

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И.Сатпаева

Институт архитектуры, строительства и энергетики им. Т.К. Басенова

Кафедра инженерные системы и сети

Туленова Акмарал Ерлановна

Водопроводная станция очистки цветных вод с применением новых  
технологий

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к дипломному проекту

Специальность 5В080500 – Водные ресурсы и водопользование

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И.Сатпаева

Институт архитектуры, строительства и энергетики им. Т.К. Басенова

Кафедра инженерные системы и сети

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

Заведующий кафедрой ИСиС  
канд. техн. наук, ассоц. проф.  
Алимова К.К.

“ 16 ” 05 2019 г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к дипломному проекту

На тему: «Водопроводная станция очистки цветных вод с применением  
новых технологий»

по специальности 5В080500 – Водные ресурсы и водопользование

Выполнила:

А.Е.Туленова

Руководитель

канд. техн. наук, ассоц. проф.  
Н.В.Сидорова

“ 16 ” мая 2019 г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И. Сатпаева

Институт архитектуры, строительства и энергетики им. Т.К. Басенова

Кафедра инженерные системы и сети

5B080500 – Водные ресурсы и водопользование

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой ИСиС  
канд. техн. наук, ассоц. проф.

Алимова К.К.

“ 4 ” марта 2019г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение дипломного проекта**

Обучающейся Туленовой Акмарал Ерлановне

Тема: Водопроводная станция очистки цветных вод с применением новых технологий

Утверждена приказом Ректора Университета № 1210–б от 30.10.2018 г.

Срок сдачи законченной работы

"30" апреля 2018 г.

Исходные данные к дипломному проекту: климатические условия, название водоема Иртыш и Ишим, качество воды в этих водоемах, производительность очистных сооружений

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) Основная часть

б) Станция с двухступенчатой очисткой воды

в) Технология строительства объектов водопользования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): представлены схемы, разрезы, слайдов презентации работы.

Рекомендуемая основная литература: из 10 наименований

**ГРАФИК**  
подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
Основная часть	12.02.19 г. – 30.03.19 г.	<i>выполнено</i>
Станция с двухступенчатой очистки воды	01.04.19 г. – 16.04.19 г.	<i>выполнено</i>
Технология строительства объектов водопользования	16.04.19 г. – 30.04.19 г.	<i>выполнено</i>

**Подписи**

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект  
с указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Станция с двухступенчатой очистки воды	Н.В.Сидорова канд.техн.наук, ассоц.проф	<i>13.04.19</i>	
Технология строительства объектов водопользования	Н.В.Сидорова канд.техн.наук, ассоц.проф.	<i>18.04.19</i>	
Нормоконтролер	А.Н.Хойшиев канд.техн.наук, лектор	<i>14.05.19</i>	

Руководитель

 Сидорова Н.В.

Задание приняла к исполнению обучающаяся

 Туленова А.Е.

Дата

" *16* " *мая* 20 *19* г.

## АНДАТПА

Дипломдық жобаның мақсаты, ауыз судың сапасын жақсарту үшін тотығу және сорбция әдісін пайдалану болып табылады, ал озондау және сорбциялық тиеуде сүзу әдістерін қолдана отырып, адам денсаулығы үшін судың сапасын жақсартуды қамтамасыз етеді.

Антропогендік ластаудан қалыптасатын жағдайдың себептері климаттың өзгеруіне ғана емес, сонымен қатар балдырлар мен биоценоздың дамуына әкеліп соғады. Ауыз су кейбір кездері СанЕжН "Ауыз су. Ауыз сумен жабдықтаудың орталықтандырылған жүйелерінің су сапасына қойылатын гигиеналық талаптар.Сапаны бақылау " ҚР 3.01.067-97 көрсеткіштеріне сәйкес келе бермейді., сондықтанда судың талапқа сай болуы үшін толық тазалау әдісін пайдалану қажет етіледі.

## АННОТАЦИЯ

Целью дипломного проекта является окисление и сорбция для улучшения качества питьевой воды, необходимо использовать методы доочистки озонирования и фильтрования на сорбционной загрузке, что обеспечивает улучшения воды для здоровья человека.

Причинами сложившегося положения является не только антропогенные загрязнения, а изменение климата, которые увеличивают развитие водорослей и биоценоза. Так как вода не всегда соответствует показателям СанПиНа «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» РК 3.01.067-97, поэтому требуется использование метода доочистки.

## ABSTRACT

The aim of the diploma project is oxidation and sorption to improve the quality of drinking water, it is necessary to use methods of post-treatment of ozonation and filtration on the sorption load, which ensures the improvement of water for human health.

The reasons for this situation are not only anthropogenic pollution, but climate change, which increase the development of algae and biocenosis. Since water does not always correspond to the indicators of SanPiN "Drinking water. Hygienic requirements to water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control" 3.01.067 RK-97, and therefore requires the use of the method of purification.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>7</b>
1 Основная часть	8
2 Станция с двухступенчатой очисткой воды	11
2.1 Методы обеззараживания и обесцвечивания	11
2.2 Технологические схемы применения озона и активных углей на водоочистных станциях	12
2.3 Определение расчетной производительности очистной станции	15
2.4 Реагентное хозяйство	16
2.5 Расчет смесителя	17
2.6 Расчет горизонтального отстойника	20
2.7 Водоочистка с помощью угля	21
2.8 Расчет угольного фильтра	21
2.9 Расчет резервуара чистой воды	22
2.10 Определение расхода на хозяйственно – питьевые нужды	23
3 Технология строительства объектов водопользования	25
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>27</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>	<b>28</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	<b>29</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Проблема устойчивого водообеспечения Казахстана приобретает социально-экономический, экологический и политический характер, вызвавшийся с увеличением роли антропогенных факторов, связанных с водопотреблением для населения, промышленности и сельского хозяйства, а также с изменениями климата и водохозяйственными процессами в сопредельных странах.

В межгосударственных водных отношениях Казахстана с сопредельными странами (Китаем, Россией, Центральноазиатскими государствами), подписан экологический спрос природно-хозяйственных систем, на ограничение использования воды для производственной деятельности. Потенциальным бассейном-донором для вододефицитных районов является бассейн р. Иртыш, где формируется до половины возобновляемых водных ресурсов республики.

