



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)  
по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование  
(квалификация – бакалавр)

На тему Экологическая оценка эксплуатации установок обеззараживания воды хозяйственно-питьевого назначения на объектах водоподготовки ООО «РН – Туапсинский НПЗ»

Исполнитель Кирсанова Елена Александровна

Руководитель к.г.н., доцент Соловьева Анна Андреевна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«22» Января 2021 г.

Туапсе

2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Хозяйственно - питьевое водоснабжение на Туапсинском нефтеперерабатывающем заводе.....	5
1.1 Система водоснабжения и водоотведения Туапсинского нефтеперерабатывающего завода.....	5
1.2 Гигиенические принципы нормирования качества питьевой воды .....	12
2 Технологии обеззараживания грунтовых вод хозяйственно-питьевого назначения на Туапсинском НПЗ.....	19
2.1 Устройство и принцип работы электролизной установки «ХлорЭл 2000».....	19
2.2 Устройство и принцип работы установки обеззараживания воды ОДВ – 50.....	26
3 Сравнительный анализ качества воды хозяйственно-питьевого назначения очищенной при помощи разных технологий .....	33
3.1 Обработка результатов анализов воды хозяйственно-питьевого назначения после очистки.....	33
3.2 Экологическая оценка эффективности технологий обеззараживания воды на Туапсинском НПЗ.....	41
Заключение .....	46
Список использованной литературы.....	48
Приложения .....	50

## Введение

Нефтеперерабатывающие заводы являются промышленными предприятиями с большим потреблением воды. Только для технологических процессов нефтезавод использует миллионы кубических метров в год. Так же на предприятиях предусмотрен расход воды на противопожарные и хозяйственно-питьевые нужды.

Патогенные микроорганизмы, присутствующие в воде, оказывают негативное воздействие на организм человека. Поэтому возникает необходимость создания, так называемого барьера, способного препятствовать попаданию болезнетворных микробов в воду хозяйственно-питьевого назначения.

На объектах водоподготовки нефтеперерабатывающих заводов обеззараживание питьевой воды, поступающей, как правило, из подземных источников, осуществляется с применением физических и химических методов очистки.

Принцип очистки основывается на удалении из воды, содержащихся в ней вирусов и бактерий, пагубно воздействующих на организм человека.

Качество исходной воды и технология её обработки оказывают большое влияние на эффективность обеззараживания в целом.

Актуальность исследований обосновывается тем, что предприятия нефтепереработки на сегодняшний день пересматривают традиционные схемы водоподготовки с целью повышения эффективности очистки и обеззараживания воды, при этом вводя в эксплуатацию современные установки, оптимизируя технологию, создавая условия, при которых процесс очистки не добавлял бы в воду нежелательных побочных продуктов.

Объект исследования: система водоснабжения ООО «РН-Туапсинский НПЗ».

Предмет исследования: эффективность обеззараживания воды хозяйственно-питьевого назначения посредством различных технологий на

объектах водоподготовки ООО «РН-Туапсинский НПЗ».

Цель исследования анализ и оценка качества воды хозяйственно-питьевого назначения, эксплуатируемой ООО «РН – Туапсинский НПЗ».

В соответствии с этой целью были определены следующие задачи:

- дать техническую характеристику системы водоснабжения и водоотведения ООО «РН-Туапсинский НПЗ»;
- рассмотреть эксплуатируемые системы обеззараживания грунтовых вод, на объектах водоподготовки НПЗ;
- провести сравнительный анализ качества воды хозяйственно-питьевого назначения очищенной при помощи разных технологий;
- оценить эффективность технологий обеззараживания воды на объектах водоподготовки Туапсинского НПЗ.

1 Хозяйственно - питьевое водоснабжение на Туапсинском нефтеперерабатывающем заводе

1.1 Система водоснабжения и водоотведения Туапсинского нефтеперерабатывающего завода

ООО «РН-Туапсинский НПЗ» расположен в городе Туапсе Краснодарского края, в центральной части Черноморского побережья Кавказа.

Туапсинский НПЗ (рисунок 1) приходится дочерним предприятием для НК «Роснефть» с момента создания корпорации.



Рисунок 1 – Туапсинский НПЗ

Нефтеперерабатывающий завод занимает ведущее место в нефтегазовой промышленности, стабильно развивается и обладает большим опытом деятельности как на внутреннем, так и на международном рынке. Его стабильное положение обусловлено непосредственной близостью к морским портам и терминалам Роснефти.

Территория завода составляет 120 гектаров (при этом площадь застройки составляет 68 гектаров, а протяжённость внутризаводских автодорог – 15 км), с двух сторон ограничена р. Туапсе, а с двух других — горным массивом и г.

Туапсе.

Продукция Туапсинского НПЗ довольно разнообразна: дизельное топливо, автомобильные бензины различных марок, мазут, керосин, сжиженный газ.

Основная деятельность Туапсинского нефтекомплекса сосредоточена на переработке, транспортировке и экспорте нефтепродуктов [22].

Новейшие технологии, надежное оборудование, и система противоаварийной автоматической защиты обеспечивают безопасное и экологичное производство, создавая конкурентные преимущества среди крупнейших компаний мира в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды.

Сейчас на Туапсинском нефтеперерабатывающем заводе идёт процесс модернизации. Производственные мощности увеличены в десятки раз. Современная установка первичной переработки нефти (ЭЛОУ-АВТ-12) отвечает всем требованиям промышленной. Новое оборудование рассчитано на производство высококачественных видов топлива.

Завод является одним из старейших нефтеперерабатывающих предприятий страны. Запущен он был в 1929 году с целью создания благоприятных условий для развития нефтеэкспорта. А к 1930 году на заводе был построен водозабор, необходимый для обеспечения его работоспособности и хозяйственно – питьевого водоснабжения. Водозабор состоял из четырёх бетонных колодцев и его производительность составляла 13,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

В период с 1951 по 1952 годы был сооружён линейный водозабор из эксплуатационных скважин, действующий в настоящее время.

Координаты водозабора: южная граница 44° 06' 57,7" с.ш. 39° 06' 41,0" в.д. северная граница 44° 07' 04,8" с.ш. 39° 07' 07,1" в.д.

Водозабор Туапсинского НПЗ расположен на северной окраине города Туапсе на правобережной высокой пойменной террасе реки Туапсе в четырёх километрах от устья (рисунок 2).

Вода используется на НПЗ для технологических, хозяйственно-бытовых и питьевых нужд, а также при тушении пожаров.



Рисунок 2 – План водозабора

В состав водозабора входит 15 скважин, а его площадь составляет 7,9 га. Протяжённость по линейному ряду скважин водозабора вдоль русла реки – 450 м. Скважины расположены в 30-40 метрах друг от друга и в 50-160 метрах от русла реки Туапсе (приложение 1).

Скважины № 1-12 находятся в эксплуатации; представляют собой кирпичные павильоны цилиндрической формы, обшитые профнастилом. Эксплуатационные скважины №1-12 оборудованы насосами, расходомерами, датчиками контроля уровня разлива скважин и автоматизированной системой КИП, и АСУТП – для оперативного контроля и комплексного технического учета.

Производительность эксплуатационных скважин для технического водоснабжения №1,2,3,6,9,11,10,12 – 125 м<sup>3</sup>/час. каждая; скважины оборудованы насосами GRUNFOSSP125-3. Суммарная производительность скважин для технического водоснабжения составляет 1000 м<sup>3</sup>/час.

Производительность эксплуатационных скважин для питьевого



водоснабжения №4,5 – 30 м<sup>3</sup>/час. каждая; скважины оборудованы насосами GRUNFOSSP30-5. Суммарная производительность скважин для питьевого водоснабжения составляет 60 м<sup>3</sup>/час.

Производительность эксплуатационных скважин для технического водоснабжения №7,8 – 160 м<sup>3</sup>/час. каждая; скважины оборудованы насосами типа ЭЦВ12-160-100. Суммарная производительность скважин составляет 320 м<sup>3</sup>/час.

Суммарная производительность - скважин №1-12 – 1380 м<sup>3</sup>/час.

Перечень скважин, используемых для водоснабжения в 2020 г. представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень скважин, используемых для водоснабжения в 2020 г.

№ скважины	Эксплуатационный водоносный горизонт	Глубина скважины	Производительность, м <sup>3</sup> /час	Фактический водоподъем	
				м <sup>3</sup> /сут	м <sup>3</sup> /год
1.	4-6 м	40 м	125	1747	234193
2.	-//-	40 м	125	2234	236854
3.	-//-	40 м	125	1647	227295
4.	-//-	41 м	30	182	22825
5.	-//-	40 м	30	187	29213
6.	-//-	45 м	125	2062	249583
7.	-//-	45 м	160	1764	213519
8.	-//-	45 м	160	1733	149088
9.	-//-	45 м	125	1834	187118
10.	-//-	40 м	125	1777	190185
11.	-//-	71 м	125	2117	228691
12.	-//-	40 м	125	1878	202900
13.	-//-	36 м			
14.	-//-	34,8 м			
15.	-//-	34,8 м			
Итого	-	-	1380	-	2171464

Скважины № 13-15 – наблюдательные, служат для мониторинга уровня грунтовых вод в водоносных горизонтах.

Скважина № 13 расположена на южной окраине водозабора между скважинами 12 и 11 в 30 метрах от южной границы водозабора на северо-запад; оборудована оголовком диаметром 256 мм. Её глубина равна 22,99 м.



Скважина № 14 расположена на северо-западной окраине водозабора между скважинами 1 и 2 в 3,3 метрах от бетонного ограждения водозабора, оборудована оголовком диаметром 526 мм, а её глубина составляет 42,5 м.

Наблюдательная скважина № 15 расположена в центральной части водозабора; оборудована оголовком диаметром 256 мм. Её глубина составляет 38,5 м.

Водозабор ООО «РН-Туапсинский НПЗ», расположенный в долине реки Туапсе, является береговым, так как находится на берегу; и подземным, так как представлен в виде линейного ряда из 12 скважин. По характеру питания водозабор относится к инфильтрационным, поскольку питание грунтовых вод происходит за счёт инфильтрации поверхностных вод и атмосферных осадков. Ввиду этих особенностей зона границы санитарной охраны на водозаборе определяется как для подземного источника.

Водовод хозяйственно-питьевого назначения представлен скважинами № 4 и № 5, расположенными в центральной части водозабора и отделён от общего водовода. Вокруг этих двух скважин организован первый пояс зоны санитарной охраны (ЗСО). Первый пояс является зоной строго режима; предназначен для исключения возможности случайного или умышленного загрязнения подземных вод непосредственно через водозаборные сооружения, или нарушения нормальной работы водозаборного сооружения (СанПиН 2.1.4.111002, СП 31.13330.2012).

Территория водозабора ограждена забором, высотой 2,5 метра, озеленена и находится под круглосуточной охраной. Административно-бытовое здание, находящееся на территории водозабора, канализировано с отведением сточных вод в систему канализации, расположенную за пределами первого пояса ЗСО.

