубка	Масса, кг	Размеры, м	УФ датчик
ОДВ-15	15	240	2"	32	0,2×0,4×1,3	+

Обеспечивается обеззараживание воды в соответствии с СанПиНом 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Номинальная доза УФ излучения – 25 мДж/см² при указанной производительности и качестве обеззараживаемой воды:

- цветность - не более 35 град;
- содержание железа - не более 1 мг/л;
- мутность - не более 2 мг/л по каолину;
- коли-индекс не более 10 000 КОЕ/литр.

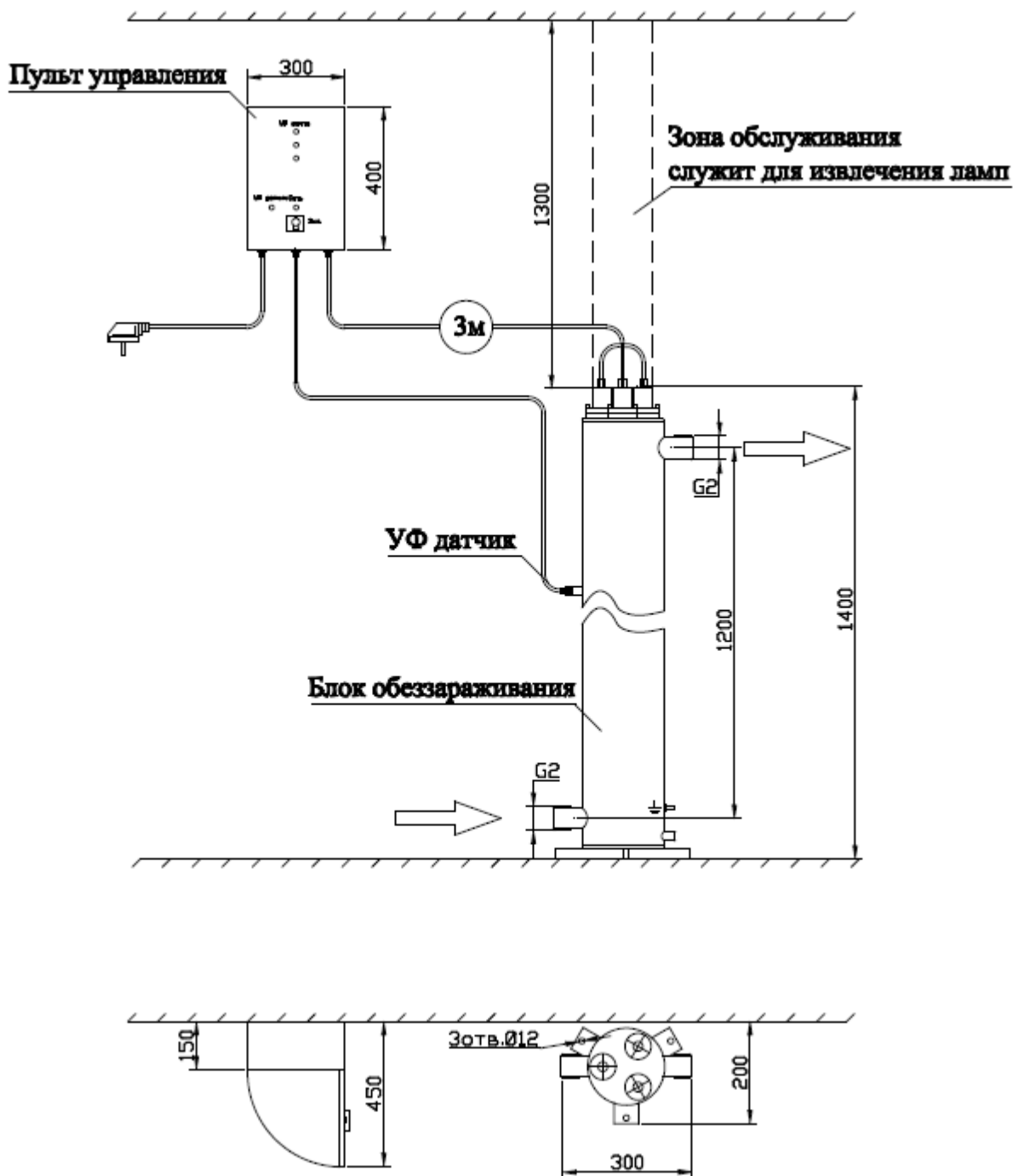


Рисунок 3.12 – Габаритные размеры установки ОДВ-15

Для требуемой производительности без учета воды от обратного осмоса приняты 2 установки ОДВ-15 номинальным потоком $15 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Перечень и примерная стоимость всего оборудования представлен в таблице 3.8, эксплуатационные затраты на обслуживание в таблице 3.9.