В конце 19 века в промышленном масштабе началось применение озона в технологии водоподготовки. В начале его использовали в основном для обеззараживания воды. Первые опыты по обеззараживанию воды озоном были выполнены в 1886 году де Меритенс (Франция). В настоящее время более 1000 водопроводных станций в Европе, особенно во Франции, Германии и Швейцарии, применяют озонирование как составляющую ступень в технологическом процессе очистки воды.

Сброс неочищенных и недостаточно очищенных бытовых и промышленных сточных вод, а также смыв вод с сельскохозяйственных территорий, содержащих пестициды и другие ядохимикаты, приводит к ухудшению воды в источниках водоснабжения. Состав вод поверхностных водоемов вблизи крупных городов характеризуется содержанием в них повышенных концентраций фенолов, нефтепродуктов, хлорорганических соединений, аммонийного и нитритного азота.

В дипломном проекте решается вопрос очистки вод и подготовки воды из реки Иртыш где содержатся антропогенные воздействия и оказывают влияние к изменению климата

Казахстан относится к числу стран с острым дефицитом водных ресурсов. Поэтому, в РК вопросу водных ресурсов уделяется большое внимание, принята государственная программа «Управление водными ресурсами до 2040 года», национальная программа полномасштабного обеспечения питьевой водой населения республики «Ак-Булак» на 2011- 2020 годы, отраслевая программа модернизации ЖКХ до 2020 года Основной тезис этих программ рациональное использование и охрана водных ресурсов.

## 1 Основная часть

В процессе работы были проверены качества воды водоисточников Казахстана. В недавнем прошлом средний многолетний сток всех рек Казахстана оценивался в 100,5 км<sup>3</sup>. В настоящее время некоторые специалисты оценивают его в 85,0 км<sup>3</sup>. Это связано с увеличением водозаборов из трансграничных рек в сопредельных странах (около 50 процентов стока рек Казахстана является трансграничным), с глобальными изменениями климата (увеличением интенсивности и повторяемости маловодных циклов и других природных явлений) [1].

Исследования проводились в реках, как Иртыш, Ишим и Вячеславское водохранилище которые используются для водоснабжения наиболее крупных городов страны. Рассмотрим природные водоисточники: реки Иртыш, Ишим и Вячеславское водохранилище которые используются для водоснабжения крупных городов, и имеющие высокий уровень химических загрязнений природной воды. Природные водоисточники содержат антропогенные и природные загрязнения, с превышающими значениями предельно допустимой концентрации (ПДК). К ним относятся: нефтепродукты, перманганатная окисляемость, фенолы, цветность, хлорорганические соединения. В отдельных случаях в воде выявляются амины, марганец, пестициды и другие соединения.

На территории Казахстана в данное время единственным источником со свободными водными ресурсами является бассейн р. Иртыш, где формируется до 33 процентов поверхностных водных ресурсов Казахстана. В таблице А.1 и на рисунке А.1 представлены водохозяйственный баланс р. Иртыш.

Уменьшение стока реки Иртыш связано:

- Строительство канал Иртыш – Каратай, Иртыш – Урумчи;
- Увеличение численности населения в Сынцзяньском автономном районе;
- Увеличение забора воды в промышленных целях;
- Загрязнение воды промышленными отходами.

На территорию Казахстана Иртыш входит с юго-восточной стороны и вливается в озеро Зайсан. От озера Зайсан до города Усть-Каменогорск отрегулирована водохранилищами Бухтарминской и Усть-Каменогорской (ГЭС) гидроэлектростанциями. Ниже по течению реки находятся Шульбинская ГЭС и город Семей. Основные притоки: Бухтарма, Ишим, Тобол, Ульба, Усолка, Шаган. Иртыш имеет смешанное снежно-родниковое и ледниковое питание.

Из-за строительства крупных водозаборов в Казахстане и в Китае отмечается уменьшение глубины реки Иртыш. Река имеет наибольший степень загрязненности и более высокий уровень химических загрязнений. Характеристика качества р. Иртыш представлен в таблице Б.1 [Приложение Б].

Иртыш имеет сезонное колебание, суточное колебание незначительное. В связи с этим наблюдается процесс развития фитопланктона, имеет место «цветение» воды. Цветение воды образуется размножением водорослей,

результатом является наличие в воде избыточно-питательных веществ, особенно фосфора.

Технологию биоочистки применяют для переработки городских стоков и уничтожению вредоносных бактерий. В результате образуется слой осадков – илы в резервуарах очистных сооружений. После очистки в Иртыш сбрасывается чистая вода.

Река Иртыш используется для водоснабжения, орошения; питает канал Иртыш-Караганда. Главные города Усть-Каменогорск, Семипалатинск, Павлодар. Чуть выше Павлодара иртышскую воду забирает канал Иртыш — Караганда, текущий на запад.

*Канал имени Каныша Сатпаева (канал Иртыш — Караганда)* — канал для водоснабжения промышленных районов и сельского хозяйства Центрального Казахстана головной водозабор расположен на левобережной протоке Иртыша у города Ермака Павлодарской области. На территории водозабора построена подпорная плотина, снабженная водосбросным устройством. Общая протяженность канала (до города Караганды) 458 км, ширина по дну 4 м, по верху до 40 м, глубина 5—8 м. Подъем воды от реки Иртыша до водораздела совершается 22 насосными станциями.

Ишим – левый и самый длинный приток Иртыша. Длина — 2450 км, площадь водосборного бассейна — 177 000 км<sup>2</sup>. Среднегодовой сток реки составляет около 2,5 км<sup>3</sup>. Питание Ишима преимущественно снеговое. Максимальный расход воды реки 1080—1100 м<sup>3</sup>/с, годовой объем стока 1 299 967 тыс. м<sup>3</sup>/год. Среднегодовой расход воды 1,11 м<sup>3</sup>/с.

Многолетнее регулирование стока реки Ишим осуществляется двумя водохранилищами: Вячеславским (полезный объем = 375,4 млн м<sup>3</sup>) и Сергеевским (полезный объем = 635 млн м<sup>3</sup>).