Подъем из источника водоснабжения (артезианских скважин) и перекачка воды к потребителю на Туапсинском НПЗ осуществляется насосными станциями I и II подъема. Насосная станция первого подъема предназначена для подачи воды от источника водоснабжения – артезианской скважины - в резервуары чистой воды (РЧВ)(рисунок 3).

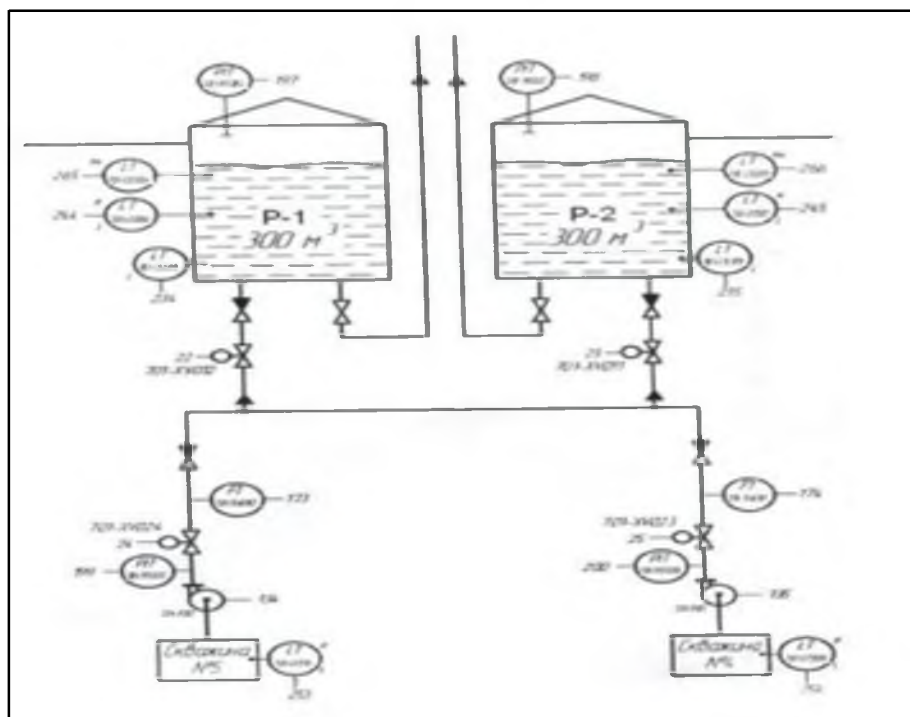


Рисунок 3 – Технологическая схема подачи воды хозяйственно-питьевого назначения в насосную станцию первого подъёма участка ПГВ цеха ВиВ[22].

На каждой из 12 скважин станции установлен погружной насос. Насос представляет собой многоступенчатую конструкцию, каждая ступень которой состоит из размещенного в обойме подшипникового отвода и рабочего колеса (рисунок 4).



Рисунок 4 – Погружной насос

Центробежное рабочее колесо изготовлено из пластмассы, покрытой нержавеющей сталью. Вверху насоса имеется обратный клапан,

который в случае аварийной остановки, не позволит валу вращаться в обратном направлении. Подвод, куда поступает вода, расположен между электродвигателем и насосом и защищён фильтром от попадания крупных механических частиц.

Станция второго подъема представляет собой машинный зал, оборудованный центробежными многоступенчатыми насосами CRE со встроенными частотно-регулируемыми преобразователями (рисунок 5). Данный вид насосов выполнен из нержавеющей стали/чугуна. Частотно-регулируемый преобразователь непрерывно корректирует рабочие характеристики насоса в соответствии с текущими условиями и заданными технологическими параметрами. Насосы станции второго подъёма перекачивают воду из резервуаров чистой воды через водопроводную сеть завода к потребителям.



Рисунок 5 – Центробежный насос

Водопроводная сеть представлена системой трубопроводов, по которым вода поступает потребителям. Трубопроводы оборудованы запорной арматурой, необходимой для отбора проб, ремонта и т. д.

Водоотбор производится на основании лицензии на право добычи подземных вод КРД 03288 ВЭ от 28 декабря 2009 года. Согласно данной лицензии, уровень добычи подземных вод не должен превышать 10000 м<sup>3</sup>/сут.

## 1.2 Гигиенические принципы нормирования качества хозяйственно-питьевой воды

На территории ООО «РН-Туапсинский НПЗ» эксплуатируются следующие системы водоснабжения: система хозяйственно-питьевого водоснабжения (В<sub>1</sub>), система технического водоснабжения (В<sub>7</sub>), система противопожарно-производственного водоснабжения (В<sub>2</sub>).

Система водоснабжения предназначена для обеспечения хозяйственно-питьевых нужд.

Качество хозяйственно-питьевой воды, подаваемой потребителю, зависит от состава исходной воды и определяется требованиями ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая».

Исходная вода имеет свои природные характеристики, изменение которых может повлечь нежелательные последствия для жизни и деятельности живых организмов. Поэтому, источник водоснабжения характеризуется целым рядом различных показателей, по которым можно судить о пригодности воды для хозяйственно-питьевых нужд водопользователей.

Качество питьевой воды определяется такими параметрами как: общие физико-химические, органолептические, бактериологические и паразитологические, а также большинством других параметров, часто употребляемых в водоподготовке [1, с. 38].

Определение качества воды по физико-химическим показателям. Водородный показатель (рН) указывает на содержание свободных ионов водорода в воде. Его величина влияет на коррозионную агрессивность воды, уровень токсичности загрязняющих веществ. Во время водоподготовки необходимо следить за величиной рН, так как его изменения влияют на запах и

привкус воды. Для воды хозяйственно-питьевого назначения приемлемым, согласно СанПиН, считается количество единиц рН от 6 до 9.

Такое свойство воды, которое определяется присутствием в ней растворимых солей кальция и магния, называют жёсткостью. Общая жесткость представляет собой сумму карбонатной и некарбонатной жесткости. Карбонатная жёсткость практически полностью удаляется при кипячении, поэтому её называют временной. Данный вид жёсткости обусловлен присутствием в воде гидрокарбонатов и карбонатов магния и кальция при  $pH > 8,3$ .

Некарбонатную жесткость называют постоянной, так как при кипячении она не устраняется. Этот вид жёсткости обусловлен наличием магниевых и кальциевых солей сильных кислот (соляной, азотной, серной).

В качестве единицы измерения жесткости воды Госстандартом в России установлен моль на метр кубический (моль/м<sup>3</sup>). Норма общей жёсткости, рекомендованная СанПиН, не более - 7,0 мг-экв/л.

Такой параметр как общая минерализация, представляет собой количественный суммарный показатель содержания растворенных в воде веществ, которые находятся там в виде солей. Вода с пониженным содержанием является пресной и безвкусной. Верхний предел минерализации по рекомендации СанПиН не должен превышать в 1000 мг/л.

Окисляемость определяется содержанием в воде органических и минеральных веществ, окисляемых сильным химическим окислителем при определённых условиях. Окисляемость выражается в миллиграммах кислорода, требующегося на окисление веществ, присутствующих в 1дм<sup>3</sup> воды. Окисляемость перманганатная не должна превышать 5,0 мг/л, согласно требованиям, СанПиН[20, с. 144].

СанПиН 2.1.4.1074-01 устанавливает требования к физико-химическим показателям качества питьевой воды, которые приведены в таблице 2.

Органолептические показатели. К органолептическим показателям относят показатели воды, которые отражают её потребительские качества, т. е.

те качества, которые оказывают непосредственное влияние на органы чувств человека (осязание, обоняние, зрение). Наибольшее значение имеют такие параметры как вкус и запах, их определяют экспертным путем.

Таблица 2 – Требования к физико-химическим показателям качества питьевой воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК), не более
1	2	3
Водородный показатель	единицы рН	в пределах 6-9
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	1000 (1500)
Жесткость общая	мг-экв. /л	7,0 (10)
Окисляемость перманганатная	мг/л	5,0
Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	мг/л	0,5
Алюминий ( $Al^{3+}$ )	мг/л	0,5
Бор (В, суммарно)	-"	0,5
Железо (Fe, суммарно)	-"	0,3 (1,0)
Марганец (Mn, суммарно)	-"	0,1 (0,5)
Медь (Cu, суммарно)	-"	1,0
Никель (Ni, суммарно)	мг/л	0,1
Нитраты (по $NO_3^-$ )	-"	45
Свинец (Pb, суммарно)	-"	0,03
Сульфаты ( $SO_4^{2-}$ )	-"	500

Мутность, прозрачность, привкус и цветность, наряду с вкусом и запахом, так же являются важными органолептическими показателями, которые следует учитывать при анализах проб питьевой воды.

Вода, полностью лишённая запаха и привкуса, является совершенно чистой. С научной точки зрения, привкус и запах наделяют вещества свойствами вызывать у человека специфическое раздражение рецепторов слизистой оболочки языка и носоглотки. Привкус бывает вяжущим, щелочным, металлическим. Интенсивность привкуса измеряется баллами [13, с. 74].

Запах воды определяется экспертным путём при 20°C и 60°C. Запах



измеряется в баллах, как и привкус. СанПиН допускает для показателей запаха и привкуса не более 2-х баллов.

На вкусовые качества воды влияют растворенные в ней вещества органического и неорганического происхождения. Существует четыре основных вида вкуса: солёный, сладкий, кислый и горький; прочие вкусовые ощущения называют привкусами. Оценка интенсивности вкуса проводится по пятибалльной системе при 20°С и согласно СанПиН должна составлять не более 2-х баллов (таблица 3).

Таблица 3 – Шкала интенсивности запаха и привкуса питьевой воды

Баллы	Интенсивность запаха или привкуса	Характеристика интенсивности запаха или привкуса
0	нет	отсутствие ощущения запаха или привкуса
1	очень слабая	запах или привкус, поддающийся обнаружению лишь в лаборатории опытным аналитикам
2	слабая	запах или привкус, не привлекающий внимание потребителя, но поддающийся обнаружению, если обратить на него внимание
3	заметная	запах или привкус, легко обнаруживаемый и дающий повод относиться к воде подозрительно
4	отчетливая	запах или привкус, обращающий внимание и делающий воду не приятной для питья
5	очень сильная	запах или привкус настолько сильный, что делает воду не пригодной для питья

Мутность определяется присутствием в воде взвесей органического и неорганического происхождения. При высокой мутности снижается эффективность УФ-обеззараживания, так как она защищает патогенные организмы и способствует росту бактерий. Согласно СанПиН, показатель мутности не должен превышать - 2,6 ЕМФ (единицы мутности по формазину) и 1,5 мг/л (по каолину).

Интенсивность окраски воды характеризует цветность. Цветность определяется сравнением анализируемой воды с эталоном и выражается градусами платиново-кобальтовой шкалы. Нормируется в пределах 20 градусов.

Таким образом, благоприятные органолептические свойства воды определяются ее соответствием нормативам, указанным в приведённой ниже таблице 4.