Таблица 3.8 – Система очистки воды (от железа 0,4 мг/л до 0,3 мг/л и марганца 0,46 мг/л до 0,1 мг/л) производительность системы до 40,0 м³/ч (960 м³/сут)

№	Марка	Описание	Кол-во	Цена, руб.	Примечание
Основное оборудование для очистки воды					
1.	Фильтр-комплект очистки WS 2162Э75	Фильтр с каталитической загрузкой для очистки от железа и марганца. Корпус из стекловолокна, габариты корпуса D21×H62 дюйм, присоединительные размеры – 1,5”, Многокомпонентная смесь Материалов АС+МЖФ+МСК – 200л, гравий – 40 кг.	16 шт.	1189600	Один корпус может очистить воду до 120 м ³ . Сбрасываемый в сутки объем промывной воды составит 7,0-9,0 м ³ .
2.	Фильтр-комплект очистки WS 2162AIR	Корпус из стекловолокна, габариты корпуса D24×H72 дюйм, присоединительные размеры – 1,5”. Реле потока и компрессор.	6 шт.	729600	Данная система обеспечит насыщение кислородом.
3.	Блок обратного осмоса WL-5-16	Для умягчения воды	2 шт.	2 000700	
4.	УФ стерилизатор ОДВ-15	Для обеззараживания воды (0,2×0,4×1,3)	2 шт.	238000	
5.	Материалы для обвязки	Трубы, фитинги, крепеж.		280000	По месту
6.	Монтажные работы	Доставка обвязка, пуско-наладка.		280000	Уточняются при осмотре места
Итого: Водоочистное оборудование:				4 717 900	
Оборудование для осушения осадка промывных вод					
Емкость для сбора осадка 15 м ³			2 шт.	250 000	
Монтажные работы по установке емкости и подключению к существующей сети.				220 000	
Мешковый обезжелезиватель МО-6*			2	1 060 000	Объем получаемого осадка 20-45 кг/сут
Монтажные работы по установке МО-6 и подключению к существующей сети.				160 000	
Итого осушение осадка:				1 690 000	
Итого водоочистное оборудование и осушение осадка:				6 407 900	

Таблица 3.9 – Годовое сервисное обслуживание системы очистки воды (от железа 0,4 мг/л до 0,3мг/л и марганца 0,46 мг/л до 0,1мг/л) производительность системы до 60,0 м³/ч или (960 м³/сут)

№	Марка	Описание	Кол-во	Цена, Руб.	Примечание
Основное оборудование для очистки воды					
1.	Фильтр-комплект очистки WS 2162Э75	Очистка блоков управления 2 раза в год.	16 шт.	80 000	Один корпус может очистить воду до 120м ³ . Сбрасываемый в сутки объем промывной воды составит 5,0-6,0м ³ .
2.	Фильтр-комплект очистки WS 2162AIR	Очистка блока аэрации, проверка реле потока, работоспособности компрессора, очистка клапана сброса 2 раза в год.	6 шт.	42 000	Данная система обеспечит насыщение кислородом.
3.	Блок обратного осмоса WL-5-16	Обслуживание и замена мембран	2 шт.	25 000	
4.	УФ стерилизатор ОДВ-15	Обслуживание и замена ламп	4 шт.	30 000	
5.		Аварийный приезд	8 шт.	24 000	
Итого:				201 000	
Оборудование для осушения осадка промывных вод					
Очистка Емкость для сбора осадка 15м ³			6 шт.	12 000	
Мешковый обезжелезиватель МО-6			2 шт.	40 000	Объем получаемого осадка ориентировочно 45 кг/сут (состав осадка преимущественно железо)
Итого:				52 000	
Итого:				253 000	
Обслуживание насосного оборудования и автоматизации.			Уточняется по проекту.		
Требуемый объем электроэнергии			До 12кВт/ч		
Требуемая площадь*			Не менее (18 м×6 м) 108м²		

Предлагаемая технологическая схема представлена на рисунке 3.13.