На Ишиме расположены города Астана, Есиль, Державинск, Сергеевка и Петропавловск. Характерные данные по водоисточнику Ишим представлен в таблице Б.2 [Приложение Б].

Источником водоснабжения хозяйственно-питьевого водоснабжения г.Астана, а также для орошения земель близ расположенных сельских населенных мест является Астанинское (Вячеславское) водохранилище. Лаборатория «Астана су арнасы» ведет мониторинг качества воды водохранилища. В таблице В.1 представлены усредненные данные химических анализов воды Вячеславского водохранилища в различные периоды времени [Приложение В].

Качество исходной воды, поступающей на насосную станцию, не удовлетворяет требованиям СанПиН РК 3.01.067-97 по мутности, цветности, содержанию железа, общей жесткости (в определенные периоды), санитарно-бактериологической загрязненности [2,3,4].

Отличительной чертой является невысокая мутность и повышенная цветность в определенный период года. Повышение мутности до 40 мг/л происходит в периоды весенних половодий (апрель-май). В периоды развития в водохранилище гидробионтов («цветение»), происходит повышение цветности

воды, с июль по сентябрь цветность достигает с 10 до 50 градусов по платино-кобальтовой шкале.

Для обеспечения санитарной надежности и качества питьевой воды следует повысить степени осветления воды. В связи с увеличением цветности ухудшается вкус и запах.

Режимы обработки воды озоном и принимаемая схема озонирования выбираются в соответствии с данными физико-химического анализа воды. Качество воды в водоисточнике при движении испытывает значительные изменения, как для реагентной обработки и озонирования будут различными.

## 2 Станция с двухступенчатой очисткой воды

### 2.1 Методы обеззараживания и обесцвечивания

Обеззараживание удаляет из воды бактерии, споры, микробов и вирусов. Для устранения бактерий в воду добавляют дезинфицирующее вещество. Эффективность воздействия на бактерии зависит от количества дезинфицирующего вещества. От качества воды зависит доза дезинфицирующего вещества. На рисунке 1 приведен график зависимости количества бактерий, содержащихся в воде, от величины дозы воздействующего дезинфицирующего вещества (в нашем случае хлора  $D_{Cl}$  и озона  $D_{O_3}$ ).

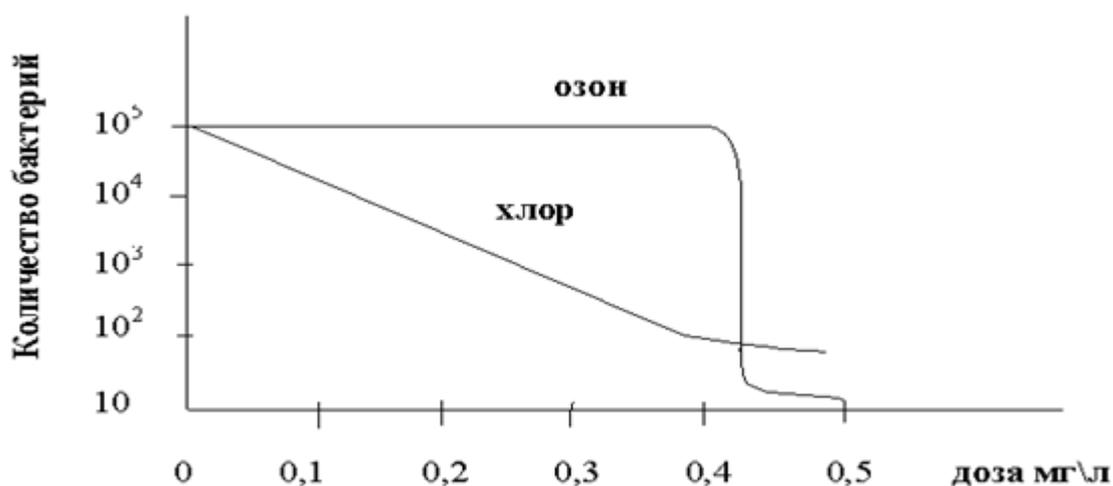


Рисунок 1 - Количество бактерий в воде в зависимости от дозы  $O_3$

По графику следует, что при добавлении большого количества хлора численность бактерии уменьшается. Для озона выявляется быстрое бактерицидное действие при достижении критической дозы озона равной 0,4-10,5 мг озона в газе на литр обрабатываемой воды. К тому же, происходит полная инактивация воды.

Методы обеззараживания по способу воздействия делятся на химические, физические и комбинированные. В химическом способе эффект достигается добавлением в воду биологически активных химических соединений; безреагентные методы включает обработку воды физическими воздействиями, а в комбинированных применяют сразу два метода, химическое и физическое.

К химическим способам относят обработку окислителями: хлором, озоном, а также ионами тяжелых металлов. К физическим – обеззараживание ультрафиолетовыми лучами, ультразвуком. В таблице В.2 представлена сравнительная характеристика методов обеззараживания [Приложение В].

Озонирование применяется как самостоятельная ступень в технологии очистки воды. Озонирование используют для очистки поверхностных водоисточников от антропогенных загрязнений. Доза озона, необходимая для

обеззараживания воды, зависит от степени загрязнения воды и бывает в пределах от 0,5 до 150 мг/л (при концентрации остаточного озона в очищенной воде в диапазоне 0,1-0,4 мг/л).

В зависимости от цветности исходной воды требуется большее или меньшее количество озона для обесцвечивания воды. Обесцвечивание воды проводят с помощью метода коагуляции методов отстаивания и фильтрации.

