



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»  
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности  
**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
Разработка индивидуальных средств обеззараживания питьевой воды

УДК 628.166. –027.521

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM51	Абдыкамытов Нурдоолот Абдыкамытович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Главный специальность лаборатории №1 ИФВТ	Дмитриенко Виктор Петрович	Кандидат химических наук		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова Кристина Алексеевна	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	Кандидат технических наук		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ	Романенко Сергей Владимирович	Доктор химических наук		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Профессиональные компетенции</b>	
P1	Применять глубокие знания в области техносферной безопасности в деятельности по организации защиты человека в чрезвычайных ситуациях, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях.
P2	Применять глубокие знания в области техносферной безопасности в деятельности по прогнозированию, измерению и профилактике негативных воздействий на человека и природную среду, а также деятельности по контролю технического состояния и применения используемых средств защиты.
P3	Организовывать и проводить установку, эксплуатацию и техническое обслуживание средств защиты, а также обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей.
P4	Использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники.
P5	Решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива в области анализа опасностей техносферы, исследования воздействия антропогенных факторов и стихийных явлений на население и промышленные объекты, разработки методов и средств защиты в чрезвычайных ситуациях.
<b>Универсальные компетенции</b>	
P6	Организовать свою работу ради достижения поставленных целей с использованием эмоциональных и волевых особенностей психологии личности, готовности к сотрудничеству, расовой, национальной, религиозной терпимости, умения погашать конфликты, способностью к социальной адаптации, коммуникативностью, толерантностью.
P7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать личную ответственность за результаты работы.
P8	Использовать основные программные средства, информационные ресурсы и владение современными средствами телекоммуникаций, для решения профессиональных задач.
P9	Использовать профессионально-ориентированную риторiku, владеть методами создания понятных текстов, способностью осуществлять социальное взаимодействие на одном из иностранных языков.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»  
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой ЭБЖ

\_\_\_\_\_ С.В. Романенко  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации  
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ51	Абдыкамытову Нурдоолоту Абдыкамытовичу

Тема работы:

Разработка индивидуальных средств обеззараживания питьевой воды	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.03.2017 1290/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Обеззараживание воды с помощью гипохлорида натрия
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Объект и методы исследования 2. Расчеты гипохлорита натрия для обезвреживания питьевой воды 3. Результаты приведенного исследования 4. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность ресурсосбережение 5. Социальной ответственность 6. Заключение по работе

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Кандидат экономических наук Баннова К.А.
«Социальная ответственность»	Кандидат технических наук Сечин А.А.

По иностранному языку	Кандидат филологических наук Данейкина Н. В.
<b>Название разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Способы очистки и обеззараживания воды	
Гипохлорит натрия	
Современные методы очистки воды	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Главный специалист лаборатории №1 ИФВТ	Дмитриенко Виктор Петрович	Кандидат химических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM51	Абдыкамытов Нурдоолот Абдыкамытович		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт неразрушающего контроля Направление подготовки (специальность):  
 20.04.01 «Техносферная безопасность» Уровень образования: магистратура

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности Период  
 выполнения (осенний/весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

<b>Магистерская диссертация</b>
---------------------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2017г
--	-------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.02.17	Составление и утверждение темы проекта	
15.02.17	Анализ актуальности темы	
12.03.17	Поиск и изучение материала по теме	
20.03.17	Выбор направления исследований	
22.03.17	Календарное планирование работ	
16.04.17	Изучение литературы по теме	
25.04.17	Подбор нормативных документов	
01.05.17	Составление блок-схем, таблиц	
06.05.17	Проведение лабораторных работ	
10.05.17	Проведение расчетов по теме	
12.05.17	Создание методов решения предложенной проблемы по теме	
18.05.2017	Оценка и анализ предложенных методов	
21.05.2017	Эффективность предложенных методов по решению проблемы	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Главный специалист лаборатории №1, ИФВТ	Дмитриенко Виктор Петрович	Кандидат химических наук		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	Доктор химических наук, профессор		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1EM51	Абдыкамытов Нурдоолот Абдыкамытович

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.01 «Техносферная безопасность»

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Проведение оценки экономической эффективности разработки технологической схемы

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	Кандидат экономических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM51	Абдыкамытов Нурдоолот Абдыкамытович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1EM51	Абдыкамытов Нурдоолот Абдыкамытович

<b>Институт</b>		<b>Кафедра</b>	
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	Техносферная безопасность

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Разработка индивидуальных средств обеззараживания питьевой воды. (Лаборатория)
--	--

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul>	<p>Анализ вредных факторов производственной среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вредных проявлений факторов производственной среды (освещение, шум, микроклимат);</li> <li>- опасных проявлений факторов производственной среды (электрической и пожарной природы);</li> <li>- негативное воздействие на окружающую природную среду;</li> <li>- чрезвычайных ситуаций.</li> </ul>
<p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты).</li> </ul>	<p>Анализ опасных факторов производственной среды (механические опасности, электробезопасность, пожаробезопасность);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- предлагаемые средства защиты.</li> <li>- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты).</li> </ul>

<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.</li> <li>- Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.</li> <li>- Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.</li> </ul>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.</li> <li>- Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.</li> <li>- Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.</li> </ul>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.</li> <li>- Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры ЭБЖ	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ51	Абдыкамытов Нурдоолот Абдыкамытович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Разработка индивидуального средство обеззараживание питьевой воды» состоит из текстового документа, выполненного на 160 страницах. Текстовый документ содержит 11 рисунков, 32 таблиц, 2 приложения, список используемых источников из 36 наименований.

Ключевые слова: обеззараживание воды, гипохлорит натрия, индивидуальное средство, электролизер.

Объектом исследования является индивидуальное средство для обеззараживании и очистки питьевой воды.

Цель работы – разработать индивидуальное средство для очистки и обеззараживания определённый объем воды в экстренных ситуациях для солдат МЧС и населению пострадавшего от ЧС.

Задачи:

- Разработать индивидуальное средство очистки и обеззараживание воды.
- Удобство в эксплуатации и качество.
- Средство должно быть доступных ценах.
- Продемонстрировать разработанное средство на практике.

Работа выполнена с использованием литературных источников и материалов производственных практик.

Планируется: усовершенствование, улучшение средства обеззараживающего очищающего питьевую воду в экстренных ситуациях.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	14
1 СПОСОБЫ ОЧИСТКИ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ.....	17
1.1 Гигиенические задачи дезинфекции питьевой воды.....	17
1.2 Реагентные (химические) методы обеззараживания питьевой воды....	18
1.2.1 Хлорирование.....	19
1.2.2 Диоксид хлора.....	20
1.2.3 Гипохлорит натрия.....	21
1.2.4 Хлорсодержащие препараты.....	21
1.2.5 Озонирование.....	22
1.3 Физические методы обеззараживания питьевой воды.....	25
1.3.1 Кипячение.....	25
1.3.2 Ультрафиолетовое излучение.....	26
1.4 Современные методы обеззараживания питьевой воды.....	26
1.4.1 Электроимпульсный способ.....	27
1.4.2 Электрохимический метод.....	29
1.4.3 Обеззараживание ультразвуком.....	29
1.4.4 Радиационное обеззараживание.....	30
1.4.5 Обеззараживание воды гипохлоритом натрия.....	31
1.5 Физико-химические свойства хлора.....	32
1.6 Свойства хлорида и гипохлорита натрия.....	32
1.7 Производство кислородных хлорсодержащих неорганических соединений.....	34
2 СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ.....	35
2.1 Химический способ получения гипохлорита натрия.....	35
2.2 Электрохимический способ получения гипохлорита натрия.....	35
2.3 Основные электродные реакции.....	39
2.4 Приготовление рассола.....	40
2.5 Устройство для получения гипохлорита натрия.....	50

2.6	Индивидуальные средства обеззараживание воды.....	55
2.7	Требования к качеству воды в полевых условиях.....	57
3	МИНИСТЕРСТВО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ .....	61
3.1	История МЧС КР.....	61
3.2	Общие положения, задачи и функции.....	62
3.3	Чрезвычайные ситуации в Кыргызстане.....	64
3.3.1	Селевые потоки, причины загрязнения питьевой воды.....	64
3.3.2	Статистика опасных процессов и явлений в Кыргызстане.....	67
3.3.3	Прогнозирование селевой опасности и прорыва высокогорных озер...	69
3.4	Описание принцип работы индивидуального средства обеззараживающего питьевую воду в экстренных ситуациях.....	72
4	СОЦИАЛЬНЫЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	76
4.1	Опасные производственные факторы.....	76
4.2	Электробезопасность .....	80
4.3	Мероприятия по обеспечению безопасности от механических повреждений.....	83
4.4	Мероприятия по борьбе с производственным шумом и вибрацией оборудования.....	84
4.5	Мероприятия по пожарной безопасности .....	88
4.6	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности....	91
5	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ РЕСУРС ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	95
5.1	Анализ конкурентных технических решений.....	96
5.2	FAST-анализ.....	98
5.3	Диаграмма Исикава.....	102
5.4	SWOT-анализ.....	103
5.5	Инициация проекта.....	106

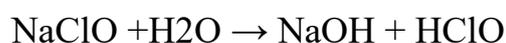
5.6	Организационная структура проекта.....	107
5.7	Планирование управления научно-техническим проектом.....	110
5.8	Бюджет научного исследования.....	114
	ЗАКЛЮЧЕНИЯ.....	123
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	124
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	128
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	160

## Введение

В последние 10 лет количество катастроф в мире почти удвоилось со 110–130 до 288 в год. По данным МЧС КР в нашей стране ежегодно происходит более 300 чрезвычайных ситуаций, связанных с опасными природными процессами и из них одна третья часть селей потоки. При селевых потоках загрязняются источники чистой питьевой воды, солдатам МЧС а также населению нужна будет индивидуальное средство которая будет очищать определенный объем воды на первое время. Суть моей работы заключается разработке индивидуального средства очищающего определенный объем воды в экстренных ситуациях с помощью гипохлорита натрия.

Гипохлорита натрия (ГХН) стали использоваться для дезинфекции с самого зарождения хлорной промышленности. Благодаря высокой антибактериальной активности и широкому спектру действия на различные микроорганизмы, это дезинфицирующее средство находит применение во многих направлениях человеческой деятельности, в том числе и при обработке воды.

Дезинфицирующее действие ГХН основано на том, что при растворении в воде он точно так же, как хлор при растворении в воде, образует хлорноватистую кислоту, которая оказывает непосредственное окисляющее и дезинфицирующее действие.



Эти свойства позволяют практически неограниченно применять гипохлорит натрия (ГХН) в качестве эффективного дезинфектанта, не оказывающего вредного действия на окружающую среду.

Области применения гипохлорита натрия

1. Применение в качестве обеззараживающего и дезинфицирующего средства в следующих областях:

– водоподготовка - обеззараживание питьевой воды, обработка оборудования, трубопроводов водоснабжения, водонагревательного оборудования сетей горячего водоснабжения; дезинфекция оборудования водоочистки - ионообменных, угольных и мембранных фильтров;

– пищевая промышленность - обработка оборудования, трубопроводов, емкостей, тары; обеззараживание растительного сырья перед хранением и переработкой; ускорение проращивания солода при производстве пива;

– сельское хозяйство - обработка помещений (животноводческие фермы, зверопушные вольеры, пункты искусственного осеменения); мойка и дезинфекция молокопроводов и доильных аппаратов, емкостей для хранения молока; обработка мяса, тушек птицы и яиц, в том числе для борьбы с сальмонеллезом.

2. Водоподготовка: обезжелезивание; удаление марганца, сероводорода; улучшение органолептических показателей - запаха, вкуса, цветности; интенсификация окисления железа в фильтрах и резервуарах для обезжелезивания;

3. Ветеринария: профилактики и лечения желудочно-кишечных заболеваний у скота и свиней; лечения птицы (легочные респираторные заболевания); лечение эндометритов и маститов у коров; лечения инфицированных ран у собак; лечение кишечной формы чумы собак.

4. Обработка сточных вод. Гипохлорит натрия широко применяется для обработки бытовых и промышленных сточных вод для разрушения животных и растительных микроорганизмов; устранения запахов (особенно образующихся из серосодержащих веществ); обезвреживания промышленных стоков, в том числе содержащих цианистые соединения. Он может быть использован также для обработки воды, содержащей аммоний, фенолы и гуминовые вещества. В последнем случае могут образовываться

хлороформ, дихлор - и трихлоруксусная кислоты, хлоральгураты и некоторые другие вещества, концентрация которых в воде значительно ниже.

Гипохлорит натрия также используется для обезвреживания промышленных стоков от цианистых соединений; для удаления сточных вод ртути, а также для обработки охлаждающей конденсаторной воды на электростанциях (в последнем случае используется мало концентрированный гипохлорит натрия).

# **1 Способы очистки и обеззараживания воды**

## **1.1 Гигиенические задачи дезинфекции питьевой воды**

Вода естественных источников питьевого водоснабжения, как правило, не отвечает гигиеническим требованиям к питьевой воде и требует до подготовки населения подготовки - очистке и дезинфекции.

Очистка воды, включая ее осветление и обесцвечивание, является первым этапом в приготовлении питьевой воды. В результате из воды удаляются взвешенные вещества из яйца гельминтов и значительная часть микроорганизмов. Но некоторые патогенные бактерии и вирусы проникают через очистные сооружения и содержатся в отфильтрованной воде. Чтобы создать надежный и контролируемый барьер для возможной передачи через воду кишечных инфекций и других не менее опасных заболеваний, используется его дезинфекция. Уничтожение живых и вирулентных возбудителей - бактерий и вирусов. В конце концов, микробиологическое загрязнение воды является первым в оценке степени риска для здоровья человека. Сегодня доказано, что опасность заболеваний патогенных микроорганизмов, присутствующих в воде, в тысячи раз выше, чем когда вода загрязнена химическими соединениями различной природы. Поэтому дезинфекция в той мере, в которой она соответствует установленным гигиеническим стандартам, является неременным условием для получения качества питьевой воды.

В практике общественного водоснабжения используются реагентные (эффект озонирования хлорированием с помощью серебряных препаратов) безреагентные (воздействие ультрафиолетовых лучей на импульсные электрические разряды гамма-лучами и т. д.) И комбинированные методы дезинфекции воды. В первом случае правильный эффект достигается за счет введения в воду биологически активных химических соединений. Безреагентные методы дезинфекции означают обработку воды физическими

воздействиями. И в комбинированных методах используются как химические, так и физические эффекты.

При выборе метода обеззараживания следует учитывать опасность для здоровья остаточных количеств биологически активных веществ, используемых для обеззараживания, или возможность изменения физико-химических свойств воды (например, образования свободных радикалов) во время дезинфекции. Важными характеристиками метода обеззараживания являются также его эффективность по отношению к различным типам микропопуляции воды, зависимость воздействия от условий окружающей среды.

В химических методах дезинфекции питьевой воды для достижения стойкого дезинфекционного эффекта необходимо правильно определить дозу введенного реагента и обеспечить достаточную продолжительность ее контакта с водой. Доза реагента определяется методом пробной дезинфекции или расчета. Для поддержания необходимого эффекта для химических методов обеззараживания питьевой воды дозу реагента рассчитывают с избытком (остаточный остаточный озон хлора), гарантирующим уничтожение микроорганизмов, поступающих в воду в течение некоторого времени после дезинфекции.

В физических методах определенное количество энергии, определяемое как произведение интенсивности действия (мощность излучения), должно быть доведено до единичного объема воды на время контакта.

Существуют и другие ограничения в использовании того или иного метода обеззараживания воды. Об этих ограничениях, а также о достоинствах и недостатках методов дезинфекции мы подробно остановимся ниже.

## **1.2 Реагентные (химические) методы обеззараживания питьевой воды**

### 1.2.1 Хлорирование

Наиболее распространенным и проверенным методом обеззараживания воды является первичное хлорирование. В настоящее время этот метод дезинфицирует 98% воды. Причиной этого является повышение эффективности дезинфекции воды и экономики технологического процесса по сравнению с другими существующими методами. Хлорирование позволяет не только очищать воду от нежелательных органических и биологических примесей, но и полностью удалять растворенные соли железа и марганца. Другим важным преимуществом этого метода является его способность обеспечивать микробиологическую безопасность воды вовремя ее транспортировки пользователю из-за эффекта последействия [7].

Существенным недостатком хлорирования является наличие свободного хлора в обрабатываемой воде, что ухудшает его органолептические свойства и является причиной образования побочных галогенсодержащих соединений (СКС). [1] Большая [4] часть ССА состоит из тригалометанов (ТГМ) - хлороформа дихлорбромметана дибромхлорметана и бромоформа. Их образование связано с взаимодействием активных соединений хлора с органическими веществами природного происхождения. Этот процесс продлевается до нескольких десятков часов, а количество ТГМ, при прочих равных условиях, больше, чем выше рН воды. Для удаления примесей на угольных фильтрах требуется дополнительная очистка воды. В настоящее время максимально допустимые концентрации веществ, являющихся побочными продуктами хлорирования, установлены в различных развитых странах в диапазоне от 0 до 0,2 мг / л и соответствуют современным научным представлениям о степени опасности для здоровья.

Для хлорирования воды используются вещества, такие как хлор (жидкий или газообразный) диоксид хлора и другие хлорсодержащие вещества. хлор

Хлор является наиболее распространенным из всех веществ, используемых для дезинфекции питьевой воды. Это связано с высокой эффективностью используемого технологического оборудования, дешевизны реагента.

Очень важным и ценным качеством использования хлора является его последствие. Если количество хлора принимается с некоторыми, подсчитано, что количество хлора содержится, то вторичного роста микроорганизмов в воде не происходит.

Тем не менее, хлор является мощным токсичным веществом, требующим мер по обеспечению безопасности при транспортировке хранилища и использования; Меры по предотвращению катастрофических последствий чрезвычайных ситуаций. Поэтому проводится постоянный поиск реагентов, сочетающих положительные качества хлора и не имеющие его недостатков.

Одновременно с дезинфекцией воды происходят реакции окисления органических соединений, в которых в воде образуются хлорорганические соединения с высокой токсичностью, мутагенностью и канцерогенностью. Не всегда удалять эти соединения. В дополнение к тому, что эти хлорорганические соединения обладают высокой устойчивостью, они становятся загрязняющими веществами питьевой воды, они проходят через систему водоснабжения и канализации [11].

Наличие как жидкого хлора ( $Cl_2$ ) в качестве дезинфицирующего средства.

### **1.2.2 Диоксид хлора**

В настоящее время также предлагается использование диоксида хлора ( $ClO_2$ ) для дезинфекции питьевой воды, которая имеет ряд преимуществ, таких как: более высокий бактерицидный и дезодорирующий эффект. Отсутствие органолептических свойств воды в продуктах обработки

хлорорганических соединений не требует транспортировки жидкого хлора. Однако диоксид хлора является дорогостоящим и должен производиться локально в довольно сложной технологии. Его применение имеет относительно низкую производительность.

Эффект находится на патогенной флоре  $\text{ClO}_2$ . Именно эта комбинация делает диоксид хлора более сильным дезинфицирующим агентом. Кроме того, это не ухудшает вкус и запах воды. Сдерживающий фактор при использовании этого дезинфицирующего средства. Однако современные технологии могут устранить этот недостаток, производя диоксид хлора непосредственно в месте применения [6].

### **1.2.3 Гипохлорит натрия**

Технология использования гипохлорита натрия ( $\text{NaClO}$ ) основана на его способности распадаться в воде с образованием диоксида хлора. Использование концентрированного гипохлорита натрия на треть сокращает вторичное загрязнение по сравнению с использованием газообразного хлора. Кроме того, транспортировка и хранение концентрированного раствора  $\text{NaClO}$  довольно проста и не требует повышенных мер безопасности. Кроме того, производство гипохлорита натрия также возможно непосредственно на месте путем электролиза. Электролитический метод характеризуется низкой стоимостью и безопасностью; Реагент легко дозируется, что позволяет автоматизировать процесс дезинфекции воды [8].

### **1.2.4 Хлорсодержащие препараты**

Использование хлорсодержащих реагентов (хлорная известь гипохлоритов натрия и кальция) для обеззараживания воды менее опасно при техническом обслуживании и не требует сложных технологических решений. Правда, используемая здесь экономия реагента более громоздка, что связано с необходимостью хранить большое количество лекарств (в 3-5 раз больше,

чем при использовании хлора). Объем перевозок увеличивается на ту же сумму. Во время хранения частичное разложение реагентов происходит с уменьшением содержания хлора. Необходимо установить систему вытяжной вентиляции и соблюдать меры безопасности для обслуживающего персонала. Растворы хлорсодержащих реагентов являются коррозионными и требуют оборудования и трубопроводов из нержавеющей материалов или с антикоррозионным покрытием.

Все чаще, особенно на небольших очистных сооружениях, приобретаются заводы по производству активных хлорсодержащих реагентов с использованием электрохимических методов. В России несколько предприятий предлагают санаторные санеры типа «Хлорель-200» для производства гипохлорита натрия по методу диафрагменного электролиза общей соли [15].

### **1.2.5 Озонирование**

Преимущество озона ( $O_3$ ) по сравнению с другими дезинфицирующими средствами заключается в присущих ему дезинфицирующих и окислительных свойствах благодаря высвобождению активного атомарного кислорода, который разрушает ферментативные системы микробных клеток при воздействии органических объектов и окисляет определенные соединения, которые дают воде неприятный запах (например, гуминовые основания). Бактерии озона обладают высокой эффективностью в разрушении спор кист и многих других патогенных микробов. Исторически, использование озона началось еще в 1898 году во Франции, где впервые были созданы опытно-промышленные установки для приготовления питьевой воды.

Количество озона, необходимое для дезинфекции питьевой воды, зависит от степени загрязнения воды и составляет 1-6 мг / л при контакте через 8-15 минут; Количество остаточного озона не должно превышать 0,3-0

5 мг / л, потому что более высокая доза дает воде специфический запах и вызывает коррозию водопроводных труб.

С гигиенической точки зрения озонирование воды является одним из лучших способов обеззараживания питьевой воды. Обладая высокой степенью дезинфекции воды, он обеспечивает лучшие органолептические показатели и отсутствие высокотоксичных и канцерогенных продуктов в очищенной воде.

Ограничениями распространения технологии озонирования являются высокая стоимость оборудования, высокая потребляемая мощность, значительные издержки производства и потребность в высококвалифицированном оборудовании. Последний факт привел к использованию озона только при централизованном водоснабжении. Кроме того, в процессе эксплуатации было установлено, что в ряде случаев (если температура обработанной природной воды превышает 22 ° C) озонирование не позволяет достичь требуемых микробиологических показателей из-за отсутствия продления дезинфекции эффект [18].

Метод озонирования воды технически сложный и самый дорогой среди других методов обеззараживания питьевой воды. Технологический процесс включает в себя последовательные этапы очистки воздуха от его охлаждения и сушки синтезом озона для смешивания озono-воздушной смеси с обработанной водой и удаления остаточной озono-воздушной смеси в атмосферу. Все это ограничивает использование этого метода в повседневной жизни.

Другим существенным недостатком озонирования является токсичность озона. Максимально допустимое содержание этого газа в воздухе промышленных помещений составляет 0,1 г / м<sup>3</sup>. Кроме того, существует опасность взрыва смеси озон-воздух.

Существующие конструкции современных озонаторов представляют собой большое количество близко расположенных ячеек, образованных

электродами, один из которых находится под высоким напряжением, а другой заземлен. Между электродами с определенной периодичностью происходит электрический разряд, приводящий к образованию озона в области действия ячеек с воздуха. Полученная в результате смесь озон-воздушной смеси активирует обработанную воду. Приготовленная таким образом вода по вкусу запаха и других свойств превосходит воду, обработанную хлором.

#### Другие реагентные методы обеззараживания воды

Использование тяжелых металлов (медного серебра и т. Д.) Для дезинфекции питьевой воды основано на использовании их «олигодинамического» свойства - способности оказывать бактерицидное действие в небольших концентрациях. Эти металлы можно вводить в виде растворов солей или путем электрохимического растворения. В обоих случаях возможно косвенное управление их содержанием в воде. Следует отметить, что ПДК ионов серебра и меди в питьевой воде является довольно строгим, а требования к воде, выгружаемой в рыболовные водоемы, еще выше.

Химические методы дезинфекции питьевой воды также широко используются в начале XX века. Дезинфекция соединениями брома и йода с более выраженными бактерицидными свойствами, чем хлор-требующая и более сложная технология. В современной практике для дезинфекции питьевой воды с йодированием предлагается использовать специальные ионообменники, насыщенные йодом. Когда вода проходит через них, йод постепенно вымывается из ионообменника, обеспечивая необходимую дозу в воде. Такое решение приемлемо для небольших индивидуальных установок. Существенным недостатком является изменение концентрации йода во время работы и отсутствие постоянного контроля за его концентрацией [9].

Использование активных углей и катионитов, насыщенных серебром, например С-100 Ag или С-150 Ag Purolite, преследует цель не предотвращать

«серебрение» воды и предотвращать развитие микроорганизмов при остановке движения воды, На остановках создаются идеальные условия для их размножения - большое количество органического вещества захватывается на поверхности частиц с их огромной площадью и повышенной температурой. Наличие серебра в структуре этих частиц резко снижает вероятность посева загружаемого слоя. Серебросодержащие катиониты, разработанные ОАО НИИПМ-КУ-23СМ и КУ-23СП, содержат гораздо больше серебра и предназначены для обеззараживания воды на установках малой мощности.

### **1.3 Физические методы обеззараживания питьевой воды**

#### **1.3.1 Кипячение**

Из физических методов обеззараживания воды наиболее распространенным и надежным (в частности, дома) является кипение.

При кипячении большинство бактерий погибают от бактериофаговых вирусов антибиотиков и других биологических объектов, которые часто встречаются в открытых источниках воды и, как следствие, в центральных системах водоснабжения.

Кроме того, при кипячении воды растворенные в нем газы удаляются и жесткость уменьшается. Вкус воды при кипении мало меняется. Это верно для надежной дезинфекции, рекомендуется кипятить воду в течение 15-20 минут. Во время кратковременного кипения некоторые микроорганизмы их спор яиц гельминтов могут поддерживать жизнеспособность (особенно, если микроорганизмы адсорбируются на твердых частицах). Однако использование метки в промышленном масштабе, конечно, невозможно из-за высокой стоимости метода

### **1.3.2 Ультрафиолетовое излучение**

Лечение ультрафиолетовым излучением является перспективным промышленным методом обеззараживания воды. Это касается света с длиной волны 254 нм (или близкой к нему), которая называется бактерицидной. Дезинфицирующие свойства такого света обусловлены их действием на клеточный метаболизм и особенно на ферментные системы бактериальной клетки. При этом бактерицидный свет разрушает не только растительные, но и споровые формы бактерий.

### **1.4 Современные методы обеззараживания питьевой воды**

Современные установки УФ-дезактивации имеют производительность от 1 до 50 000 м<sup>3</sup> / ч и представляют собой камеру из нержавеющей стали с защищенными ультрафиолетовым излучением прозрачными кварцевыми крышками. Вода, проходящая через камеру дезактивации, постоянно подвергается воздействию ультрафиолетового излучения, которое убивает все микроорганизмы. Наибольший эффект дезинфекции питьевой воды достигается благодаря расположению УФ-систем после того, как все остальные системы очистки максимально приближены к месту конечного потребления.