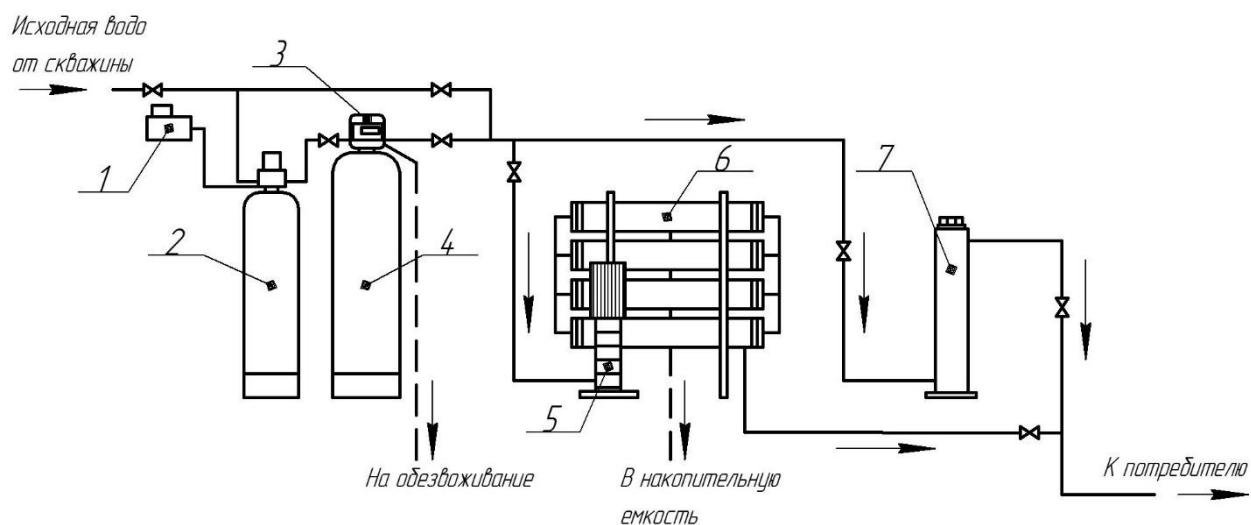


Рисунок 3.13 – Предлагаемая технологическая схема водоподготовки

В предлагаемой схеме вода от скважин поступает в аэрационную колонну 2, где с помощью компрессора 1 насыщается кислородом воздуха. Далее вода поступает на фильтр с каталитической загрузкой 4 и управляющим блоком 3, после которого основной поток воды направляется на обеззараживание в УФ стерилизатор 7. Меньшая часть потока направляется на умягчение в установку обратного осмоса 6 с помощью высоконапорного насоса 5 и далее смешивается с основным потоком воды. Вода требуемого качества направляется потребителю. Общий вид установки (аналог) представлен на рисунке 3.14.

Промывная вода направляется в емкости (15 м^3) из которых осадок направляется на механическое обезвоживание на мешковых сушилках, а осветленная промывная вода в накопительную емкость, где смешивается с концентратом. Из накопительной емкости разбавленный осветленной промывной водой концентрат направляется в канализацию.

Предлагаемая технологическая схема позволяет очистить воду до нормативных показателей:

По железу общему – 0,3 мг/л;

По марганцу – 0,1 мг/л;

По жесткости – 5,73 мг-экв/дм³.



Рисунок 3.14 – Общий вид установки

Выводы по главе 3

1 Анализ работы существующей системы водоснабжения сельского поселения Тимофеевка показал, что качество воды подаваемой потребителю не удовлетворяет требованиям норм по железу, марганцу и жесткости. В настоящее время вода без очистки подается в сеть по согласованию с СЭС. Требуется доведение качества воды до требований норм.

2 В качестве пилотной установки была рассмотрена существующая водоподготовка на одном из ЧП по производству бутилизированной воды. В результате от данного технологического решения отказались в связи с высокой стоимостью обслуживания и затрат на реагенты и материалы.

3 Разработана технологическая схема очистки воды до требований норм. Она включает фильтр с каталитической загрузкой (многокомпонентная смесь материалов АС+МЖФ+МСК в пропорции соответственно 60%+20%+20%), обратноосмотическую установку, а также УФ стерилизатор.

4 Частично решена проблема утилизации промывных вод применением мешковых сушилок осадка.

5 Смешение осветленных промывных вод с концентратом после обратного осмоса в накопительной емкости усреднителе позволит сбрасывать сток в канализацию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 В настоящее время население Самарской области в большинстве городов и районов потребляет питьевую воду, не отвечающую в полной мере основным требованиям нормативных документов РФ по макро - и микрокомпонентам, биологически активным элементам, биогенным веществам, органическим соединениям природного и искусственного происхождения.