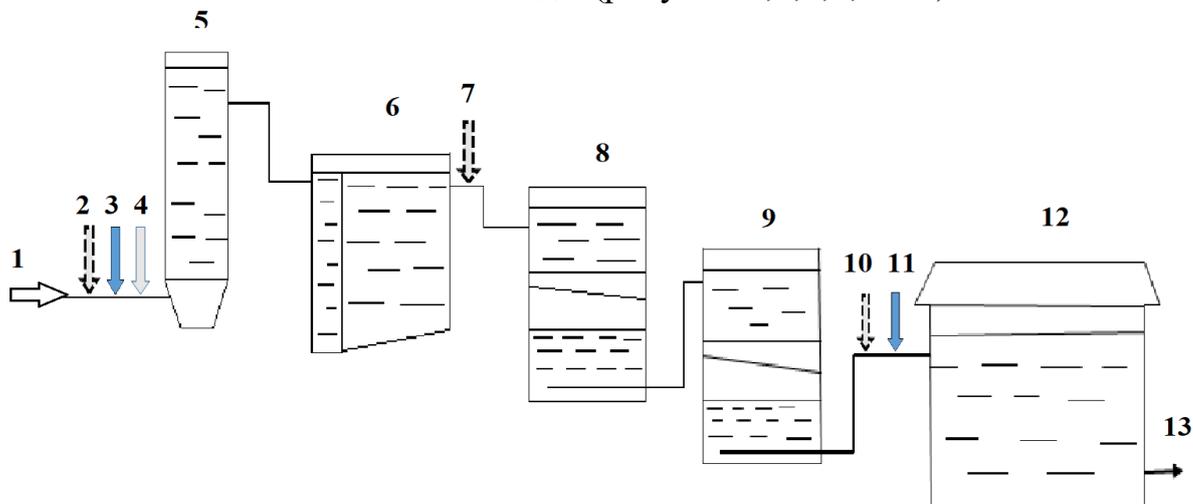
Эффективное обесцвечивание воды озонированием является одним из определяющих критериев в выборе озона в качестве воздействующего реагента при подготовке питьевой воды [5,6,7].

## 2.2 Технологические схемы применения озона и активных углей на водоочистных станциях

Озонирование воды предоставляет надежное обеззараживание и устраняет привкусы, запахи и цветность воды.

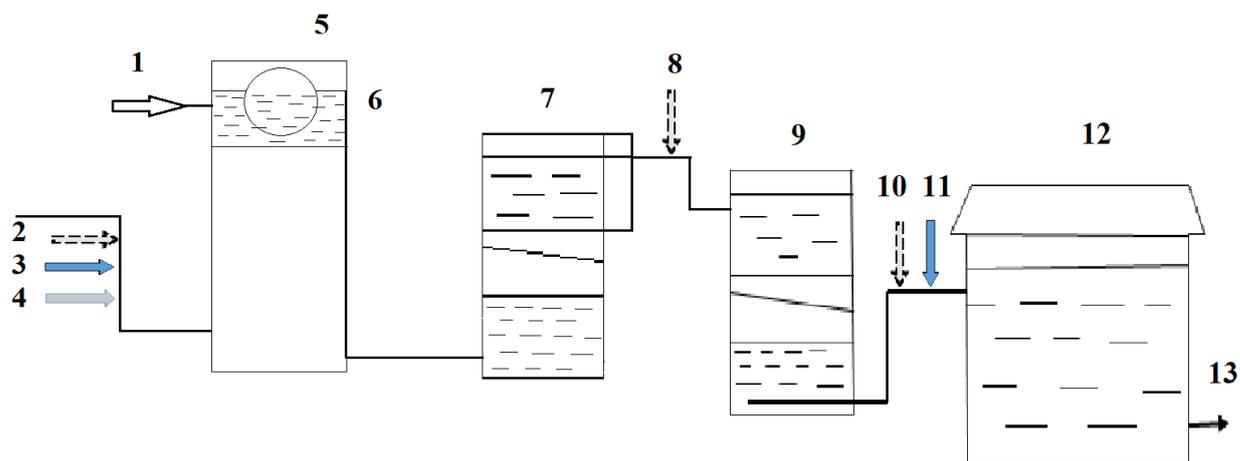
Применение озона является эффективным, чем хлор дезинфицирующим реагентом по отношению спор и вирусов.

В зависимости от качественного и количественного состава загрязнений водоисточника допускаются различные варианты применения озона в технологических схемах очистки воды (рисунки 2,3,4,5,6 и 7).



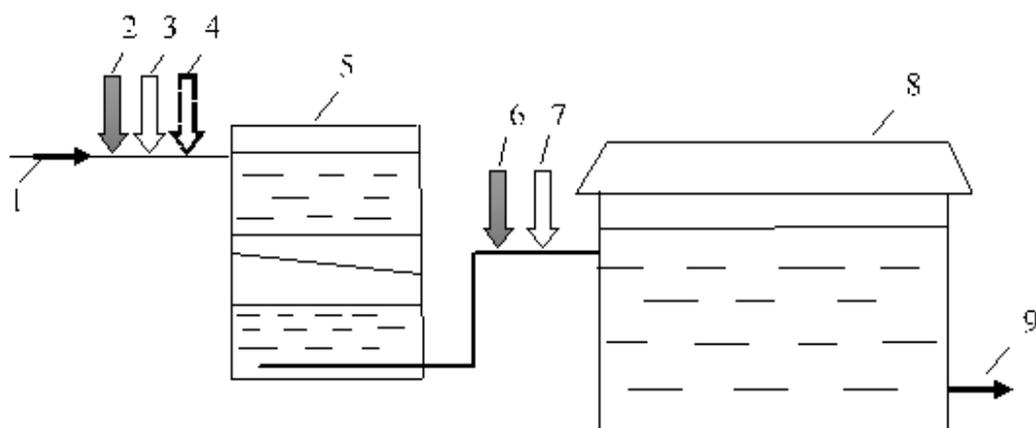
1 - подача речной воды; 2 - первичное озонирование; 3 - первичное хлорирование (при необходимости); 4 - ввод коагулянта; 5 - смеситель; 6 - отстойник (или осветлитель со взвешенным осадком); 7 - вторичное озонирование; 8 - песчаный фильтр; 9 - угольный фильтр; 10 - третичное озонирование; 11 - вторичное хлорирование; 12 - резервуар чистой воды; 13 - подача питьевой воды потребителю.