Этот метод является приемлемым в качестве альтернативы и дополняет традиционные средства дезинфекции, поскольку он абсолютно безопасен и эффективен. Важно отметить, что, в отличие от окислительных методов, УФ-токсин не продуцирует вторичные токсины, и поэтому для ультрафиолетового облучения нет верхнего порога дозы. Увеличивая дозу, почти всегда можно достичь желаемого уровня обеззараживания. Кроме того, УФ-облучение не разрушает органолептические свойства воды, поэтому его можно отнести к экологически чистым методам его лечения.

Однако этот метод имеет определенные недостатки. Подобно озонации, УФ-обработка не обеспечивает длительного эффекта. Отсутствие

последствия делает его применение проблематичным, когда временной интервал между воздействием на воду и ее потребление является достаточно большим, например, в случае централизованного водоснабжения. Для индивидуального водоснабжения наиболее привлекательными являются УФ-установки. Кроме того, возможна реактивация микроорганизмов и даже развитие новых штаммов, устойчивых к радиационному повреждению. Этот метод требует строгого соблюдения технологии Организация процесса УФ-дезактивации требует больших капиталовложений, чем хлорирование, но меньше озонирования. Более низкие эксплуатационные расходы делают УФ-дезинфекцию и хлорирование сопоставимыми в экономическом плане. Потребляемая мощность невелика, а стоимость ежегодной замены лампы составляет не более 10% от стоимости установки.

Фактором снижения эффективности УФ-дезинфекционных установок для долгосрочной эксплуатации является загрязнение кварцевых покрытий лампами органическими и минеральными отложениями. Большие установки оснащены автоматической системой очистки, которая выполняет промывку путем циркуляции через водную установку с добавлением пищевых кислот. В других случаях используется механическая очистка.

Другим фактором, снижающим эффективность УФ-дезинфекции, является мутность исходной воды. Рассеяние лучей существенно ухудшает эффективность очистки воды.

#### **1.4.1 Электроимпульсный способ**

Новый метод обеззараживания воды - это электроимпульсный метод - использование импульсных электрических разрядов.

Суть метода заключается в возникновении электрогидравлического воздействия так называемого эффекта Л. А. Юткина [32].

Технологический процесс состоит из шести этапов: подача жидкости в рабочий объем с равномерным профилем распределения скорости (и

рабочее пространство заполнено воздушным зазором, а равномерный профиль распределения жидкости помогает снизить энергопотребление процесса) для зарядки хранилища электроэнергии Устройство в режиме постоянной мощности, инициируя один или ряд электрических разрядов в жидкости, когда скорость нарастания фронта переднего края по меньшей мере  $10^{10}$  В / с (энергия, измеренная опорным зарядом) приводит к разрушению микросейсмических организмов путем образования растяжения Волны при отражении волны сжатия, генерируемой электрическим разрядом от подавления свободной поверхности жидкости или затухания ударных волн во входной и выходной магистральной жидкости, чтобы избежать их разрушения, отталкивания дезактивированной жидкости от рабочего объема.

Кроме того, в частном случае можно инициировать электрические разряды в объеме, который сохраняется или увеличивается на амплитуде волн сжатия, отделенных от рабочего объема средой. Примером материала, который является средой, которая сохраняет амплитуду волны на границе с водой, может быть пенополистирол.

В процессе дезинфекции питьевой воды с помощью электроимпульсного метода происходит большое количество явлений: мощные гидравлические процессы формирования ударных волн сверхвысоких давлений образования озона кавитационных интенсивных ультразвуковых колебаний, появление импульсных магнитных и электрических полей, повышение температуры, Результатом всех этих явлений является разрушение в воде почти всех патогенных микроорганизмов. Очень важно отметить, что вода, обработанная IED, приобретает бактерицидные свойства, которые сохраняются до 4 месяцев.

Основным преимуществом метода дезинфекции питьевой воды является экологичность, а также возможность использования больших объемов жидкости. Однако этот способ имеет ряд недостатков в частности

относительно высокую энергоемкость (0 2-1 кВтч/м<sup>3</sup>) и как следствие – дороговизну.

#### **1.4.2 Электрохимический метод**

Серийно выпускаемые установки «Изумруд» «Сапфир» «Аквамина» и т. Д. Их работа основана на передаче воды через электрохимический мембранный реактор, разделенный ультрафильтрационной металлокерамической мембраной на катодную и анодную области. Когда к катодной и анодной камерам применяется постоянный ток, образование щелочных и кислых растворов приводит к электролитическому образованию активного хлора. В этих средах практически все микроорганизмы разрушаются и происходит частичное разрушение органических загрязнителей. Конструкция проточной электрохимической ячейки хорошо развита, и набор другого числа таких элементов получает настройки заданной емкости.

#### **1.4.3 Обеззараживание ультразвуком**

В некоторых случаях ультразвук используется для дезинфекции воды. Этот метод был впервые предложен в 1928 году. Механизм действия ультразвука до конца не до конца понят. В связи с этим сделаны следующие предположения:

- ультразвук вызывает образование пустот в сильно вихревом пространстве, что приводит к разрыву стенки бактериальной клетки;
- Ультразвук вызывает выделение газа, растворенного в жидкости, и пузырьки газа в бактериальной клетке вызывают ее разрывы.

Преимуществом использования ультразвука перед многими другими средствами дезинфекции сточных вод является его нечувствительность к таким факторам, как высокая мутность и цвет воды, характер и количество микроорганизмов, а также наличие растворенных веществ в воде.

Единственным фактором, влияющим на эффективность ультразвуковой дезинфекции сточных вод, является интенсивность ультразвуковых колебаний. Ультразвук - это звуковая вибрация, частота которой намного выше уровня слышимости. Частота ультразвука от 20 000 до 1 000 000 Гц является следствием того, что его способность оказывать вредное воздействие на состояние микроорганизмов. Бактерицидный эффект ультразвука разных частот очень значителен и зависит от интенсивности звуковых колебаний.

Дезинфекция и очистка воды ультразвуком считается одним из новейших методов дезинфекции. Ультразвуковое воздействие на потенциально опасные микроорганизмы часто не используется в фильтрах для дезинфекции питьевой воды, однако его высокая эффективность позволяет говорить о многообещающем характере этого метода обеззараживания воды, несмотря на его высокую стоимость

#### **1.4.4 Радиационное обеззараживание**

Имеются предложения по использованию для дезинфекции гамма-излучения.

Гамма-установки типа RHUND работают по следующей схеме: вода попадает в полость сетчатого цилиндра приемного и разделительного устройства, где твердые включения захватываются вверх, когда шнек выжимается в диффузоре и направляется в коллекторный ящик, Затем воду разбавляют условно чистой водой до определенной концентрации и подают в устройство гамма-системы, в которой происходит процесс дезактивации под действием гамма-излучения изотопа  $^{60}\text{Co}$ .

Гамма-излучение оказывает угнетающее действие на активность микробных дегидрогеназ (ферментов). При высоких дозах гамма-излучения большинство возбудителей таких опасных заболеваний, как тифозный полиомиелит, умирают и т. д.

## 1.5 Обеззараживание воды гипохлоритом натрия

Гипохлорит натрия получают химическим путем – хлорированием щелочей или электрохимическим путем – электролизом водного раствора хлорида натрия в ванне без диафрагмы. Электрохимический способ был разработан в 1882г. А.П. Лидовым и В.А. Тихомировым [1].

При электрохимическом получении  $\text{NaClO}$  есть преимущество по сравнению с химическими; заключается оно в том, что здесь не надо расходовать дефицитное сырьё: едкую щелочь и хлор, не надо их транспортировать и значительно проще техника безопасности.

Основное преимущество получения ГХН электролизом - компактность и несложность эксплуатации установок, простейшее исходное сырьё - хлорид натрия (поваренная соль) и получение продукта непосредственно на месте потребления.

Простота получения гипохлорита натрия электрохимическим путем делает возможным его приготовление в полевых условиях.

Ориентировочно доля потребления активного хлора (в пересчете на 100%) в виде отдельных хлорсодержащих соединений, в процентах от общего потребления выглядит так:

Таблица 1 –Доля потребления активного хлора [10].

	1994г	2001 г
Жидкий хлор	78	71
Растворы гипохлорита натрия	8	15
Порошкообразный гипохлорит кальция	6	6
Растворы гипохлорита кальция	3	3,5
Хлорная известь	2,5	2
Другие продукты	2,5	2,5

Из этой таблицы видно, что в последние годы потребление гипохлорита натрия существенно возросло.

В данном проекте рассматривается способ получения гипохлорита натрия электролизом растворов поваренной соли, который позволяет существенно снизить затраты на производство.

Интерес к электрохимическому производству гипохлорита натрия усилился в последние годы после появления удобных в эксплуатации полупроводниковых выпрямителей. В ряде случаев организация производства гипохлорита электрохимическим способом на месте выгоднее привозного жидкого хлора.

### **1.5 Физико-химические свойства хлора**

Хлор при атмосферном давлении - газ желто-зеленого цвета Сжатый при атмосферном давлении газообразный хлор превращается в жидкость при  $t = - 34^{\circ}\text{C}$ . Хлор образует с водородом взрывоопасные смеси, которые могут взрываться от действия искры, света, высокой температуры. Хлор хорошо растворяется в воде и частично взаимодействует с ней по уравнению:



Растворимость хлора в воде снижается с повышением температуры. Растворимость водных растворов хлоридов щелочных металлов снижается с увеличением концентрации раствора и температуры.[2]

### **1.6 Свойства хлорида и гипохлорита натрия**

Хлорид натрия - бесцветные кристаллы, его плотность-  $2,16 \text{ г/см}^3$  , хорошо растворяется в воде, раствор кипит при температуре более высокой, чем обычная вода. Месторождения соли представлены тремя основными типами: ископаемая соль(около 99% запасов); соляные месторождения с донными отложениями самосадочной соли (0,77%); остальное- подземные рассолы. Основным поставщиком каменной соли для хлорной промышленности является Артемовское месторождение. Состав этой соли таков:

- Хлористый натрий (97,5-99%);

- Серноокислый кальций (0,3-0,4%);
- Серноокислый магний (0,05-0,3%);
- Нерастворимый осадок.(0,1-0,3%);

Молекулярная масса гипохлорита натрия NaClO (по международным атомным массам 1971 г.) - 74,44. Промышленностью выпускается в виде водных растворов различной концентрации.

При нагревании выше 35<sup>0</sup>С гипохлорит натрия разлагается с образованием хлоратов и выделением хлора и кислорода.

Гипохлорит натрия негорючий и невзрывоопасен. Однако гипохлорит натрия в контакте с органическими горючими веществами (опилки, ветошь и др.) в процессе высыхания может вызвать их самовозгорание. При попадании на окрашенные предметы гипохлорит натрия всех марок может вызвать их обесцвечивание.

Гипохлорит натрия хорошо растворим в воде; при длительном хранении и особенно на свету – разлагается. Слабощелочные растворы гипохлорита натрия могут храниться в течение 10 – 15 суток. Стабильность раствора может быть повышена добавлением небольших количеств органических соединений, например ацетона. Гипохлорит натрия может быть устойчивым только в растворенном виде. Растворы гипохлорита натрия - светло-зеленого цвета из-за растворенного хлора. Являются энергичными окислителями:



Предельная концентрация, при которой NaClO может длительное время храниться, составляет приблизительно 200г/л при t=15-20<sup>0</sup>С и рН=11. Растворы, получаемые электролизом нейтральных растворов поваренной соли имеют концентрацию порядка 12 г/л. [2]

## 1.7 Производство кислородных хлорсодержащих неорганических соединений

К кислородным хлорсодержащим неорганическим соединениям относят: гипохлориты – соли хлорноватистой кислоты ( $\text{HClO}$ ), хлораты – соли хлорноватой кислоты ( $\text{HClO}_3$ ) и перхлораты – соли хлорной кислоты ( $\text{HClO}_4$ ). Основным способом получения этих солей - электролиз.

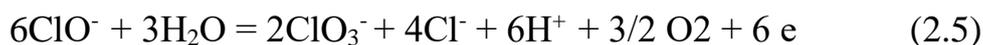
Для хлоратов:



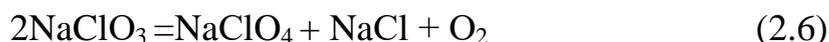
Для перхлоратов:



Часто процесс образования хлорат-иона идет через образование гипохлорит-иона:



При нагревании выше  $400^\circ\text{C}$  хлораты разлагаются по уравнению:



В отличие от гипохлоритов хлораты и перхлораты натрия и калия кристаллизуются в безводной форме. Самый распространенный материал анода в электролизерах для получения этих солей – графит. [3]

## 2 Способы получения гипохлорита натрия

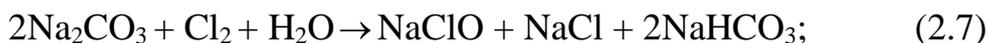
### 2.1 Химический способ получения гипохлорита натрия

Среди химических методов наиболее применимы следующие:

а) Хлорирование растворов едкого натра ( до 30% масс. NaOH):



б) Хлорирование содового раствора:



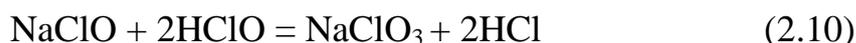
При последующем хлорировании протекает реакция:



Далее  $\text{CO}_2$ , как более сильная кислота, вытесняет  $\text{HClO}$  из  $\text{NaClO}$ :

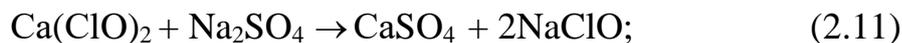


Свободная  $\text{HClO}$  является очень сильным окислителем и реагирует с  $\text{NaClO}$ :



Во избежании превращения  $\text{NaClO}$  в  $\text{NaClO}_3$  соду хлорируют до нейтральной или слабощелочной реакции, не допуская выделения  $\text{CO}_2$ .

в) Обменное разложение  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  с  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  или  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ :



### 2.2 Электрохимический способ получения гипохлорита натрия

Сущность электрохимического способа в следующем: при электролизе растворов  $\text{NaCl}$  в электролизерах без диафрагмы на аноде разряжаются ионы  $\text{Cl}^-$  и  $\text{OH}^-$  - образуется  $\text{ClO}^-$  - ион:



Одновременно в аппарате происходит химическое образование  $\text{NaClO}$  за счет взаимодействия образовавшейся на катоде щелочи с продуктами гидролиза хлора:





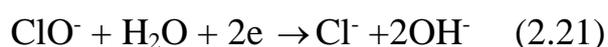
Потенциал разряда гипохлорит-иона на аноде менее электроположителен, чем у хлорид-иона. При малых значениях концентрации гипохлорита натрия в растворе и низких значениях pH, когда в растворе присутствует малодиссоциированная хлорноватистая кислота, концентрация гипохлорит-ионов невелика, и потеря тока на разряд этих ионов мало влияет на выход по току. При увеличении концентрации  $\text{ClO}^-$ , а также повышении pH образуется хорошо диссоциированная соль  $\text{NaClO}$ , потери тока на разряд гипохлорит-ионов и окисление их в объеме раствора сильно возрастает. К тому же на аноде может протекать реакция:



В электролите могут идти вышеупомянутые реакции обычного химического окисления гипохлорита до хлората, под действием свободной хлорноватистой кислоты:



На катоде иногда протекает реакция:



Скорость катодного восстановления гипохлорит-иона лимитируется со скоростью подвода этих частиц к поверхности электрода и возрастает при увеличении интенсивности перемешивания электролита. Потери выхода по току на катодное восстановление и анодное окисление гипохлорит-иона прямо пропорциональны его концентрации, обратно пропорциональны плотности тока и возрастают примерно на 2% при повышении температуры на 1<sup>0</sup>C. Для снижения потерь на восстановление и повышения выхода по току надо работать при плотности тока на катоде более высокой, чем на аноде.

Для снижения скорости восстановления к раствору добавляют соли, образующие на катоде пористые пленки, затрудняющие подход к катоду гипохлорит-иона. Например, соли хрома (III), если конечно их присутствие не мешает дальнейшему использованию продукта. Чтобы NaClO и HClO не переходили в хлорат, необходимо вести процесс с нейтральными растворами NaClO.

Полезно вести процесс при возможно более низкой температуре и ограничивать концентрацию получаемого гипохлорита натрия, для снижения скорости его превращения в хлорат химическим путем, а также снижения скорости каталитического разложения гипохлорита натрия.

Чтобы предотвратить катодное восстановление гипохлорита, в электролит вводят кальциевые соли. Действие этих добавок состоит в том, что на катоде образуется тонкая пленка гидроокиси кальция, которая служит как бы диафрагмой, предотвращающая соприкосновение гипохлорита с катодом. Самой лучшей добавкой является бихромат, однако его применение исключается из-за окрашивания растворов, применяемых для отбеливания тканей и хлорирования воды.

Добавка кальциевых солей оказывает благоприятное действие только в нейтральной или слабощелочной среде, в кислой же среде, ввиду растворения гидроокиси кальция, эта добавка не дает положительного эффекта.

Процесс электролиза необходимо вести в условиях, препятствующих превращению полученного гипохлорита натрия и хлорноватистой кислоты в хлорат как электрохимическим путем, так и химическим, а так же в условиях, позволяющих потери на катодное восстановление гипохлорита. Для этого необходимо использовать нейтральные растворы поваренной соли при возможно более низкой температуре и ограничивать концентрацию получаемого гипохлорита натрия для снижения скорости его превращения в хлорат химическим путем. При низкой температуре снижается так же

скорость разложения растворов гипохлорита натрия, в объеме электролита происходит реакция:



Этот процесс каталитически ускоряется при наличии в электролите солей тяжелых металлов. Разложение может ускоряться так же при наличии в растворе железа, кобальта, никеля, которые в совокупности для данного процесса имеют название “тройного катализатора”.

Перемешивание электролита способствует более полному взаимодействию катодных и анодных продуктов электролиза, образованию гипохлорита и предотвращению потерь элементарного хлора с газами, но одновременно облегчает подвод гипохлорит– и хлорат– ионов к поверхности катода и увеличивает потери на катодное восстановление. На практике предпочитают вести интенсивное перемешивание электролита, так как преимущества, получаемые при этом, преобладают.

С повышением концентрации NaCl в электролите, снижается потенциал выделения хлора, уменьшается потеря тока на выделение кислорода и увеличивается выход гипохлорита по току. Кроме того, возрастает электропроводность растворов, снижается потеря напряжения на преодоление сопротивления электролита и напряжения на ячейке.

Хотя наилучшим анодным материалом для получения гипохлорита является платинированная платина, в промышленности используют почти исключительно графит. В последнее время имеются предложения применять в качестве анодного материала платинированный титан, двуокись свинца на титановой основе и магнетит [4]

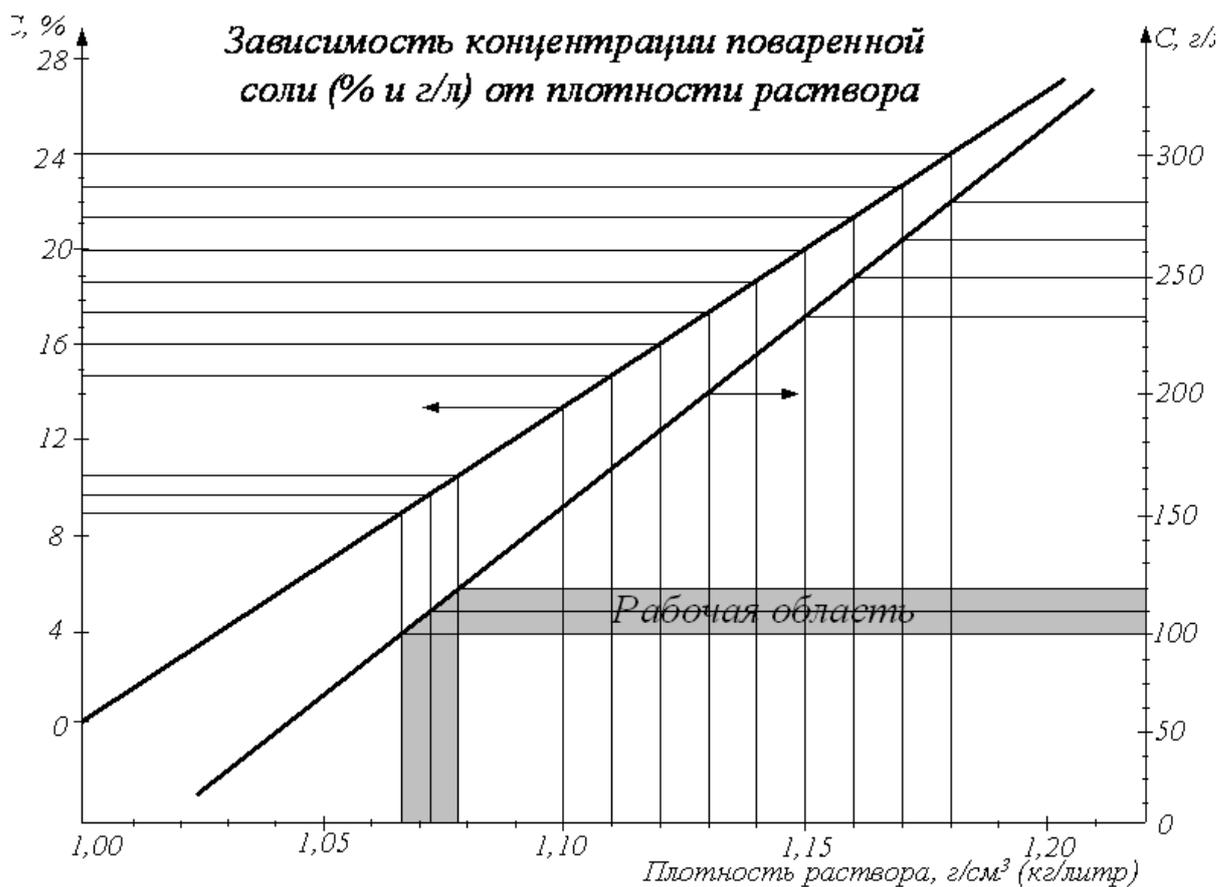


Рис. 1 Зависимости плотности раствора от концентрации соли

### 2.3 Основные электродные реакции

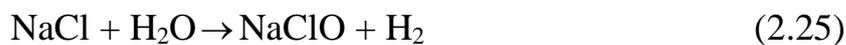
Катодная реакция:



Анодная реакция:



Суммарная реакция:

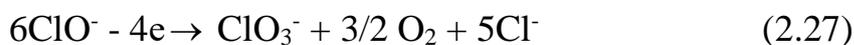


В растворе могут присутствовать ионы:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{ClO}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$ .

В ионном виде суммарная реакция будет выглядеть так:



Процесс анодного окисления гипохлорит – иона выглядит так:



Катодное восстановление:



Иногда на аноде может выделяться кислород:



и реагировать с материалом анода (графитом):



## 2.4 Приготовление рассола

*Сырье для приготовления рассола:* Сырьем для электролитического производства хлора и каустической соды является обыкновенная поваренная соль.

Чистая поваренная соль состоит из кристаллов хлористого натрия. В природной поваренной соли, кроме NaCl, содержатся различные примеси, чаще всего хлористый кальций CaCl<sub>2</sub>, хлористый магний MgCl<sub>2</sub>, сернокислый кальций CaSO<sub>4</sub>, сернокислый магний MgSO<sub>4</sub> и некоторые другие.

В присутствии небольшого количества соединений железа поваренная соль имеет желтоватый цвет.

Поваренная соль широко распространена в природе. Огромные количества ее содержатся в морской воде, в воде соляных озер, в подземных рассолах. Встречаются также залежи природной каменной соли [12].

*Морская вода.* В воде морей и океанов растворены неисчерпаемые количества соли. Концентрация NaCl в воде океанов составляет в среднем 33-36 г/л. В морской воде содержание поваренной соли значительно колеблется в зависимости от количества пресной воды, приносимой реками в море. Промышленное использование морской воды для получения поваренной соли возможно лишь в мелких заливах или лиманах, где в

результате естественного испарения воды может образоваться концентрированный рассол.

При отсутствии лиманов на берегу моря создают искусственные мелкие водоемы, которые затем наполняют морской водой. По мере естественного испарения воды в таких водоемах выпадает поваренная соль в виде кристаллов.

Значительное распространение этот метод получил только в районах с жарким климатом, где происходит интенсивное испарение воды из водоемов.

*Соляные озера.* Известно много озер, вода которых содержит значительное количество поваренной соли. В районе таких озер приток пресной воды мал, а испарение воды настолько интенсивно, что в определенное время года из насыщенной поваренной солью воды озера (рапы) осаждаются кристаллы поваренной соли. Такие озера называются самосадочными, а добываемая в них соль самосадочной солью.

В России имеется большое количество самосадочных озер, из которых ежегодно получают значительную часть добываемой соли. К числу наиболее крупным относятся озера Баскунчак (Нижнее Поволжье), Эльтон (Нижнее Поволжье) и др.

*Каменная соль.* Поваренная соль в виде залежей представляет собой плотную массу, называемую каменной солью. Крупные залежи каменной соли имеются Березниковско-Соликамском и Шумковском месторождениях (Пермская область).

*Подземные рассолы.* Во многих районах России имеются подземные рассолы со значительным содержанием поваренной соли, которые непосредственно используются или могут быть использованы для промышленных нужд. В районе Славянска или Березников подземные рассолы в течение многих лет использовались для производства кальцинированной соды и электролитического получения хлора и

каустической соды. Подземные рассолы на глубине 1000-1500м существуют возле Москвы и Горького. Однако содержание поваренной соли в них меньше, а солей кальция и магния больше, чем в рассолах, добываемых в районах Славянска и Березников.

Примерный состав подземных рассолов некоторых месторождений приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Примерный состав естественных подземных рассолов [13]

Месторождение	Состав, г/л			
	NaCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Березники	298	2,17	1,4	4,08
Славянск	304	2,12	0,24	4,24
Москва (Боевская скважина)	225	8,80	3,01	2,12

Добыча каменной соли связана с постройкой шахт и значительными затратами труда. Поэтому на заводах-потребителях соли, расположенных вблизи месторождений, широко практикуется приготовление рассола путем подземного растворения каменной соли. Такой способ весьма экономичен, и при большой мощности разрабатываемых пластов и хорошем качестве соли в них можно получить рассол с высоким содержанием поваренной соли (до 310г/л) и низким содержанием примесей.

Получение рассола путем подземного растворения соли для хлорных заводов применяется, например, на заводах Донсода, в Славянске, Усолье-Иркутском, Стерлитамаке и др.

Для подземного растворения соли пробуривают скважины. Устройство скважины, работающей по методу противоточного выщелачивания, показано на рисунке 2.