Таблица 4 – Органолептические показатели качества питьевой воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы, не более
Запах	баллы	2
Привкус	"-	2
Цветность	градусы	20 (35)
Мутность	ЕМФ (единицы мутности по формазину)	2,6 (3,5)
	или мг/л (по каолину)	1,5 (2)

Бактериологические и паразитологические показатели. В качестве критерия загрязненности воды бактериями введут подсчет общего числа колониеобразующих единиц в 1 мл воды. Выявленное значение называют общим микробным числом. Чем выше микробное число, тем больше вероятность наличия в воде патогенных организмов. Согласно СанПиН данный определяемый показатель не должен превышать 50 КОЕ в 1 мл.

Микробными индикаторами качества питьевой воды являются колиформные бактерии. Данный вид бактерий, по рекомендациям СанПиН, не должен быть обнаружен в воде, поступающей потребителю. Однако, присутствие колиформных бактерий в водораспределительной системе допустимо (при их случайном попадании), но не более чем в 5% проб, отобранных в течение любого двенадцатимесячного периода. Присутствие данного вида бактерий в воде говорит либо о её недостаточной очистке, либо о повторном загрязнении [5, с. 84].

Термотолерантные колиформные бактерии – микроорганизмы, ферментирующие лактозу при 44-45<sup>0</sup> С. СанПиН не допускает их присутствия в воде, прошедшей очистку.

Колифаги являются разновидностью бактериофагов, живущих в колиформных бактериях. Бактериофаги выступают как индикаторы качества воды из-за своего сходства с энтеровирусами (кишечными вирусами) человека

и легко обнаруживаются в воде.

Споры сульфитредуцирующих клостридий способны существовать в воде гораздо дольше, чем колиформные организмы. Наличие этих организмов в прошедшей очистку воде, указывает на то, что они более устойчивы к обеззараживанию.

Простейшие одноклеточные микроорганизмы - лямблии, существуют в двух отдельных формах: цисты - статическая форма и трофозоиты - свободно живущая форма. Лямблии устойчивы к щелочам, кислотам, хлорсодержащим веществам. Удаляются полностью длительным кипячением (не менее 20 минут). Нормами СанПиН установлено полное отсутствие этих микроорганизмов в питьевой воде[2].

Таким образом, в эпидемическом отношении безопасность питьевой воды определяется ее соответствием СанПиН по паразитологическим и микробиологическим показателям, представленным в таблице 5.

Таблица 5 – Микробиологические и паразитологические показатели качества питьевой воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие
Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие
Общее микробное число	Число образующих колонии бактерий в 1 мл	Не более 50
Колифаги	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий	Число спор в 20 мл	Отсутствие
Цисты лямблий	Число цист в 50 л	Отсутствие

На Туапсинском нефтеперерабатывающем заводе осуществляется периодический контроль состояния исходной воды в соответствии с рабочей программой.

Частота отбора проб воды для лабораторных исследований, в местах

водозабора, устанавливаются с учетом требований, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Требования к отбору проб исходной воды

Виды показателей	Количество проб в течение одного года	
	Для подземных источников	Для поверхностных источников
Микробиологические	4 (по сезонам года)	12 (ежемесячно)
Паразитологические	не проводятся	не проводятся
Органолептические	4 (по сезонам года)	12 (ежемесячно)
Обобщенные показатели	4 (по сезонам года)	12 (ежемесячно)
Неорганические и органические вещества	1	4 (по сезонам года)

Производственный контроль качества питьевой воды в распределительной водопроводной сети проводится по микробиологическим и органолептическим показателям с частотой, определённой СанПиН 2.1.4.1074-01. (не менее двух проб в месяц).

## 2 Технологии обеззараживания грунтовых вод хозяйственно-питьевого назначения на Туапсинском НПЗ

### 2.1 Устройство и принцип работы электролизной установки «ХлорЭл2000»

На сегодняшний день гипохлорит натрия (ГПХН) используется на ООО «РН – Туапсинский НПЗ» как альтернатива газообразному хлору, который применялся на заводе в 90-е годы.

Гипохлорит натрия достаточно эффективно очищает воду от многих патогенных микроорганизмов, практически не уступая хлору.

Чаще всего применяют высококонцентрированный 12-19-процентный раствор марок «А» и «Б», который производят на специализированных предприятиях и доставляют к месту потребления [25, с. 117].

На Туапсинском НПЗ применяют раствор марки «Э», с концентрацией активного хлора менее 1%, производимый на Установке электролизного модуля.

Содержание хлорорганических канцерогенных соединений в питьевой воде уменьшается приблизительно на 15 процентов при использовании высококонцентрированного гипохлорита натрия, а доза активного хлора при этом снижается.

Прежде чем гипохлорит натрия попадет в водораспределительную сеть, он должен быть хорошо разбавлен. При разбавлении в 100 раз ГПХН, в котором содержится 12,5% активного хлора при водородном показателе 12-13 ед. наблюдается снижение рН до 10-11 и концентрации активного хлора до 0,125.

ГПХН имеет щелочной характер и может использоваться для увеличения единиц рН в очищаемой воде. При изменении рН воды меняются и соотношения между ионами гипохлорита и хлорноватистой кислотой. Увеличение водородного показателя приводит к тому, что хлорноватистая кислота распадается на ионы Н и ClO. Например, при водородном показателе

равном 7,  $\text{HClO}$  составляет 78%, а гипохлорита - 22%, а при водородном показателе равном 8, доля  $\text{HClO}$  составляет 24%, а доля гипохлорита - 76%. Значит, при высоких значениях pH в воде  $\text{HClO}$  становится неактивным гипохлорит ионом [18, с. 244].

Следовательно, при высоких значениях водородного показателя в воде,  $\text{HClO}$  превращается в неактивный гипохлорит ион.

Помимо значения pH, на обеззараживающие свойства оказывают влияние температура, время воздействия и содержание свободного активного хлора, как видно из таблицы 7.

Таблица 7 – Данные по избытку активного хлора, необходимому для полной стерилизации питьевой воды, при различных температурах, времени воздействия и величине pH

Температура воды, °С	Время воздействия, мин	Требуемый избыток хлора, мг/л		
		pH 6	pH 7	pH 8
10	5	0,5	0,7	1,2
	10	0,3	0,4	0,7
	30	0,1	0,12	0,20
	45	0,07	0,07	0,14
	60	0,05	0,05	0,01
20	5	0,3	0,4	0,7
	10	0,2	0,20	0,4
	15	0,1	0,15	0,25
	30	5	0,06	0,12
	45	0,04	0,04	0,08
	60	0,03	0,03	0,06

Гипохлорит натрия менее опасен при применении, чем хлор, но имеет свои минусы.

Согласно ГОСТ 11086-7«Гипохлорит натрия. Технические условия», высококонцентрированный ГПХН марок «А» и «Б», не что иное, как



окислитель, свободный вызывать раздражение кожных покровов и слизистой оболочки глаз человека. При длительном воздействии на кожные покровы может вызвать ожоги, а при попадании в глаза – слепоту[6].

Несмотря на то, что ГПХН не относится к веществам высокого класса пожароопасности (он не горюч), однако, при высыхании может стать причиной возгорания, особенно при взаимодействии с горючими веществами.

Кроме того, в процессе смешивания гипохлорита натрия с кислыми растворами, а также при его естественном разложении выделяется хлор.

Гипохлорит натрия при длительном хранении разлагается, образуя хлорат и целый ряд побочных соединений. Скорость разложения находится в прямой зависимости от температуры и концентрации. За 10 суток концентрация снижается примерно на 10%.

Быстрому разложению с выделением кислорода также способствует взаимодействие никеля и меди с гипохлоритом натрия.

ГПХН обладает высокой коррозионной активностью, что губительно сказывается на оборудовании, предназначенном для его транспортировки, хранения и дозирования. В связи с этим, для хранения гипохлорита натрия, обладающего агрессивными свойствами, предусматриваются специальные титановые ёмкости[19, с. 194].

Введение гипохлорита натрия в воду с большим содержанием кальция и магния приводит к образованию нерастворимых отложений.

Применение раствора ГПХН, полученного электрохимическим методом, в меньшей степени загрязняет водораспределительные сети. Является малотоксичным; не горюч, не взрывоопасен. Оказывает умеренно раздражающее действие на кожные покровы и слизистые оболочки человека. Низкоконцентрированный (менее 1%), гипохлорит натрия относится к четвёртому классу опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»[7]. В результате предварительных испытаний на других предприятиях установлено, что раствор

гипохлоританатрия, полученный на Установке электролизного модуля более выгодный, прежде всего с экономической точки зрения, так как обходится в 1,5 дешевле хлора и более, чем в 5 раз дешевле высококонцентрированного раствора.

Технологическая Установка электролизного модуля полностью автоматизирована и герметична, что повышает её безопасность. Установка оборудована системой ПАЗ – противоаварийной автоматической защиты, отключающей её даже при незначительных нарушениях технологических параметров. Автоматизированная система – АСУ – позволяет вести технологический процесс без непосредственного присутствия технического персонала [15, с. 59].

Электролизный модуль «ХлорЭл – 2000» предназначен для получения раствора гипохлорита натрия (ГПНХ) с фиксированной концентрацией активного хлора (8 г/дм<sup>3</sup>) электролизом 4% раствора поваренной соли (NaCl). Полученный раствор ГПНХ используется для обеззараживания воды в системе хозяйственно-питьевого водоснабжения ООО «РН-Туапсинский нефтеперерабатывающий завод».

ГПНХ на Установке электролизного модуля получается путём электролиза водных растворов поваренной соли и взаимодействия в растворе продуктов реакций, протекающих на аноде и катоде.

Через водный раствор хлорида натрия проходит постоянный ток, при этом:

– на аноде выделяется свободный хлор, растворяющийся в последствии в электролите, образуя хлорноватистую кислоту HClO:



– на катоде происходит разряд молекул воды. При этом образуется водород, выделяющийся из раствора в газовую фазу:

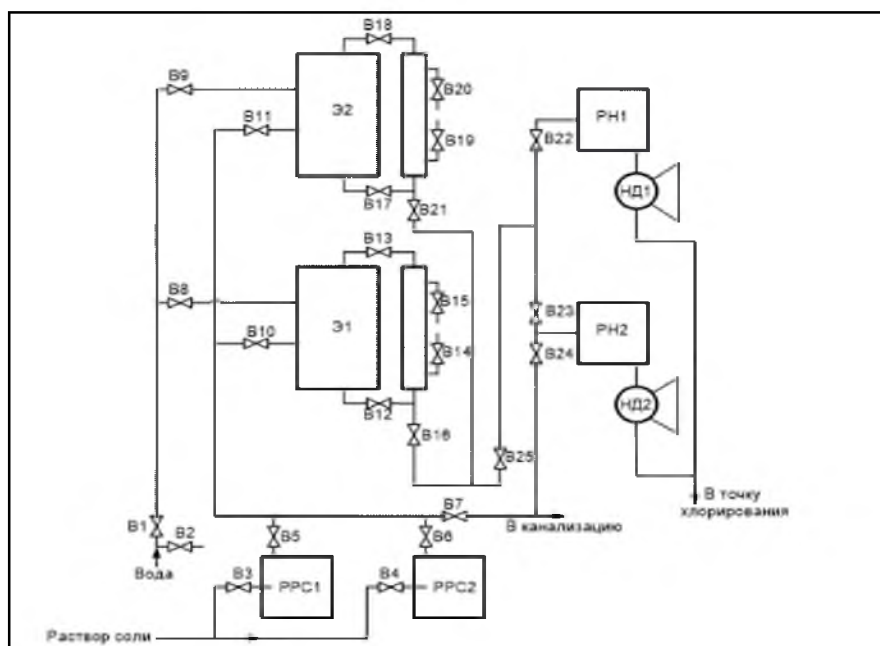


Хлорноватистая кислота  $\text{HClO}$ , ионы  $\text{Na}^+$  и гидроксил  $\text{OH}^-$  взаимодействуют по реакциям в межэлектродном пространстве, образуя гипохлорит натрия  $\text{NaClO}$ :



В состав электролизного модуля «ХлорЭл-2000» входят:

- электролизер трубчатого типа с титановыми электродами и анодным покрытием ОРТА – 2 шт.;
- электролизная емкость (Э1, Э2), объемом  $1 \text{ м}^3$  – 2 шт.;
- резервуары накопления гипохлорита натрия (РН1, РН2), объемом  $1 \text{ м}^3$  – 2 шт.;
- насосы-дозаторы (НД1, НД2) (рисунок 6).