Рисунок 2 – Применение озона и активных углей на станциях с двухступенчатой схемой очистки воды



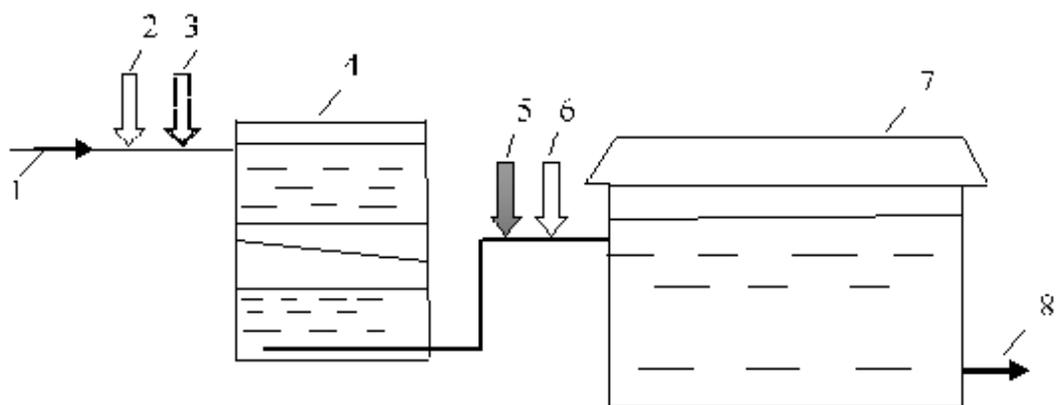
1 - подача речной воды; 2 - первичное озонирование; 3 - первичное хлорирование (при необходимости); 4 - ввод коагулянта; 5 - входная камера; 6 - сетчатый барабанный фильтр; 7 - контактный осветлитель; 8 - вторичное озонирование; 9 - угольный фильтр; 10 - третичное озонирование; 11 - вторичное хлорирование; 12 - резервуар чистой воды; 13 - подача питьевой воды потребителю

Рисунок 3 – Применение озона и активных углей для очистки воды на станциях с контактными осветлителями



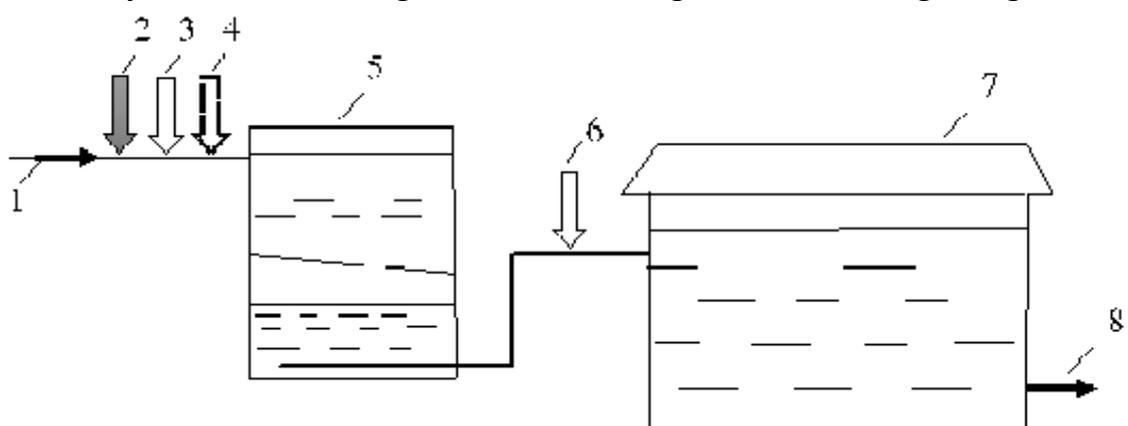
1-подача исходной воды, 2- первичное озонирование, 3- первичное хлорирование, 4 – ввод коагулянта, 5 – песчаный фильтр, 6 – вторичное озонирование, 7 – вторичное хлорирование, 8 – резервуар чистой воды, 9 – подача питьевой воды потребителю.

Рисунок 4 – Схема применение первичного и заключительного озонирования



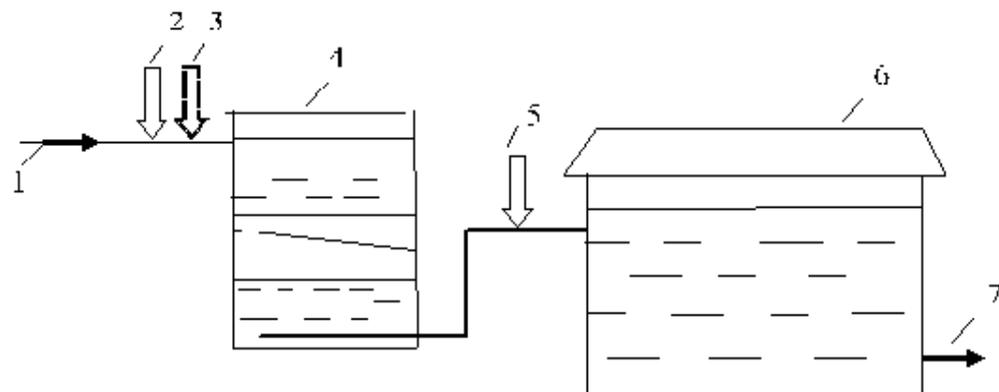
1 - подача исходной воды, 2 - первичное хлорирование, 3 - ввод коагулянта, 4 - песчаный фильтр, 5 - озонирование, 6 - вторичное хлорирование, 7 - резервуар чистой воды, 8 - подача питьевой воды потребителю.

Рисунок 5 – Схема применение озонирования после фильтрования



1- подача исходной воды, 2- озонирование, 3- первичное хлорирование, 4 – ввод коагулянта, 5 – песчаный фильтр, 6 – вторичное хлорирование, 7- резервуар чистой воды, 8- подача питьевой воды потребителю.

Рисунок 6 – Схема первичное озонирование и предварительное хлорирование



1- подача исходной воды, 2 - первичное хлорирование, 3 – ввод коагулянта, 4 – песчаный фильтр, 5 – вторичное хлорирование, 6 – резервуар чистой воды, 7 – подача питьевой воды потребителю.

Рисунок 7 – Схема первичного и вторичного хлорирования

Одноступенчатое озонирование: использует озон на стадии предварительного окисления воды или после очистки перед песчаными или угольными фильтрами.

Первичное озонирование проводится в целях окисления легко окисляемых органических и неорганических загрязнений, для повышения качества коагулирования, а также для обеззараживания воды.

В двухступенчатом озонировании после коагуляционной обработки проводится предварительное и вторичное озонирование воды.