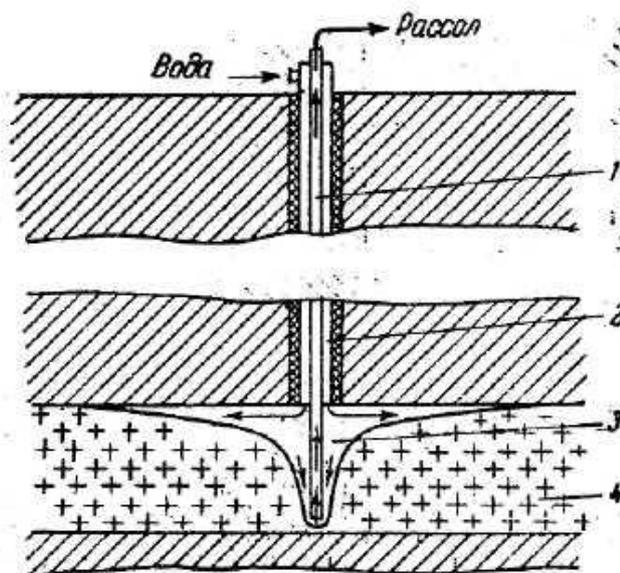


Рис. 2 – Рассольная скважина для подземного растворения соли по методу противоточного выщелачивания:

*1 - труба для вывода рассола; 2 - труба для ввода воды; 3 - камера выщелачивания; 4 - пласт каменной соли.*

В пробуренную скважину устанавливают две концентрически расположенные трубы. Внутренняя труба 1 опускается до основания разрабатываемого пласта соли, наружная труба 2 — до верхней части разрабатываемого пласта. В пространство между трубами нагнетается вода, по внутренней трубе 1 откачивается готовый рассол. По мере растворения соли в толще пласта образуется камера 3 в виде опрокинутого конуса. При размывании камеры и увеличении угла наклона стенок камеры на них осаждаются шлам и скорость растворения соли уменьшается. Когда этот угол уменьшится до 35-40°, шлам перестает сползать со стенок камеры и отлагается на них плотным слоем, в результате растворение соли прекращается и работа скважины (кампания) завершается.

Также подземное растворение соли осуществляется методом гидровруба (рисунок 3). Преимущество этого метода заключается в том, что в течение кампании скважины удастся растворить большой массив соли (диаметр 100-120м) по всей высоте разрабатываемого пласта соли. При

растворении по методу противоточного выщелачивания объем растворяемого массива соли значительно меньше.

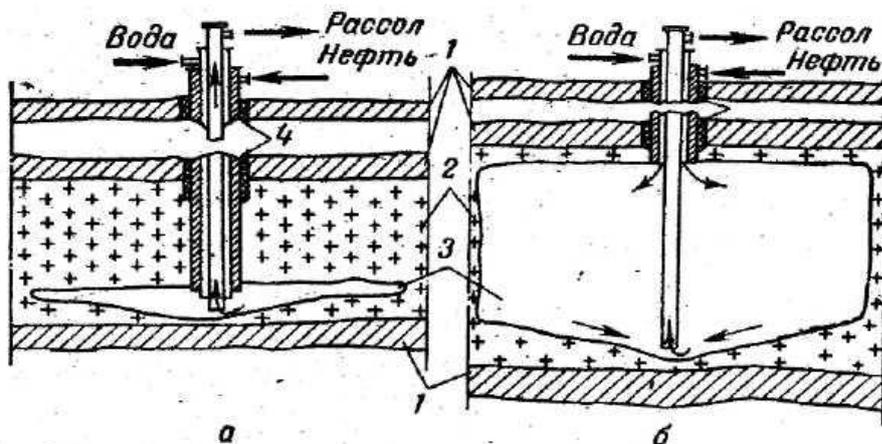


Рис. 3 – Схема подземного растворения соли методом гидровруба

*а - начальный период работы; б - конечный период работы;*

*1 - породы, покрывающие и подстилающие каменную соль;*

*2 - каменная соль; 3 - вода; 4 - тампонаж (цемент);*

Как показано на рисунке 3, в скважину устанавливают три концентрические трубы. Внутренняя труба, опускаемая до основания пласта, служит для откачивания готового рассола. По второй концентрической трубе, опускаемой на 1,5-2м выше первой, подается вода через кольцевое пространство между трубами. Третья труба служит для подачи нефти или сжатого воздуха через кольцевое пространство между трубами. При растворении соли в пласте создается камера диаметром 100-120м. благодаря подачи нефти (или воздуха) в камере поддерживается постоянный уровень воды - на высоте 1,5-2м от основания пласта. Регулируя поступление нефти (или воздуха), уровень воды постепенно поднимают, в результате чего происходит равномерное растворение кровли камеры до полной выработки соли по высоте пласта.

Твердую соль стараются перевозить водным транспортом. Если это невозможно, используют железнодорожные или смешанные перевозки. При длительных перевозках в зимнее время соль смерзается, и выгрузка ее

затруднена. Для механизации разгрузки соли применяют саморазгружающиеся вагоны, механические лопаты или краны. Иногда при разгрузке соли в бассейны складов-растворителей ее смывают из вагона струей рассола.

При применении водного транспорта в связи с сезонностью навигации необходимы большие запасы соли для обеспечения бесперебойной работы предприятия. Соль хранят на открытых бетонированных площадках или в бассейнах складов-растворителей. Для предотвращения потерь соли с рассолом, утекающим в грунт, бетонированные площадки или бассейны складов растворителей должны быть выполнены тщательно и снабжены хорошей гидроизоляцией днищ и стенок от грунта. Сообщается о применении на зарубежных заводах бетонных бассейнов, выложенных поливинилхлоридом на специальном клее [14].

Растворение соли обычно производят в бассейнах складов-растворителей или в специальных растворителях.

На рисунке 4 показан один из типов открытого бассейна-растворителя поваренной соли. В складе такого типа снижаются затраты труда на разгрузку и транспортирование соли.

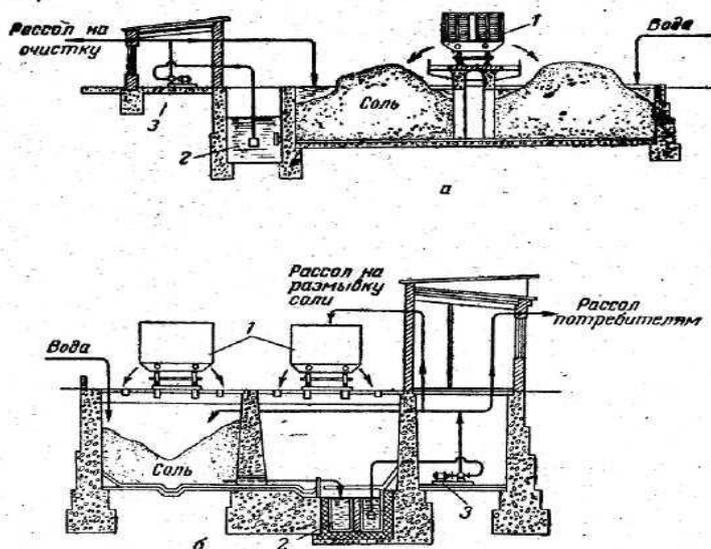


Рис. 4 – Открытые склады-растворители соли: 1 - вагон; 2 -отстойник;  
3 – насос.

Отбираемый из растворителя рассол имеет достаточную степень насыщения. Обычно предусмотрена также возможность рециркуляции рассола низкой концентрации, а также подачи рассола для размывки соли из вагонов в склад. При таком использовании растворителей происходит хорошее усреднение соли, полученный рассол содержит примеси постоянного состава, что облегчает регулирование процесса очистки рассола.

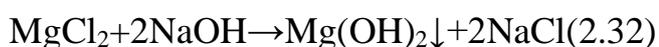
*Методы очистки рассола.* Рассол очищают от химических примесей — ионов кальция и магния, переводя их в нерастворимые соединения  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  добавлением растворов соды и щелочи.

Осадки карбоната кальция и гидроксиды магния отделяют от рассола осаждением и фильтрацией. Одновременно отделяют другие механические примеси, содержащиеся в рассоле.

Очистку рассола от ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  (сульфатов) в настоящее время в цехе очистки рассола не производят из-за дороговизны и дефицитности хлористого бария, необходимого для этих целей. Сульфаты выводятся из обратной соли в цехе выпарки без применения каких-либо реактивов.

В хлорной промышленности очистку рассола проводят преимущественно содово-каустическим методом при температуре 40—70° С.

При этом методе для очистки от солей магния сырой рассол смешивают с обратным, содержащим около 2—2,5 г/л NaOH. Протекает реакция образования гидрата окиси магния, имеющего очень малую растворимость в воде (около 0,9 мг/л при 18° С) и рассоле, и поэтому выпадающего в осадок



Для полноты осаждения ионов магния и защиты стальных трубопроводов от коррозии оставляют избыток щелочи в растворе в количестве около 0,05—0,1 г/л NaOH. Остальное количество щелочи нейтрализуется соляной кислотой



Для очистки от ионов кальция в рассол вводят раствор кальцинированной соды



Полученный карбонат кальция имеет также низкую растворимость, но более высокую, чем гидрат окиси магния, и выпадает в осадок. Растворимость карбоната кальция в отличие от большинства солей уменьшается при повышении температуры и поэтому для уменьшения остаточного содержания ионов кальция очистку рассола ведут при повышенной температуре (40 — 70°C), специально подогревая рассол. Кроме того, при повышенной температуре образуются более крупные и хорошо оседающие кристаллы карбоната кальция, что очень важно для последующего отстаивания и фильтрации рассола.

Растворимость карбоната кальция уменьшается, если в растворе имеется избыток соды. В таблице 2 показано влияние температуры и избытка соды на остаточное содержание ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в очищенном рассоле (концентрация NaCl 310 г/л, NaOH 0,1 г/л) после 24-часового отстаивания.

Таблица 3 - Влияние температуры и избытка соды на остаточное содержание ионов  $\text{Ca}^{2+}$

Содержание $\text{Na}_2\text{CO}_3$ г/л	Содержание ионов $\text{Ca}^{2+}$ в рассоле, мг/л, при температуре, °С	
	20	40
0,05	60	40
0,10	35	20
0,20	16	8,0
0,30	9,0	5,0
0,40	8,0	4,0
0,50	7,5	3,5
0,60	7,0	3,5

Для достижения минимальной растворимости  $\text{CaCO}_3$  достаточно иметь в очищенном рассоле избыток соды (0,3-0,4 г/л). При таком избытке растворимость  $\text{CaCO}_3$  при 20°С составляет 8-9 мг/л и при 40-50° С около 4-5 мг/л, что соответствует норме.

Вместо едкого натра для очистки рассола от ионов магния можно применять известковое молоко.

Ионы кальция так же, как и в первом случае, осаждаются содой. Этот метод называется содово-известковым. Он обычно применяется на содовых заводах, где очистка рассола проводится при 20-25° С. При одновременной очистке рассола для содового и хлорного заводов ее производят на содовом заводе. Очищенный здесь содово-известковым методом рассол передается на хлорный завод, где производится его доочистка.

Доочистка заключается в нагревании рассола до 60-70°С, в процессе которого в результате уменьшения растворимости выпадает осадок карбоната кальция. Осадок отфильтровывают и рассол направляют на электролиз.

Осадки гидрата окиси магния и карбоната кальция вместе с другими механическими примесями рассола — песком, глиной, гидратом окиси железа — удаляют из рассола отстаиванием и затем фильтрованием. Для хорошего осветления рассола отстаивание должно продолжаться от 8—12 до 24 ч. Продолжительность отстаивания зависит от температуры, соотношения концентрации ионов магния и кальция в рассоле и других факторов [17].

При повышении температуры образуются более крупные осадки, легче отделяемые при отстаивании и фильтрации рассола.

Карбонат кальция имеет крупнокристаллическую структуру и легко осаждается. Гидрат окиси магния —  $Mg(OH)_2$  образует легкие аморфные хлопья, осаждающиеся очень медленно и легко разрушающиеся при перемещении рассола. При совместном осаждении и отстаивании быстро осаждающиеся частицы кристаллического  $CaCO_3$  увлекают с собой хлопья  $Mg(OH)_2$ , способствуя ускорению отстаивания. Поэтому скорость отстаивания зависит от соотношения концентрации примесей  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  в рассоле.

Чем больше отношение  $[Ca]: [Mg]$ , тем быстрее осаждаются примеси и меньше должны быть емкости отстойников. Так, при отношении  $[Ca^{2+}]:[Mg^{2+}] = 0,25$  скорость осаждения шлама составляет около 0,25 м/ч. При повышении отношения до 1 скорость осаждения увеличивается до 0,85 м/ч, т. е. более чем в 3 раза.

Со временем происходит рост кристаллов осадка, находящегося в рассоле, и объединение отдельных мелких частиц в более крупные (агрегация). Поэтому старые осадки осаждаются быстрее, а присутствие их при осаждении свежих порций (затравка) способствует ускорению осаждения всей массы осадка. Для ускорения отстаивания осадка применяют специальные вещества — коагулянты и флокулянты.

Коагулянты — химические соединения, образующие в воде крупные хлопья, легко осаждающиеся и увлекающие осадок. К числу таких веществ относятся хлорное железо, сульфат алюминия, которые применяются при очистке воды и в небольшом количестве использовались при очистке рассола.

В последнее время нашли применение более эффективные флокулянты, ускоряющие отстаивание осадков в несколько раз. Так, при очистке рассола применяют гидролизованный полиакриламид.

Полиакриламид — полимер линейного строения с электрически заряженными активными группами, образующими в коллоидном растворе переходные мостики между отдельными взвешенными частицами и скрепляющими их в крупные частицы (агрегаты), способные к быстрому осаждению.

Сочетая наиболее выгодные условия осаждения осадков с применением флокулянтов, сокращают время отстаивания рассола до 6—8 ч и повышают производительность непрерывно действующих аппаратов в 1,5—1,7 раза. Так, добавка 5—10 мг/л полиакрил амида к рассолу позволяет уже через 1 ч получить около 90% рассола осветленным, а осадок в виде крупных хлопьев. Без добавки полиакриламида после часового отстаивания осветленная часть рассола составляет только 65%, а осадок образуется мелкий, в виде мути [5].

## **2.5 Устройство для получения гипохлорита натрия**

1. Устройство для получения гипохлорита натрия, содержащее блок питания, бездиафрагменный реактор, электрод-кассету и электролизную емкость, отличающееся тем, что электрод-кассета изготовлена из поливинилхлорида, подвижна и содержит отражатель и титановые электроды с рутениевым покрытием.

2. Устройство для получения гипохлорита натрия по п. 1, отличающееся тем, что титановые электроды с рутениевым покрытием расположены в токовых пазах, изоляционные вставки электрод-кассеты установлены в "шахматном" порядке и закреплены на торцах электродов.

3. Установка электролизная непроточного типа с графитовыми электродами производительностью 5 кг/сутки активного хлора, индекс "ЭН-5-01". Паспорт ЭН-5.00.00.000-01 ПС (прототип).

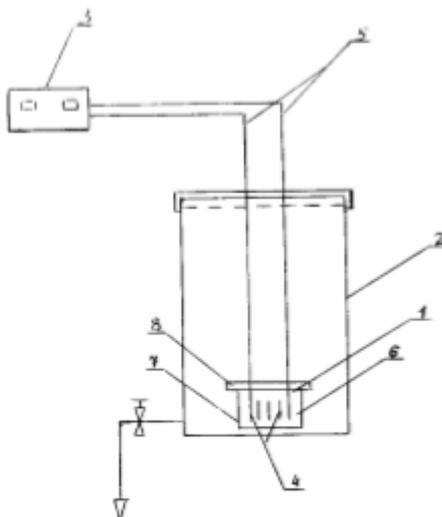


Рис. 5 – Схема устройства для получения гипохлорита натрия

Полезная модель относится к области медицины и фармации, а именно к получению дезинфицирующих растворов, применяемых для организации санитарно-гигиенического и противоэпидемического режима в помещениях коммунальных, спортивно-оздоровительных, больничных, санитарно-эпидемиологических организаций, предприятий общественного питания, образовательных учреждений, очистных сооружений и других учреждений. Наиболее близкой по технической сути и достигаемому результату является установка электролизная непроточного типа с графитовыми электродами, состоящая из блока питания и бездиафрагменного реактора, включающего кассету с графитовыми электродами и электролизную емкость. Техническая суть данного устройства заключается в том, что кассета с графитовыми электродами расположена в электролизной емкости бездиафрагменного реактора в фиксированном положении на всей высоте емкости. Путем электролиза в бездиафрагменном

реакторе из исходного 10-12 % водно-солевого раствора на установке получается раствор гипохлорита натрия с концентрацией активного хлора 5-8 г/дм<sup>3</sup>. При этом расход натрия хлорида на 1 кг активного хлора составляет 12-15 кг, а расход электроэнергии - 9 кВт. Потребляемая мощность установки 2000-2940 Вт [1].

Недостатками данной установки являются: получение раствора гипохлорита натрия с низкой концентрацией активного хлора при высоком расходе натрия хлорида и больших затратах электроэнергии, большие габариты и сложная конструкция, непрочность графитовых электродов, высокая сила тока (50-70 А), высокое напряжение (40-42 В) и потребляемая мощность (2000-2940 Вт), необходимость после каждого цикла электролиза менять полюса, невозможность регулирования объема получаемого раствора, что вызывает необходимость более длительного хранения готового раствора и увеличивает снижение активного хлора. Технической задачей полезной модели является создание устройства, позволяющего получать гипохлорит натрия с повышенной концентрацией активного хлора при уменьшенном расходе натрия хлорида и сниженных затратах электроэнергии на 1 кг активного хлора на фоне упрощения конструкции и увеличения сроков эксплуатации. Реализация этой задачи достигнута за счет того, что предложено устройство, содержащее блок питания и бездиафрагменный реактор с электрод-кассетой с отражателем и титановыми биполярными электродами со специальным покрытием из рутения [19].

Электродкассета из поливинилхлорида имеет токовые пазы, в которые вставлены электроды с зазором 2 мм между ними и высотой 100 мм, благодаря чему газонаполнение в электролизной ячейке не снижает плотность тока на электродах. Изоляционные вставки электродкассеты, закрепленные на электродах по торцам и образующие на входе в элементарную ячейку щелевые зазоры, установлены в "шахматном" порядке для уменьшения шунтирующих токов между электродами и способствуют

уменьшению потерь тока и снижению скорости износа анодостойкого рутениевого покрытия на торцах электродов. Электродкассета погружается в электролизную емкость, в которой уровень раствора в 5 раз больше высоты самой кассеты, что способствует более полному растворению газообразного хлора в воде с последующим образованием гипохлорита натрия. Отражатель в верхней части обеспечивает удлинение пути движения хлора и его рассеивание по всей емкости. Благодаря конструктивным особенностям электрод-кассеты выполнена модель электролизера меньших габаритов при аналогичной производительности. Техническая сущность полезной модели поясняется следующим графическим материалом: на фигуре изображена схема устройства для получения гипохлорита натрия.

Устройство для получения гипохлорита натрия состоит из электрод-кассеты (1) в электролизной емкости (2) и блока питания (3). Электрод-кассета, состоящая из набора биполярно включенных титановых электродов (4), титановых токоподводов (5), вставок изоляционных из поливинилхлорида (6), корпуса из поливинилхлорида (7) и отражателя (8), является подвижной и погружается в емкость с раствором натрия хлорида любого объема таким образом, чтобы уровень раствора был в 5 раз больше высоты самой кассеты

При этом изготавливается необходимое количество раствора, что не требует его длительного хранения и уменьшает потерю активного хлора. Сила тока устанавливается в пределах 15-19 А, напряжение - 10-14 В, не требуется после каждого цикла электролиза производить переполюсовку. При этом расход натрия хлорида на 1 кг активного хлора составляет 3,5-4 кг, а расход электроэнергии - 2,25-3,75 кВт. Потребляемая мощность установки не более 300 Вт.

Устройство работает следующим образом: исходный 3 % раствор натрия хлорида заливают в электролизную емкость (2) так, чтобы уровень раствора был в 5 раз больше высоты кассеты, и подвергают воздействию

силы тока, поступающего из блока питания (3) по титановым токоподводам (5) на электрод-кассету (1), происходит процесс электролиза водного раствора натрия хлорида. Пример. В электролизную емкость заливают исходный 3 % водный раствор натрия хлорида, устанавливают силу тока в пределах 17 А, а напряжение - 12 В. В электролизной емкости получают раствор гипохлорита натрия с водородным показателем  $8,95 \pm 0,005$  ед., окислительно-восстановительным потенциалом  $+871 \pm 4,14$  мВ и концентрацией активного хлора  $8067 \pm 143$  мг/дм<sup>3</sup>. Гипохлорит натрия, полученный из 10-12 % водного раствора натрия хлорида на электролизной установке непроточного типа с графитовыми электродами (прототип) при силе тока 60 А и напряжении 41 В, имеет водородный показатель  $8,83 \pm 0,03$  ед., окислительно-восстановительный потенциал  $+871 \pm 1,45$  мВ и концентрацию активного хлора  $5077 \pm 54$  мг/дм<sup>3</sup>.

Как видно, предлагаемое устройство является более эффективным, чем установка электролизная непроточного типа с графитовыми электродами, так как позволяет получить дезинфицирующий раствор гипохлорита натрия с повышенной концентрацией активного хлора при уменьшенном расходе натрия хлорида и сниженных затратах электроэнергии.

Получаемый гипохлорит натрия обладает высокой антимикробной активностью, подавляя в течение 30 мин рост тест-культур из международной коллекции *E.coli* ATCC 11229, *S.aureus* ATCC 6538, *C.albicans* ATCC 6633, *P.aeruginosa* ATCC 15412, *P. mirabilis* ATCC 14153. Раствор не оказывает сенсibiliзирующего и кожно-раздражающего действия и является практически нетоксичным и малоопасным (IV класс) соединением. Кроме того, предложенное устройство расширяет возможности применения гипохлорита натрия для дезинфекции воды, поверхностей помещений и оборудования, инвентаря коммунальных, спортивно-оздоровительных учреждений и организаций здравоохранения. При этом

увеличивается продолжительность эксплуатации устройства, обеспечивается высокий экономический эффект за счет снижения денежных затрат на электроэнергию и натрий хлорид, а в целом - на приобретение других дезинфицирующих средств.

## **2.6 Индивидуальные средства обеззараживание воды**

При действии отдельных военнослужащих и небольших групп в отрыве от своих подразделений (разведчиков, парашютистов, летчиков в случае авиакатастрофы) может потребоваться использование воды из неисследованных источников воды. В этом случае они должны иметь средства для улучшения качества воды, на которые налагаются следующие требования. Они должны быть портативными, дешевыми и простыми в использовании, универсальными и быстродействующими, иметь достаточную стабильность при хранении и не изменять свойства воды. Следует отметить, что препараты по обеспечению солнечного света позволяют производить только дезинфекцию воды, точнее, высвобождение из вегетативных форм микроорганизмов.

Кислоты (соляная, лимонная, винная, уксусная), соли ( $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{AgNO}_3$ ), окислители (перекись водорода, перманганат калия, озон, хлор, бром, йод) и металлы (серебро) использовались в качестве дезинфицирующих средств для индивидуальных поставок воды.

Из веществ, перечисленных выше, наиболее эффективными и удобными были препараты хлора, которые в настоящее время занимают доминирующее положение среди других средств дезинфекции небольших количеств воды.

Во Второй мировой войне использовались таблетки гипохлорита натрия (хлор), содержащие 3 мг активного хлора. Однако из-за нестабильности во время хранения они теперь заменяются соединениями хлорамина. Из них

наиболее распространенным был пантоцид. Этот препарат очень устойчив: его можно хранить без потери активности в течение нескольких лет.

Пантоцидные таблетки содержат 3 мг активного хлора и включают парасульфодихлорамид бензойной кислоты, соду и поваренную соль. Одна таблетка предназначена для дезинфекции сосуда (750 мл) воды при условии контакта в течение по меньшей мере 30-40 минут. К недостаткам пантоцида относится медленная растворимость таблетки (20-25 мин.), а также возможное ухудшение вкуса воды.

Последнее можно устранить, добавив тиосульфат натрия в виде таблеток, которые желательно снабжать солдат вместе с пантоцидом. Присутствие дехлорирующих агентов позволяет вводить в банку несколько таблеток, то есть проводить гиперхлорирование воды. Это позволяет значительно повысить надежность дезинфекции, что особенно важно в случае использования противником бактериологического оружия.

В последние годы были предложены так называемые таблетки пантоцид-бисульфат и йод (Максименко С.С., Губар М.А.)

Таблетки пантоцид-бисульфат представляют собой смесь сульфата пантоцида ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) и гидросульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{HSO}_4$ ). Содержание активного хлора в них составляет 3,2 мг. Они устойчивы к хранению, легко растворяются в воде, быстро выделяют активный хлор (10-15 мин.) И обладают более выраженным бактерицидным эффектом, чем обычные таблетки пантоцида. Недостатками являются влияние на органолептические свойства воды (кислотный вкус) И увеличение содержания сульфатов в них. Чтобы устранить кислотный вкус, авторы рекомендовали добавить в воду перед употреблением таблетку пищевой соды, что усложняло их использование.

Таблетки йода содержат органические соединения йода (гидропериодит триглицина или гидроиодид диглицина), молекулярный йод и некоторые другие соединения (гликоуглерод, спирт, лимонная кислота или

пирофосфат натрия). Количество активного йода в каждой таблетке составляет 3 мг. Их преимущества: высокая бактерицидная, кистозная, стабильность при хранении и незначительное влияние на органолептические свойства воды. Согласно упомянутым выше авторам, а также американским исследователям (Фейр, Крейер и др.), Таблетки йода являются наиболее эффективным средством дезинфекции небольших запасов воды. Недостатки включают нехватку лекарств, которые используются для их производства [16].

В последнее время для дезинфекции отдельных источников воды были предложены препараты на основе трихлоризоциануровой кислоты, в частности типа «Aquasept», которые представляют собой таблетированную смесь моновалентной соли дихлоризоциануровой кислоты с различными технологическими добавками. Таблетка растворяется в течение 5-10 минут и высвобождает 4 мг активного хлора, который в объеме 750 (1 фляжка) обеспечивает дезинфекцию воды при условии контакта в течение 15 минут.

## **2.7 Требования к качеству воды в полевых условиях**

С гигиенической точки зрения под качеством воды понимают совокупность свойств, определяющих её пригодность для удовлетворения физиологических и хозяйственно-бытовых потребностей людей.

Доброкачественная вода должна быть прозрачной, бесцветной, не иметь посторонних привкусов и запахов, не содержать патогенных микроорганизмов и вредных для здоровья химических веществ свыше предельно-допустимых концентраций.

В полевых условиях вода должна быть такого качества, чтобы употребление её в течение времени, определяемого реальной боевой обстановкой, не вызвало снижение боеспособности военнослужащих.

Употребление воды для хозяйственно-питьевых и санитарно-бытовых нужд из непроверенных водоисточников запрещается.

С учётом предназначения установлены следующие требования к качеству воды.

1. Требования к качеству питьевой воды, подаваемой централизованными системами хозяйственно-питьевого водоснабжения, регламентируются ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством» [25].

2. Требования к качеству питьевой воды местных источников водоснабжения регламентируются Санитарными правилами и нормами (СанПиН 2.1.4.544-96 «Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана водоисточников») [26]. «Санитарными правилами по устройству и содержанию колодцев и каптажей родников, используемых для децентрализованного водоснабжения», а также Руководством по полевому водоснабжению.