2 Анализ систем водоснабжения из подземных источников малых населенных пунктов показал, что схемы, в большинстве случаев, не предусматривают водоподготовку даже при наличии отклонений от норм. В большинстве случаев водозабор осуществляется из скважин, а также шахтных колодцев, которые не обеспечивают требуемого качества воды.

1 Анализ работы существующей системы водоснабжения сельского поселения Тимофеевка показал, что качество воды подаваемой потребителю не удовлетворяет требованиям норм по железу, марганцу и жесткости. В настоящее время вода без очистки подается в сеть по согласованию с СЭС. Требуется доведение качества воды до требований норм.

3 Разработана технологическая схема очистки воды до требований норм. Она включает фильтр с каталитической загрузкой (многокомпонентная смесь материалов АС+МЖФ+МСК в пропорции соответственно 60%+20%+20%), обратноосмотическую установку, а также УФ стерилизатор.

4 Частично решена проблема утилизации промывных вод применением мешковых сушилок осадка. Смешение осветленных промывных вод с концентратом после обратного осмоса в накопительной емкости усреднителей позволит сбрасывать сток в канализацию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аввагсумов, Г.Л., Выборнова, М.С. Состояние водоисточников и качество питьевой воды // Водоснабжение и санитарная техника. - 1991. - №7. - 5.
2. Алексеев, М.И., Дзюбо, В.В. Исследование технологии очистки подземных вод разработок индивидуального водоочистного оборудования // Изв. вузов. Строительство. - 1998. - №10. - С. 88-
3. Апельцин, И.Э., Золотова Е.Ф. Очистка воды от марганца обработкой перманганатом калия // Труды ВНИИВОДГЕО, 1974. - 43^8.
4. Апельцина Е.И., Алексеева Л.П., Черская Н.О. Проблемы озонирования при подготовке питьевой воды // Водоснабжение и сан. техника. - 1992. - №4. - 22-27.
5. Бурова Н.Н., Всевожский В.А., Донин В.И. Динамика подземного артезианского бассейна // Вопросы оценки взаимосвязи поверхностных вод и качества воды. - М.: Изд-во МГУ, 1972. - 168-192.
6. Горяинова Г.С. и др. Развитие железобактерий в системах коммунального водоснабжения с подземными источниками // Гигиена и санитария. - 1981. - №1. - 1822.
7. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2004 году». - М., 2005. - 405 с.
8. Государственный доклад «О состоянии водных ресурсов Российской Федерации в 2002 году». - М.: НИА-Природа, 2003. - 166 с.
9. Громогласов А.А., Копылов А.С., Пильщиков А.П. Водоподготовка: процессы и аппараты. - М.: Энфгоатомиздат, 1990. - 118 с.
10. Журба М.Г. Пенополистирольные фильтры. - М.: Стройиздат, 1992. - 176 с.

11. Журба М.Г., Любина Т.Н., Мезенцева Е.А. и др. Новые решения в подготовке питьевых вод // Водоснабжение и санитарная техника. - 1994 – С.16-19.
12. Золотова Е.Ф., Асе Г.Ю. Очистка воды от железа, фтора, марганца и сероводорода. - М.: Стройиздат, 1975. - 176с.
13. Кореневский В.И. и др. Фильтры для водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. - 1991. - №7. - с.23-24.
14. Кочетков М.В. Перспективы использования подземных вод в хозяйственно-питьевом водоснабжении // Водоснабжение и санитарная техника. - 1991. - №7. - 79.
15. Курочкин Е.Ю. Очистка загрязненных промывных вод станций обезжелезивания вакуум-фильтрованием: Дисс канд. техн. наук - Новосибирск, 2003. - 200с.
16. Лайкинс Б.У. Новейшие системы очистки питьевой воды для малых населенных пунктов // Водоснабжение и санитарная техника. - 1994. - №1. - 17-20.
17. Минц Д.М. Теоретические основы технологии очистки воды. - М.: Стройиздат, 1964. - 156с.
18. Минц О.Д., Королева М.В. Использование озона в системах оборотного водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. - 1996. - №2. - 30-31.
19. Михайлюк Л.Г. Исследование и разработка рациональных схем обезжелезивания подземных вод: Автореф. дисс. канд. техн. наук. - Минск, 1976. - 18с.
20. Николадзе Г.И. Обезжелезивание природных и оборотных вод. - М.: Стройиздат, 1978. - 160с.
21. Николадзе Г.И. Обработка подземных вод для хозяйственно-питьевых нужд // Водоснабжение и санитарная техника. - 1998. - №5. - 2-5.