В1, В2 – вентиль; В3...В25 – кран шаровой; PPC1, PPC2 – резервуар раствора соли; Э1, Э2 – электролизер «ХлорЭл-2000»; РН1, РН2 – резервуар накопления ГПХН; НД1, НД2 – насос-дозатор

Рисунок 6 — Технологическая схема гидролизной

Технология приготовления гипохлорита натрия включает два этапа: приготовление соляного раствора и, непосредственно, самого раствора ГПХН. Приготовление концентрированного раствора поваренной соли осуществляется в емкости рабочего раствора соли следующим образом: в бак РРС, емкостью  $1\text{ м}^3$ , загружается твердая поваренная соль ( $\text{NaCl}$ ) в количестве  $280\text{-}300\text{ г/дм}^3$ ; после загрузки необходимого количества твердой поваренной соли ( $\text{NaCl}$ ), бак приготовления раствора заполняется грунтовой водой; после заполнения бака водой, для растворения соли, в раствор бака по системе трубопроводов воздухораспределения (из системы трубопроводов сжатого воздуха) подается сжатый воздух в объеме, обеспечивающем равномерное насыщение раствора бака. Насыщение раствора бака сжатым воздухом осуществляется в течение 12-15 часов, что обеспечивает полное растворение твердой поваренной соли.

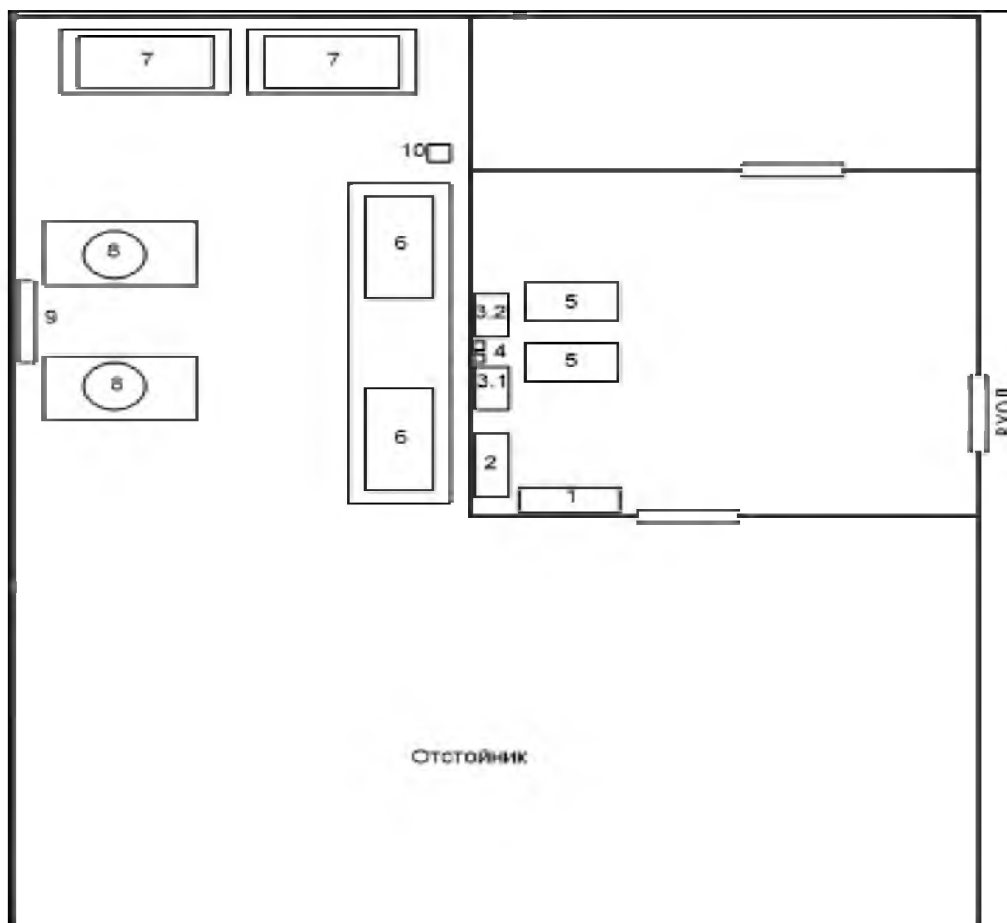
Работник, обслуживающий установку (рисунок 7), путём открытия вентиля наполняет электролизную ёмкость подготовленным для электролиза раствором поваренной соли. Для получения рабочего раствора соли в электролизере необходимо 140 литров насыщенного соляного раствора разбавить до объема 1050 литров водопроводной воды. Для этого в емкость электролизера заливается соляной раствор до отметки 140 литров. После чего включается система вентиляции, которая расположена на передней панели щита управления электролизёром (ЩУЭ).

При заполненном до верхнего уровня соляным раствором электролизера на передней панели загорается лампочка «Готовность». После чего, работник установки, включает блок питания «РС Лига-250» и подаёт напряжение на электрод-кассету: при появлении сигнала «Готовность» на передней панели ЩУЭ; включает пакетный переключатель на задней стенке блока питания, а затем нажимает на 2-3 секунды кнопку «Пуск» на его передней панели. Сигнальные лампы на передней панели щита управления и блока питания сообщают о рабочем состоянии электролизера.

Время электролиза задается внешним реле времени, установленном в

ящике управления и сигнализации электролизной (ЯУС). Расчетное время электролиза для получения паспортного значения концентрации ГПХХ – 4 часа. По окончании электролиза модуль отключается автоматически по сигналу реле времени [11, с. 169].

После отключения электролизного модуля обслуживающий установку персонал, сливает приготовленный раствор ГПХХ в накопительные резервуары РН-1, РН-2 путем открытия вентилей и выключает систему вентиляции.



1 – распределительный пункт; 2 – щит управления вентиляцией; 3.1 – щит управления электролизером № 1; 3.2 – щит управления электролизером № 2; 4 – прибор сигнализации уровня САУ-М6; 5 – блок питания «РС Лига-250»; 6 – резервуар раствора соли; 7 – электролизеры на раме; 8 – расходные емкости ГПХХ; 9 – насосы-дозаторы ГПХХ на подставке; 10 – щиток БКП-75

Рисунок 7 – План расположения оборудования в гидролизной

Рабочий раствор гипохлорита натрия в обрабатываемую воду вводят путём пропорционального дозирования при помощи насосов-дозаторов.

Доза хлора устанавливается титриметрическим анализом, проводимым 1 раз в час. В 1 л воды, поступающей к потребителю, должно оставаться от 0,3 до

0,5 мг остаточного хлора, т. е. хлора, не вступившего в реакцию.

После введения ГПХН в обрабатываемую воду, обеспечивается смешивание его с водой в отстойнике до момента подачи воды в водопроводную сеть завода.

Главным преимуществом получения гипохлорита натрия в электролизном модуле является то, что сохраняются все достоинства метода хлорирования газообразным хлором при отсутствии необходимости хранения и транспортировки токсичного газа.

Недостатком метода являются значительные энергозатраты, отсутствие дешевых и эффективных электродных материалов. Кроме того, применение гипохлорита натрия, получаемого с помощью электролиза, приводит к увеличению концентрации хлоридов в обрабатываемой воде с 13-25 до 350-1100 мг/л.

## 2.2 Устройство и принцип работы установки обеззараживания воды ОДВ – 50

Во многих отраслях промышленности, в последние годы, довольно широко применяется технология обеззараживания УФ-облучения. Ультрафиолетовое излучение относится к физическим методам обеззараживания и основывается на фотохимических реакциях, которые повреждают ДНК и РНК микроорганизмов, в результате чего пропадает их способность к размножению.

УФ - излучение представляет собой электромагнитное излучение с диапазоном длин волн от 100 до 400 нм (диапазон между рентгеновским и видимым излучением). Существует несколько участков спектра УФ-излучения: УФ-А (315–400 нм), УФ-В (280–315 нм), УФ-С (200–280 нм). Все они имеют разное биологическое воздействие. Участок УФ-С называют бактерицидным. Это связано с его высокой обеззараживающей эффективностью в отношении вирусов и бактерий. Максимальный эффект достигается при использовании



УФ-излучения с длиной волны 254 нм.

Многие патогенные микроорганизмы и вирусы, устойчивые к воздействию хлорсодержащих реагентов, удаляются путём обеззараживания ультрафиолетом [10, с. 146].

Следует отметить, что в воде, обработанной УФ-излучением не происходит образования вредных побочных продуктов, а органолептические свойства воды остаются неизменными.

На ультрафиолетовое обеззараживание не влияет ни температура воды, ни водородный показатель. Возможность использования данной технологии определяется только качеством исходной воды.

Установки обеззараживают воду питьевого назначения при следующих показателях качества исходной воды:

Мутность, не более 2 мг/л;

Цветность, не более 35 град;

Содержание железа, не более 1 мг/л;

Колифаги, не более  $5 \cdot 10^4$  БОЕ/л.

Если в исходной воде присутствует большое количество органических и неорганических веществ, снижается фактическая доза облучения.

Ультрафиолетовое обеззараживание действует непосредственно на месте Установки, поэтому при движении по водопроводным сетям, возможно повторное загрязнение воды – это существенный минус технологии.

Доза УФ-облучения для обеззараживания питьевой воды в соответствии с законодательством РФ должна быть не менее 25 мДж/см<sup>2</sup> для безопасности воды по вирусологическим показателям.

Установки ультрафиолетового обеззараживания обеспечивают требуемую дозу при применении оборудования в пределах рекомендуемых производителем технических параметров [23, с. 244].

Основными источниками УФ-излучения являются ртутные лампы высокого и низкого давления, в том числе их новое поколение – амальгамные.

Лампы высокого давления обладают высокой единичной мощностью (до

нескольких десятков кВт), но более низким КПД (9–12 %), а также, меньшим ресурсом, чем лампы низкого давления (КПД 40 %), единичная мощность которых составляет десятки и сотни ватт.