Качество воды в шахтных колодцах и родниках, используемых, для хозяйственно-питьевых нужд, должно отвечать следующим требованиям:

Таблица – 4 Качество воды в шахтных колодцах и родниках, используемых, для хозяйственно-питьевых нужд [33]

Количество бактерий кишечной группы в 1 л (коли-индекс)	Не более 10
Прозрачность, см	Не менее 30
Цветность, градусы	Не более 30
Запах, баллы	Не более 3
Вкус и привкус, баллы	Не более 3
Содержание нитратов, мг/л	Не более 10

3. Требования к качеству воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения регламентируется ГОСТ 2761-84 г.

«Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора» [39].

Качество воды хозяйственно-питьевого водоснабжения добываемой, очищаемой и обеззараживаемой воинскими частями самостоятельно с помощью табельных средств, должно отвечать следующим требованиям (Приказа МО РФ № 39 от 28. 01. 96 г.): [27].

Таблица – 5 Качество воды хозяйственно-питьевого водоснабжения добываемой, очищаемой и обеззараживаемой воинскими частями самостоятельно с помощью табельных средств

Количество бактерий кишечной группы в 1 л(коли-индекс)	Не более 3
Прозрачность, см	Не менее 20
Цветность, градусы	Не более 35
Запах, баллы	Не более 3
Вкус и привкус, баллы	Не более 3
Остаточный активный хлор, мг/л	0,8-1,2

Способы обеззараживания воды в полевых условиях должны обеспечивать безопасность воды по основным критериям:

I. Безопасность воды в эпидемиологическом отношении – полное уничтожение патогенных микроорганизмов и их токсинов.

Таблица – 6 Санитарно-бактериологические показатели воды

-патогенные микроорганизмы (микробных тел/л)	- не допускается
- споровые формы микробов	- не допускается
- ботулотоксин	- не допускается

II. Безвредность воды по химическому составу.

Санитарные нормы предельно-допустимого содержания вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования, должны соответствовать СанПиН 2. 1. 4. 544-96 [45].

Остаточное содержание ОВ в воде не должно превышать (приказ Зам МО НТ ВС № 020-86):

V-газы – 0,005 мг/л, зоман – 0,05 мг/л, зарин – 0,1 мг/л, иприт – 2,0 мг/л  
Остаточное содержание РВ: минимальная предельно-допустимая концентрация, равная  $3 \times 10^{-11}$  Ки/л, определена для тория–232, а максимальная – для техниция–96, равна  $10^{-5}$  Ки/л. ПДК остальных 241 изотопов располагаются между этими величинами.

III. Вода должна иметь благоприятные органолептические свойства, однако для полевых условий военного времени допускается употребление воды, имеющее общее содержание солей – до 1000 мг/л, имеющей цветность до  $40^0$ , прозрачность до 30 см, запах и привкус – до 3 баллов. Допускается использование воды с остаточным хлором до 2 мг/л и для разового употребления – до 10 мг/л.

## **3 МИНИСТЕСТВО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

### **3.1 История МЧС КР**

15 декабря 1990 года Советом Министров СССР было принято постановление «О создании Государственной общесоюзной системы по предупреждению и действиям в чрезвычайных ситуациях».

В развитие этого постановления 1 июля 1991 года Кабинет Министров Республики Кыргызстан (еще в составе СССР) принял постановление о создании в качестве постоянного органа Кабинета Министров Республики Кыргызстан по чрезвычайным ситуациям.

Распоряжением Премьер-Министра Республики Кыргызстан от 8 августа 1991 года №271-р [29], была образована Госкомиссия кабинета министров Республики Кыргызстан по чрезвычайным ситуациям.

6 января 1992 года Госкомиссия Кабинета министров Республики Кыргызстан по чрезвычайным ситуациям Указом Президента №УП-4 преобразована в Госкомиссию Республики Кыргызстан по чрезвычайным ситуациям.

27 мая 1993 года Указом Президента Кыргызской Республики № VII-153 в состав Госкомиссии Кыргызской Республики было передано Управление Гражданской обороны и преобразовано в Госкомиссию Кыргызской Республики по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне.

4 марта 1996 года Указом Президента №УП-45 Госкомиссия при Правительстве Кыргызской Республики по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне преобразована в Министерство по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне.

28 декабря 2000 года Указом Президента Кыргызской Республики №363 образован Министерство экологии и чрезвычайных ситуаций

Кыргызской Республики на базе Министерства охраны окружающей среды Кыргызской Республики, Министерства по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне Кыргызской Республики, Кыргызгидромета и Государственного агентства по лесному хозяйству при Правительстве Кыргызской Республики.

15 октября 2005 года Указом Президента №УП-462 преобразован Министерство чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики.

### **3.2 Общие положения, задачи и функции**

Предприятие создано для материально-технического обеспечения деятельности Министерства путем осуществления государственных закупок товаров, работ и услуг в интересах Министерства в соответствии с законодательством Кыргызской Республики.

Предприятие создано в целях:

- обеспечения Министерства необходимыми товарно-материальными ценностями, осуществления предпринимательской деятельности и извлечения прибыли;
- проведения внутривозвещественного обустройства, осуществления мероприятий, направленных на повышение качества производимой продукции, а также осуществления мероприятий по рациональному использованию закрепленных земель;
- развития и укрепления материально-технической базы Предприятия;
- обеспечения социальной защиты работников Предприятия;
- эффективного использования основных фондов, оборотных средств и материально-технических ресурсов Министерства, переданных в хозяйственное ведение Предприятию;
- производства товаров и услуг для нужд Министерства и прочих потребителей;

- материально-технического обеспечения Министерства;
- производства промышленных и строительных материалов для нужд Министерства и прочих потребителей;
- организации и участия в разработке нормативных правовых актов по формированию запаса материальных и финансовых ресурсов Министерства;
- участия в реализации государственной политики в области международного сотрудничества в сфере создания и развития инфраструктуры и привлечения иностранных и прямых инвестиций для совместных проектов;
- привлечения и рационального использования бюджетных и внебюджетных финансовых средств, с целью расширения собственных производственных мощностей, а также поддержки и социальной защиты работников Предприятия.

*Функции.* Обладая общей правоспособностью, Предприятие осуществляет все виды предпринимательской деятельности, не запрещенные законодательством Кыргызской Республики. Для достижения поставленных целей,

Предприятие осуществляет следующие виды деятельности:

- производство промышленных и строительных материалов (товаров);
- производство и переработка горюче-смазочных материалов;
- оказание разрешенных действующим законодательством видов платных услуг и сервиса юридическим и физическим лицам (в том числе иностранным);
- организация автозаправочных станций;
- организация объектов общественного питания;

- передача во временную эксплуатацию основных фондов, переданных на праве хозяйственного ведения, в целях возмещения эксплуатационных затрат и развития материально-технической базы Предприятия;

- проведение строительно-монтажных, отделочных, проектно-изыскательских работ;

- коммерческая деятельность;

- посредническая деятельность;

- предоставление транспортных услуг;

- представление интересов иностранных фирм и компаний в Кыргызской Республике;

- осуществление самостоятельной внешнеэкономической деятельности с соблюдением действующего законодательства;

- привлечение и рациональное использование внебюджетных финансовых средств, с целью развития материальной и технической базы Предприятия;

- налаживание связей с различными государственными и коммерческими организациями ближнего и дальнего зарубежья по вопросам развития и повышения производственной деятельности Предприятия;

- другие виды деятельности, не запрещенные действующим законодательством Кыргызской Республики.

### **3.3 Чрезвычайные ситуации в Кыргызстане**

#### **3.3.1 Селевые потоки, причины загрязнения питьевой воды**

Сел (селевой поток) - грубая грязь или селевой поток, состоящий из смеси воды и обломков горных пород, которая внезапно появляется в бассейнах малых горных рек. Характеризуется резким повышением уровня воды, волновым движением, краткосрочным действием (в среднем от одного до нескольких часов), значительным эрозионно-накопительным разрушительным

эффектом. Оползни создают угрозу для населенных пунктов, железных дорог и дорог и других структур, которые находятся в пути. Прямыми причинами возникновения селей являются ливни, интенсивное таяние снега, прорыв водоемов, реже землетрясения, извержения вулканов.

Классификация селей - это все, если механизм зарождения делят на три типа: эрозионный, прорыв и оползень-оползень. В случае эрозии насыщение [5] потока воды с обломочным материалом происходит за счет промывки и эрозии прилегающего грунта, а затем образуется грязевая волна. Прорыв характеризуется интенсивным процессом накопления воды, в то же время породы разрушаются, возникает предел и происходит прорыв водохранилища (озеро, интралезивная емкость, резервуар). Масса грязи падает по склону или русло реки. В оползне-оползне разрушается масса водонасыщенных пород (включая снег и лед). Насыщение потока в этом случае близко к максимуму. В последние годы к естественным причинам образования селей, антропогенным факторам, нарушению правил и норм горнодобывающих предприятий, взрывам в прокладке дорог и строительству других сооружений, вырубке лесов, ненадлежащим сельскохозяйственным работам и нарушению почвы Крышка была добавлена.

Таблица 7 – Классификация селей на основе первопричин возникновения

Типы	Первопричины	Распространение и зарождение
Дождевой	Ливни, затяжные дожди	Самый массовый на Земле тип селей образуется в результате размыва склонов и появления оползней
Снеговой	Интенсивное снеготаяние	Происходит в горах Субарктики. Связано со срывом и переувлажнением снежных масс
Ледниковый	Интенсивное таяние снега и льда	В высокогорных районах. Зарождение связано с прорывом талых ледниковых вод
Вулканогенный	Извержения вулканов	В районах действующих вулканов. Самые крупные. Вследствие бурного снеготаяния и прорыва кратерных озер
Сейсмогенный	Сильные землетрясения	В районах высокой сейсмичности. Срыв грунтовых масс со склонов
Лимногенный	Образование озерных плотин	В высокогорных районах. Разрушение плотин
Антропогенный прямого воздействия	Скопление техногенных пород. Некачественные земляные плотины	На участках складирования отвалов. Размыв и сползание техногенных пород. Разрушение плотин
Антропогенный косвенного воздействия	Нарушение почвенно-растительного покрова	На участках сведения лесов, лугов. Размыв склонов и русел

На основе главных факторов возникновения сели классифицируются следующим образом: зонального проявления – главным фактором формирования являются климатические условия (осадки). Носят они зональный характер. Сход происходит систематически. Пути движения относительно постоянны; регионального проявления (главный фактор формирования – геологические процессы) [20]. Сход происходит эпизодически, и пути движения непостоянны; антропогенные – это результат хозяйственной деятельности человека. Классификация по мощности (по перенесенной твердой массе):

1. Мощные (сильной мощности), с выносом более 100 тыс. м<sup>3</sup> материалов. Бывают один раз в 5–10 лет.

2. Средней мощности, с выносом от 10 до 100 тыс. м<sup>3</sup> материалов.

Бывают один раз в 2–3 года.

3. Слабой мощности (маломощные), с выносом менее 10 тыс. м<sup>3</sup> материалов. Бывают ежегодно, иногда несколько раз в году.

Классификация селевых бассейнов по повторяемости селей характеризует интенсивность развития или его селеактивность. По частоте схода селей можно выделить три группы селевых бассейнов:

- высокой селевой активности (с повторяемостью один раз в 3–5 лет и чаще);

- средней селевой активности (с повторяемостью один раз в 6–15 лет);

- низкой селевой активности (с повторяемостью один раз в 16 лет и реже). Классифицируются сели также и по их воздействию на сооружения:

- Маломощный – небольшие размывы, частичная забивка отверстий водопропускных сооружений.

- Среднемощный – сильные размывы, полная забивка отверстий, повреждение и снос бесфундаментных строений.

- Мощный – большая разрушительная сила, снос мостовых ферм, разрушение опор мостов, каменных строений, дорог.

- Катастрофический – полное разрушение строений, участков дорог вместе с полотном и сооружениями, погребение сооружений под наносами.

### **3.3.2 Статистика опасных процессов и явлений в Кыргызстане**

Сели и паводки, связанные с ними затопления и береговая эрозия вызывают 31,3% всех регистрируемых чрезвычайных ситуаций. При этом наибольшее количество их отмечается в Джалал-Абадской (425), Ошской (261), Баткенской (291) области, в Таласской, Чуйской, Иссык-Кульской, Нарынской области они составляют от 4 до 82. [21].

В 2016 году 142 чрезвычайных ситуаций произошли из-за прохождения паводковых и селевых вод. Причинами в основном послужили ливневые осадки и обильное снеготаяние. Во всех областях республики было отмечено прохождение селевых потоков. Необходима большая концентрация внимания и финансовых средств на защиту от селей и паводков. Предупреждение георисков, является приоритетной задачей и имеет особое место в «Стратегии комплексной защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в Кыргызской Республике на период 2016-2030 гг. В статье Центрально-Азиатского института прикладных исследований Земли «О достоверности прогнозирования георисков в Кыргызстане» проведен анализ достоверности прогнозов ЧС, где рассматривались место, сила, время и частота подтверждения ожидавшихся проявлений опасных процессов и явлений. В МЧС КР в течение 2016 года осуществлялся комплексный мониторинг за ЧС. Статистика распределения георисков показывает, что от ЧС природного составляет около 60%, природно-техногенные и экологические около 40%. В 2016 году количество ЧС на территории Кыргызстана было выше среднестатистического показателя [23].

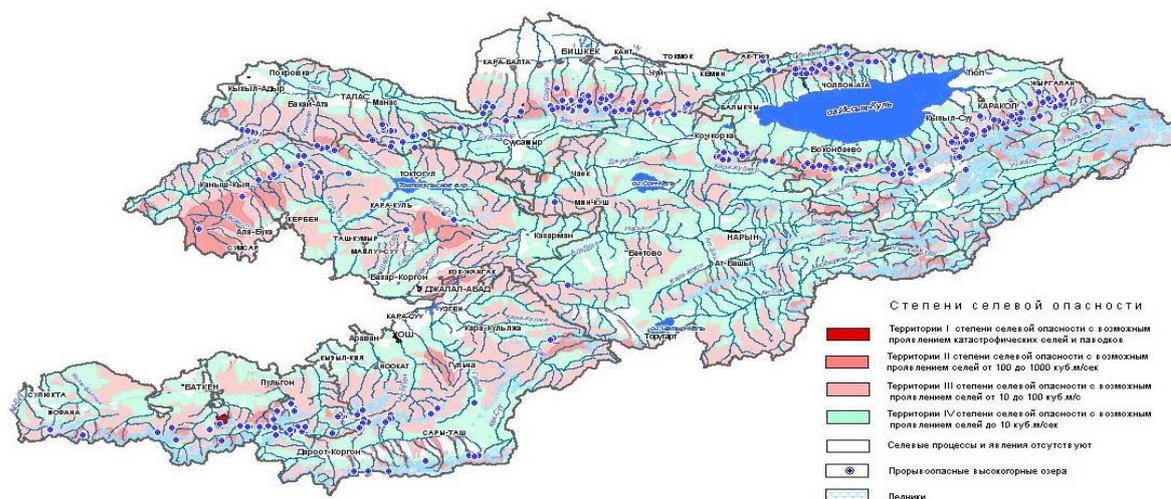


Рис. 6 – Карта-схема прогноза селевой опасности на территории Кыргызской Республики

### **3.3.3 Прогнозирование селевой опасности и прорыва высокогорных озер**

Территория Кыргызской Республики в значительной мере подвержена воздействию селевых и паводковых процессов. В среднем ежегодно в республике происходит около 70 чрезвычайных ситуаций, связанных с селями и паводками, что составляет до 29-30% всех чрезвычайных ситуаций. Селе-паводковым поражениям подвергаются населенные пункты (95% всех населенных пунктов республики находятся на берегах или конусах выноса рек или временных водотоков), транспортные коммуникации, сельхозугодия, гидротехнические, ирригационные сооружения и другие объекты. Большая часть рек Кыргызстана формируется в горах, получая основную часть питания за счет таяния ледников и снежников, в меньшей степени от атмосферных осадков и подземных вод.

Реки ледниково-снегового питания. К ним относится большинство рек в бассейнах р. Чу, оз. Иссык-Куль, р. Тарим, р. Кызыл-Суу (бассейн реки Аму-Дарья), р. Талас, верховье р. Нарын, реки Ферганской долины, стекающие с северных склонов Алайского и Туркестанского хребтов. Это реки высокогорья со средневысшей высотой водосборов более 2,7 км. Половодье на них охватывает теплую часть года с апреля по октябрь месяцы. Наибольшие расходы наблюдаются в июле-августе – период наибольшей интенсивности таяния ледников и высокогорных снегов. Реки снегово-ледникового питания. К ним относится большинство рек в бассейне р. Чаткал, р. Ат-Баши, р. Суусамыр, р. Кекемерен, в среднем течении р. Нарын (Алабуга), реки Ферганской долины, реки Тюп, Жыргалан в бассейне озера Иссык-Куль. Это реки среднегорья с взвешенной высотой водосборов 1,5-2,7 км. Половодье охватывает период с марта по сентябрь. Максимальные расходы наблюдаются в период интенсивного таяния в мае-июне, а иногда летом после выпадения интенсивных ливней. Реки снегового питания. К ним относятся реки Кек-Арт, Яссы, Чангет, Тентек-Сай, Зергер, Донгуз-Тоо

(среди рек Ферганской долины). Это реки низкогорья со средневзвешенной высотой водосборов до 1,5 км. Половодье начинается интенсивно в период весеннего снеготаяния с марта месяца. Наибольшие расходы наблюдаются в апреле-мае месяцах. Катастрофические паводки происходят при выпадении дождей в паводковый период [22].

Опасные явления на реках связаны с паводками различного происхождения, которые сопровождаются резким повышением уровня воды, приводят к наводнениям, усилению русловых и эрозионных процессов, селевым явлениям, В зимнее время на реках образуются забереги, ледостав, шуга, заторы, которые вызывают затопление прибрежных территорий. Снижение уровня воды в маловодные годы неблагоприятно сказывается на сельском хозяйстве и в гидроэнергетике. По данным Кыргызгидромета в период с октября по 31 декабря 2016 г. суммарное накопление осадков на большей части территории республики оказалось в пределах и больше нормы и составило 125-290%. Превысили прошлогодние значения осадки в бассейнах рек Чу, Нарын, Узан-Акмат Чичкан Кек-Арт Донгуз-Тоо и Кызыл-Суу (СарыТаш). Ледовые явление в виде заберегов и шуги будут происходить на реках Чуйского бассейна, Узун Акмат, Чычкан, Падыша Ата, Кегарт и в верховье реки Нарын, на реках Джыргалан, Талас (Ак Таш)– зажоры льда; - в феврале и на реках Чуйского бассейна – забереги и донный лед, на реках Джыргалан, Нарын, Узун Акмат, Чычкан и Падыша Ата – забереги, на реке Талас (Ак Таш);

Практически вся территория Кыргызской Республики является селеопасной – всего насчитывается 3103 селевых рек. Наибольшее их количество имеется в бассейнах р. Чу – 479, Талас – 254, Нарын – 789, Кара-Дарья – 666, озеро Иссык-Куль – 375.

Таблица 8 – Статистические данные о количестве произошедших чрезвычайных ситуаций природного, техногенного, экологического, биолого-

социального характера на территории Кыргызской Республики за период 1990-2016 гг.

Годы	Виды процессов															итого	
	сели и паводки	оползни	лавины	землетрясения	подтопление	ливневые дожди	Просадка, эрозия, оврагообразование	крупные пожары	инфекции	техногенные аварии и крупные ДТП	ураганный ветер	град	снегопад	каменные, обвалы	ледяной загор		прочие
1990	39	2	6	16	7	2	5	2	3	1	2	1	3	1		20	110
1991	32	2	2	11	5	1	5	1		2		1			10	72	
1992	3	4	2	10	7	4	2		1	1	2		1		9	46	
1993	61	3	2	3	1										1	71	
1994	81	100	7	9	4	6	9						1		9	226	
1995	16	15	47	7	1	1	3		1	1		1			2	95	
1996	52	32	44	24	10	3	7			1	1	1	1		7	183	
1997	53	17	6	15	9	5	8	1	1	2	2	1			27	147	
1998	36	21	3	7	10	7	5	3	3	4	3	2	1		11	118	
1999	35	25	13	13	10	6	4								20	126	
2000	21		10	14			2	14	23	2	12	7	1		35	141	
2001	9	5	4	21	7	23	9	24	29	15	20	8	2		16	192	
2002	95	19	12	14	20	3		14	13	17	12	15	3	2	2	241	
2003	43	47	25	11	5	9		6	7		2	1	8	2		166	
2004	46	53	23	16	4	2		17	12	10	9	2	2	4	1	201	
2005	45	31	21	21	4	11		16	2	15	5	3	2	5	1	182	
2006	33	13	30	12	8	13		21	16	22	6	1	8		2	185	
2007	70	5	14	18	4	3		42	14	26	5	3		5		209	
2008	83	2	25	44	26	1		38	24	26	34	1	5	2	1	312	
2009	93	13	35	22	1	7		10	7	15	14	3	4	2	1	227	
2010	131	40	63	22	12	3		50	7	61	36	1	11	1	1	439	
2011	61	12	22	31	3			73		15	24	1	4		10	257	
2012	217	17	98	13	10			34	21	3	18			4	8	5	449
2013	65	9	39	1				27	25	3	27	4	5	3	3	3	214
2014	42	3	52	1	5			17		12	14	6	11	4	7	3	177
2015	75	11	56	3	11			5	4	6	36	1	6	3		12	229
2016	142	17	21		3			8	3	5	21	6	6	11		5	248
<b>Всего</b>	<b>1679</b>	<b>518</b>	<b>682</b>	<b>379</b>	<b>187</b>	<b>110</b>	<b>59</b>	<b>423</b>	<b>216</b>	<b>269</b>	<b>305</b>	<b>50</b>	<b>99</b>	<b>55</b>	<b>28</b>	<b>204</b>	<b>5263</b>

### 3.4 Описание индивидуального средства обеззараживающего питьевую воду в экстренных ситуациях.

Индивидуальное средства обеззараживающее питьевую воду разработана для солдат МЧС а также для населения пострадавшего от селевого потока на Рис 8



Рис. 8 – Население пострадавшие от селевого потока

Сель — это внезапно формирующийся в руслах горных рек временный поток воды с большим содержанием камней, песка и других твердых материалов. Причиной возникновения селя является — непрерывные и интенсивные дожди, быстрое таяние ледников или снега. Сель может образоваться и от обрушения в руслах рек большого количества рыхлого грунта. В отличие от обычных потоков, сель движется, как правило, не непрерывно, а отдельными волнами. Одновременно выносятся сотни тонн, а иногда и миллионы кубических метров вязкой массы. При встрече с препятствиями сель переходит через них, продолжая наращивать свою энергию. Обладая большой массой и высокой скоростью передвижения, сели разрушают здания, дороги, гидротехнические и другие сооружения, выводят из строя линии связи и электропередачи, уничтожают сады, заливают пахотные земли, приводят к гибели людей и животных. Все это продолжается 1-3 часа.

При чрезвычайной ситуации природного характера население и солдаты прибывшие для эвакуации населения могут столкнуться такими проблемами как не хватка чистой питьевой воды. Все источники питьевой воды загрязняются питьевой воды может замедлить эвакуацию спасение людей, пострадавшие от чрезвычайной ситуации.

Задачей настоящего исследования является разработка компактного, эффективного индивидуального средства по обеззараживанию питьевой воды. Предлагается для решения этой задачи использовать малогабаритный электролизер получение гипохлорита натрия в комплекте с фильтровым устройством. При обеззараживании воды широко применяется электролизный гипохлорит натрия ( $\text{NaOCl}$ ). Гипохлорит натрия обладает сильнейшими бактерицидными свойствами: реагирует с белками и нуклеиновыми кислотами; а также сильнейшими окислительными свойствами: реагирует с железом, марганцем, сульфидами, бромидами, цианидами, с аммонием. Он способен очищать и обеззараживать практически любую воду и стоки в соответствии с установленными нормативами. Затраты на его производство и сам процесс обеззараживания достаточно низкие в сравнении с прочими известными методами. Вдобавок ко всему его производство экологически безопасно и безотходно [42].

Гипохлорит натрия получают методом электролиза солевого раствора под действием электрического тока в специальном аппарате - электролизере. Комплектация установки: электролизер получения  $\text{NaClO}$ , фильтр.

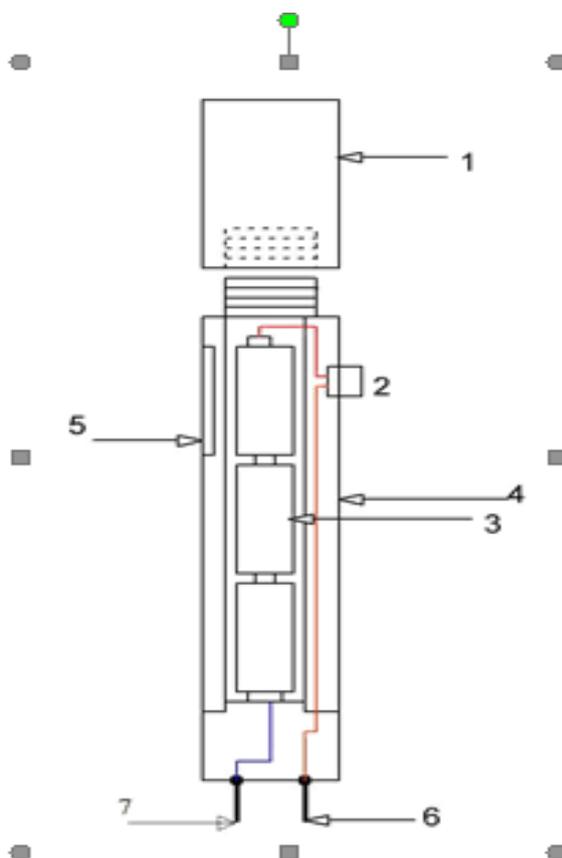


Рис. 9 – Гипохлорит натрия получают методом электролиза солевого раствора под действием электрического тока в специальном аппарате - электролизере

Устройство электролизное для обеззараживания воды гипохлоритом натрия выполнено в виде цилиндрического корпуса (4) из полимерных материалов (полипропилен, полиэтилен) в котором размещены источники питания (3), положительный электрод из графита с медно-рутениевым покрытием (6), отрицательный электрод из нержавеющей стали 10X18Н (7), на корпус навинчивается контейнер (1) с необходимым количеством хлористого натрия, рассчитанного на определенный объем обеззараживаемой воды. В комплект также входит фильтр для удаления взвесей и механических загрязнений. Принцип действия следующий: в емкость налить необходимый объем воды, растворить соль из контейнера, опустить в емкость устройство электролизное для получения гипохлорита и включить его кнопкой 2. Через указанное в паспорте время, питание отключить, дать отстояться,

профильтровать через второй фильтр. Вода будет гарантировано обеззаражена

## **4 Социальная ответственность**

В данном разделе рассматриваются вопросы охраны труда, техники безопасности, охраны окружающей среды, связанные получением в лабораторных условиях образцов средств для обеззараживания питьевой воды путем хлорирования, а также разрабатываются мероприятия по предотвращению воздействия на здоровье работников лаборатории опасных и вредных факторов и создание безопасных условий труда для обслуживающего персонала. Исследования и опыты проводились в основном в лабораториях одиннадцатого корпуса ТПУ.