22. Новжов В.К., Кашинцев В.К., Правдив Е.П. Очистка воды от соединений двухвалентного железа // Химия и технология воды, 1980. Т.2., №3.- 56-60.
23. Новиков В.К., Михайлова Э.М. Методы очистки природных вод от соединений марганца, железа и других загрязняющих веществ: Обзор.- М., 1990, выш. 1(79). 395 (Обзор, информ./ АКХим. К.Д. Памфилова).
24. Новжов Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина Э.Л. Методы определения вредных веществ в воде водоемов.- М., 1981.- 66с.
25. Осадчий Г.Б. Альтернативное водоснабжение сельского населения // Водоснабжение и санитарная техника-1997.- №7.- 26-27.
26. Первов А.Г., Андрианов А.П. Современные мембранные системы нанофильтрации для подготовки питьевой воды высокого качества // Сантехника.- 2007.- X» 2. 24-31.
27. Першин П.Л. О нормировании водопотребления в сельских населенных пунктах // Водоснабжение и санитарная техника.- 1990.- Xг5.- 5-7.
28. Плешаков В.Д. Удаление сероводорода артезианских вод.- М.: МКХРСФСР, 1956.- 112с.
29. Руководство по химическому и технологическому анализу воды.- М.: Стройиздат, 1973.- 272С.
30. Семенова И.В., Хорошилова А.В. Условия осаждения железа из воды // энергосбережение и водоподготовка.- 2006.- X25(43).- 7-10.
31. Скурлатов Ю.И., Штамм Е.В. Ультрафиолетовое излучение в процессах водоподготовки и водоочистки // Водоснабжение и санитарная техника-1997.- №9.- 14-18.
32. Скурлатов Ю.И. и др. Новые подходы к разработке технологии и очистки обеззараживания питьевой воды с применением источников УФ-излучения // Вода экология и технология.- М., 1994, т.11.- 44-48.

33. Соколов Л.И., Журба М.Г. Технико-экономическое обоснование водоочистных технологий инвестиций для их реализации // Питьевая вода. - 2007. - №2. - 1624.
34. Сысоев М.Н. и др. Работа фильтрующих сооружений с переменной скоростью // Водоснабжение и санитарная техника - 1968. - X22. - 23-27.
35. Технические указания на проектирование и эксплуатацию станций обезжелезивания воды с упрощенной системой аэрации. - М.: ОНТИАКХ, 1972. - 28 с.
36. Фейзиев Г.К. Высокоэффективные методы умягчения, опреснения и обессоливания. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 124 с.
37. Фоминых А.М., Фоминых В.А. К вопросам о теории обезжелезивания воды фильтрованием // Изв. вузов. Строительство. - 1999. - №1. - 87-90.
38. Чабак А.Ф., Рузин М.Л. Фильтры и фильтрующие материалы // Сантехника. 2002. - №3. - С. 40-41.
39. Chang S., Jackson M. Fractionation of soil phosphorus // Soil Sci. - 1957. V. 84. - №2. - P. 78-84.
40. Draginsky V., Alekseeva L. Research on the Effectiveness of Ozonation for the Water Treatment of Iron and Manganese // International Symposium on Ozone. - Berlin. - 1997. R32-38.

Ф-1.2.8/2

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека
Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области»
(ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области»)
Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в городе Тольятти»
Орган инспекции
проезд Георгия Митирева, 1, г. Самара, 443079, тел./факс: (846) 260-37-97, 260-37-99
E-mail: fguzsamo@samtel.ru ОГРН 1056316020155 ИНН 6316098875
445032, Самарская область, г. Тольятти, Московский проспект, д.19
e-mail: cgiep@fguztlr.ru, ОГРН 1056316020155 ИНН 6316098875

Аттестат аккредитации
органа инспекции
RA.RU.710072 от 16.07.15



Экспертное заключение

по результатам испытаний

от 03.04.2017 г. № 2297

1. Наименование предмета экспертизы:

вода питьевая из распределительной сети

2. Заказчик: Муниципальное предприятие "ЖКХ Тимофеевское"

2.1. Юридический адрес: 445140, Самарская обл, Ставропольский р-н,
Тимофеевка с, Мира ул, дом № 2, корпус а

2.2 Фактический адрес: 445140, Самарская обл, Ставропольский р-н,
Тимофеевка с, Мира ул, дом № 2, корпус а

3. Изготовитель (разработчик):

3.1 Юридический адрес:

3.2 Фактический адрес:

4. Представленные на экспертизу и рассмотренные материалы:

- 1) Заявление №47 от 10.01.2017 г.
- 2) Протокол лабораторных испытаний №20 930 от 03.04.2017 ИЛЦ Филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в городе Тольятти» (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.510862 выдан «06» ноября 2014 г. Внесен в реестр аккредитованных лиц: «20» октября 2014 г.).