При вторичном озонировании осуществляется глубокое окисление задерживающихся загрязнений, повышается производительность сорбционной очистки и увеличивает время работы активного угля до регенерации, тогда перед песчаным и угольным фильтрами вводится озон.

В трехступенчатом озонировании после коагуляционной очистки, применяют предварительное озонирование и озонирование после глубокой очистки воды.

Заключительное озонирование очищенной воды гарантирует полное обеззараживание и улучшает показатели воды.

По количеству мест введения озона ставятся контактные камеры, в которых случается перемешивание озоновоздушной смеси с водой. Для городских водоочистных станций используют барботажные бассейны.

Большинство водопроводно-канализационные предприятия производят подсчет, что с добавлением озонирования будет возможность окончательно отказаться от хлорирования и убрать хлор из технологической схемы очистки воды. Как показывает практика, применение озона не допускает исключить использование хлора, однако доза хлора должно быть уменьшена. Это связано с тем, что озон быстро разлагается в воде и не обладает пролонгирующим бактерицидным действием. Поэтому для обеспечения надежной и безопасной в санитарно-гигиеническом отношении работы водопроводных сетей должно проводиться заключительное обеззараживание дозами хлорреагентов для обеспечения в любой точке сети, в том числе и самой отдаленной, остаточного хлора на уровне, регламентируемом СанПиНом.

### 2.3 Определение расчетной производительности очистной станции

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{полезн}} + Q_{\text{доп}}, \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды, применяется 1,05 – для станции полезной производительностью более 50 тыс.м<sup>3</sup>/сут;

$Q_{\text{полезн}} - 52300 \text{ м}^3/\text{сут.}$ ;

$Q_{\text{доп}}$  – дополнительный расход воды на пожаротушение, м<sup>3</sup>/сут.

$$Q_{\text{доп}} = \frac{3,6 \cdot 24 \cdot n \cdot q_{\text{пож}} \cdot t_{\text{пож}}}{T_{\text{пож}}}, \quad (2)$$

где  $n = 3$  – число одновременных пожаров;

$q_{\text{пож}} = 40$  л/с – норма расхода воды при пожаре, л/с;

$t_{\text{пож}} = 3$  ч – расчетная длительность пожара в ч;

$T_{\text{пож}} = 24$  ч – время восстановления пожарного запаса, ч.

$$Q_{\text{доп}} = \frac{3,6 \cdot 24 \cdot 3 \cdot 40 \cdot 3}{24} = 1296 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$Q_{\text{расх}} = 52500 + 1296 = 53796 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

При выборе основных сооружений водопроводной очистной станции необходимо руководствоваться условиями применения, приведенными в СН 4.01-02-2009.

## 2.4 Реагентное хозяйство

В качестве коагулянта применяется сернокислый алюминий  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

Суточный расход коагулянта, т/сут, определяется по формуле

$$G_k = \frac{D_k \cdot Q_{\text{сут}}}{10000 \cdot P_i}, \quad (3)$$

где  $Q_{\text{сут}}$  – суточная производительность станции,  $\text{м}^3/\text{сут}$ ;

$P_i$  – процентное содержание безводного продукта в товарном коагулянте, для очищенного сернокислого алюминия  $P = 40,3$  процента;

$D_k$  – доза коагулянта,  $D_k = 60$  мг/л.

Площадь склада для коагулянта,  $\text{м}^2$

$$F = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot D_k \cdot T \cdot \alpha}{1000 \cdot p_c \cdot \gamma_0 \cdot h_k}, \quad (4)$$

где  $T$  – время хранения коагулянта = 30 дней;

$\alpha$  – коэффициент учета дополнительной площади хранения = 1,15;

$p_c$  – содержание безводного продукта в коагулянте от 40-50%;

$\gamma_0$  – объединенный вес коагулянта  $\text{т}/\text{м}^3 = 1,1$ ;

$h_k$  – допустимая высота склада не выше 2-2,5 м.

$$F = \frac{53796 \cdot 60 \cdot 30 \cdot 1,15}{1000 \cdot 45 \cdot 1,1 \cdot 2,3} = 978 \text{ м}^2.$$

Емкость рабочих баков в м<sup>3</sup>, для коагуляции и баков для заготовки известкового молока

$$W_p = \frac{D_k \cdot n \cdot Q}{1000 \cdot B_1 \cdot \gamma}, \quad (5)$$

где n – число часов, принимая 10 – 12 ч;

Q – производительность станции, м<sup>3</sup>/ч;

B<sub>1</sub> – концентрация раствора коагулянта, принимается 10-17%;

γ – плотность раствора коагулянта, принимается 1 т/м<sup>3</sup>.

$$W_p = \frac{60 \cdot 12 \cdot 2083,3}{1000 \cdot 16 \cdot 1} = 9,4 \text{ м}^3.$$

Емкость расходных баков в м<sup>3</sup>

$$W = \frac{W_p \cdot B_1}{B_2}, \quad (6)$$

где B<sub>2</sub> – концентрация раствора коагулянта в расходных баках принимаемая 4-10%.

$$W = \frac{9,4 \cdot 16}{8} = 18,8 \text{ м}^3.$$

## 2.5 Расчет смесителя

Смесители служат для равномерного распределения реагентов в обрабатываемой воде. Смешение реагентов осуществляется в течении 1 – 2 мин.

$$Q_{\text{час}} = \frac{50000}{24} = 2083,3 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

По значению производительности, количество смесителя = 3.