### **4.1 Опасные производственные факторы**

К опасным производственным факторам относятся:

- возможность поражения электрическим током;
- травмирование падающими предметами;
- взрывы газа;
- нарушение безопасных приемов и методов работ;
- возможность получения тепловых ожогов;
- поражение химически токсичными, ядовитыми веществами.

Возможное воздействие опасных производственных факторов может быть обусловлено:

- нарушением герметичности производственного оборудования из-за коррозии, трещин, нарушений норм технологического режима, правил эксплуатации и ремонта;
- недостаточностью или некачественным исполнением мероприятий, обеспечивающих безопасность ремонтных работ;
- нарушением правил пользования СИЗ.

Мероприятия по охране труда при работе с химически токсичными, агрессивными веществами

Характеристика вредных веществ и первая помощь пострадавшим

К вредным производственным факторам, действующим на персонал, относятся используемые в производстве химические вещества и реагенты.

В результате электролиза раствора поваренной соли образуется раствор гипохлорита натрия с концентрацией 12г/л и выделяется газообразный водород. При нарушении технологического режима возможно протекание побочной реакции – образование газообразного хлора.

*Хлорид натрия NaCl.* Не является вредным, токсичным и опасным для человека веществом. Поваренную соль следует хранить на складах мокрого хранения. Допускается применение складов сухого хранения, при этом слой соли не должен превышать 2 м.

*Гипохлорит натрия NaClO.* Концентрированные растворы гипохлорита натрия (180 г/л) являются сильными окислителями, при попадании на кожу могут вызвать ожоги, а при попадании в глаза - слепоту. Раствор гипохлорита натрия низкой концентрации оказывает умеренно раздражающее действие на кожные покровы и слизистые оболочки. Кумулятивными, кожно-резорбтивными свойствами и сенсibiliзирующим действием не обладает; по уровню токсичности этот раствор относится к малоопасным веществам 4-го класса опасности.

При попадании гипохлорита натрия на кожные покровы необходимо обмыть их обильной струей воды в течение 10-12 минут. При попадании брызг продукта в глаза следует немедленно промыть их обильным количеством воды и направить пострадавшего в здравпункт организации или ближайшую поликлинику.

При нагревании выше 35<sup>0</sup>С гипохлорит натрия разлагается с образованием хлоратов и выделением хлора и кислорода. ПДК хлора в

воздухе рабочей зоны 1 мг/м<sup>3</sup>; в воздухе населенных мест 0,1 мг/м<sup>3</sup> максимальная разовая и 0,03 мг/м<sup>3</sup> среднесуточная.

При обработке питьевой воды остаточное содержание активного хлора допускается в пределах 0,3-0,5 мг/дм<sup>3</sup>. При этом доза активного хлора, вносимая в воду, может быть значительно выше и зависит от хлорпоглощаемости воды [47].

Гипохлорит натрия негорюч и невзрывоопасен. Однако концентрированный гипохлорит натрия в контакте с органическими горючими веществами (опилки, ветошь и др.) в процессе высыхания может вызвать их самовозгорание. При попадании на окрашенные предметы гипохлорит натрия всех марок может вызвать их обесцвечивание.

В случае загорания гипохлорита натрия следует тушить его водой, песком, углекислотными огнетушителями.

Разлившийся гипохлорит натрия необходимо смывать водой.

Гипохлорит натрия заливают в специальные гуммированные железнодорожные цистерны с верхним сливом, стальные гуммированные, полиэтиленовые или из стеклопластика контейнеры и полиэтиленовые бочки вместительностью 50-200 куб.дм.

Цистерны, контейнеры и бочки должны быть заполнены на 90% объема.

Гипохлорит натрия транспортируют железнодорожным и автомобильным транспортом в соответствии с правилами перевозок опасных грузов, действующими на данном виде транспорта. Гипохлорит натрия в цистерне транспортируют по железной дороге, в контейнерах и бочках - автомобильным транспортом.

Полиэтиленовые бочки с продуктом устанавливают в кузове автомобиля горловинами вверх, не более чем в два яруса, с перестиллом досок между ярусами и надежно закрепляют.

Гипохлорит натрия хранят в специальных или покрытых коррозионностойкими материалами емкостях, защищенных от солнечного света. Полиэтиленовые бочки с продуктом хранят в закрытых складских неотапливаемых помещениях.

*Водород  $H_2$*  – газ без цвета и запаха, самый легкий из всех известных газов и в 14,5 раз легче воздуха. Водород практически не растворяется в воде, растворах солей и растворителей.

Водород не обладает вредным действием на организм человека. Он не накапливается в производственных помещениях, имеющих вентиляционные шахты, и легко выходит в атмосферу.

Для безопасного ведения процесса электролиза необходимо предотвратить возможность образования и взрыва смесей водорода с хлором или воздухом. Смеси водорода с хлором, содержащие от 4 до 96% водорода, являются взрывоопасными. Взрыв может произойти при возникновении электрической искры, действии света, особенно в случае прямого освещения солнечным светом, при местном повышении температуры до 450 – 500°C.

Взрывоопасны также смеси водорода и воздуха, содержащие от 5 до 75% водорода. Поэтому не допускается значительный подсос воздуха в водородные коллекторы и скопление водорода в каких-либо непроветриваемых участках цеха. В цехе электролиза запрещены какие-либо работы с огнем и с инструментами, дающими при ударах искру. Перед пуском серии ванн необходимо продуть азотом электролизеры и коммуникации, так как в начальный период работы (в течение 10 – 15 мин.) выделяющийся водород смешивается с воздухом, заполняющим катодное пространство, вследствие чего могут образовываться взрывоопасные смеси.

*Хлор  $Cl_2$*  – газжелто-зеленого цвета с резким запахом.

Хлор является сильнотоксичным газом. Вдыхание в течение получаса воздуха с содержанием 0,003 – 0,005 мг/л хлора вызывает сильное раздражение верхних дыхательных путей и слизистых оболочек носа, горла,

глаз. При вдыхании в течение 30 – 60 мин воздуха с содержанием хлора 0,1 – 0,2 мг/л может наступить смерть. Допустимое содержание хлора в воздухе производственных помещений по санитарным нормам – не выше 0,001 мг/л.

При поражении хлором пострадавшего следует вынести на свежий воздух, расстегнуть одежду и обеспечить доступ воздуха, напоить молоком, при необходимости дать дышать кислородом. Искусственное дыхание делать нельзя. Хлор вызывает отек легких и при искусственном дыхании возможно поражение легочных тканей. После оказания первой помощи пострадавший должен быть доставлен в медпункт.

#### **4.2 Электробезопасность**

Электролитические ячейки относятся к электротехническим установкам до 1000В, поэтому на них распространяются и должны выполняться все требования и положения «Межотраслевых правил по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок».

В производственных помещениях должно быть предусмотрено ремонтное освещение 12В.

Характер и последствия поражения электрическим током зависят от величины, частоты и пути прохождения тока, времени его воздействия, сопротивления тела человека, внешней среды, индивидуальных свойств организма.

Основные причины электропоражений:

- случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- прикосновение к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением
- соприкосновение с полом, стенами и другими конструктивными деталями помещений, которые могут оказаться под напряжением;

– поражение через электрическую дугу при приближении к открытым токоведущим частям.

Воздействие тока на человека может быть очень сильным и нередко заканчивается смертельным исходом. Различают электрические удары, когда током поражается организм в целом, и электротравмы, при которых получают местные внешние поражения тела – ожоги, метки.

Ожоги можно получить как при непосредственном прохождении тока через тело, так и от искр, от вольтовой дуги при самых разнообразных условиях короткого замыкания. При этом ожог может ограничиться покраснением и образованием на коже пузырей, но иногда ожоги вызывают глубокие разрушения тканей и даже обугливание.

Своевременно оказанная помощь при поражении током позволяет сохранить жизнь пострадавшему. Помощь должна быть оказана немедленно, так малейшее промедление может привести к необратимым последствиям. Установлено, что помощь, оказанная в течение первой минуты, позволяет в 90 случаях из 100 спасти жизнь пострадавшему. При промедлении до 6 минут удастся спасти только 10 пострадавших из 100. поэтому на производстве все без исключения должны быть обучены способам оказания первой медицинской помощи при поражении электрическим током.

При оказании первой помощи пострадавшего необходимо оторвать от токоведущей части, одновременно защищая себя от опасности контакта с тоководами. Для этого следует одеть калоши или резиновые перчатки, встать на сухую деревянную доску, обернуть руку сухой одеждой и т.д. В первую очередь нужно отключить ток на той части участка, к которой прикасается пострадавший, и принять соответствующие меры, чтобы человек при этом не упал.

При сравнительно легких поражениях, если работа сердца и органов дыхания не нарушена, но человек потерял сознание, пострадавшего следует вынести на свежий воздух, расстегнуть одежду, стесняющую дыхание, дать

понюхать нашатырный спирт, растереть его тело и укрыть. Если дыхание очень редкое и судорожное или прекратилось (явление так называемой клинической смерти), то пострадавшего необходимо освободить от стесняющей его одежды, положить на спину или живот и применить искусственное дыхание.

При отсутствии признаков жизни - дыхания, сердцебиения, пульса – нельзя считать пострадавшего погибшим и прекращать оказание помощи до прибытия врача.

Основными мерами защиты человека от поражения электрическим током являются:

- правильное устройство и эксплуатация электрического оборудования и токоведущих частей;
- защита от прикосновения к токоведущим частям;
- защита от перехода напряжения на нетоковедущие части оборудования;
- наличие блокировочных и сигнальных устройств, предупредительных плакатов и надписей;
- применение индивидуальных защитных средств;
- правильное пользование испытанными и исправными защитными диэлектрическими средствами.

Чтобы предотвратить случайное соприкосновение, незащищенные токоведущие части располагают на недоступной высоте либо устраивают для них сплошные, сетчатые или дырочные ограждения.

Основными мерами предотвращения электротравм являются защита от прикосновения к находящимся под напряжением частям электрооборудования и применение защитного заземления. Прочие меры защиты от поражения электрическим током – защитное отключение, применение малых напряжений – имеют ограниченное применение.

Электробезопасность в соответствии с ГОСТ 12.1.019-79[44].

обеспечивается:

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Все электрооборудование должно быть заземлено. На время ревизий и ремонтов электрооборудование должно быть обесточено.

Запрещается обслуживание выпрямительного агрегата и электролизера без наличия на полу диэлектрических ковров. Переполюсовку электродов можно производить только при отключенном напряжении.

Запрещается прикасаться к электрическим проводам, открывать сборки, обслуживать оборудование при неисправностях розеток, пускателей, штепсельных вилок и другой арматуры.

При обнаружении дефектов в изоляции проводов, неисправностей пускателей, розеток и другой арматуры электрооборудования, а также нарушении заземления и ограждений, немедленно должны быть приняты меры по их устранению.

Чтобы предотвратить поражения током при напряжении постоянного тока до 500В, применяются индивидуальные средства защиты – резиновые перчатки и резиновые галоши.

Администрация проводит инструктаж и обучение персонала безопасным методам труда, выписывает соответствующий наряд по допуску к проведению работ.

#### **4.3 Мероприятия по обеспечению безопасности от механических повреждений**

Для безопасной эксплуатации химического оборудования большое значение имеет его механическая прочность.

Величину коэффициента запаса прочности выбирают на основе различных соображений, часто выходящих за пределы вопросов,

относящихся к курсу сопротивления материалов. При этом учитывают характер действующих усилий и напряжений (статическое, переменное, ударное, длительное), однородность строения и механические свойства материала, качество и состояние поверхности, особые условия (возможность аварийных последствий, безопасность людей) и др. По существу, этот коэффициент устанавливают исходя из опыта работы техники. Его значение колеблется в пределах от 1,3 до 6, иногда его принимают большим, например для канатов подъемных устройств.

Оборудование и аппаратуру необходимо конструировать так, чтобы вращающиеся или движущиеся детали были укрыты в корпусе и поэтому отпадала необходимость в находящихся снаружи съемных ограждениях.

Во время действия механизма ограждения должны быть на месте и надежно укреплены. Снимать ограждения можно только после полной остановки механизма, когда полностью исключена возможность приведения его в действие. Пускать механизм можно только после установки на месте всех ограждений. Несоблюдение этих простых требований может быть причиной тяжелых травм.

Крупногабаритные аппараты для безопасного обслуживания оборудуют стационарными площадками и лестницами. Нормативы, относящиеся к ограждению площадок и лестниц, определяются отраслевыми правилами проектирования.

#### **4.4 Мероприятия по борьбе с производственным шумом и вибрацией оборудования**

Шум и вибрация являются результатом колебания тел, передаваемого непосредственно или на расстояние другим объектам. Шум и вибрация различаются частотой колебаний в секунду. Если число колебаний в секунду не превышает 16, то они воспринимаются человеком как сотрясения и называются вибрацией. Частота колебаний от 16 до 20000 в секунду

воспринимается органами слуха как шум, колебания с частотой свыше этого предела не ощущаются человеком, и называются ультразвуками.

Вибрация вызывает так называемую вибрационную болезнь и особенно неблагоприятно действует на женский организм. Кроме того, вибрация приводит к преждевременному износу деталей, механизмов, может вызвать аварию, вредно действует на сердечно-сосудистую и нервную системы организма, вызывает снижение слуха и даже стойкую глухоту, является причиной снижения работоспособности, ослабления памяти, внимания, остроты зрения, что увеличивает возможность травматизма.

Определение степени воздействия шума на организм человека довольно сложно. Минимальная сила звука, которая воспринимается ухом человека, называется порогом слышимости. Силу звука, приводящую к болезненным ощущениям, называют болевым порогом. Между этими порогом лежит область слышимости. В пределах этой области силу звука измеряют децибелами (дБ). Если порог слышимости оценить в 0 дБ, то болевой порог характеризуется силой звука, равной 140 дБ.

Источниками шума в химической промышленности являются: компрессоры, насосы, движущиеся детали механизмов, вентиляционные системы и др., сила звука которых не превышает 70 дБ.

Прежде всего, стремятся устранить или уменьшить шум в источнике его образования.

В тех случаях, когда меры по уменьшению шума в источнике его образования исчерпаны, применяют меры снижения шума по пути его распространения. Агрегаты с повышенным уровнем шума и вибрации стараются размещать в отдельных изолированных помещениях. Стены покрывают звукопоглощающими материалами (акустической штукатуркой, перфорированными панелями, стекловолокном и др.).

В данном производстве источником шума и вибрации является только центробежный насос.

Мероприятия по обеспечению санитарно-гигиенических нормативов естественного и искусственного освещения

Рациональное освещение лабораторных и производственных помещений, а также заводской территории имеет большое гигиеническое значение. Правильное освещение облегчает труд и снижает опасность травматизма.

Одним из обязательных условий безаварийной работы на химических предприятиях является непрерывное наблюдение за показаниями контрольно-измерительных приборов, за механизмами и аппаратурой, трубопроводами, что неосуществимо без правильного освещения. Недостаточная и неправильная освещенность территории, дорог, установок, проходов к аппаратам и лестничным пролетам может привести к несчастным случаям.

Мероприятия по соблюдению норм на метеоусловия, по вентиляции и отоплению

Температура в помещении поддерживается за счет водяного отопления. Помещение снабжено вентиляцией.

Лаборатория относится к помещению без повышенного тепловыделения, поэтому температура и относительная влажность должны быть:

в летний период:

$$t = 22 \div 22^{\circ} \text{C}, \quad \varphi = 30 \div 60\%$$

в зимний период:

$$t = 22 \div 22^{\circ} \text{C}, \quad \varphi = 30 \div 60\%$$

Сущность процесса вентиляции заключается в том, что из производственных и лабораторных помещений непрерывно удаляется загрязненный воздух и одновременно подается свежий воздух в таких количествах, чтобы концентрация вредных веществ в воздухе была ниже

предельно допустимых, а температура, влажность и подвижность воздуха соответствовали санитарным нормам.

Вентиляционные системы разделяют на вытяжные, предназначенные только для удаления загрязненного воздуха из помещения, приточные, служащие для подачи свежего воздуха в помещение, и приточно-вытяжные, при помощи которых в помещение подается свежий и одновременно из него удаляется загрязненный воздух.

В помещениях электролизных установок должна быть предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с местными отсосами от электролизеров.

В зависимости от способа организации воздухообмена вентиляционная система может быть общеобменной или местной. Общеобменная вентиляция предназначена для создания воздухообмена во всем объеме помещения. Местная вытяжная вентиляция удаляет катодные газы из электролизеров, а местная приточная вентиляция подает свежий воздух на рабочие места в зону дыхания работающих или создает воздушные завесы, преграждающие доступ загрязненного или нагретого воздуха.

Механическая вентиляция имеет большие преимущества по сравнению с естественной. При механической вентиляции можно удалять вредные выделения из мест их непосредственного образования и подавать свежий воздух из точек, где он наиболее чист, пропуская его в случае необходимости через фильтры. В зимних условиях при большом воздухообмене в помещении могут создаваться низкие температуры от холодного поступающего воздуха. Для предотвращения неблагоприятных температурных условий в систему вентиляции включаются устройства для подогрева подаваемого воздуха – калориферы, что нельзя сделать при естественной вентиляции.

Для расчета вентиляции необходимо знать скорость отсасывания воздуха в рабочем проеме, диаметр проема, коэффициент подсоса.

Внутренний диаметр отверстия воздуховода равен 0,3 м. Скорость воздуха принимаем 1,5 м/с, объем всасываемого воздуха определим по формуле:

$$V_{\text{в}} = \omega \times F_{\text{р}} \times 3600 \times K \quad (0.0)$$

Где:  $\omega$  – скорость воздуха, м/с;

$F_{\text{р}}$  – рабочая площадь проема, м<sup>2</sup>;

$K$  – коэффициент подсоса.

$$F_{\text{р}} = \pi \times d^2 / 4 = 3,14 \times 0,32^2 / 4 = 0,07 \text{ м}^2, \quad (0.0)$$

$$V_{\text{в}} = 1,5 \times 0,07 \times 3600 \times 2 = 763,02 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Общеобменную вентиляцию выбирают согласно СНиП-3375 для вредных производств [26]. Так как в процессе электролиза раствора хлорида натрия возможно образование вредных и взрывоопасных газообразных смесей, кратность воздухообмена принимаем равной 7. Тогда расход воздуха на вентиляцию будет равен:

$$V = n \times V_{\text{в}}, \quad (0.0)$$

где  $n$  – кратность воздухообмена.

$$V = 763,02 \times 7 = 5341 \text{ м}^3/\text{ч} = 1,5 \text{ м}^3/\text{с}.$$

#### **4.5 Мероприятия по пожарной безопасности**

Пожарная профилактика представляет собой единый комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на предупреждение и локализацию пожаров и взрывов. К этим мероприятиям относятся:

- меры пожарной безопасности, предусматриваемые при проектировании и строительстве предприятия;
- меры пожарной безопасности, принимаемые при проведении технологического процесса, т.е. в период эксплуатации.

При разработке действенных методов предупреждения и ликвидации пожаров и взрывов используют общие теоретические положения о горении и взрывах, а также данные, полученные при изучении причин пожаров и

взрывов на производстве. Исследованиями установлено, что основными и наиболее частыми причинами возгораний, пожаров и взрывов на предприятиях химической промышленности являются:

- нарушение элементарных правил пожарной безопасности;
- нарушение режима технологических процессов;
- неисправность электрооборудования, электросетей;
- нарушение электротехнических правил;
- самовозгорание, статическое электричество, грозовые разряды и др.

Возможность возникновения пожаров в зданиях и сооружениях и особенно распространение огня в них в значительной мере зависит от того, из каких конструкций и материалов они выполнены, каковы размеры зданий и их планировка.

При определении степени огнестойкости здания и его элементов, а также при планировке зданий учитывают вероятность возникновения и распространения пожара или взрыва, размеры и характер последствий аварий.

Все категорирование основано согласно норм Федерального закона от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (не распространяется на взрывчатые вещества) [27]. Согласно этому документу все помещения и здания делятся на 5 категорий. Категории А и Б – взрывопожароопасные помещения, категории В, Г и Д – пожароопасные помещения.

Помещение предлагаемого нами участка должно быть отнесено к категории Б. Смазочные масла и органические жидкости должны храниться в специальных стальных шкафах, ящиках и в таре (бидоны, канистры).

Общими мерами по обеспечению пожаробезопасности при проведении технологических процессов являются:

- замена опасных технологических операций менее опасными;

- изолированное расположение опасных технологических установок и оборудования;

- уменьшение количеств находящихся в производственных помещениях горючих и взрывоопасных веществ;

- предотвращение возможности образования горючих смесей в аппаратах, газопроводах, вентиляционных системах и др.;

- механизация, автоматизация и непрерывность производства;

- герметизация оборудования, мест соединений коммуникаций и аппаратуры, мест загрузки и выгрузки технологических аппаратов;

- строгое соблюдение стандартов и точное выполнение установленного технологического режима;

- предотвращение возможности появления в опасных местах источников зажигания;

- предотвращение распространения пожаров и взрывов.

Выбор тех или иных способов и средств тушения пожаров, а, следовательно, огнетушащих веществ и их носителей определяется в каждом конкретном случае в зависимости от стадии развития пожара, масштабов загорания, особенностей горения веществ и материалов.

В лаборатории должны иметься пожарные краны, химические пены, а также порошковые огнетушители, кошма, песок для гашения огня на электрооборудовании, а также иметься противопожарный инвентарь: ведра, багры, ломы, крючья, топоры и т.п., установленные на щитах согласно норма противопожарной охраны. Запрещается пользоваться противопожарным инвентарем для других целей.

В помещении лаборатории предусмотрено наличие пожарной сигнализации и огнетушителей типа ОП-5, ОУ-5 по месту, для тушения электрооборудования. Имеется пожарный щит, ящик с песком и система пожарного водоснабжения.

Особое внимание необходимо уделять эвакуации людей из помещений. Эвакуация поводится по заранее спланированным путям, которые стараются сделать минимальными для прохождения людьми до безопасного места. Схемы эвакуации расположены в доступных для взгляда человека местах. Все люди, находящиеся в здании должны строго соблюдать эти разработанные инструкции для того, чтобы во время экстренной ситуации не произошло давки, травм, повреждений.

В случае возникновения пожара в проектируемом цехе необходимо немедленно отключить подачу горючих реагентов, электрический ток, охладить место возгорания струей огнетушителя. Необходимо предусмотреть автоматическое отключение подачи компонентов и остановку системы по аварийному режиму.

При возникновении пожара персонал лаборатории обязан вызвать пожарную команду, сообщить руководству и принять меры к ликвидации пожара в соответствии с «инструкцией о мерах пожарной безопасности химического цеха».

Защита атмосферного воздуха.

Воздух вентиляционных систем помещений подается на очистку в комплекс газоочистных сооружений.

Технологические выбросы газа проходят очистку от пыли на металлокерамических фильтрах и далее подаются на очистку в комплекс газоочистных сооружений.

#### **4.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.

Охрана труда – система обеспечения безопасности жизнедеятельности и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включая правовые,

социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические и иные мероприятия. Конституция России, основы законодательства РФ об охране труда [30], устанавливают гарантии осуществления права, трудящихся на охрану труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников.

Забота о создании безопасных и здоровых условий труда и его профсоюзов всегда находилась и находится в центре внимания правительства России.

Ниже приведены статьи из Конституции России, Трудового кодекса, Основ законодательства РФ об охране труда, подтверждающие права на охрану труда [30].

**Из Конституции РФ:**

*Статья 14.*.....Лицам, занятым на производстве, основанном на любых формах собственности, законом гарантируется справедливые условия найма, увольнения, оплаты и охраны труда.

*Статья 21.* Государство заботится об улучшении условий и охране труда, его научной организации, о сокращении, а в дальнейшем и полном вытеснении тяжелого физического труда на основе комплексной механизации и автоматизации производственных процессов во всех отраслях народного хозяйства.

*Статья 53.* ....Каждый имеет право на условия труда, отвечающие требованиям...

*Статья 54.* Каждый работник имеет право на отдых. Работающим по найму гарантируется установленные законом продолжительность рабочего времени, еженедельные выходные дни, оплачиваемый ежегодный отпуск, сокращенный рабочий день для ряда профессий и работ.

*Статья 55.* Каждый гражданин Российской Федерации имеет право на бесплатную медицинскую помощь в государственной системе здравоохранения.

*Статья 56.* Каждый имеет право на социальное обеспечение по возрасту, в случае утраты трудоспособности, потери кормильца и в иных установленных законом случаях.

*Статья 67.* Каждый имеет право на возмещение государством всякого вреда, причиненного незаконными действиями государственных органов и должностных лиц при исполнении служебных обязанностей.

### **Из Трудового кодекса РФ:**

Статья 139. Обеспечение здоровых и безопасных условий труда.

На всех предприятиях, в учреждениях, организациях создаются здоровые и безопасные условия труда.

Статья 140. Соблюдение требований охраны труда при строительстве и эксплуатации производственных зданий, сооружений и оборудования.

Производственные здания, сооружения, оборудование, технологические процессы должны отвечать требованиям, обеспечивающим здоровые и безопасные условия труда.

Статья 141. Запрещение ввода в эксплуатацию предприятий, не отвечающих требованиям охраны труда.

Ни одно предприятие, цех, участок, производство не могут быть приняты и введены в эксплуатацию, если на них не обеспечены здоровье и безопасные условия труда...

Статья 143. Правила по охране труда, обязательные для администрации.

Администрация предприятий, учреждений, обязана обеспечивать надлежащее техническое оборудование всех рабочих мест и создавать на них условия работы, соответствующие единым межотраслевым и отраслевым

правилам по охране труда, санитарным правилам и нормам, разрабатываемым и утверждаемым в порядке, установленном законодательством...

**Из закона РФ "Основы законодательства РФ об охране труда":**

Статья 3. Основные принципы государственной политики в области охраны труда.

Основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются:

Признание и обеспечение приоритета жизни и здоровья работников по отношению к результатам производственной деятельности предприятия.

*Статья 4. Право работника на охрану труда...* Каждый работник имеет право на охрану труда, в том числе...

*Статья 5. Гарантия права работника на охрану труда* Государство в лице органов законодательной, исполнительной и судебной власти гарантирует право на охрану труда работникам.

*Статья 9. Обязанности работодателя по обеспечению охраны труда на предприятии.* Работодатель обязан обеспечить безопасность работника при эксплуатации... оборудования...

*Статья 20. Ответственность предприятия за невыполнение требований по созданию здоровых и безопасных условий труда.* Должностные лица, виновные в нарушении законодательства о труде и правил охраны труда, в невыполнении обязательств, включенных в коллективный договор и соглашение по охране труда, или в воспрепятствии деятельности профессиональных союзов, несут ответственность в порядке, установленном законодательством России.

## 5. Финансовый менеджмент ресурс эффективность и Ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности (потенциала) разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью данного раздела является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Сегментирования рынка услуг, заинтересованных организации в результатах обеззараживания питьевой воды в экстренных ситуациях, можно выполнить по следующим критериям:

Результатом сегментирования должно быть: определение основных сегментов данного рынка выбор сегмента, на котором намерено ориентироваться промышленное предприятие; выявление сегментов рынка, привлекательных для организации в будущем.