Ультрафиолетовые системы на амальгамных лампах менее компактны, но более энергоэффективны, чем системы на лампах высокого давления. Поэтому, необходимое количество УФ-оборудования, а также тип используемых в нем УФ-ламп зависят не только от требуемой дозы УФ-облучения и физико-химических свойств обрабатываемой среды, но и от условий размещения и эксплуатации.

Контролирует работу Ультрафиолетовой установки датчик ультрафиолетового излучения, измеряющий интенсивность УФ-излучения на длине волны 254 нм. Снижение интенсивности ниже порогового значения приводит к сработке аварийной сигнализации, предупреждающей обслуживающий персонал о необходимости принятия мер по предупреждению или устранению неполадки.

Комплектация УФ-установок изменяется и напрямую зависит от условий применения.

Важнейшим инструментом каждой УФ-установки является счетчик времени наработки лампы. Замена ламп на новые производится по истечении их срока службы, о чём сообщает сигнализация. Аварийная индикация предусмотрена для защиты от перегрева мощных УФ-ламп, она своевременно предупреждает о росте температуры внутри камеры. Данные функции необходимы для стабильной и эффективной работы УФ-системы.

Для обеззараживания бактерицидным УФ облучением хозяйственно - питьевой, технологической, и сточных вод предназначена установка ОДВ–50.

Обеззараживающий эффект установки обеспечивается бактерицидным действием ультрафиолетового (УФ) излучения. УФ-лучи, испускаемые ртутно-кварцевой лампой, имеют длину волны 254 нанометра (253,7 нм), вызывают разрушение или дезактивацию ДНК и РНК микроорганизмов (которые являются главной составляющей всех организмов), препятствуя их

жизнедеятельности и размножению на генетическом уровне. Это касается не только вегетативных форм бактерий, но и спорообразующих.

Установка состоит из:

- блока обеззараживания,
- УФ датчика
- пульта управления,
- промывочного устройства

Исходная вода подается через нижний патрубок, обеззараженная вода выходит через верхний патрубок (рисунок 8).

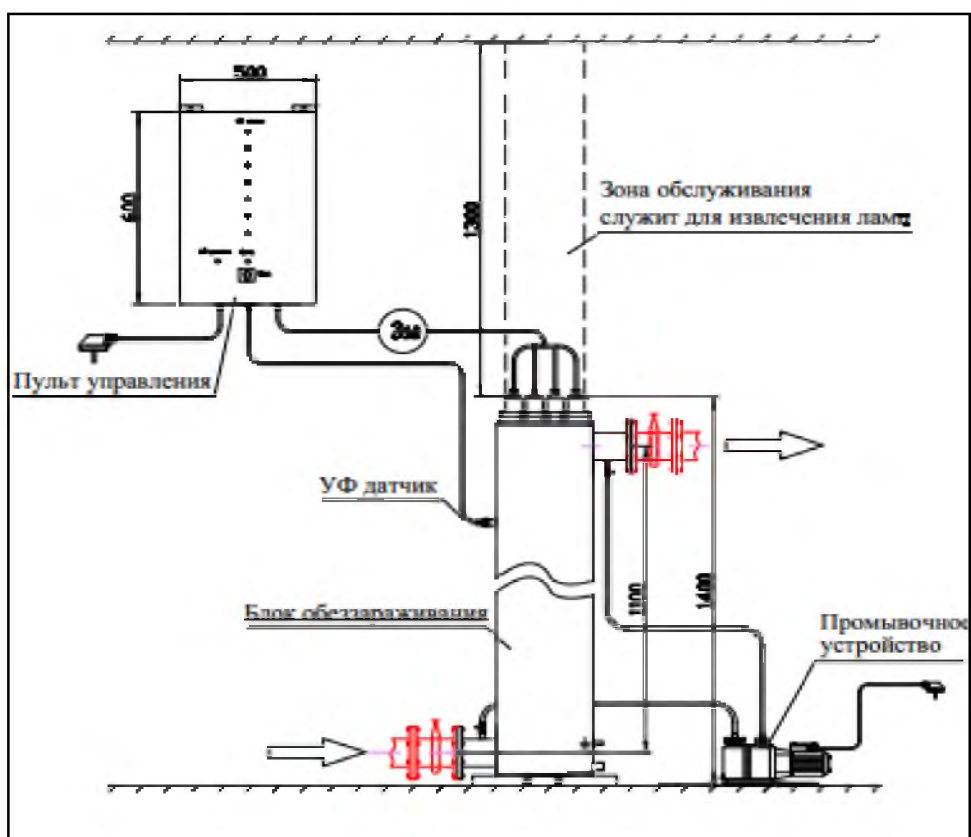


Рисунок 8 – Общий вид установки – ОДВ – 50

Описание технологического процесса обеззараживания воды УФ-облучением. Работник, обслуживающий установку, набирает воду в блок обеззараживания путём закрытия задвижки на выходе воды из установки и открытия задвижки на входе воды в установку. Затем подаёт электрическое питание мощностью 220 В и устанавливает ручку выключателя на пусковом устройстве в положение «Включено» (при этом все 3 индикатора,

расположенные внутри шкафа управления должны светиться). Через две – три минуты после пуска установки, работник открывает задвижку на выходе воды и устанавливает оптимальный режим расхода в соответствии с технологическим регламентом, не превышающий максимальной производительности установки.

Наиболее выгодный режим работы установки – её постоянное включение при постоянном протокe воды через блок обеззараживания.

Обеззараживающий эффект установки обеспечивается бактерицидным действием УФ облучения. Вода проходит через цилиндрический металлический корпус (блок обеззараживания), в котором герметично установлены кварцевые кожухи. УФ лампы помещены внутрь кварцевых кожухов, пропускающих УФ излучение. Рабочее положение установки – вертикально. Вода обеззараживается, проходя внутри установки вдоль кварцевых кожухов с работающими УФ лампами. Установка не изменяет химический состав воды (рисунок 9).

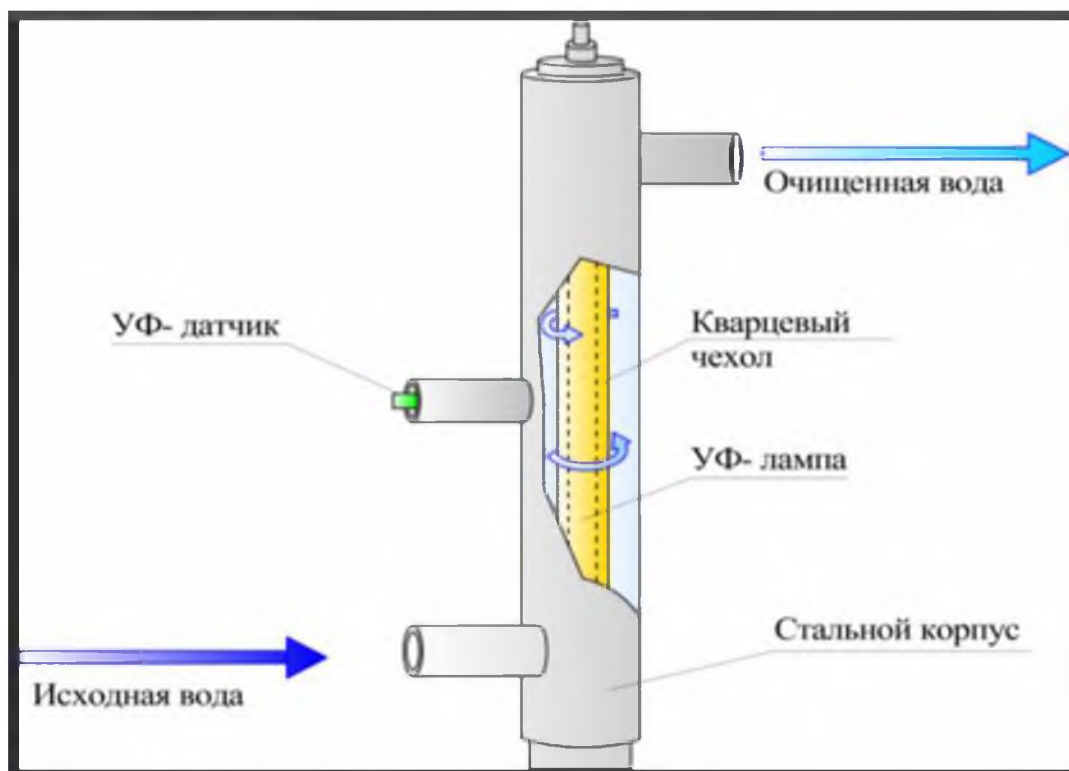


Рисунок 9 – Схема технологического процесса

Для того, чтобы не снижалась эффективность установки вследствие загрязнения водой наружной поверхности кварцевых кожухов, необходимо

периодически промывать внутреннюю полость блока обеззараживания. Периодичность данной процедуры зависит от качества исходной воды. Технологическим паспортом оборудования, промывку блока рекомендовано производить через каждые 3 месяца непрерывной работы установки.

Для промывки установки при помощи промывочного устройства, обслуживающий персонал отключает электропитание, перекрывает задвижки на входе и выходе, тем самым останавливая подачу воды. Присоединяет шлангами промывочное устройство к блоку обеззараживания, загружает в кассету насоса порцию щавелевой кислоты, открывает краны на штуцерах входного и выходного патрубков блока обеззараживания, подключает промывочное устройство к сети. По истечении двух часов насос отключается, моющий раствор сливается.

По истечении ресурса УФ лампы производится её замена. При этом сетевое питание установки должно быть отключено, задвижки на входе и выходе воды – закрыты. Перед установкой новой лампы работник протирает её салфеткой, смоченной спиртом-ректификатом, и не прикасается к кварцевой колбе лампы во время её замены (работает в перчатках).

Установка ОДВ-50 оснащена датчиком интенсивности бактерицидного облучения (УФ датчик), который применяется для контроля интенсивности бактерицидного УФ облучения воды в блоке обеззараживания установки.

Свечение индикатора зеленым светом на двери пульта управления свидетельствует о нормальном режиме работы установки.

В процессе эксплуатации установки интенсивность УФ облучения воды может уменьшаться, в частности, вследствие загрязнения кварцевых кожухов внутри блока обеззараживания.

Свечение на двери пульта управления индикатора желтым светом происходит при снижении интенсивности ультрафиолетового облучения воды на 30% от ее первоначального значения и указывает на необходимость промывки блока обеззараживания.

Свечение на двери пульта управления индикатора красным светом

говорит о снижении интенсивности ультрафиолетового облучения воды ниже допустимого уровня.

Таким образом, при длительном использовании установки ультрафиолетового обеззараживания защитные чехлы ламп загрязняются органическими и минеральными отложениями, что снижает эффективность работы установки и требует её своевременной очистки. Это является недостатком метода.

Тем не менее, эффективность технологии обеззараживания с помощью ультрафиолетового излучения хорошо зарекомендовала себя в технологических схемах водоподготовки большинства промышленных предприятий и довольно широко используется для подземных вод высокого качества.