5. Заявление (поручение) на экспертизу зарегистрировано в Филиале ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в городе Тольятти» № 47 от 10.01.2017.

6. В ходе санитарно-эпидемиологической экспертизы установлено:

Проведено санитарно-химическое и микробиологическое исследование воды питьевой централизованного холодного водоснабжения из распределительной сети с целью определения соответствия требованиям санитарного законодательства. Полученные результаты оформлены в виде протокола лабораторных испытаний воды питьевой № 20930 от 03.04.2017г. Филиала ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в городе Тольятти". Аттестат аккредитации Испытательного лабораторного центра № РОСС RU.0001.0510862 от 06 ноября 2014г. Внесён в реестр аккредитованных лиц 20 октября 2014г. Оценка результатов лабораторных исследований проведена в соответствии с требованиями: СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения". Анализ полученных результатов показал, что по санитарно-химическим показателям - марганец, вода не соответствует гигиеническим нормативам.

Определяемые показатели	Результаты испытаний ± характеристика погрешности ** (неопределенности)	Величина допустимого уровня	Ед. изм.
КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ			
Регистрационный номер в лаборатории: 927			
Цветность (Сг-Со)	1,4 ± 0,4	20	градусы
Мутность	1,35 ± 0,27	2,6	ЕМФ
Жесткость	7,6 ± 1,1	7,0	° Ж
Марганец суммарно	0,46 ± 0,07	0,1	мг/дм ³
Железо суммарно	0,39 ± 0,09	0,3	мг/дм ³

Рег. номер	Наименование объектов смывов	Показатель	Результаты испытаний	Величина допустимого уровня
ОРМ микробиологическая лаборатория г. Тольятти Комсомольский				
133	вода питьевая из распределительной сети 1	ОМЧ	0	Не более 50 КОЕ/мл
133	вода питьевая из распределительной сети 1	ОКБ	Не обнаружены в 100 мл	Отсутствие в 100 мл
133	вода питьевая из распределительной сети 1	ТКБ	Не обнаружены в 100 мл	Отсутствие в 100 мл

Заключение по результатам испытаний

Проба воды питьевой из распределительной сети по санитарно-химическим показателям - марганец

**Федеральная служба по надзору в сфере защиты
прав потребителей и благополучия человека
Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области»
Филиал Федерального бюджетного учреждения здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в городе Тольятти»**

Юридический адрес: 443079 г. Самара, пр. Георгия Митирева, 1, Телефон, Факс: (846)260-37-97
ОКПО 76776370, ОГРН 1056316020155, ИНН/КПП 6316098875/631601001

АТТЕСТАТ аккредитации Испытательной лаборатории (центра)
№ РОСС RU 0001.510882 выдан «06» ноября 2014 г.
Внесен в реестр аккредитованных лиц: «20» октября 2014 г.

Адрес осуществления деятельности лаборатории:
г. Тольятти, Московский проспект 19
г. Тольятти, ул. Механизаторов 21

«Утверждаю».

Руководитель ИЛЦ, заместитель главного врача
по санитарно-гигиеническим вопросам
Краснов С. В.
«03» апреля 2017 г.

ПРОТОКОЛ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ № 20 930 от 03.04.2017

Код образца (пробы):

20721.1.30.03.17.B; 20721.2.30.03.17.B

1. Наименование образца (пробы):

вода питьевая из распределительной сети 1

2. Заказчик:

Муниципальное предприятие "ЖКХ Тимофеевское"

2.1 Юридический адрес:

445140, Самарская обл, Ставропольский р-н, Тимофеевка с, Мира ул, дом № 2, корпус а

3. Изготовитель*: -

3.1 Юридический адрес*: -

3.2. Фактический адрес*:

3.3 Дата* и время* изготовления

4. Дополнительные сведения*:

Заявление №47 от 10.01.2017 15:33:43. Пробы воды питьевой отобраны ув м.р. Ставропольский, с.п. Тимофеевка, село Тимофеевка в детском саду по ГОСТ 31861-2012 "Вода. Общие требования к отбору проб", ГОСТ 31942-2012 "Вода. Отбор проб для микробиологического анализа" и исследованы по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. Акт отбора образцов (проб) от 30.03.2017

5. Дата и время* отбора:

30.03.2017 час 8 мин 30

Ф.И.О., должность, отобравшего образец (пробу)*:

Пом. санитарного врача по общей гигиене Недорезова Л.Е.