Таблица 11 – Карта сегментирования рынка услуг, заинтересованных организации в результатах разработки индивидуального средства[31].

Предназначение результатов исследования	Вид деятельности организации		
	МЧС	Очистные сооружения, водоканалы	Научно-исследовательские организации и институты
Солдатам МЧС	1	3	2
Населению пострадавшего от ЧС	2	2	1
Спасателям в экстренных ситуациях	1	3	2

*1 – «Департамент мониторинга и прогнозирования ЧС», 2 – «Департамент по предупреждению и ликвидации последствий ЧС», 3 – «Центрально - Азиатском Институте прикладных Исследований воды».*

В результате селевых процессов происходят гибель людей и животных, разрушения зданий и других сооружений, скрывание толщами пород населенных пунктов, объектов экономики, сельскохозяйственных и лесных угодий, перекрытие русел рек и путепроводов, изменение ландшафта. Эти явления угрожают безопасности железнодорожных поездов и другого наземного транспорта в горной местности, разрушают и повреждают опоры мостов, рельсовые пути, покрытия автомобильных дорог, линии электропередачи, связи, газо- и нефтепроводы, гидроэлектростанции, рудники и другие промышленные предприятия и горные селения.

Исследование факторов активизации оползневых процессов проводится в целях минимизации возможных негативных последствий, а также в целях обеспечения безопасности населения и заблаговременного предупреждения и ликвидации риска.

Как видно из карты сегментирования, исследование факторов активизации селевых процессов не имеет конкурентов на сегментах, где заказчиками является подведомственные подразделения МЧС, научно-исследовательские организации и институты, поэтому он является наиболее перспективным и актуальным исследованием.

### **5.1 Анализ конкурентных технических решений**

Проведем данный анализ с помощью оценочной карты, приведенной ниже.

Таблица номер 12 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок) [28]

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	К1	К2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Обеспечение чистой питьевой водой.	0,2	5	3	4	1	0,3	0,4
2. Удобства и надежность.	0,1	5	3	2	1	0,45	0,3
3. Эффективность быстрого обеззараживания воды.	0,15	4	2	3	0,6	0,3	0,45
4. Низкая себестоимость.	0,1	4	5	2	0,4	0,6	0,3
5. Жизнеобеспечение населения при ЧС	0,15	4	3	4	0,6	0,5	0,7
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0,1	4	3	2	0,4	0,3	0,2
2. Цена	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
3. Предполагаемый срок действия	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
Итого	1	36	25	25	5	3,15	3,15

Где сокращения: Бф- экспертный метод; Бк1 – статистический метод; Бк2- аналитический метод.

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^n V_i B_i \quad (0)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки;

$V_i$  – вес показателя, в долях единицы;

$B_i$  – балл i-го показателя.

Экспертный метод основывается на обработке мнений предпринимателей или специалистов с опытом в данной области знаний. Опираясь на полученные данные, следует сказать, что преимущество данного метода оценки риска заключается в возможности его применения для неповторяющихся событий и в условиях недостаточного количества статистических данных, требующихся для выявления вероятностей. Так как

этот метод затрачивает минимум времени на свою реализацию, он является основным для российских компаний.

При сравнении с методами измерения метод является более точным и экономичным в эксплуатации и может заменить на рынке уже существующие аналогии.

## **5.2 FAST-анализ**

FAST-анализ выступает как синоним функционально-стоимостного анализа. Суть этого метода базируется на том, что затраты, связанные с созданием и использованием любого объекта, выполняющего заданные функции, состоят из необходимых для его изготовления и эксплуатации и дополнительных, функционально неоправданных, излишних затрат, которые возникают из-за введения ненужных функций, не имеющих прямого отношения к назначению объекта, или связаны с несовершенством конструкции, технологических процессов, применяемых материалов, методов организации труда и т.д.

Проведение FAST-анализа предполагает несколько стадий:

1. Выбор объекта FAST-анализа;
2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом;
3. Определение значимости выполняемых функций объектом;
4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования;
5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ;
6. Оптимизация функций, выполняемых объектом.

Выбор объекта FAST-анализа, в рамках магистерской диссертации в качестве объекта FAST-анализа выступает разработка индивидуального средства для обеззараживания питьевой воды.

Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом, индивидуальное средство для обеззараживания питьевой воды состоит из нескольких частей т е корпус, батарейки, электроды положительные отрицательные, включатель и в комплекте идет фильтр с натрий хлором. Прибор предназначен для обеззараживания определенной объём питьевой воды в экстренных ситуациях для солдат МЧС, а также населению пострадавшего от селевого потока. Все детали прибора приведены в таблице 2

Таблицы 13 – Классификация функций, выполняемых объектом исследования [43]

Наименование детали узла процесса	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Ранг функции		
			Главная	Основная	Вспомогательная
NaCl	1	Натрий хлор играет роль при очистке воды	X		
Электролизёр	1	Обеззараживает определенный объём воды		X	
Фильтр	1	Очищает воду от крупных вывески			X
Батарейки	2	Снабжает энергией при очистке воды электролизером	X		

В таблице приведены все детали, узлы, процессы, используемые внутри предмета с описанием функций и их рангов. В дальнейшем данная классификация будет использоваться при оптимизации объекта исследования. Так как для повышения эффективности этого процесса путем снижения стоимости объекта и сохранения требуемого от него пользователем качества, необходимо, в первую очередь, обращать внимание на вспомогательные функции, экономия на которых не сильно отразится на функционале объекта научного исследования.

Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования заключается в том, что с помощью специальных методов оценить уровень затрат на выполнение каждой функции. Сделать это возможно с помощью применения нормативного метода. Расчет стоимости функций приведен в таблице 5.

Таблица 14 – Определение стоимости функций, выполняемых объектом исследования

Наименование Деталей, узла Процесса	Количество	Выполняемая функция	Норма расхода мг	Стоимость материала	Заработная плата	Себестоимость
NaCl		Натрий хлор играет роль при очистке воды	4мг на литр воды	78 руб		89 руб
Электролизёр		Обеззараживает определенный объём воды		450 руб		1200 руб
Фильтр		Очищает воду от крупных вывеси		200 руб		300 руб
Батарейки		Снабжает энергией при очистке воды электролизером		150 руб		250 руб
Итого						
						2717

Суммирование затрат по каждой функции определяется общая стоимость каждой из них. Данная информация используется для построения функционально-стоимостной диаграммы.

FAST-анализа высокотехнологической и ресурсоэффективной разработки должно быть снижение затрат на единицу полезного эффекта, достигаемое путем:

- сокращения затрат при одновременном повышении потребительских свойств объекта;
- повышения качества при сохранении уровня затрат;
- уменьшения затрат при сохранении уровня качества;
- сокращения затрат при обоснованном снижении технических параметров до их функционально необходимого уровня;
- повышения качества при некотором, экономически оправданном увеличении затрат.

### **5.3 Диаграмма Исикава**

Диаграмма причины-следствия Исикавы (Cause-and-Effect-Diagram) – это графический метод анализа и формирования причинно-следственных связей, инструментальное средство для систематического определения причин проблемы и последующего графического представления.

Построение диаграммы было начато с формулировки проблемной темы (области), которая в последствии являлась объектом анализа и была нанесена на центральную горизонтальную стрелку диаграммы. Данная проблемная тема (область) стала недостаточная помехоустойчивость проектируемого автономного средства измерения контролируемых параметров водных объектов.

Затем были выявлены факторы/группы факторов, влияющие на объект анализа. Для выявления таких факторов использовался прием 6М:

- персонал (Manpower);
- оборудование (Machine);
- сырье, материалы, комплектующие (Material);
- технология проведения работ (Method);

- средства измерения и методы контроля (Measurement);
- производственная среда (Media).

Выявленные факторы были подведены к стрелкам диаграммы первого уровня. Далее к каждой стрелке подводятся стрелки второго уровня, к которым, в свою очередь, подводятся стрелки третьего уровня и т. д. до тех пор, пока на диаграмму не будут нанесены все стрелки, обозначающие факторы, оказывающие заметное влияние на объект анализа. Каждый фактор более низкого уровня будет являться следствием по отношению к причине более высокого уровня. Результат построения диаграммы приведен на рис. 11.

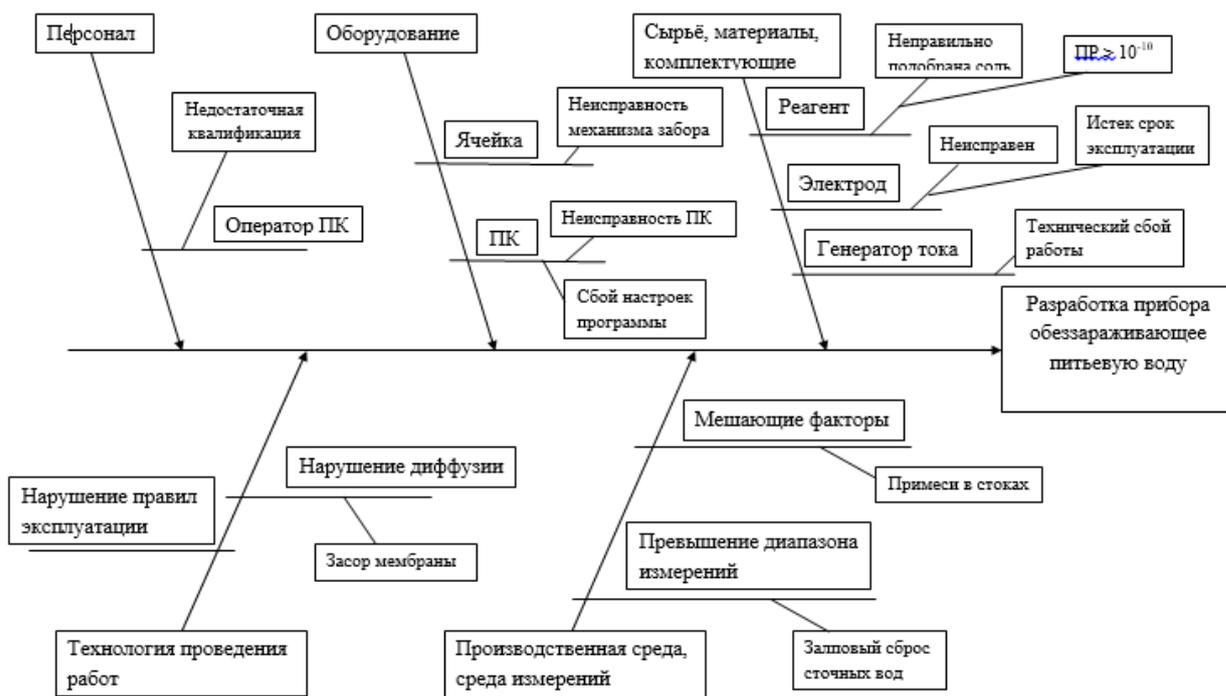


Рисунок 11 – Диаграмма Исикава [29]

#### 5.4 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ научно-

исследовательского проекта. Его применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Все результаты отображены в SWOT-анализ (Таблица 15).

Таблица 15 – SWOT-анализ [28]

	<p><b>Сильные стороны:</b>  С1. Более низкая цена  С2. Простота эксплуатации  С3. Уменьшение расходов</p>	<p><b>Слабые стороны:</b>  Сл1. Новая технология не все слабости учтены  Сл2. Срок эксплуатации  Сл3. Надежность конструкции</p>
<p><b>Возможности:</b>  В1. Очистка воды любого качества  В2. Работоспособность в любую погоду  В3. Широкий спектр контролируемых показателей  В4. Появление дополнительного спроса на новый продукт  В5. Импортозамещение</p>	<p>Разрабатываемый прототип осуществляет измерения контролируемых показателей в автономном режиме, что позволяет реализовывать мониторинг труднодоступных объектов, непрерывный контроль широкого спектра показателей и при этом быстрый результат обеспечивает значительное повышение производительности труда, также простота использования и возможность экономить на материалах обеспечивают спрос на данный продукт и реализацию импортозамещения.</p>	<p>Недостаточность блока питания и надежность конструкции могут в будущем снизить интерес потребителей к данной разработке, а непродолжительный срок использования ячейки не позволит заместить существующие аналоги.</p>

<p><b>Угрозы:</b>  У1. Отсутствие спроса на новые технологии мониторинга  У2. Высокая конкуренция  У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p>	<p>Реализации проекта в установленные сроки могут помешать дополнительные или новые требования государственных органов надзора и контроля к процедуре сертификации. Паспортизации и поверке нового продукта, работающего непрерывно и автономно.</p>	<p>Недостаточность блока питания и прочность корпуса могут помешать реализации проекта на рынке, из-за существующих проверенных и более надежных аналогов.</p>
--	--	--

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие выявит степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа была построена интерактивная матрица проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Данное соответствие или несоответствие помогут выявить потребность в проведении стратегических изменений. Для этого построим интерактивные матрицы проекта.

Таблица 16 – Интерактивная матрица проекта 1 [29]

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
	B <sub>1</sub>	+	+	+
	B <sub>2</sub>	+	0	+
	B <sub>3</sub>	+	0	+
	B <sub>4</sub>	0	0	+

	B5	0	+	+
--	----	---	---	---

Анализ таблицы 16 (Сильные стороны проекта и возможности):

Таблица 17 – Интерактивная матрица проекта 2

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл <sub>1</sub>	Сл <sub>2</sub>	Сл <sub>3</sub>
	B <sub>1</sub>	-	-	-
	B <sub>2</sub>	0	0	0
	B <sub>3</sub>	-	+	0
	B <sub>4</sub>	-	+	+
	B <sub>5</sub>	-	+	-

Анализ таблицы 17. (Слабые стороны проекта и возможности):

Таблица 18. – Интерактивная матрица проекта 3

Сильные стороны проекта				
Угрозы проекта		С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>	С <sub>3</sub>
	У <sub>1</sub>	0	0	0
	У <sub>2</sub>	+	+	+
	У <sub>3</sub>	+	+	0

Анализ таблицы 18. (Сильные стороны проекта и угрозы):

Таблица 19 – Интерактивная матрица проекта 4

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл <sub>1</sub>	Сл <sub>2</sub>	Сл <sub>3</sub>
	У <sub>1</sub>	0	0	+
	У <sub>2</sub>	+	0	0
	У <sub>3</sub>	+	-	0

Анализ таблицы 19. (Слабые стороны проекта и угрозы):

После проведенного SWOT-анализа можно сделать вывод, что данная технология имеет преимущества по сравнению с имеющимися разработками^ снижение техногенной нагрузки, более долгое использование. Данная технология имеет низкую стоимость, по сравнению с существующими технологиями, что будет способствовать более рациональному использованию средств.

## 5.5 Инициация проекта

Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта.

В таблице 32 приведена информация о заинтересованных сторонах проекта.

Таблица 20 – Заинтересованные стороны проекта [34]

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Лаборатория неразрушающего контроля ИНК НИИ ТПУ	Разработка и использование новой технологии, которая позволит обеззараживать определенный объем воды в экстренных условиях.
Руководитель	
Исполнитель	
МЧС КР	

В таблице 20 представлена информация об иерархии целей проекта и Критериях достижения целей. Цели проекта должны включать цели в области

Ресурс эффективности и ресурсосбережения.

Таблица 21– Цели и результат проекта

Цели проекта:	Разработка индивидуальных средств для обеззараживания питьевой воды в чрезвычайных ситуациях для солдат МЧС КР
Ожидаемые	Разработать принципиальную технологическую
Результаты проекта:	Схему обезвреживания питьевой воды.
Научная новизна	Обезвреживания определенный объем питьевой воды с помощью гипохлорита натрия, получаемого в замкнутом цикле.

Вывод: в разделе определены заинтересованные стороны проекта, в данном случае это лаборатория неразрушающего контроля ИНК НИИ ТПУ, МЧС КР также рассмотрены цели проекта и критерии их достижения.

### 5.6 Организационная структура проекта

На данном этапе работы решаются следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определена роль каждого участника в данном проекте, а также прописаны функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Эта информация представлена в таблице 34.

Таблица 22– Рабочая группа проекта

№ п/п	Роль в проекте	Функции	Трудо-затраты, час.
1	Руководитель проекта	Координация деятельности участников проекта	141.6
2	Исполнитель по проекту	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ технологического процесса с целью выявления вредностей и опасностей производства.</li> <li>– Выбор и описание технологической схемы.</li> <li>– Выполнение всех видов расчетов: аппаратных, материальных, экономических и т. п.</li> <li>– Разработка нестандартного оборудования и выбор стандартного.</li> <li>– Разработка графической части проекта.</li> </ul>	565.34
<b>ИТОГО</b>			706.94

Ожидаемая (наиболее вероятная) трудоемкость определяется по формуле:

$$t_{\text{ожид}} = (2t_{\text{max}} + 3t_{\text{min}})/5,$$

где  $t_{\text{ожид}}$  — наиболее вероятное время, в течение которого должна быть выполнена работа, чел-ч;

$t_{\text{max}}$  — максимальное время выполнения работы данного этапа при неблагоприятном стечении обстоятельств, чел-ч;

$t_{\text{min}}$  — минимальное время выполнения работы данного этапа при благоприятном стечении обстоятельств, чел-ч.

Трудоёмкость выполнения дипломной работы (темы) складывается из трудоёмкости отдельных этапов, которые в свою очередь определяются суммой трудоёмкости отдельных работ:

$$T_{\text{темы}} = \Sigma T_{\text{Э}i},$$

где  $T_{\text{Э}i}$  — трудоемкость каждого этапа, чел-ч.

Результаты расчета трудоемкости этапов и трудоемкости темы представлены в таблице 13.

Таблица 23 – Этапы выполнение дипломной работы

№ этапа	Наименование этапа	Трудоемкость темы		
		$t_{\text{min}}$ , чел-ч	$t_{\text{max}}$ , чел-ч	$t_{\text{ожид}}$ , чел-ч
1	Выдача задания	8	12	9.6
2	Изучение литературы	56	72	62.4
3	Знакомство с оборудованием	24	40	30.4
4	Освоение методики эксперимента	24	40	30.4
5	Определение оптимальных условий эксперимента	56	80	65.6
6	Определение эффективных концентраций стандартных веществ и исследуемых объектов	48	56	51.2
7	Проведение испытаний	48	72	57.6
8	Статистическая обработка данных	32	40	35.2
9	Выработка предложений с точки зрения	56	72	62.4

	метрологической аттестации			
10	Обсуждение результатов	8	10	8.8
11	Выводы по работе	24	30	26.4
12	Оформление графического материала	40	48	43.2
13	Оформление пояснительной записки	72	96	81.6
14	Подготовка к защите	8	12	9.6
15	Защита	0.5	0.6	0.54
Итого:				574.94

На основании таблицы 23 установлено:

Трудоёмкость работ дипломника:  $T_{р.дипл.}=565.34$

Трудоёмкость работ руководителя:  $T_{р.рук.}=141.6$

Общая трудоёмкость дипломной работы составляет:

$$T_{р.дип.р.}=T_{р.дипл.}+T_{р.рук.}$$

$$T_{р.дип.р.}=706.94$$

Вывод: В разделе определены состав рабочей группы данного проекта, роль каждого участника, выполняемые функции, а также рассчитаны их трудозатраты в проекте.

### **5.7 Планирование управления научно-техническим проектом**

*Матрица ответственности.* Для распределения ответственности между участниками проекта формируется матрица ответственности (таблица 35). Степень участия в проекте может характеризоваться следующим образом: Ответственный (О)–

лицо, отвечающее за реализацию этапа проекта и контролирующее его ход.

Исполнитель (И) – лицо (лица), выполняющие работы в рамках этапа проекта. Утверждающее лицо (У) – лицо, осуществляющее утверждения результатов этапа проекта (если этап предусматривает утверждение).

Согласующее лицо (С) – лицо, осуществляющее анализ результатов проекта и участвующее в принятии решения о соответствии результатов этапа требованиям.

Таблица 24 – Матрица ответственности[40]

Этапы проекта	Руководитель	Исполнитель
Разработка и согласование технического задания	+	+
Изучение литературы		+
Изучение МЧС КР	+	+
Изучение имеющейся индивидуальных средств для обеззараживания питьевой воды.	+	+
Обзор НТД	+	+
Расчеты	+	+

Продолжение Таблицы – 24

Расчеты получения гипохлорита натрия	+	+
Разработка новой технологии (технологической схемы Обезвреживания)	+	+
Результаты исследования (расчеты экономической эффективности, социальная ответственность)		+
Написание статей и отчетов		+
Оформление отчета		+

Врамках планирования научного проекта необходимо построить календарный план проекта. Для этого построим диаграмму Ганта.

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в виде таблицы 36 с разбивкой по месяцам и неделям за период времени выполнения научного проекта.



Таблица 25 – Линейный график работ

№	Вид работ	Исполнители	Тк, кал, дн.	Продолжительность выполнения работ																			
				январь			февраль				март				апрель				май				
				2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Разработка индивидуальных средств	Р	2																				
2	Изучение и анализ литературы	М	15																				
3	Проведение консультаций	Р	7																				
4	Изучение существующих индивидуальных средств	М	7																				
5	Анализ полученной информации.	М	14																				
6	Предварительные мероприятия, позволяющие провести анализ опасностей	М	21																				



## 5.8 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета технологической схемы обеззараживание питьевой воды с целью улучшение технологии необходимо провести полную оценку всех расходов, необходимых для ее выполнения. Расходы группируются по следующим статьям:

1. расходы на сырье, материалы, покупные изделия;
2. расходы на специальное оборудование;
3. основная заработная плата;
4. дополнительная заработная плата;
5. отчисления в социальные фонды;
7. накладные расходы.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (4)$$

Где:  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 26 – Материальный затраты [38]

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Z <sub>м</sub> ), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага	лист	120	110	110	2	2	1	276	253	126,5

Продолжение Таблицы – 26

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Картридж для принтера	шт.	1	1	1	700	700	700	805	805	805
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	120	120	120	138	138	138
Ручка	шт.	1	1	1	15	15	15	22,5	22,5	22,5
Тетрадь	шт.	1	1	1	12	12	12	13,8	13,8	13,8
Итого:								32305	32282	32155

Вывод: общая сумма материального затрата составило 32155руб

Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Таблица 27 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Статья затрат	Кол-во	Стоимость единицы, руб.	Суточные затраты, руб.	Годовые затраты, руб.
Сырье				
Поваренная соль , кг	19,8	10	198	1980
Вода, куб. м	0,73	21,84	15,94	7971
Электроэнергия, квт*ч/сутки	39	4,5	175	64057
Оборудование				
Электролизер получения гипохлорита с источником постоянного тока	1	50000		
	60,53	50036,34	383,94	74008

Амортизация оборудования — перенесение стоимости оборудования по частям на вырабатываемую продукцию. Амортизация оборудования определяется по формуле:

$$A = C \cdot F_{\phi} \cdot a / F_{\text{пл}}$$

$A$  — амортизация оборудования, руб / год;  $C$  — первоначальная стоимость оборудования, руб;  $F_{\phi}$  — фактический фонд времени;  $F_{\text{пл}}$  — плановый фонд времени (1000 ч/6 мес.);  $a$  — амортизационные отчисления за год (0.2).

Рассчитываем амортизацию оборудования за эксплуатационный период времени. Результаты расчета амортизации оборудования представлены в таблице 18.

Таблица 28 – Амортизация оборудования

Оборудование	Оптовая цена, руб.	Время занят., мес	Затраты, руб.
Электролизер получение гипохлорита натрия с источником постоянного тока	50 000	6	55,2
Итого:			55,34 руб/год

Вывод: В данном разделе определены затраты, связанные с приобретением специального оборудования, сумма затрат составляет 124008руб/год.

*Основная заработная плата исполнителей темы.* В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 29.

Таблица 29 – Расчет основной заработной платы

Руководитель	23100	1,3	30030
Студент	2200	1,3	2860
			Итого:32890

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и студент. Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 450 рублей, а студент 100 рублей (рабочий день 8 часов).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (4.)$$

где:  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Максимальная основная заработная плата руководителя (старший спец лаб) равна примерно 28100 рублей, а студента 7000 рублей.

Дополнительная заработная плата

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (4.)$$

где :  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таким образом, заработная плата руководителя равна 45045 рублей, студента – 4290 рублей.

*Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).*

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (4.)$$

где:  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2017 г. в соответствии с налоговым кодексом РФ глава 34, установлен размер отчислений во внебюджетные фонды равный 30,2%.

Таблица 30 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб	Дополнительная заработная плата, руб
	Исп.1	Исп.1
Руководитель проекта	30030	45045
Магистрант-дипломник	2200	4860
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30,2%	
Итого:2480477		

Продолжение таблицы 33

1. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	9564	10104	10212	Пункт 4.3.3
2. Отчисления во внебюджетные фонды	24190,5	25556,4	25829,5	Пункт 4.3.4
3. Накладные расходы	23353,5	24442,7	26872,2	16 % от суммы ст. 1-5
4. Бюджет затрат НТИ	169313	177210,1	194823,7	Сумма ст. 1- 6

Вывод: общая сумма выходит 2480477

*Накладные расходы.* Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{накл} = (\sum статеи) \cdot k_{нр}, \quad (4.)$$

где:  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы при первом исполнении равны:  $Z_{накл} = 2934257 \cdot 0,16 = 46948,12$  руб.

*Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.* Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (4.)$$

где  $I_{финр}^{исп.i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{финр}^{исп1} = \frac{194823,7}{194823,7} = 1; I_{финр}^{исп2} = \frac{169313}{194823,7} = 0,86; I_{финр}^{исп3} = \frac{177210,1}{194823,7} = 0,90.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i, \quad (4.)$$

где:  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a^i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 31).

Таблица 31 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой ко- эффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Надежность	0,2	5	3	5
2. Удобство в эксплуатации	0,2	5	4	3
3.Уровень материалоёмкость	0,15	5	4	4
4. ремонтпригодность	0,20	4	5	5
5. Функциональная мощность	0,15	5	4	4
6. Энергоснабжения	0,1	5	5	4
ИТОГО	1	4,8	4,1	4,2

$$I_{p-исп1} = 5 \times 0,2 + 5 \times 0,2 + 5 \times 0,15 + 4 \times 0,2 + 5 \times 0,15 + 5 \times 0,1 = 4,8;$$

$$I_{p-исп2} = 3 \times 0,2 + 4 \times 0,2 + 4 \times 0,15 + 5 \times 0,2 + 4 \times 0,15 + 5 \times 0,1 = 4,1;$$

$$I_{p-исп3} = 5 \times 0,2 + 3 \times 0,2 + 4 \times 0,15 + 5 \times 0,2 + 4 \times 0,15 + 4 \times 0,1 = 4,2.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}}, \quad (4.)$$

$$I_{исп1} = \frac{4,8}{1} = 4,8; \quad I_{исп2} = \frac{4,1}{0,96} = 4,27; \quad I_{исп3} = \frac{4,2}{1,05} = 4.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.32) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{ср}$ ):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.max}} \quad (4.)$$

Таблица 32 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,86	0,90
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,8	4,1	4,2
3	Интегральный показатель эффективности	4,8	4,2	4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	1,09	1,2

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является

более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В работе требовалось определить потенциальных потребителей результатов исследований, в результате чего, было выявлено, что разработка будет иметь спрос у следующих сегментов рынка – предприятия добывающей и перерабатывающей промышленности, предприятия, осуществляющие контроль за параметрами ОС и предприятия, осуществляющие обеспечение населенных пунктов питьевой водой, и, очищающие сточную воду канализационной системы. В ходе работы был осуществлен анализ конкурентных технических решений, на основании чего было выявлено, что наиболее значимым техническим критерием оценки разрабатываемой ячейки является повышение производительности труда пользователя.