### 3 Сравнительный анализ качества воды хозяйственно-питьевого назначения, очищенной при помощи разных технологий

#### 3.1 Обработка результатов анализов воды хозяйственно-питьевого назначения после очистки

Анализ качества воды хозяйственно-питьевого назначения проведен на специально отобранных пробах. Отбор проб предусматривает получение репрезентативной пробы, отражающей качество (состав и свойства) исследуемой воды. Отбор проб проводят для:

- исследования качества воды для принятия корректирующих и предупреждающих мер при обнаружении изменений кратковременного характера;
- определения состава и свойств воды по показателям, регламентированным в нормативных документах;
- идентификации источников загрязнения.

При поступлении на испытания пробы регистрируются в «Журнале регистрации проб (приложение 2) на бумажном и/или электронном носителе, в котором отражают номер регистрации пробы, дату и время отбора, время доставки, объект контроля, место отбора, № акта отбора (если требуется составление), определяемые компоненты, Ф.И.О. исполнителей, принявших, проверивших и зарегистрировавших пробу.

Для контроля за состоянием подземных вод на территории ООО «РН-Туапсинский НПЗ» был произведён отбор проб от 24.11.2020 года, непосредственно, из скважин (№ 4, № 5) до применения обеззараживающих технологий. Результаты испытаний занесены в таблицу 8.

По своему составу грунтовые воды относятся к пресным. Физико-химические и органолептические показатели качества подземных вод соответствуют гигиеническому нормативу. Концентрации нормируемых микроэлементов не превышают значений ПДК. Однако, в эпидемиологическом отношении воду нельзя считать чистой и безопасной, так как в ней

присутствуют общие колиформные бактерии, термотолерантные колиформные бактерии (95 КОЕ в 100 мл), а общее микробное число составляет 128 КОЕ в 1 мл, что почти втрое превышает норму, установленную СанПиН для питьевой воды.

Таблица 8 – Результаты анализа проб подземных вод на территории ООО «РН-Туапсинский НПЗ» от 24.11.2020 года

№ п/п	Определяемый показатель/единица измерения	Норма СанПиН	Результаты исследования
1	Мутность, мг/л	1,5	0,95
2	Цветность, град.	20(35)	12
3	Запах, баллы	2	2
4	Железо, мг/дм <sup>3</sup>	1	0,38
5	Водородный показатель, ед. рН	6-9	8,3
6	Жёсткость общая, мг-экв/дм <sup>3</sup>	7(10)	6,1
7	Хлориды, мг/л	350	29,7
8	Сульфаты, мг/л	500	50,3
9	Общая минерализация, мг/л	1000	351,9
10	Общие колиформные бактерии, КОЕ в 100 мл	не допускается	95
11	Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ в 100 мл	не допускается	95
12	Общее микробное число, КОЕ в 1 мл	50	128

Поэтому, прежде чем попасть к потребителю, грунтовая вода проходит через установку обеззараживания. Пробы питьевой воды отбираются на семи основных точках водораспределительной сети: Центральная насосная, Узел обратного водоснабжения (УОВ-1), ГТУ ТЭС, Центральная заводская лаборатория (ЦЗЛ), Очистные сооружения, Столовая, Заводоуправление. Учитываются следующие санитарно-гигиенические показатели: мутность, цветность, хлор остаточный свободный, содержание железа, жёсткость общая, водородный показатель рН, запах, привкус.

При проведении микробиологических исследований определяемыми показателями являются: общие колиформные бактерии, термотолерантные

колиформные бактерии, общее микробное число.

Отбор проб воды хозяйственно – питьевого назначения после очистки гипохлоритом натрия (ГПХН) на действующей Гидролизной установке был произведён 26.11.2020. Результаты испытаний представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Результаты анализа проб воды хозяйственно-питьевого назначения после очистки гипохлоритом натрия (ГПХН) на действующей Гидролизной установке от 26.11.2020 года

№ п/п	Определяемые показатели	Результаты исследований	Гигиенический норматив	Единицы измерения
Вода питьевая – централизованное водоснабжение: Центральная насосная				
1	Мутность	менее 0,65	1,5	мг/л
2	Цветность	3,6	не более 20	град.
3	Хлор остаточный свободный	0,46	от 0,3 до 0,5	мг/л
4	Железо	0,17	не более 1	мг/дм <sup>3</sup>
5	Жёсткость общая	5,8	7(10)	мг-экв/дм <sup>3</sup>
6	Водородный показатель, рН	7,6	от 6 до 9	ед. рН
7	Запах	0	не более 2	баллы
8	Привкус	0	не более 2	баллы
9	Общие колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
10	Термотолерантные колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
11	Общее микробное число	3	не более 50	КОЕ в 1 мл
Вода питьевая – централизованное водоснабжение: УОВ-1				
1	Мутность	менее 0,65	1,5	мг/л
2	Цветность	3,6	не более 20	град.
3	Хлор остаточный свободный	0,46	от 0,3 до 0,5	мг/л
4	Железо	0,17	не более 1	мг/дм <sup>3</sup>
5	Жёсткость общая	5,8	7(10)	мг-экв/дм <sup>3</sup>
6	Водородный показатель, рН	7,6	от 6 до 9	ед. рН
7	Запах	0	не более 2	баллы
8	Привкус	0	не более 2	баллы
9	Общие колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
10	Термотолерантные колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
11	Общее микробное число	4	не более 50	КОЕ в 1 мл
Вода питьевая – централизованное водоснабжение: ГТУ ТЭС				
1	Мутность	менее 0,65	1,5	мг/л
2	Цветность	3,4	не более 20	град.
3	Хлор остаточный свободный	0,39	от 0,3 до 0,5	мг/л
4	Железо	0,17	не более 1	мг/дм <sup>3</sup>
5	Жёсткость общая	5,8	7(10)	мг-экв/дм <sup>3</sup>

Продолжение таблицы 9

6	Водородныйпоказатель, рН	7,5	от 6 до 9	ед. рН
7	Запах	0	не более 2	баллы
8	Привкус	0	не более 2	баллы
9	Общие колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
10	Термотолерантные колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
11	Общее микробное число	3	не более 50	КОЕ в 1 мл
Вода питьевая – централизованное водоснабжение: ЦЗЛ				
1	Мутность	менее 0,65	1,5	мг/л
2	Цветность	3,4	не более 20	град.
3	Хлор остаточный свободный	0,42	от 0,3 до 0,5	мг/л
4	Железо	0,17	не более 1	мг/дм <sup>3</sup>
5	Жёсткость общая	5,8	7(10)	мг-экв/дм <sup>3</sup>
6	Водородныйпоказатель, рН	7,6	от 6 до 9	ед. рН
7	Запах	0	не более 2	баллы
8	Привкус	0	не более 2	баллы
9	Общие колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
10	Термотолерантные колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
11	Общее микробное число	2	не более 50	КОЕ в 1 мл
Вода питьевая – централизованное водоснабжение: Очистные сооружения				
1	Мутность	менее 0,65	1,5	мг/л
2	Цветность	3,2	не более 20	град.
3	Хлор остаточный свободный	0,39	от 0,3 до 0,5	мг/л
4	Железо	0,17	не более 1	мг/дм <sup>3</sup>
5	Жёсткость общая	5,8	7(10)	мг-экв/дм <sup>3</sup>
6	Водородныйпоказатель, рН	7,6	от 6 до 9	ед. рН
7	Запах	0	не более 2	баллы
8	Привкус	0	не более 2	баллы
9	Общие колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
10	Термотолерантные колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
11	Общее микробное число	3	не более 50	КОЕ в 1 мл
Вода питьевая – централизованное водоснабжение: Столовая				
1	Мутность	менее 0,65	1,5	мг/л
2	Цветность	3,2	не более 20	град.
3	Хлор остаточный свободный	0,42	от 0,3 до 0,5	мг/л
4	Железо	0,17	не более 1	мг/дм <sup>3</sup>
5	Жёсткость общая	5,8	7(10)	мг-экв/дм <sup>3</sup>
6	Водородныйпоказатель, рН	7,6	от 6 до 9	ед. рН
7	Запах	0	не более 2	баллы
8	Привкус	0	не более 2	баллы

Продолжение таблицы 9

9	Общие колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
10	Термотолерантные колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
11	Общее микробное число	2	не более 50	КОЕ в 1 мл
Вода питьевая – централизованное водоснабжение: Заводоуправление				
1	Мутность	менее 0,65	1,5	мг/л
2	Цветность	3	не более 20	град.
3	Хлор остаточный свободный	0,42	от 0,3 до 0,5	мг/л
4	Железо	0,17	не более 1	мг/дм <sup>3</sup>
5	Жёсткость общая	5,8	7(10)	мг-экв/дм <sup>3</sup>
6	Водородный показатель, рН	7,6	от 6 до 9	ед. рН
7	Запах	0	не более 2	баллы
8	Привкус	0	не более 2	баллы
9	Общие колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
10	Термотолерантные колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
11	Общее микробное число	3	не более 50	КОЕ в 1 мл

Согласно, лабораторному заключению, исследованная проба соответствует СанПиН 2.1.4. 1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения».

Органолептические показатели качества питьевой воды – цветность, мутность, запах – соответствуют гигиеническому нормативу.

В пробах присутствует хлор остаточный в небольших концентрациях, не более 0,46 мг/л, что соответствует СанПиН.

Водородный показатель на всех точках отбора не превышает пороговых значений (максимальное значение 7,6).

Бактериологические показатели в норме. Общие колиформные и термотолерантные колиформные бактерии в пробах отсутствуют. Общее микробное число не превышает 4 КОЕ в 1 мл (при допустимом значении – 50).

Согласно результатам анализов, вода, очищенная гипохлоритом натрия, имеет достаточно высокие показатели качества.

На сегодняшний день Установка ОДВ–50,предназначенная для обеззараживания бактерицидным УФ облучением питьевой воды, постепенно вводится в эксплуатацию. С сентября 2020 года производятся пробные пуски. В приведённой ниже таблице 10 представлены результаты исследования проб от 30.11.2020 года.