Расход на 1 смеситель, м<sup>3</sup>/ч, равен

$$q_{\text{см}} = \frac{Q_{\text{час}}}{n}, \quad (7)$$

$$q_{\text{см}} = \frac{2083,3}{3} = 694,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Площадь горизонтального сечения в верхней части смесителя,  $m^2$ , определяем по формуле

$$f_B = \frac{q}{V_B}, \quad (8)$$

где  $q$  – расчетный расход воды,  $m^3/ч$ ;

$V_B$  – скорость восходящего движения воды, принимается в пределах 90-100 м/ч.

$$f_B = \frac{694,4}{100} = 6,9 \text{ м}^2.$$

В зависимости от формы смесителя находим ширину (для пирамидальной) верхней части, м.

$$b_B = \sqrt{f_B}, \quad (9)$$

$$b_B = \sqrt{6,9} = 2,6 \text{ м}.$$

Диаметр, м, верхней части

$$d_B = 2 \sqrt{\frac{f_B}{\pi}}, \quad (10)$$

$$d_B = 2 \sqrt{\frac{6,9}{3,14}} = 2,96 \text{ м}.$$

Размер входного отверстия принимаем в зависимости от диаметра подводящего трубопровода, м.

$$d_H = 2 \sqrt{\frac{q}{\pi \cdot V_H}}, \quad (11)$$

$$d_H = 2 \sqrt{\frac{694,4}{3,14 \cdot 126}} = 2,65 \text{ м}.$$

Площадь,  $m^2$ , нижней части смесителя рассчитываем по формуле

$$f_H = b_H * b_H = d_H^2, \quad (12)$$

$$f_H = 2,65^2 = 7,02 \text{ м}^2.$$

Высота нижней части смесителя, м, равна

$$h_H = 0,5(d_B - d_H) \cdot \operatorname{ctg}\left(\frac{\alpha}{2}\right), \quad (13)$$

где  $\operatorname{ctg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 40^\circ$

$$h_H = 0,5(2,96 - 2,65) \cdot 2,747 = 1,5 \text{ м.}$$

Объем нижней части смесителя, м<sup>3</sup>

$$W_H = \frac{h_H}{3} (f_B + f_H + \sqrt{f_B \cdot f_H}), \quad (14)$$

$$W_H = \frac{1,2}{3} (10,45 + 13,25 + \sqrt{10,45 \cdot 13,25}) = 21,25 \text{ м}^3.$$

Полный объем смесителя, м<sup>3</sup>, равен

$$W = \frac{q \cdot t}{60}, \quad (15)$$

где  $t$  – продолжительность смешения реагента с водой, мин.

$$W = \frac{1317 \cdot 2}{60} = 43,9 \text{ м}^3.$$

Необходимый объем верхней части смесителя, м<sup>3</sup>

$$W_B = W - W_H, \quad (16)$$

$$W_B = 43,9 - 21,25 = 22,65 \text{ м}^3.$$

Высота верхней части, м, равна

$$h_B = \frac{W_B}{f_B}, \quad (17)$$

$$h_B = \frac{22,65}{10,45} = 2,17 \text{ м.}$$

Общая высота смесителя, м

$$h_0 = h_B + h_H, \quad (18)$$

$$h_0 = 2,17 + 1,2 = 3,37 \text{ м.}$$

## 2.6 Расчет горизонтального отстойника

Горизонтальный отстойник представляет из себя прямоугольный в плане резервуар, разделенный на несколько отделений. Строят несколько параллельно работающих отделений, чтобы не выключать все сооружения при чистке или ремонте одного отделения. В отстойнике есть две зоны: зону осаждения взвеси и зону накопления и уплотнения осадка.

Суммарная (общая) площадь горизонтального отстойника,  $\text{м}^2$ .

$$F_{\text{общ}} = \frac{\alpha \cdot Q_{\text{час}}}{3,6 \cdot u_0}, \quad (19)$$

где  $Q_{\text{час}}$  – расчетный расход воды, приходящейся на все отстойники,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  
 $\alpha$  – коэффициент, учитывающий взвешивающее влияние вертикальной составляющей скорости потока,  $\alpha = 1,1$ ;

$u_0$  – скорость выпадения взвеси, задерживаемой отстойником,  $\text{мм}/\text{сек}$ .

$$F_{\text{общ}} = \frac{1,5 \cdot 2083,3}{3,6 \cdot 0,5} = 1736,1 \text{ м}^2.$$

Ширина отстойника, м.

$$B = \frac{Q_{\text{час}}}{3,6 \cdot v_{\text{ср}} \cdot H \cdot N}, \quad (20)$$

где  $v_{\text{ср}}$  – средняя горизонтальная скорость движения воды в отстойнике,  
 $v_{\text{ср}} = 4,5 \text{ мм}/\text{сек}$ ;

$H$  – средняя глубина зоны осаждения,  $H = 3,5$ ;

$N$  – расчетное количество отстойников,  $N=2$ .

$$B = \frac{2083,3}{3,6 \cdot 5 \cdot 3,5 \cdot 2} = 16,5 \text{ м}.$$

Длина отстойников, м.

$$L = \frac{F_{\text{общ}}}{BN}, \quad (21)$$

где  $F_{\text{общ}}$  – суммарная площадь всех отстойников в плане,  $\text{м}^2$ .

$$L = \frac{1736,1}{16,5 \cdot 2} = 52,6 \text{ м}.$$

## 2.7 Водоочистка с помощью угля

Эффективным средством для фильтрации воды является угольный фильтр. Уголь широко использовался в начале XX века. Для водоочистки уголь применяется в местах с невысоким качеством питьевой воды. Уголь в активированном виде имеет пористую структуру.

Угольный фильтр использует для:

- очистки воды от вкуса, запаха и цвета;
- задержания микроорганизмов и органических синтезов;
- устранения из воды остатков хлора и элементов дезинфицирующих составов.

Для водоочистки используют угли из:

- твердой оболочки кокосового ореха;
- древесины лиственных пород деревьев, торф;
- каменный уголь.

Вода очищается с помощью гранулированного и порошкообразного угля. Гранулированный уголь – уголь с частицами крупнее 0,18 мм, частицы бывают разного размера. Марка угля находится с помощью гранулярного состава частиц. Порошковый уголь содержит частицы мельче 0,18 мм. Применяется для очистки воды, осветления и обесцвечивания. Марка определяется материалом, из которого изготовлен уголь, размером частиц и типами пор. Формованный

## 2.8 Расчет угольного фильтра

Суммарная площадь угольных фильтров, м<sup>2</sup>

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T \cdot v_{\text{р.н.}} - 3,6 \cdot n \cdot \omega \cdot t_1 - n \cdot t_2 \cdot v_{\text{р.н.}}}, \quad (22)$$

где  $T$  – продолжительность работы станции в течении суток,  $T=24$  ч.