Для формирования причинно-следственных связей между проблемой и источником недоработки, была построена диаграмма Исикавы, по которой определены области проекта, нуждающиеся в дополнительных исследованиях.

Для анализа необходимости технологической доработки прототипа, был проведен SWOT-анализ, результаты которого указали на сильные и слабые стороны разрабатываемой конструкции средства мониторинга, также рассмотрены возможности и угрозы для данного проекта.

Результаты анализов построенной диаграммы и проведенного SWOT-анализа позволили определить, что проблема будет решена в рамках реализации стратегии по внедрению системы учета и компенсации мешающих факторов анализируемой среды, путем введения корректирующих коэффициентов, и разработке корпуса из прочного и устойчивого материала к разрушающим факторам ОС (коррозия, удары, активные элементы примеси).

Исходя из оценок степени готовности проекта к коммерциализации видно, что проект имеет среднюю степень готовности. По вопросам

маркетинговых исследований, финансирования коммерциализации, необходимо привлечение в команду проекта специалистов из данных областей.

В разделе «Инициация проекта», определены заинтересованные стороны, в данном случае это Кафедра Экологии и БЖД ТПУ, также рассмотрены цели проекта и критерии их достижения, также определены состав рабочей группы данного проекта, роль каждого участника, выполняемые функции, а также рассчитаны их трудозатраты в проекте.

В разделе «Планирование управления проектом» был сформирован календарный план проекта и линейный график выполнения работ, а также, в результате расчетов, сформирован бюджет научного исследования. Итоговая сумма бюджета составила

## Заключение

Для достижения цели работы были решены следующие задачи:

- разработка корпуса;
- выбран способ обезвреживания;

Существуют множество индивидуальных средств для очистки и обеззараживание воды в виде авторучки, а также есть и таблетки химические обеззараживающее воду. Наша задача заключалась в том, что разработать средство более низких ценах, удобство и качество в эксплуатации. Разработана для солдат МЧС, а также населению пострадавшего от чрезвычайных ситуации природного характера, т е селевого потопа. Индивидуальное средство позволить очистить определенный объём воды на первые нужды. Выбран способ, широко используемый очистки воды гипохлоритом натрия.

По результатам выполненного задания для раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» было достигнуто следующее:

- рассчитано оптимальное использование времени и ресурсов, необходимых для достижения поставленных задач;
- Рассчитан бюджет научного исследования.

В разделе «Социальная ответственность» описали рабочее место, провели анализ выявленных вредных и опасных проявлений факторов производственной среды рассмотрели защиту при возникновении чрезвычайных ситуаций, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

На основании вышеизложенного можно заключить, что работа выполнена в полном объеме, цель достигнута.

## Список литературы

- Прикладная электрохимия. Учеб. Для вузов./под ред. докт. техн. наук проф. А.П.Томилова – 3-е изд;перераб. – М.: «Химия»,1984 – 520с.
- Якименко Л.М. Производство хлора, каустической соды и неорганических хлорпродуктов. М.: «Химия», 1974 – 600с.
- Прикладная электрохимия/под ред. проф. Н.П.Федотьева – 2-е изд. исправ. и доп. Л.: «Химия», 1967 – 600с.
- Прикладная электрохимия. Изд. 2-е, перераб. и доп..Под ред. Н.Т.Кудрявцева. М.: «Химия», 1975.
- Генин Л.С. Электролиз растворов поваренной соли М.: «Госхимиздат», 1960 – 208с.
- Флеров В.Н. Сборник задач по прикладной электрохимии. Учеб. пособие для вузов. М., «Высш. школа», 1976 – 309с.
- Лашинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник. Ленинград, 1970.
- Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учеб. пособие для вузов – 10-е изд., перераб. и доп. – Л: Химия, 1987 – 576с.
- Ломакин И.В., Радун Д.В., Левачев А.Г., Балашов Л.Н. Автоматизация хлорных производств. М.: «Химия», 1967г. – 280с.
- Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ Г.С. Борисов, В.П. Быков, Ю.И.Дытнерский и др. Под ред. Ю.И. Дытнерского, 2-е изд., перераб. и доп. М.: «Химия», 1991г. – 496с.
- Клюев А.С. и др. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля./под ред. Клюева А.С. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983г. – 376с.
- Основы строительного дела/ Кузнецов А.Т. Изд-во «Высшая школа», 1968г. – 238с.

Краткий справочник физико-химических величин. Изд. 7-е исправ.. под ред. К.П. Мищенко и А.А. Равделя. Л.: «Химия», 1974. 15 – 19с.

Зарецкий С.А. и др. Технология электрохимических производств. Под ред. В.Н.Сучкова. Учебник для техникумов. М., «Высшая школа», 1970 – 424с.

Круглый С.М. Производство хлора, каустической соды и водорода. Учебник для проф.-техн. училищ. М.: «Высшая школа», 1967г. – 268с.

Пасманик М.И., Сасс-Тисовский Б.А., Якименко Л.М. Производство хлора и каустической соды. Справочник, М.: «Химия», 1966г. – 312с.

Основы проектирования химических производств: Учебник для вузов / под ред. А.И. Михайличенко. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006г. – 332с.

Касаткин А.Г. основные процессы и аппараты химической технологии – изд.8-е, перераб. – М.: «Химия», 1971г. – 784с.

Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т. 2. Очистка и кондиционирование природных вод / Научно-методическое руководство и общая редактора докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. Вологда-Москва: ВоГТУ, 2001. – 324 с.

Мазаев В.Т., Корлёв А.А., Шлепнина Т.Г. Коммунальная гигиена / Под ред. В.Т. Мазаева. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. – 304 с.

Яковлев С.В, Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов: - М.: АСВ, 2002 - 704 с.

Б.С. Ордобаев, К.А. Боронов, Д.Н. Мусуралиева, К.И. Кенжетаев, Б.К. Орозалиев. Опасные природные процессы в Кыргызской Республике. - Бишкек: Изд-во КРСУ, 2015. - 192 с.

О министерстве. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://mes.kg/ru/about/>

Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики на 2017 год.[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mes.kg/ru/main-achievements/>

ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством»

СанПиН 2.1.4.544-96 «Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников»

Приказ Министра обороны Российской Федерации «Об утверждении Российской Федерации 1996 года № 39

ГОСТ 2761-84 г. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора

Распоряжением Премьер-Министра Республики Кыргызстан от 8 августа 1991 года №271-р

Конституция Российской Федерации

ГОСТ 12.0.004-90. Организация обучения работающих безопасности труда. Общие положения.

Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности.

Автор: Юткин Л.А. Издательство: Л., Машиностроение Год: 1986 36с.

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.010-76. Взрывобезопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.041-83. Пожаровзрывобезопасность горючих пылей.

ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.

ГОСТ 12.4.009-83. Пожарная техника для защиты объектов.

ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих.

ГОСТ 12.4.103-83. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук.

10.ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.

ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения.

ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения.

СНиП 23-03-2003. Строительные нормы и правила Российской Федерации.

Защита от шума.

СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.

ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях

## Приложение А

### Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM51	Сартбаев Мааматкул Женишбекович		

Консультант кафедры ЭБЖ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Перминов Валерий Афанасьевич	Доктор физико- математических наук		

Консультант – лингвист кафедры ИЯФТ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Данейкина Наталья Викторовна			

## **1. Hygienic tasks of disinfection of drinking water**

The water of ordinary sources, does not meet the hygienic requirements for drinking water. It requires cleaning and disinfection before the delivery to the population. Purification of water including its clarification and discoloration is the first stage in the preparation of drinking water. As a result of it, the suspended substances of the helminth eggs and a significant part of the microorganisms are removed from the water. But some of the pathogenic bacteria and viruses penetrate through the treatment facilities and are contained in filtered water. To create a reliable and controlled barrier to the possible transmission through the water of intestinal infections and other dangerous diseases, its disinfection is used. Destruction of live and virulent pathogens - bacteria and viruses. After all, microbiological water pollution is the first in assessing the degree of risk to human health. Today it is proved that the danger of diseases from pathogenic microorganisms present in water is thousands of times higher than when water is contaminated with chemical compounds of various nature. Therefore, disinfection to the extent that meets the established hygienic standards is an indispensable condition for obtaining drinking water.

In the practice of public water supply, reagent (chlorination ozonation effect with silver preparations), reagent (ultraviolet rays exposure to pulsed electric discharges by gamma rays, etc.) and combined methods of water disinfection are used. In the first case, the proper effect is achieved by introducing biologically active chemical compounds into the water. Reagentless methods of disinfection means the treatment of water by physical influences. And in combined methods, both chemical and physical effects are used.

When choosing the decontamination method, one should take into account the danger to human health of residual amounts of biologically active substances used for decontamination or the possibility of changing physicochemical properties of water (for example, formation of free radicals) during disinfection. Important characteristics of the method of decontamination are also its effectiveness in relation to various

types of micropopulation of water, the dependence of the effect on environmental conditions.

In the chemical process of disinfection of drinking water in order to achieve a persistent disinfection effect, it is necessary to correctly determine the dose of the reagent introduced and to ensure a sufficient duration of its contact with water. The dose of reagent is determined by trial disinfection or calculation methods. To maintain the necessary effect in chemical methods of disinfection of drinking water, the reagent dose is calculated with an excess (residual chlorine residual ozone) guaranteeing the destruction of microorganisms entering the water for some time after disinfection.

In physical methods, it is necessary to bring to the unit of water volume a given amount of energy defined as the product of the intensity of the effect (radiation power) for the contact time.

There are other limitations in the use of this or that method of water disinfection. On these limitations, as well as on the merits and demerits of disinfection methods, we will dwell in detail below.

## **2. Reagent (chemical) methods of drinking water disinfection**

### **2.1 Chlorination**

The most common and proven method of water disinfection is primary chlorination. At the present time 98.6% of water is disinfected by this method. The reason for this is the increased efficiency of water disinfection and the economics of the technological process in comparison with other existing methods. Chlorination allows not only to purify water from undesirable organic and biological impurities but also completely remove the dissolved salts of iron and manganese. Another important advantage of this method is its ability to provide microbiological safety of water when it is transported to the user due to the effect of the intervention.

The essential lack of chlorination is the presence in the treated water of free chlorine, which impairs its organoleptic properties and is the cause of the formation of collateral halogen-containing compounds (SCS). Most of the GCC are trihalomethanes (THM) - chloroform dichlorobromomethane dibromochloromethane and bromoform. Their formation is due to the interaction of active chlorine compounds with organics of natural origin. This process is extended up to several tens of hours and the amount of THM formed, other things being equal, is greater the higher the pH of the water. To eliminate impurities, additional water treatment with carbon filters is required. At the present time, the maximum allowable concentrations for chlorinated by-products are established in various developed countries in the range from 0.06 to 0.2 mg / l and correspond to the current scientific understanding of the degree of their health hazard.

Chlorination of water uses substances such as chlorine itself (liquid or gaseous) chlorine dioxide and other chlorine-containing substances.

#### **2.1.1 Chlorine**

Chlorine is the most common of all substances used for disinfection of drinking water. This is due to the high efficiency of the simplicity of the technological equipment used, the cheapness of the reagent used - liquid or gaseous chlorine - and the relative simplicity of maintenance.

A very important and valuable quality of chlorine use is its aftereffect. If the amount of chlorine is taken with some calculated excess so that after passing the purification structures in water there is 0.3-0.5 mg / l residual chlorine, then there is no secondary growth of microorganisms in the water.

However, chlorine is a potent toxic substance requiring special measures to ensure safety when transporting storage and use; The world on the prevention of catastrophic consequences in emergency emergencies. Therefore, there is a constant search for agents combining the positive qualities of chlorine and not having its deficiencies.

At the same time with the disinfection of water, oxidation reactions of organic compounds take place when organochlorine compounds with high toxicity mutagenicity and carcinogenicity are formed in water in water. Subsequent cleaning of water on an active angle can not always remove these compounds. In addition to the fact that these chlorinated compounds have a high resistance to become pollutants of drinking water, they pass through the water supply and sewerage system, causing pollution of the rivers downstream.

The presence of by-products in water is one of the disadvantages of using gaseous as well as liquid chlorine ( $\text{Cl}_2$ ) as a disinfectant.

### **2.1.2 Chlorine Dioxide**

At present, the use of chlorine dioxide ( $\text{ClO}_2$ ) is also proposed for the disinfection of drinking water, which has several advantages such as: a higher bactericidal and deodorizing effect. The absence of organophosphate qualities in the products of processing organochlorine compounds does not require the transportation of liquid chlorine. However, chlorine dioxide is expensive and must be made locally in a rather complicated technology. Its application has a prospect for installations with relatively low performance.

The effect on the causative flora of  $\text{ClO}_2$  is due not only to the high content of the reaction of the liberated chlorine and the resulting atomic oxygen. It is this combination that makes chlorine dioxide a more powerful disinfecting agent. In

addition, it does not impair the taste and smell of water. The persistent factor in the use of this disinfectant until recently was the increased explosive hazard that complicated its production of transportation and storage. However, modern technologies allow to eliminate this deficiency due to the production of chlorine dioxide directly at the place of application.

### **2.1.3 Sodium Hypochlorite**

The technology of using sodium hypochlorite ( $\text{NaClO}$ ) is based on its ability to disintegrate in water with the formation of chlorine dioxide. The use of concentrated sodium hypochlorite by one third reduces the secondary pollution in comparison with the use of chlorine gas. In addition, transportation and storage of a concentrated solution of  $\text{NaClO}$  is fairly simple and does not require increased security measures. Also, the production of sodium hypochlorite is also possible directly on site by electrolysis. Electrolytic method is characterized by low costs and safety; The reagent is easily dosed, which makes it possible to automate the process of water disinfection.

### **2.1.4 Chlorinated preparations**

The use of chlorine-containing reagents (chloric lime or sodium hypochlorites and calcium) for water disinfection is less dangerous in maintenance and does not require complicated technological solutions. True, the reagent economy used here is more cumbersome, which is associated with the need to store large quantities of reagents (3-5 times more than using chlorine). The volume of traffic increases by the same amount. During storage, partial decomposition of the reagents occurs with a decrease in the chlorine content. It remains necessary to install a system of exhaust ventilation and compliance with safety measures for maintenance personnel. Solutions of chlorine-containing reagents are corrosive and require equipment and pipelines of stainless materials or with anti-corrosion coating.

Increasingly, especially in small water treatment plants, plants for the production of active chlorine-containing reagents using electrochemical methods are purchased. In Russia, several enterprises offer Saner-type sanatoriums-Chlorel-200

for the production of sodium hypochlorite by the method of diaphragm electrolysis of common salt.

## **2.2 Ozonation**

The advantage of ozone (O<sub>3</sub>) over other disinfectants lies in its inherent disinfecting and oxidizing properties due to the release of active atomic oxygen, which destroys the enzyme systems of microbial cells when exposed to organic objects, and oxidizes certain compounds that give the water an unpleasant smell (eg humic bases). In addition to the unique ability to kill bacteria, ozone has a high efficiency in the destruction of spores of cysts and many other pathogenic microbes. Historically, the use of ozone began as early as 1898 in France, where for the first time pilot-industrial installations for the preparation of drinking water were created.

The amount of ozone necessary for the disinfection of drinking water depends on the degree of water pollution and is 1-6 mg / l when contacting in 8-15 minutes; The amount of residual ozone should not exceed 0.3-0.5 mg / l because a higher dose gives the water a specific smell and causes corrosion of water pipes.

From the hygienic point of view, ozonation of water is one of the best ways to disinfect drinking water. With a high degree of water disinfection, it provides its best organoleptic indices and the absence of highly toxic and carcinogenic products in purified water.

Limitations for the spread of ozonization technology are the high cost of equipment, high power consumption, significant production costs and the need for highly skilled equipment. The latter fact led to the use of ozone only with centralized water supply. In addition, in the process of operation it has been established that in a number of cases (if the temperature of the treated natural water exceeds 22 ° C) ozonization does not allow achieving the required microbiological indices due to the absence of prolongation of the disinfecting effect

The method of water ozonation is technically complex and most expensive among other methods of disinfection of drinking water. The technological process involves successive stages of purifying the air of its cooling and drying the ozone

synthesis of mixing the ozone-air mixture with the treated water and removing the residual ozone-air mixture into the atmosphere. All this limits the use of this method in everyday life.

Another significant disadvantage of ozonation is the toxicity of ozone. The maximum allowable content of this gas in the air of industrial premises is 0.1 g / m<sup>3</sup>. In addition, there is a danger of an explosion of the ozone-air mixture.

Existing designs of modern ozonizers are a large number of closely spaced cells formed by electrodes, one of which is under high voltage and the other is grounded. Between the electrodes with a certain periodicity there is an electric discharge resulting in the formation of ozone in the area of action of the cells from the air. The resulting ozone-air mixture sparges the treated water. Prepared in this way water to taste smell and other properties is superior to water treated with chlorine.

### **2.3 Other reagent methods of water disinfection**

The use of heavy metals (copper) The solution is acceptable for small-sized individual installations. A significant drawback is the change in iodine concentration during operation and the lack of constant monitoring of its concentration.

The use of active coals and cation exchangers saturated with silver, for example C-100 Ag or C-150 Ag of Purolite, pursues the goal of not preventing the "silvering" of water and preventing the development of microorganisms when the movement of water stops. At stops, ideal conditions for their reproduction are created - a large amount of organic matter is trapped on the surface of particles with their huge area and elevated temperature. The presence of silver in the structure of these particles sharply reduces the probability of seeding the loading layer. Silver-containing cation exchangers developed by JSC NIIPM - KU-23SM and KU-23SP - contain much more silver and are intended for disinfection of water in small-capacity plants.

### **3. Physical methods of drinking water disinfection**

#### **3.1 Boiling**

Of the physical methods of water disinfection, the most common and reliable (in particular at home) is boiling.

At boiling, most bacteria are killed of bacteriophage viruses of antibiotics and other biological objects that are often found in open water sources and, as a consequence, in central water supply systems.

In addition, when boiling water, the gases dissolved in it are removed and the rigidity decreases. The taste of water during boiling varies little. It is true for reliable disinfection it is recommended to boil water for 15 to 20 minutes. During short-term boiling, some microorganisms of their spores of helminth eggs can maintain viability (especially if microorganisms are adsorbed on solid particles). However, the use of boiling on an industrial scale is of course not possible in view of the high cost of the method.

#### **3.2 Ultraviolet radiation**

Treatment with UV radiation is a promising industrial method of water disinfection. This applies light with a wavelength of 254 nm (or close to it) which is called bactericidal. The disinfecting properties of such light are due to their action on the cellular metabolism and especially on the enzyme systems of the bacterial cell. At the same bactericidal light destroys not only vegetative but also spore forms of bacteria.

Modern methods of disinfection of drinking water

Modern UV decontamination units have a capacity from 1 to 50 000 m<sup>3</sup> / h and are a chamber made of stainless steel with UV-protected UV-protected transparent quartz covers. Water passing through the decontamination chamber is continuously exposed to ultraviolet radiation which kills all microorganisms in it. The greatest effect of disinfection of drinking water is achieved with the arrangement of UV-systems after all other cleaning systems as close as possible to the place of final consumption.

This method is acceptable as an alternative and complement to the traditional means of disinfection because it is absolutely safe and effective.

It is important to note that unlike oxidative methods, UV toxin does not produce secondary toxins, and therefore there is no upper dose threshold for ultraviolet irradiation. By increasing the dose, it is almost always possible to achieve the desired level of decontamination.

In addition, UV irradiation does not degrade the organoleptic properties of water, so it can be attributed to environmentally friendly methods of its treatment.

However, this method has certain drawbacks. Like ozonation, UV treatment does not provide a prolonged effect. It is the lack of aftereffect that makes its application problematic when the time interval between the impact on water and its consumption is sufficiently large, for example, in the case of centralized water supply. For individual water supply, UV installations are the most attractive.

In addition, reactivation of microorganisms and even the development of new strains resistant to radiation damage are possible.

This method requires the strictest observance of technology

The organization of the UV decontamination process requires large capital investments than chlorination but less than ozonation. Lower operating costs make UV disinfection and chlorination comparable in economic terms. The power consumption is insignificant and the cost of an annual lamp replacement is no more than 10% of the installation price.

Factor reducing the effectiveness of UV disinfection plants for long-term operation is the contamination of quartz covers of lamps with organic and mineral deposits. Large installations are equipped with an automatic cleaning system that carries out washing by circulating through a water installation with addition of food acids. In other cases, mechanical cleaning is used.

Another factor that reduces the effectiveness of UV disinfection is the turbidity of the source water. The scattering of rays significantly impairs the efficiency of water treatment.

### **3.3 Electropulse mode**

Enough A new method of water disinfection is the electropulse method - the use of impulsive electrical discharges (IED).

The essence of the method is the occurrence of an electro-hydraulic impact of the so-called LA Yutkin effect.

The technological process consists of six stages:

The flow of fluid into the working volume with a uniform velocity distribution profile (the working volume is filled with an air gap and the uniform distribution of the liquid helps to reduce the energy intensity of the process)

Charging the power storage unit in constant power mode

The initiation of one or a series of electrical discharges in a liquid at a rising edge of the leading edge of the voltage of at least  $10^{10}$  V / s (energy is metered by counting charges)

Strengthening the effect of destruction of microorganisms due to the formation of stretching waves when reflection of compression waves formed by an electric discharge from the free surface of a liquid

Suppression or damping of shock waves in the supply and discharge lines to eliminate their destruction

Removal of disinfected liquid from the working volume.

In addition, in a particular case, it is possible to initiate electrical discharges in a volume that is retained or increased by the amplitude of the compression waves, separated from the working volume by the medium. An example of a material that is a medium that retains the amplitude of a wave at the boundary with water can be polystyrene foam.

In the process of disinfection of drinking water by an electropulse method, a large number of phenomena occur: powerful hydraulic processes the formation of shock waves of ultrahigh pressure ozone formation phenomena of cavitation intensive ultrasonic vibrations the emergence of impulsive magnetic and electric fields increase in temperature. The result of all these phenomena is the destruction in

water of almost all pathogenic microorganisms. It is very important to note that the water treated by the IED acquires bactericidal properties that persist up to 4 months.

The main advantage of the electroimpulse method of disinfection of drinking water is ecological purity and also the possibility of using large volumes of liquid.

However, this method has a number of disadvantages, in particular, relatively high energy intensity (0.2-1 kWh / m<sup>3</sup>) and as a consequence - high cost.

Electrochemical method.

Serially produced installations "Emerald" "Sapphire" "Aquamina", etc. Their work is based on the transmission of water through an electrochemical diaphragm reactor separated by an ultrafiltration metal-ceramic membrane to the cathode and anode regions. When a direct current is applied to the cathode and anode chambers, the formation of alkaline and acidic solutions leads to the electrolytic formation of active chlorine. In these environments almost all microorganisms are destroyed and partial destruction of organic contaminants occurs. The design of the flowing electrochemical cell is well developed and a set of a different number of such elements obtains settings of a given capacity.

### **3.4 Decontamination by ultrasound**

In some cases, ultrasound is used to disinfect water. This method was first proposed in 1928. The mechanism of action of ultrasound is not fully understood. In this regard, the following assumptions are made:

- ultrasound causes the formation of voids in a strongly vortex space that leads to rupture of the bacterial cell wall;
- ultrasound causes the release of gas dissolved in the liquid and the gas bubbles in the bacterial cell cause its rupture.

The advantage of using ultrasound in front of many other means of disinfection of sewage is its insensitivity to such factors as high turbidity and color of water, the nature and quantity of microorganisms, and the presence of dissolved substances in water.

The only factor that influences the effectiveness of ultrasonic wastewater disinfection is the intensity of ultrasonic vibrations. Ultrasound is a sound vibration whose frequency is much higher than the level of audibility. The frequency of ultrasound from 20,000 to 1,000,000 Hz is the consequence of which is its ability to have a harmful effect on the state of microorganisms. The bactericidal effect of ultrasound of different frequencies is very significant and depends on the intensity of the sound oscillations.

Disinfection and purification of water by ultrasound is considered one of the newest methods of disinfection. The ultrasonic effect on potentially dangerous microorganisms is not often used in filters for disinfection of drinking water, however its high efficiency makes it possible to talk about the promising nature of this method of water disinfection, despite its high cost.

### **3.5 Radiation disinfection**

There are proposals for use for disinfection of gamma radiation.

Gamma-installations of the RHUND type work according to the following scheme: water enters the cavity of the mesh cylinder of the receiving and separating apparatus where the solid inclusions are entrained upward by the auger being squeezed out in the diffuser and sent to the collector bin. Then the water is diluted with conventionally pure water to a certain concentration And fed to the apparatus of a gamma-system in which a decontamination process takes place under the influence of gamma radiation of the Co60 isotope.

Gamma radiation has a depressing effect on the activity of microbial dehydrogenases (enzymes). At high doses of gamma radiation, most of the causative agents of such dangerous diseases as typhoid poliomyelitis die, etc.

### **3.6 Other physical methods**

To the physico-chemical methods of water disinfection, the use of ion-exchange resins should be included for this purpose. G.Gillissen (1960) showed the ability of anion-exchange resins to release liquid from bacteria of the group col. Resin regeneration is possible. We EV Shtannikov (1965) established the possibility

of purifying water from viruses by ion-exchange polymers. In the author's opinion, this effect is associated with both the sorption of the virus and its denaturation due to an acidic or especially alkaline reaction. In another work, Shtannikov points to the possibility of disinfection of water by ion-active polymers where the toxin of botulism is located. Disinfection occurs due to the oxidation of the toxin and its sorption.

In addition to the above physical factors, the possibility of disinfecting water with high-frequency currents by magnetic treatment was studied.

#### **4. Complex disinfection**

In many cases, the most effective is the integrated use of reagent and non-reagent methods of water disinfection. The combination of UV-disinfection with subsequent chlorination with small doses provides both the highest degree of purification and the absence of secondary bio-contamination of water. Thus, by treating the pool water with UV irradiation in combination with chlorination, not only a high degree of decontamination is achieved, a reduction in the threshold concentration of chlorine in water but also, as a result, a significant saving in consumption of chlorine and improvement of the situation in the basin itself.

Similarly, the use of ozonation is distributed in which the microflora and some organic contaminants are destroyed, followed by gentle chlorination ensuring that there is no secondary bio-contamination of water. At the same time, the formation of toxic organochlorine compounds is sharply reduced.

Since all microorganisms are characterized by certain sizes by passing water through a filtering wall with pore sizes smaller than microorganisms, it is possible to completely purify water from them. So filtering elements having a pore size of less than 1 micron according to the current TI 10-5031536-73-10 for non-alcoholic products are considered to be sterilizing. Although this only removes bacteria from the water, bacteria but not viruses. For more "thin" processes when the presence of any microorganisms is unacceptable, for example in microelectronics, filters with pores of a size not exceeding 0.1-0.2 microns are used.