Таблица 10 – Результаты исследования проб питьевой воды от 30.11.2020 года

№ п/п	Определяемые показатели	Результаты исследований	Гигиенический норматив	Единицы измерения
Вода питьевая – централизованное водоснабжение: Центральная насосная				
1	Мутность	менее 0,58	1,5	мг/л
2	Цветность	2,1	не более 20	град.
3	Хлор остаточный свободный	не обнаружено	от 0,3 до 0,5	мг/л
4	Железо	0,10	не более 1	мг/дм <sup>3</sup>
5	Жёсткость общая	5,4	7(10)	мг-экв/дм <sup>3</sup>
6	Водородный показатель, рН	7,2	от 6 до 9	ед. рН
7	Запах	0	не более 2	баллы
8	Привкус	0	не более 2	баллы
9	Общие колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
10	Термотолерантные колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
11	Общее микробное число	не обнаружено	не более 50	КОЕ в 1 мл
Вода питьевая – централизованное водоснабжение: УОВ-1				
1	Мутность	менее 0,58	1,5	мг/л
2	Цветность	1,8	не более 20	град.
3	Хлор остаточный свободный	не обнаружено	от 0,3 до 0,5	мг/л
4	Железо	0,10	не более 1	мг/дм <sup>3</sup>
5	Жёсткость общая	5,4	7(10)	мг-экв/дм <sup>3</sup>
6	Водородный показатель, рН	7,3	от 6 до 9	ед. рН
7	Запах	0	не более 2	баллы
8	Привкус	0	не более 2	баллы
9	Общие колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
10	Термотолерантные колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
11	Общее микробное число	не обнаружено	не более 50	КОЕ в 1 мл
Вода питьевая – централизованное водоснабжение: ГТУ ТЭС				
1	Мутность	менее 0,58	1,5	мг/л
2	Цветность	1,8	не более 20	град.
3	Хлор остаточный свободный	не обнаружено	от 0,3 до 0,5	мг/л
4	Железо	0,10	не более 1	мг/дм <sup>3</sup>
5	Жёсткость общая	5,4	7(10)	мг-экв/дм <sup>3</sup>
6	Водородный показатель, рН	7,3	от 6 до 9	ед. рН

Продолжение таблицы 10

7	Запах	0	не более 2	баллы
8	Привкус	0	не более 2	баллы
9	Общие колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
10	Термотолерантные колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
11	Общее микробное число	1	не более 50	КОЕ в 1 мл
Вода питьевая – централизованное водоснабжение: ЦЗЛ				
1	Мутность	менее 0,58	1,5	мг/л
2	Цветность	1,9	не более 20	град.
3	Хлор остаточный свободный	не обнаружено	от 0,3 до 0,5	мг/л
4	Железо	0,10	не более 1	мг/дм <sup>3</sup>
5	Жёсткость общая	5,4	7(10)	мг-экв/дм <sup>3</sup>
6	Водородный показатель, рН	7,3	от 6 до 9	ед. рН
7	Запах	0	не более 2	баллы
8	Привкус	0	не более 2	баллы
9	Общие колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
10	Термотолерантные колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
11	Общее микробное число	не обнаружено	не более 50	КОЕ в 1 мл
Вода питьевая – централизованное водоснабжение: Очистные сооружения				
1	Мутность	менее 0,58	1,5	мг/л
2	Цветность	2,3	не более 20	град.
3	Хлор остаточный свободный	не обнаружено	от 0,3 до 0,5	мг/л
4	Железо	0,10	не более 1	мг/дм <sup>3</sup>
5	Жёсткость общая	5,4	7(10)	мг-экв/дм <sup>3</sup>
6	Водородный показатель, рН	7,3	от 6 до 9	ед. рН
7	Запах	0	не более 2	баллы
8	Привкус	0	не более 2	баллы
9	Общие колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
10	Термотолерантные колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
11	Общее микробное число	1	не более 50	КОЕ в 1 мл
Вода питьевая – централизованное водоснабжение: Столовая				
1	Мутность	менее 0,58	1,5	мг/л
2	Цветность	2,1	не более 20	град.
3	Хлор остаточный свободный	не обнаружено	от 0,3 до 0,5	мг/л
4	Железо	0,10	не более 1	мг/дм <sup>3</sup>
5	Жёсткость общая	5,4	7(10)	мг-экв/дм <sup>3</sup>
6	Водородный показатель, рН	7,3	от 6 до 9	ед. рН
7	Запах	0	не более 2	баллы
8	Привкус	0	не более 2	баллы
9	Общие колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл

Продолжение таблицы 10

10	Термотолерантные колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
11	Общее микробное число	не обнаружено	не более 50	КОЕ в 1 мл
Вода питьевая – централизованное водоснабжение: Заводоуправление				
1	Мутность	менее 0,58	1,5	мг/л
2	Цветность	1,8	не более 20	град.
3	Хлор остаточный свободный	не обнаружено	от 0,3 до 0,5	мг/л
4	Железо	0,10	не более 1	мг/дм <sup>3</sup>
5	Жёсткость общая	5,4	7(10)	мг-экв/дм <sup>3</sup>
6	Водородный показатель, рН	7,2	от 6 до 9	ед. рН
7	Запах	0	не более 2	баллы
8	Привкус	0	не более 2	баллы
9	Общие колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
10	Термотолерантные колиформные бактерии	не обнаружено	не допускается	в 100 мл
11	Общее микробное число	не обнаружено	не более 50	КОЕ в 1 мл

Согласно, лабораторному заключению, исследованная проба соответствует СанПиН 2.1.4. 1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения».

Определяемые показатели не превышают предельно-допустимых концентраций. Большинство исследуемых параметров минимальны или не обнаружены в пробах, как, например, хлор остаточный свободный.

Общее микробное число – не превышает 1 КОЕ в 1 мл (только в одной из семи точек отбора, в остальных - не обнаружено).

Органолептические показатели питьевой воды – цветность, мутность, запах – полностью соответствуют гигиеническому нормативу.

Согласно результатам анализов, вода, прошедшая через Установку УФ-обеззараживания, имеет более высокие показатели качества.

Опираясь на результаты исследованных проб, можно сделать вывод о том, что обе технологии обеззараживания обеспечивают качественную очистку воды питьевого назначения. Однако, следует учитывать, что на момент



испытаний исходная вода имела высокие показатели качества. При неблагоприятных показателях исходной воды результаты очистки могут существенно измениться.

Кроме того, в табличных данных отражены колебания определяемых показателей в большую и меньшую сторону в различных точках отбора, что связано с движением воды по распределительной сети. Следовательно, санитарное состояние водораспределительной сети влияет на качество воды, подаваемой потребителю.

### 3.2 Экологическая оценка эффективности технологий обеззараживания воды на Туапсинском НПЗ

В настоящее время на Туапсинском нефтеперерабатывающем заводе большинство технологических установок включено в процесс модернизации с целью повышения качества сырья и безопасности технологических процессов. Модернизация также затронула цех Водоснабжения и Водоотведения.

Ранее, в 90-х годах, участок водоподготовки усовершенствовал станцию, перейдя на обеззараживание воды с использованием гипохлорит натрия. Гипохлорит натрия обеспечивает достаточно эффективную очистку питьевой воды и защиту от большинства известных патогенных бактерий. Однако, ГПХН неэффективен против вирусов и при взаимодействии с недостаточно чистой водой, образует так называемые, побочные продукты (причём, хлор остаточный свободный в наибольшей степени этому способствует).

Для удаления устойчивых к хлору вирусов и цист простейших, на нефтеперерабатывающих предприятиях уже достаточно широко применяется ультрафиолетовое облучение.

На Туапсинском НПЗ технология УФ-обеззараживания, на сегодняшний день, только апробируется.

Для оценки эффективности технологий водоочистки на предприятии была составлена сравнительно - обобщающая таблица, основанная на данных,

полученных в ходе анализа проб питьевой воды.

В таблице 11 указаны максимальные значения определяемых параметров.

Таблица 11 – Сравнительный анализ качества хозяйственно-питьевой воды после применения двух технологий водоочистки

№ п/п	Определяемые показатели/единицы измерения	Норма СанПиН	Исходная вода	Результаты исследований воды после очистки ГПХН	Результаты исследований воды после обеззараживания УФ - излучением
1	Мутность, мг/л	1,5	0,95	менее 0,65	менее 0,58
2	Цветность, град.	20	12	3,6	2,3
3	Хлор остаточный свободный, мг/л	0,3-0,5	-	0,46	не обнаружено
4	Железо, мг/дм <sup>3</sup>	1	0,38	0,17	0,10
5	Водородный показатель, ед. рН	6-9	8,3	7,4	7,3
6	Запах, баллы	2	2	0	0
7	Жёсткость общая, мг-экв/дм <sup>3</sup>	7(10)	6,1	5,8	5,4
8	Общие колиформные бактерии, КОЕ в 100 мл	не допускается	95	не обнаружено	не обнаружено
9	Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ в 100 мл	не допускается	95	не обнаружено	не обнаружено
10	Общее микробное число, КОЕ в 1 мл	50	128	4	1

Сравнивая полученные данные, можно сделать вывод, что обеззараживание воды при помощи ультрафиолетового излучения повышает качество питьевой воды - все исследуемые параметры при своих максимальных значениях на порядок ниже, чем после использования гипохлорита натрия.

Кроме того, в воде, обработанной ультрафиолетом отсутствует хлор остаточный свободный. Так как хлор является весьма активным, он вступает в химические реакции со многими неорганическими и органическими веществами, находящимися в воде (фенолами, нефтепродуктами и т. д.), образуя канцерогенные вещества и диоксиды такие как: хлороформ, дихлорбромметан, трибромметан и т. д. Хлорсодержащие токсины оказывают

замедленное негативное воздействие на организм человека. Большинство опасных соединений, образующихся в воде во время ее хлорирования, попадают в организм человека через кожные покровы.

Несмотря на то, что в исследованной воде содержание остаточного свободного хлора не превышает установленной нормы, существует ряд рисков. Например, при введении ГПХН в обрабатываемую воду должно пройти не менее 30 минут его контакта с водой до подачи ее потребителю, а необходимая доза хлорагента должна быть правильно рассчитана. Однако, нельзя исключать аварийные ситуации или же «человеческий фактор».

В пользу ультрафиолетового облучения говорит и тот факт, что наибольшее микробное число в 1 мл исследуемого образца не превысило 1 КОЕ, тогда как при использовании гипохлорита натрия обнаружено 4 КОЕ в 1 мл. Следовательно, технология обеззараживания воды УФ – излучением гораздо эффективнее в отношении патогенных микроорганизмов с анаэробными и аэробными свойствами.

Фундаментальными элементами в репродуктивной системе всех микроорганизмов являются нуклеиновые кислоты—дезоксирибонуклеиновая (ДНК) и рибонуклеиновая (РНК). Нуклеотиды, составляющие ДНК и РНК, поглощая УФ-излучение с длиной волны в интервале от 220 до 290 нм, повреждаются, и в них блокируется процесс воспроизводства клеток (рисунок 10). Облученные клетки живут еще некоторое время, но уже неспособны к воспроизводству и заражению потенциального хозяина.

Принцип обеззараживания ультрафиолетом основан на воздействии ультрафиолетовых лучей на клеточный обмен, при этом не меняя органолептические показатели воды.

Что не мало важно, для воды нет верхнего предела дозы облучения ультрафиолетом, так как после обработки УФ – лучами, в воде не образуются токсичные вещества. Поэтому, для достижения наилучшего результата, дозу излучения можно увеличивать[9, с. 118].

Наибольший эффект обеззараживания УФ – излучением достигается

увеличением мощности и продолжительным воздействием на обрабатываемую воду. Так, непрерывная работа установки позволит удалить большинство известных бактерий и вирусов.