6. Дата начала испытаний: 30.03.2017 г.

Дата окончания испытаний: 31.03.2017 г.

7. Результаты лабораторных испытаний

№ 927 от 31.03.2017, № 133 от 31.03.2017 ИЛЦ Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в городе Тольятти»

Протокол (результаты) лабораторных испытаний не могут быть воспроизведены полностью или частично без письменного разрешения Испытательной лаборатории (центра)

Протокол № 20 930 от 03.04.2017

Стр. 1 из 2

Определяемые показатели	Результаты испытаний ± характеристика погрешности **(неопределенности)	Ед. изм.	НД, на методы испытаний
КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ			
Регистрационный номер в лаборатории: 927			
Цветность (Cr-Co)	1,4 ± 0,4	градусы	ГОСТ 31868-2012
Мутность	1,35 ± 0,27	ЕМФ	ПНД Ф 14.1:2:4.213-05
Жесткость	7,6 ± 1,1	° Ж	ГОСТ 31954-2012
Марганец суммарно	0,46 ± 0,07	мг/дм³	ГОСТ 4974-2014
Железо суммарно	0,39 ± 0,09	мг/дм³	ПНДФ 14.1:2:4.50-96
Регистрационный номер в лаборатории: 133			
ОМЧ	0	КОЕ/мл	МУК 4.2.1018-01
ОКБ	Не обнаружены в 100 мл		МУК 4.2.1018-01
ТКБ	Не обнаружены в 100 мл	КОЕ в 100 мл	МУК 4.2.1018-01

*заполняется при необходимости

**Уровень оцененной неопределенности соответствует заданным пределам

Протокол составлен в 3 экземплярах

Лицо, ответственное за оформление протокола: Недорезова Л.Е. 

Протокол (результаты) лабораторных испытаний не могут быть воспроизведены полностью или частично без письменного разрешения Испытательной лаборатории (центра)

Протокол № 20 930 от 03.04.2017

Стр.2 из 2

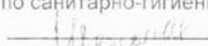
Федеральная служба по надзору в сфере защиты
прав потребителей и благополучия человека
Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области»
Филиал Федерального бюджетного учреждения здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в городе Тольятти»

Юридический адрес: 443079 г. Самара, пр. Георгия Митяева, 1, Телефон/Факс: (846)260-37-97
ОКПО 76776370, ОГРН 1056316020155; ИНН/КПП 6316098875/631601001

АТТЕСТАТ аккредитации Испытательной лаборатории (центра)
№ РОСС RU.0001.510862 выдан «06» ноября 2014 г.
Внесен в реестр аккредитованных лиц: «20» октября 2014 г.

Адрес осуществления деятельности лаборатории:
г. Тольятти, ул. Механизаторов 21

«Утверждаю».

Руководитель ИЛЦ, заместитель главного врача
по санитарно-гигиеническим вопросам
 Краснов С. В.
«03» апреля 2017 г.

ПРОТОКОЛ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ № 21 033 от 03.04.2017

Код образца (пробы):

20727.2.30.03.17.B

1. Наименование образца (пробы):

вода питьевая из распределительной сети

2. Заказчик:

Муниципальное предприятие "ЖКХ Тимофеевское"

2.1 Юридический адрес:

445140, Самарская обл, Ставропольский р-н, Тимофеевка с, Мира ул, дом № 2, корпус а

3. Изготовитель*: -

3.1 Юридический адрес*: -

3.2. Фактический адрес*:

3.3 Дата* и время* изготовления

4. Дополнительные сведения*:

Заявление №47 от 10.01.2017 15:33:43. Проба воды питьевой отобрана в м.р. Ставропольский, с.п. Тимофеевка, село Русская Борковка в школе по ГОСТ 31942-2012 "Вода. Отбор проб для микробиологического анализа" и исследована по микробиологическим показателям., Акт отбора образцов (проб) от 30.03.2017

5. Дата и время* отбора:

30.03.2017 час 8 мин 30

Ф.И.О., должность, отобравшего образец (пробу)*:

Пом. санитарного врача по общей гигиене Недорезова Л.Е.

6. Дата начала испытаний: 30.03.2017 г.

Дата окончания испытаний: 31.03.2017 г.