## 5 Disinfection of water with sodium hypochlorite

Sodium hypochlorite is obtained chemically by chlorination of alkali or electrochemically by electrolysis of an aqueous solution of sodium chloride in a bath without a diaphragm. The electrochemical method was developed in 1882. A.P. Lidov and V.A. Tikhomirov. [1]

In the electrochemical preparation of NaClO there is an advantage over the chemical; It is that there is no need to spend scarce raw materials: caustic alkali and chlorine, do not transport them and much easier safety techniques.

The main advantage of obtaining GCHN by electrolysis is the compactness and uncomplicated operation of plants, the simplest raw material is sodium chloride (table salt) and the product is obtained directly at the place of consumption.

The simplicity of obtaining sodium hypochlorite by electrochemical means makes it possible to prepare it in the field.

Approximately the share of consumption of active chlorine (in terms of 100%) in the form of separate chlorine-containing compounds, as a percentage of total consumption, is as follows:

Table 2. Poly consumption of active chlorine

	1	2
	994г	001 г
Liquid chlorine	7	7
	8	1
Solutions of sodium hypochlorite	8	1
		5
Powdered calcium hypochlorite	6	6
Solutions of calcium hypochlorite	3	3
		,5
Chlorine lime	2	2
	,5	

Other products	2	2
	,5	,5

This table shows that in recent years the consumption of sodium hypochlorite has increased significantly.

In this project, a method for obtaining sodium hypochlorite by electrolysis of sodium chloride solutions is considered, which allows to significantly reduce production costs.

Interest in electrochemical production of sodium hypochlorite has intensified in recent years after the appearance of convenient semiconductor rectifiers. In some cases, the organization of production of hypochlorite by an electrochemical method at the site is more advantageous than imported liquid chlorine.

### **5.1. Physico-chemical properties of chlorine**

Chlorine at atmospheric pressure is a gas of yellow-green color. Compressed at atmospheric pressure, gaseous chlorine is converted to a liquid at  $t = -340^{\circ}\text{C}$ . Chlorine forms explosive mixtures with hydrogen, which can explode from the action of a spark, light, heat. Chlorine is highly soluble in water and partially interacts with it according to the equation:



The solubility of chlorine in water decreases with increasing temperature. The solubility of aqueous solutions of alkali metal chlorides decreases with increasing solution concentration and temperature. [2]

### **5.2. Properties of chloride and sodium hypochlorite**

Sodium chloride is colorless crystals, its density is  $2.16 \text{ g / cm}^3$ , it readily dissolves in water, the solution boils at a temperature higher than ordinary water. Salt deposits are represented by three main types: fossil salt (about 99% of reserves); Salt deposits with bottom sediments of a self-contained salt (0.77%); The rest is

underground brines. The main supplier of rock salt for the chlorine industry is the Artemovskoye deposit. The composition of this salt is as follows:

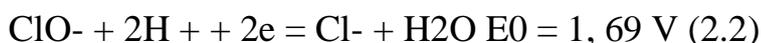
Sodium chloride .....	97.5-99%
Calcium sulfate .....	0.3-0.4%
Magnesium sulphate .....	0.05-0.3%
Insoluble residue	0.1-0.3%

Molecular mass of sodium hypochlorite NaClO (according to the international atomic masses of 1971) is 74.44. The industry is produced in the form of aqueous solutions of various concentrations.

When heated above 350C, sodium hypochlorite decomposes with the formation of chlorates and the release of chlorine and oxygen.

Sodium hypochlorite is non-flammable and non-explosive. However, sodium hypochlorite in contact with organic combustible substances (sawdust, rags, etc.) during drying can cause their self-ignition. When exposed to colored objects, sodium hypochlorite of all grades may cause their discoloration.

Sodium hypochlorite is readily soluble in water; With prolonged storage and especially in the light - decomposes. Weak alkaline solutions of sodium hypochlorite can be stored for 10 to 15 days. The stability of the solution can be increased by adding small amounts of organic compounds, for example acetone. Hypochlorite of sodium can be stable only in a dissolved form. Solutions of sodium hypochlorite - a light green color due to dissolved chlorine. They are energetic oxidants:



The limiting concentration at which NaClO can be stored for a long time is approximately 200 g / l at t = 15-200C and pH = 11. Solutions obtained by electrolysis of neutral solutions of common salt have a concentration of about 12 g / l.

[2]

### **5.3. Production of oxygen chlorine-containing inorganic compounds**

Oxygen chlorine-containing inorganic compounds include: hypochlorites - hypochlorous acid salts (HClO), chlorates - salts of chloric acid (HClO<sub>3</sub>) and perchlorates - salts of perchloric acid (HClO<sub>4</sub>). The main way of obtaining these salts is electrolysis. For chlorates:



For perchlorates:



Often the process of formation of the chlorate ion goes through the formation of a hypochlorite ion:



When heated above 4000 C, the chlorates decompose according to the equation:



Unlike hypochlorites, chlorates and perchlorates of sodium and potassium crystallize in anhydrous form. The most common material of the anode in electrolyzers is graphite for the production of these salts. [3]

## **5.4 Methods for producing sodium hypochlorite**

### **5.4.1 Chemical method for the production of sodium hypochlorite**

Among the chemical methods, the following are most applicable:

A) Chlorination of solutions of caustic soda (up to 30% by weight of NaOH):



B) Chlorination of soda solution:



During subsequent chlorination the reaction proceeds:



Further, CO<sub>2</sub>, as a stronger acid, displaces HClO from NaClO:



Free HClO is a very strong oxidizer and reacts with NaClO:



In order to avoid the conversion of NaClO to NaClO<sub>3</sub>, the soda is chlorinated to a neutral or slightly alkaline reaction, preventing the release of CO<sub>2</sub>.

C) Exchange decomposition of Ca (ClO) <sub>2</sub> with Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> or Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>:



#### 5.4.2 Electrochemical method for the production of sodium hypochlorite

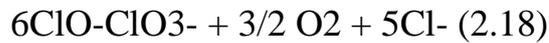
The essence of the electrochemical method is as follows: in the electrolysis of NaCl solutions in electrolytic cells without a diaphragm, Cl<sup>-</sup> and OH<sup>-</sup> ions are discharged at the anode—a ClO ion is formed:



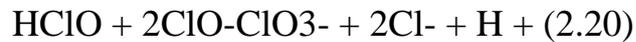
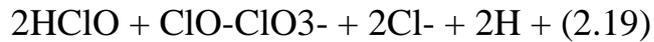
Simultaneously, the apparatus produces a chemical formation of NaClO due to the interaction of alkali formed on the cathode with the products of hydrolysis of chlorine:



The hypochlorite ion discharge potential at the anode is less electropositive than in the chloride ion. At low concentrations of sodium hypochlorite in solution and low pH, when low-dissociated hypochlorous acid is present in the solution, the concentration of hypochlorite ions is low, and the current loss to the discharge of these ions has little effect on the current yield. With an increase in the ClO<sup>-</sup> concentration, as well as an increase in the pH, a well-dissociated NaClO salt is formed, the current losses per discharge of hypochlorite ions and their oxidation in the bulk of the solution greatly increase. In addition, the reaction can occur on the anode:



In the electrolyte, the above-mentioned reactions of the usual chemical oxidation of hypochlorite to chlorate can occur, under the action of free hypochlorous acid:



At the cathode, a reaction sometimes occurs:



The rate of cathodic reduction of the hypochlorite ion is limited at the rate of supply of these particles to the surface of the electrode and increases with increasing intensity of stirring of the electrolyte. The current loss to the cathodic reduction and the anodic oxidation of the hypochlorite ion is directly proportional to its concentration, inversely proportional to the current density and increases by about 2% with an increase in temperature by 10 ° C. To reduce the loss of recovery and increase the current output, it is necessary to work at a current density at the cathode higher than at the anode.

To reduce the rate of reduction, salts are added to the solution, forming porous films on the cathode that make it difficult to approach the cathode of the hypochlorite ion. For example, chromium (III) salts, unless of course their presence does not interfere with the further use of the product. To NaClO and HClO do not convert to chlorate, it is necessary to conduct the process with neutral solutions of NaClO.

It is useful to conduct the process at the lowest possible temperature and limit the concentration of sodium hypochlorite obtained, to reduce the rate of its conversion into chlorate by chemical means, and to reduce the rate of catalytic decomposition of sodium hypochlorite.

To prevent cathodic reduction of hypochlorite, calcium salts are introduced into the electrolyte. The effect of these additives is that a thin film of calcium hydroxide is formed on the cathode, which serves as a diaphragm to prevent the

hypochlorite from contacting the cathode. The best additive is bichromate, but its use is excluded due to the coloring of solutions used for bleaching tissues and chlorinating water.

The addition of calcium salts has a beneficial effect only in a neutral or slightly alkaline medium, in an acidic medium, because of the dissolution of calcium hydroxide, this additive does not give a positive effect.

The process of electrolysis must be conducted in conditions that prevent the conversion of the resulting sodium hypochlorite and hypochlorous acid to chlorate, both electrochemically and chemically, as well as under conditions allowing losses to the cathodic reduction of hypochlorite. To do this, use neutral solutions of salt (Fig.) Salt at the lowest possible temperature and limit the concentration of sodium hypochlorite to reduce the rate of its conversion into chlorate by chemical means. At a low temperature, the rate of decomposition of sodium hypochlorite solutions decreases, the reaction occurs in the electrolyte volume:



This process is catalytically accelerated in the presence of salts of heavy metals in the electrolyte. The decomposition can also be accelerated in the presence of iron, cobalt, nickel in the solution, which together for this process are called "triple catalysts."

Stirring of the electrolyte promotes more complete interaction of cathodic and anodic electrolysis products, the formation of hypochlorite and prevention of losses of elemental chlorine with gases, but at the same time facilitates the supply of hypochlorite and chlorate ions to the cathode surface and increases losses for cathodic reduction. In practice, they prefer to conduct intensive mixing of the electrolyte, since the advantages obtained in this case prevail.

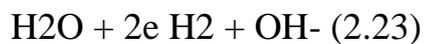
As the concentration of NaCl in the electrolyte increases, the chlorine release potential decreases, the current lost to oxygen release decreases, and the yield of hypochlorite increases by current. In addition, the electrical conductivity of the

solutions increases, the loss of voltage to overcome the resistance of the electrolyte and the voltage on the cell decreases.

Although the best anode material for the production of hypochlorite is platinum, almost exclusively graphite is used in the industry. Recently, there are proposals to use as an anode material Platinized titanium, titanium dioxide-based lead dioxide and magnetite. [4]

### 5.4.3. Basic electrode reactions

Cathode Reaction:



Anode reaction:



The total reaction:

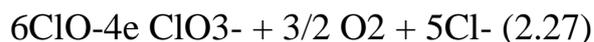


Ions can be present in the solution:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{ClO}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$ .

In the ionic form, the total reaction will look like this:



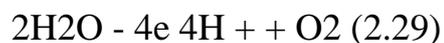
The process of anodic oxidation of the hypochlorite ion looks like this:



Cathodic reduction:



Sometimes oxygen can be released at the anode:



And react with the anode material (graphite):



### 5.4.4. Preparation of brine

Raw materials for preparation of brine

The raw material for the electrolytic production of chlorine and caustic soda is ordinary table salt.

The pure common salt is made up of sodium chloride crystals. In natural table salt, besides NaCl, there are various impurities, most often calcium chloride CaCl<sub>2</sub>, magnesium chloride MgCl<sub>2</sub>, calcium sulfate CaSO<sub>4</sub>, magnesium sulfate MgSO<sub>4</sub> and some others.

In the presence of a small amount of iron compounds, table salt is yellowish in color.

Cooking salt is widely distributed in nature. Huge amounts of it are contained in sea water, in the water of salt lakes, in underground brines. There are also deposits of natural rock salt.

Sea water. In the waters of the seas and oceans, inexhaustible amounts of salt are dissolved. The concentration of NaCl in the water of the oceans averages 33-36 g / l. In sea water, the content of table salt varies considerably, depending on the amount of fresh water brought by the rivers to the sea. Industrial use of sea water for the production of salt is possible only in shallow bays or estuaries, where as a result of natural evaporation of water, a concentrated brine can form.

In the absence of estuaries on the seashore create artificial small ponds, which are then filled with sea water. With the natural evaporation of the water in such reservoirs, sodium chloride is precipitated in the form of crystals.

This method was widely used only in areas with a hot climate, where intensive evaporation of water from water bodies occurs. Salt Lake. Many lakes are known, the water of which contains a significant amount of table salt. In the area of such lakes, the influx of fresh water is small, and the evaporation of water is so intense that at certain times of the year salt crystals are precipitated from the salt-laden lake (brine) saturated with salt. Such lakes are called self-planting, and the salt extracted in them is a self-planting salt.

In Russia, there is a large number of self-planting lakes, of which annually receive a significant part of the extracted salt. Among the largest are Lake Baskunchak (Lower Volga), Elton (Lower Volga), and others.

Rock salt. Cooking salt in the form of deposits is a dense mass, called rock salt. Large deposits of rock salt are available in Berezniki-Solikamsk and Shumkovskoye deposits (Perm region).

Underground brines. In many regions of Russia there are underground brines with a significant content of table salt, which are directly used or can be used for industrial needs. In the area of Slavyansk or Berezniki, underground brines were used for many years to produce soda ash and electrolytic chlorine and caustic soda. Underground brines at a depth of 1000-1500m exist near Moscow and Gorky. However, the content of table salt in them is less, and the salts of calcium and magnesium are higher than in brines mined in the regions of Slavyansk and Berezniki.

An approximate composition of the underground brines of some deposits is given in Table 3.

Table 3.-Example composition of natural underground brines

Deposit	Composition, g / l			
	Na	Ca	Mg <sup>2</sup>	S
Berezniki	298	2,	1,4	4,
Slavyansk	304	17	0,24	08
Moscow(Boyenskaya well))	225	2,	3,01	4,
		12		24

The extraction of rock salt is associated with the construction of mines and significant labor costs. Therefore, at salt plants located near deposits, it is widely practiced to prepare brine by underground dissolution of rock salt. This method is very economical, and at a high thickness of the layers being developed and the

quality of the salt in them it is possible to obtain a brine with a high content of table salt (up to 310 g / l) and a low content of impurities.

Obtaining a brine by underground dissolving salt for chlorine plants is used, for example, in the plants of the DonSoda, in Slavyansk, Usolye-Irkutsk, Sterlitamak, and others.

For the underground dissolution of the wells, the wells are drilled. The arrangement of a well using a countercurrent leaching method is shown in Fig. 2.

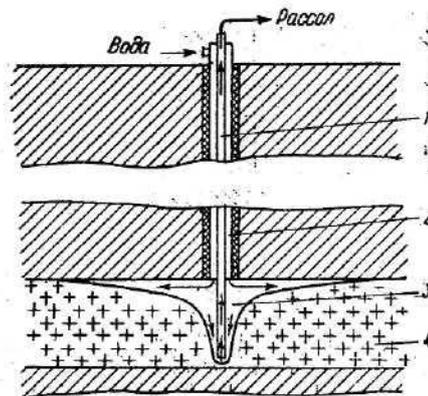


Fig. 2.- brine for underground

Dissolution of salt by the method of countercurrent leaching: 1 - pipe for brine extraction; 2 - pipe for water injection; 3 - leaching chamber; 4 - a layer of rock salt.

Two concentrically arranged pipes are installed in the drilled well. The inner pipe 1 is lowered to the base of the salt layer being developed, the outer pipe 2 is to the top of the developed formation. The water is pumped into the space between the pipes, the brine is pumped out through the inner pipe 1. As the salt dissolves in the thickness of the formation, chamber 3 is formed in the form of an inverted cone. When the chamber blurs and the angle of inclination of the chamber walls increases, sediment is deposited on them and the dissolution rate of the salt decreases. When this angle decreases to 35-40 °, the sludge ceases to slide off the walls of the chamber and is deposited on them in a dense layer, as a result of which the salt dissolves and the work of the well (campaign) is completed.

Also, the underground dissolution of the salt is carried out using the hydrube method (Figure 3). The advantage of this method is that during the borehole campaign it is possible to dissolve a larger salt pool (diameter 100-120 m) along the entire height of the salt layer being developed. When dissolving according to the method of countercurrent leaching, the volume of soluble salt mass is much less.

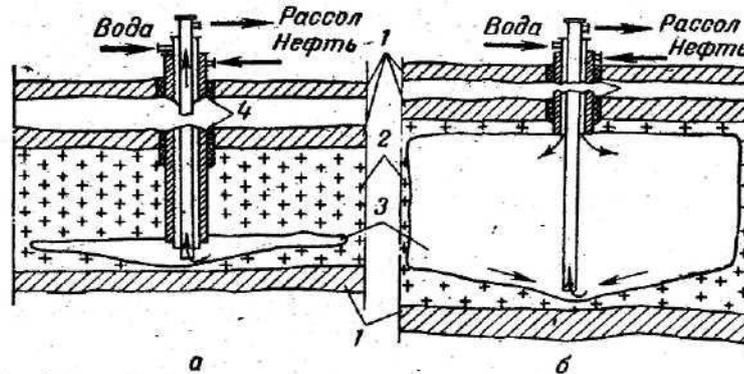


Fig.3. Scheme of underground salt dissolution by hydraulic hydraulics.

A - the initial period of work; B - the final period of work; I - rocks covering and underlying rock salt; 2 - rock salt; 3 - water; 4 - tamponage (cement);

As shown in Figure 3, three concentric pipes are installed in the well. The inner pipe, lowered to the base of the formation, serves to pump the finished brine. The second concentric pipe, lowered 1.5-2 m above the first, is fed with water through the annular space between the pipes. The third tube serves to supply oil or compressed air through the annular space between the pipes. When the salt is dissolved in the formation, a chamber with a diameter of 100-120 m is created. Due to the supply of oil (or air) in the chamber, a constant level of water is maintained - at an altitude of 1.5-2 m from the base of the formation. By regulating the flow of oil (or air), the water level gradually raises, resulting in a uniform dissolution of the roof of the chamber to the full production of salt along the height of the formation.

Hard salt is tried by water transport. If this is not possible, use rail or mixed transport. With prolonged transport in winter, the salt is frozen, and unloading it is difficult. To mechanize the unloading of salt used self-unloading cars, mechanical shovels or cranes. Sometimes when unloading salt in the pools of solvents, it is washed from the car by a stream of brine.

When using water transport, due to seasonal navigation, large salt reserves are needed to ensure the smooth operation of the enterprise. Salt is stored in open concrete areas or in pools of solvents. To prevent loss of salt with brine flowing into the ground, concreted areas or pools of solvents should be carefully and well waterproofed from the bottom and walls from the ground. It is reported on the use of foreign plants concrete pools, laid out with polyvinyl chloride on a special glue.

Salt dissolution is usually carried out in pools of solvent stores or in special solvents.

Figure 4 shows one of the types of open pool-solvent common salt. In a warehouse of this type, labor costs for unloading and transporting salt are reduced.

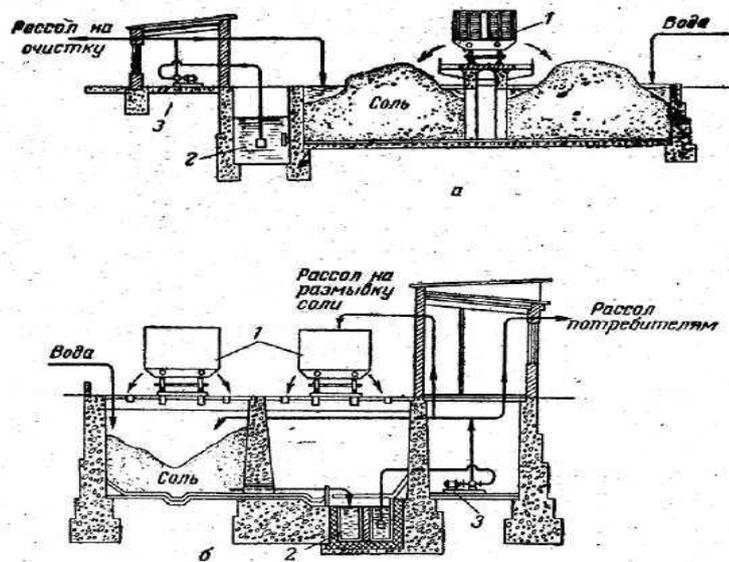


Fig. 4. Open storehouses-solvents of salt: 1 - car; 2-settler; 3 - pump.

The brine taken from the solvent has a sufficient degree of saturation. Typically, it is also possible to recirculate the low-concentration brine, as well as supplying a brine to wash salt from the wagons into the storage. With this use of solvents, a good averaging of the salt occurs, the brine obtained contains impurities of a constant composition, which facilitates the control of the brine cleaning process.

#### Methods for cleaning brine

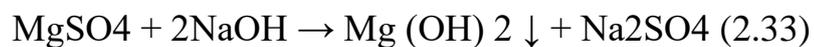
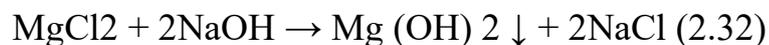
The brine is cleaned of chemical impurities - calcium and magnesium ions, converting them into insoluble compounds of  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  by adding solutions of soda and alkali.

The precipitates of calcium carbonate and magnesium hydroxide are separated from the brine by precipitation and filtration. Simultaneously, other mechanical impurities contained in the brine are separated.

Purification of brine from  $\text{SO}_4^{2-}$  (sulfate) ions is not currently carried out in the brine purification shop because of the high cost and deficiency of barium chloride required for these purposes. Sulphates are derived from the return salt in the residue shop without the use of any reagents.

In the chlorine industry, brine purification is carried out mainly with soda-caustic method at a temperature of  $40\text{-}70^\circ\text{C}$ .

In this method for purification from magnesium salts, the crude brine is mixed with the reverse brine containing about  $2\text{-}2.5\text{ g/L}$   $\text{NaOH}$ . The reaction for the formation of magnesium oxide hydrate having a very low solubility in water (about  $0.9\text{ mg/L}$  at  $18^\circ\text{C}$ ) and brine occurs, and therefore precipitates



To complete the precipitation of magnesium ions and protect steel pipelines from corrosion, an excess of alkali in the solution is left in an amount of about  $0.05\text{-}0.1\text{ g/L}$   $\text{NaOH}$ . The rest of the alkali is neutralized with hydrochloric acid



To clear calcium ions in the brine, a solution of calcined soda



The resulting calcium carbonate also has a low solubility, but higher than the magnesium oxide hydrate, and precipitates. The solubility of calcium carbonate, unlike most salts, decreases with increasing temperature, and therefore, to purify the residual content of calcium ions, brine purification is carried out at elevated temperature ( $40\text{-}70^\circ\text{C}$ ) by specifically heating the brine. In addition, at higher

temperatures, larger and well settling crystals of calcium carbonate are formed, which is very important for the subsequent settling and filtration of the brine.

The solubility of calcium carbonate decreases if there is an excess of soda in the solution. Table 2 shows the effect of temperature and excess of soda on the residual content of  $\text{Ca}^{2+}$  ions in the purified brine ( $\text{NaCl}$  concentration 310 g / l,  $\text{NaOH}$  0.1 g / l) after 24 hours settling.

Table 4. - Influence of temperature and excess of soda on the residual content of  $\text{Ca}^{2+}$

The content of $\text{Na}_2\text{CO}_3$ mg / l	The content of $\text{Ca}^{2+}$ ions in the brine, mg / l, at a temperature of, ° C	
	20	40
0,05	60	40
0,10	35	20
0,20	16	8,0
0,30	9,0	5,0
0,40	8,0	4,0
0,50	7,5	3,5
0,60	7,0	3,5

To achieve the minimum solubility of  $\text{CaCO}_3$ , it is sufficient to have an excess of soda (0.3-0.4 g / l) in the purified brine. With such an excess, the solubility of  $\text{CaCO}_3$  at 20 ° C is 8-9 mg / L and at 40-50 ° C it is about 4-5 mg / L, which corresponds to the norm.

Instead of caustic soda, you can use lime milk to clean the brine from magnesium ions.

Calcium ions, as in the first case, are precipitated with soda. This method is called soda-lime. It is usually used in soda plants where the brine is cleaned at 20-25 ° C. When the brine is simultaneously cleaned for soda and chlorine plants, it is produced at the soda plant. Purified here with soda-lime method, the brine is transferred to the chlorine plant, where it is post-cleaned.

The post-treatment consists in heating the brine to 60-70 ° C, during which, as a result of a decrease in the solubility, a precipitate of calcium carbonate precipitates. The precipitate is filtered off and the brine is sent to electrolysis.

The precipitates of magnesium oxide hydrate and calcium carbonate together with other mechanical impurities of the brine - sand, clay, iron oxide hydrate - are removed from the brine by settling and then by filtration. For good clarification of the brine, sedimentation should last from 8-12 to 24 hours. The settling time depends on the temperature, the ratio of magnesium and calcium ion concentration in the brine, and other factors.

When the temperature rises, larger precipitates form, which are easier to separate when settling and filtering the brine.

Calcium carbonate has a coarse crystal structure and is easily precipitated. The magnesium oxide hydrate -  $Mg(OH)_2$  forms light amorphous flakes, precipitating very slowly and easily disintegrating when the brine is moved. With co-precipitation and sedimentation, the rapidly precipitating particles of crystalline  $CaCO_3$  entrain the flocculation of  $Mg(OH)_2$ , contributing to the acceleration of sedimentation. Therefore, the settling rate depends on the ratio of the concentration of  $Ca^{2+}$  and  $Mg^{2+}$  impurities in the brine.

The higher the ratio  $[Ca]: [Mg]$ , the more precipitated impurities and the smaller the capacity of the settling tanks. Thus, with the ratio  $[Ca^{2+}]: [Mg^{2+}] = 0.25$ , the sedimentation rate of the slurry is about 0.25 m / h. When the ratio is increased to 1, the deposition rate increases to 0.85 m / h, ie, more than 3 times.

Over time, crystals of the precipitate in the brine grow, and the aggregation of individual small particles into larger ones (aggregation). Therefore, old precipitates precipitate faster, and their presence during the precipitation of fresh portions (seeds) promotes the precipitation of the entire mass of the precipitate. To accelerate the settling of the sediment, special substances are used - coagulants and flocculants.

Coagulants are chemical compounds that form large flakes in the water, easily precipitating and entrapping sediments. Among these substances are ferric chloride,

aluminum sulfate, which are used in water purification and in a small amount used in brine cleaning.

Recently, more effective flocculants have been used, which accelerate sedimentation several times. So, when cleaning the brine, hydrolyzed polyacrylamide is used.

Polyacrylamide is a linear polymer with electrically charged active groups, forming in the colloidal solution transition bridges between individual suspended particles and fastening them into coarse particles (aggregates) capable of rapid precipitation.

Combining the most advantageous conditions for deposition of precipitation with the use of flocculants, reduce the settling time of the brine to 6-8 hours and increase the productivity of continuously operating devices by 1.5-1.7 times. Thus, the addition of 5-10 mg / l of polyacrylamide to the brine allows about 90% of the brine to be clarified after 1 hour, and a precipitate in the form of large flakes. Without the addition of polyacrylamide after an hour of settling, the clarified part of the brine is only 65%, and the precipitate formed shallow, in the form of turbidity. [5]