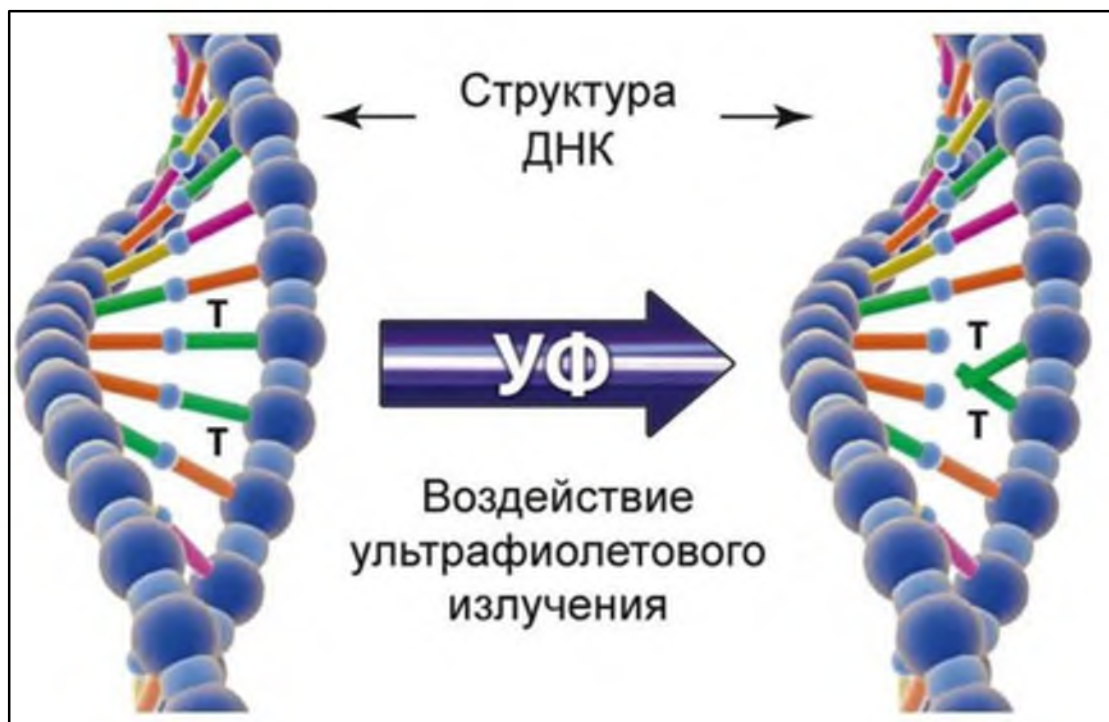


Рисунок 10 – Механизм обеззараживания УФ – излучением

Обеззараживание ультрафиолетовым облучением на участке Подготовки грунтовых вод производится на станции второго подъёма, перед подачей воды в сеть. Ультрафиолетовое обеззараживание универсально практически по отношению к любым микроорганизмам и практически полном отсутствии побочных образований.

С экономической точки зрения, технология ультрафиолетового обеззараживания достаточно дорогостоящая и изначально потребовала хороших материальных вложений, однако в процессе работы расходы на её эксплуатацию весьма незначительны: небольшие затраты на электроэнергию, и замена использованных ламп.

Со временем, при длительной непрерывной работе установки её эффективность может снижаться за счёт загрязнения чехлов ламп минеральными и органическими отложениями. На Установке ОДВ-50 предусмотрена автоматическая система очистки путем промывки с помощью

добавления пищевых кислот.

На основании вышеизложенного, можно сделать выводы, о том, что обеззараживание ультрафиолетовым облучением имеет ряд преимуществ:

- быстрое удаление(инактивация) болезнетворных бактерий и вирусов, в том числе устойчивых к воздействию хлора;
- отсутствие побочных продуктов;
- безопасность и экологичность для жизни и здоровья человека;
- отсутствие необходимости введения дополнительных реагентов;
- отсутствует изменение характеристик воды при превышении доз облучения;
- отсутствие необходимости создания контактных ёмкостей, так как время обеззараживания ультрафиолетом составляет от 1 до 10 сек и осуществляется в проточном режиме;
- относительно небольшие энергетические, капитальные и эксплуатационные затраты.

При всех перечисленных достоинствах технологии ультрафиолетового обеззараживания, определяются и некоторые существенные недостатки: так за пределами камеры УФ-излучения прекращается воздействие лучей на обрабатываемую воду. Вода, попавшая в распределительную сеть при дальнейшем движении по трубам, может вновь загрязняться. Недостатком можно считать и то, что при разрушении клеток микроорганизмов ультрафиолетом, их частицы остаются в воде, таким образом, может потребоваться фильтрация.

Несмотря на минусы, ультрафиолетовое излучение можно отнести к одной из наиболее эффективных технологий обеззараживания питьевой воды.

## Заключение

На сегодняшний день биологическое загрязнение водных ресурсов является одним из наиболее опасных, вода, заражённая различными патогенными микроорганизмами не пригодна для питьевого назначения, так как ставит под угрозу здоровье людей и их благополучие.

Общие требования, предъявляемые к качеству питьевой воды, определяются требованиями ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая» и регламентируют технологические параметры станций водоподготовки в целом [8].

Обеззараживание воды в системах питьевого водоснабжения имеет огромное значение в связи с тем, что оно защищает питьевую воду от загрязнения извне и исключает возможность повторного роста микроорганизмов при подаче воды потребителю по водораспределительным сетям.

Система водоснабжения Туапсинского НПЗ представлена водозабором, с расположенными на нём 12-ю эксплуатационными скважинами. Вода используется на предприятии для технологических, хозяйственно-бытовых и питьевых нужд, а также при тушении пожаров. Качество питьевой воды, подаваемой потребителям - заводчанам, зависит от состава исходной воды и от технологии обеззараживания, применяемой на НПЗ.

В настоящий момент, на Туапсинском нефтезаводе применяются две технологии обеззараживания питьевой воды: при помощи низкоконтрированного раствора гипохлорита натрия, получаемого путём электролиза поваренной соли на месте потребления и УФ-облучением (эта технология пока носит экспериментальный характер).

Выводы:

1. Анализ исследований качества питьевой воды, очищенной ГПХН свидетельствует, что

- определяемые показатели не превышают предельно-допустимых концентраций и соответствуют СанПиН 2.1.4. 1074-01;
- в пробах обнаружено присутствие остаточного хлора в небольших

концентрациях (0,39 мг/л);

- общее микробное число в одной из семи точек отбора имело значение 4 КОЕ в 1 мл.

2. Анализ исследований питьевой воды, обеззараженной при помощи УФ-излучения, указывает, что:

- определяемые показатели не превышают предельно-допустимых концентраций и соответствуют СанПиН 2.1.4. 1074-01;
- в пробах не обнаружено остаточного хлора;
- общее микробное число в одной из семи точек отбора имело значение 1 КОЕ в 1 мл, в остальных точках отбора ОМЧ не обнаружено.

3. Сравнительный анализ технологий водоочистки, применяемых на Туапсинском НПЗ, позволяет заключить, что они обе в общем дают положительные результаты.

Однако учитывая, что УФ-облучение эффективнее в борьбе с патогенными микроорганизмами, и при его применении в пробах воды не обнаруживается остаточный свободный хлор, соответственно обеззараживание воды ультрафиолетом можно считать более безопасным и экологичным.

Рекомендации и предложения:

1. В связи с тем, что УФ-облучение имеет существенный недостаток – очищенная вода, попавшая в распределительную сеть при дальнейшем движении по трубопроводам, может вновь загрязняться, необходимо периодически мониторить дальнейшее её продвижение по трубам.

2. Следует учитывать и принимать во внимание тот факт, что воды реки Туапсе, являющиеся основным источником питания подземных вод, эксплуатируемых Туапсинским нефтеперерабатывающим заводом, характеризуются высокой мутностью в паводковый период (с октября по январь).

3. Как бы эффективна не была технология обеззараживания УФ-облучением, целесообразно применять её в схемах водоподготовки на стадии первичного обеззараживания, используя затем доочистку гипохлоритом натрия, значительно снижая его дозу.

## Список использованной литературы

1. Алексеев, Л.С. Контроль качества воды. – М.: Наука, 2012. – 459 с.
2. Анализ химико-технологических водных систем нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий [Электронный ресурс]. URL: [ogbus.ru/files/ogbus/authors/Abdrakhimov/Abdrakhimov\\_1.pdf](http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Abdrakhimov/Abdrakhimov_1.pdf) (дата обращения: 10.12.2020).
3. Бобылев, С.Н. Экономика природопользования: учеб. / С.Н. Бобылев, А.Ш. Ходжаев. – М.: Инфра-М, 2010. – 567 с.
4. Вронский, В.А. Экология: Словарь-справочник. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д.: Феникс, 2012. – 576с.
5. Голубовская, Э.К. Биологические основы очистки воды. – М.: Высшая школа, 2011. – 268 с.
6. ГОСТ 11086-76 Гипохлорит натрия. Технические условия [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200019370> (дата обращения: 28.11.2020)
7. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения: 29.11.2020)
8. ГОСТ 2874-82 Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200038442> (дата обращения: 28.11.2020)
9. Демина, Т.А. Экология, природопользование, охрана окружающей среды. – М.: Аспект Пресс, 2009. – 143 с.
10. Ивчатов, А.Л. Микробиология. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 518 с.
11. Кафаров, В.В. Принципы создания безотходных химических производств. – М.: Химия, 2014. – 503 с.
12. Константинов, В.М. Экологические основы природопользования / В.М. Константинов, Ю.Б. Челидзе. – М.: Академия, 2011. – 240 с.



13. Купаев, В.И., Калачева, О.А., Семин, А.В. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг: учеб. пособие. – М.: РГОТУПС, 2003. – 222 с.
14. Маринченко, А.В. Экология. – М.: «Дашков и К», 2008. – 328 с.
15. Метляева, О.П. Рациональное использование территории промышленных узлов. – М.: Стройиздат, 2008. – 108 с.
16. Никитенко, Б.Ф., Лагутина, Н.В. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза. – М.: МГУП, 2013. – 342 с.
17. Новиков, Ю.В. Экология: окружающая среда и человек. – М.: «ФАИР», 2010. – 356 с.
18. Промышленная экология / Под ред. В.В. Денисова – М.: «МарТ», 2009. – 720 с.
19. Пьядичев, Э.В. Охрана окружающей среды и основы природопользования: учеб. пособие / Э.В. Пьядичев, Р.В. Шкрабак, В.С. Шкрабак. – М.: Мир, 2015. – 224 с.
20. СанПин 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения». – М.: Минздрав, 2013. – 226 с.
21. Трушина, Т.П. Экологические основы природопользования. – М.: Ростов н/Д.: Феникс, 2001. – 384 с.
22. Характеристика Туапсинского НПЗ [Электронный ресурс]. URL: [rosneft-tpz.ru/](http://rosneft-tpz.ru/) (дата обращения: 25.11.2020).
23. Хаустов, А.П. Управление природопользованием / А.П. Хаустов, М.М. Редина. – М.: Высшая школа, 2005. – 336 с.
24. Хван, Т.А. Экология. Основы рационального природопользования / Т.А. Хван, М.В. Шинкина. – М.: Юрайт, 2011. – 320 с.
25. Экологически чистое производство: подходы, оценка, рекомендации: учеб.-методическое пособие / под ред. С.А. Пегова, И.С. Салобаева. – Екатеринбург: Южно-Уральское кн. изд., 2012. – 187 с.

## Приложение 1

Схема расположения эксплуатационных скважин водозабора ООО «РН-Туапсинский НПЗ» масштаб 1:2000