7. Результаты лабораторных испытаний

№ 138 от 31.03.2017 ИЛЦ Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в городе Тольятти»

*Протокол (результаты) лабораторных испытаний не могут быть воспроизведены полностью или частично без
письменного разрешения Испытательной лаборатории (центра)
Протокол № 21 033 от 03.04.2017*

Стр.1 из 2

Определяемые показатели	Результаты испытаний \pm характеристика погрешности **(неопределенности)	Ед. изм.	НД, на методы испытаний
Регистрационный номер в лаборатории: 138			
ОМЧ	0	КОЕ/мл	МУК 4.2.1018-01
ОКБ	Не обнаружены в 100 мл		МУК 4.2.1018-01
ТКБ	Не обнаружены в 100 мл	КОЕ в 100 мл	МУК 4.2.1018-01

*заполняется при необходимости

**Уровень оцененной неопределенности соответствует заданным пределам

Протокол составлен в 3 экземплярах

Лицо, ответственное за оформление протокола: Недорезова Л.Е. 

Протокол (результаты) лабораторных испытаний не могут быть воспроизведены полностью или частично без письменного разрешения Испытательной лаборатории (центра)

Протокол № 21-033 от 03.04.2017

Стр.2 из 2

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека
Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области»
(ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области»)
Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в городе Тольятти»
Орган инспекции
проезд Георгия Митирева, 1, г. Самара, 443079, тел./факс: (846) 260-37-97, 260-37-99
E-mail: fguzsamo@samtel.ru ОГРН 1056316020155 ИНН 6316098875
445032, Самарская область, г. Тольятти, Московский проспект, д.19
e-mail: cgier@fguztlt.ru, ОГРН 1056316020155 ИНН 6316098875

Аттестат аккредитации
органа инспекции
RA.RU.710072 от 16.07.15



Экспертное заключение

по результатам испытаний

от 03.04.2017 г. № 2315

1. Наименование предмета экспертизы:

вода питьевая из распределительной сети

2. Заказчик: Муниципальное предприятие "ЖКХ Тимофеевское"

2.1. Юридический адрес: 445140, Самарская обл, Ставропольский р-н,
Тимофеевка с, Мира ул, дом № 2, корпус а

2.2 Фактический адрес: 445140, Самарская обл, Ставропольский р-н,
Тимофеевка с, Мира ул, дом № 2, корпус а

3. Изготовитель (разработчик):

3.1 Юридический адрес:

3.2 Фактический адрес:

4. Представленные на экспертизу и рассмотренные материалы:

- 1) Заявление №47 от 10.01.2017 г.
- 2) Протокол лабораторных испытаний №21 033 от 03.04.2017 ИЛЦ Филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в городе Тольятти» (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.510862 выдан «06» ноября 2014 г. Внесен в реестр аккредитованных лиц: «20» октября 2014 г.).

5. Заявление (поручение) на экспертизу зарегистрировано в Филиале ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в городе Тольятти» № 47 от 10.01.2017.

6. В ходе санитарно-эпидемиологической экспертизы установлено:

Проведено микробиологическое исследование воды питьевой централизованного холодного водоснабжения из распределительной сети с целью определения соответствия требованиям санитарного законодательства. Полученные результаты оформлены в виде протокола лабораторных испытаний воды питьевой № 21033 от 03.04.2017г. Филиала ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в городе Тольятти". Аттестат аккредитации Испытательного лабораторного центра № РОСС RU. 0001.0510862 от 06 ноября 2014г. Внесён в реестр аккредитованных лиц 20 октября 2014г. Оценка результатов лабораторных исследований проведена в соответствии с требованиями: СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения". Анализ полученных результатов показал, что по микробиологическим показателям, вода соответствует гигиеническим нормативам.

Рег. номер	Наименование объектов смывов	Показатель	Результаты испытаний	Величина допустимого уровня
ОРМ микробиологическая лаборатория г. Тольятти Комсомольский				
138	вода питьевая из распределительной сети 2	ОМЧ	0	Не более 50 КОЕ/мл
138	вода питьевая из распределительной сети 2	ОКБ	Не обнаружены в 100 мл	Отсутствие в 100 мл
138	вода питьевая из распределительной сети 2	ТКБ	Не обнаружены в 100 мл	Отсутствие в 100 мл

Заключение по результатам испытаний

Проба воды питьевой из распределительной сети по микробиологическим показателям

Соответствует

Требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности горячего водоснабжения".

Врач по общей гигиене



Калашников В.П.