$v_{\text{р.н.}}$  – расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме эксплуатации,  $v_{\text{р.н.}}=6$  м/ч;

$n$  – количество промывок фильтра за сутки,  $n=2$ ;

$\omega$  – интенсивность промывки,  $\omega =12,5$  л/сек·м<sup>2</sup>;

$t_1$  – продолжительность промывки,  $t_1=0,1$ ч;

$t_2$  – время простоя фильтра в связи с промывкой,  $t_2=0,33$ ч.

$$F = \frac{50000}{24 \cdot 6 - 3,6 \cdot 2 \cdot 12,5 \cdot 0,1 - 2 \cdot 0,33 \cdot 6} = 381,6 \text{ м}^2.$$

Количество угольных фильтров, шт.

$$N=0,5\sqrt{F}, \quad (23)$$

$$N=0,5\sqrt{381,6}=10 \text{ шт.}$$

Скорость фильтрования, м/ч, воды при форсированном режиме

$$\vartheta_{p.ф.} = \vartheta_{p.н} \frac{N}{N-N_1}, \quad (24)$$

где  $N_1$  – количество фильтров, находящихся в ремонте  $N_1=1$ .

$$\vartheta_{p.ф.} = 6 \frac{10}{10-1} = 7 \text{ м/ч.}$$

## 2.9 Расчет резервуара чистой воды

Объем резервуара, м<sup>3</sup>

$$W_{pчв} = W_{рег} + W_{н.п.}, \quad (25)$$

где  $W_{рег}$  – регулирующий объем;

$W_{н.п.}$  – неприкосновенный объем.

Определяем регулирующий объем, м<sup>3</sup>

$$W_{рег} = \frac{K \cdot Q_{сут}}{100}, \quad (26)$$

$$W_{рег} = \frac{13,3 \cdot 60000}{100} = 7980 \text{ м}^3.$$

Неприкосновенный объем, м<sup>3</sup>

$$W_{н.п.} = W_{пож} + W_{х.п.} + W_{пр.}, \quad (27)$$

1) Пожарный запас, м<sup>3</sup>

$$W_{пож} = \frac{Q_{пож} \cdot t \cdot 3600}{1000}, \quad (28)$$

$$W_{пож} = \frac{70 \cdot 3 \cdot 3600}{1000} = 756 \text{ м}^3.$$

2) Хозяйственно – питьевой запас, м<sup>3</sup>

$$W_{х.п.} = \frac{Q_{сут}^{max} \cdot 19,5}{100}, \quad (29)$$

$$W_{\text{х.п.}} = \frac{72000 \cdot 19,5}{100} = 14040 \text{ м}^3.$$

3) Производственный запас, м<sup>3</sup>

$$W_{\text{пр.}} = \frac{Q_{\text{сек}} \cdot t \cdot 3600}{1000}, \quad (30)$$

$$W_{\text{пр.}} = \frac{1137,5 \cdot 3 \cdot 3600}{1000} = 12285 \text{ м}^3.$$

Неприкосновенный объем, м<sup>3</sup>

$$W_{\text{н.п.}} = 760 + 14040 + 12285 = 27085 \text{ м}^3.$$

Объем резервуара чистой воды

$$W_{\text{рчв}} = 7980 + 27085 = 35086 \text{ м}^3.$$

Берем 3 резервуара с емкостью 75 куб.м.

## 2.10 Определение расхода на хозяйственно – питьевые нужды

Определяем среднесуточный расход, м<sup>3</sup>/сут, воды на хозяйственно питьевые нужды населения

$$Q_{\text{сут}} = \frac{\sum q_{\text{ж}} \cdot N}{1000}, \quad (31)$$

где  $q_{\text{ж}}$  – удельное водопотребление л/сут на 1 ж;

$N$  – количество жителей в населенном пункте.

$$Q_{\text{сут}} = \frac{300 \cdot 220000}{1000} = 60000 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Расход воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления, м<sup>3</sup>/сут

$$Q_{\text{сут}}^{\text{max}} = K_{\text{сут}}^{\text{max}} \cdot Q_{\text{ср.сут.}} \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (32)$$

$$Q_{\text{сут}}^{\text{min}} = K_{\text{сут}}^{\text{min}} \cdot Q_{\text{ср.сут.}} \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (33)$$

где  $K_{\text{сут}}^{\text{max}}$   $K_{\text{сут}}^{\text{min}}$  – максимальный и минимальный коэффициенты суточной неравномерности водопотребления  $K_{\text{сут}}^{\text{max}} = 1,2$  ( $1,1 \div 1,3$ )  $K_{\text{сут}}^{\text{min}} = 0,8$  ( $0,7 \div 0,9$ ).

$$Q_{\text{сут}}^{\text{max}} = 1,2 \cdot 60000 = 72000 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{\text{сут}}^{\text{min}} = 0,8 \cdot 60000 = 48000 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Максимальные и минимальные расчетные часовые расходы, м<sup>3</sup>/ч

$$Q_{\text{ч. max}} = K_{\text{ч. max}} \cdot \frac{Q_{\text{max.сут}}}{24}, \quad (34)$$

$$Q_{\text{ч. min}} = K_{\text{ч. min}} \cdot \frac{Q_{\text{min.сут}}}{24}, \quad (35)$$

где  $K_{\text{ч. max}}$   $K_{\text{ч. min}}$  – максимальные и минимальные коэффициенты часовой неравномерности водопотребления.

$$K_{\text{ч. max}} = \alpha_{\text{max}} \cdot \beta_{\text{max}} = 1,3 \cdot 1,05 = 1,365$$

$$K_{\text{ч. min}} = \alpha_{\text{min}} \cdot \beta_{\text{min}} = 0,5 \cdot 0,85 = 0,425$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятия и др.  $\alpha_{\text{max}} = 1,2 \div 1,4$ ;  $\alpha_{\text{min}} = 0,4 \div 0,6$ ;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте СН РК 4.01.02 – 2009.

$$Q_{\text{ч. max}} = 1,365 \cdot \frac{72000}{24} = 4095 \text{ м}^3/\text{час},$$

$$Q_{\text{ч. min}} = 0,425 \cdot \frac{48000}{24} = 850 \text{ м}^3/\text{час}.$$

### 3 Технология строительства объектов водопользования

В состав земляных работ входят: вертикальная планировка площадок, разработка траншеи, обратная засыпка грунта.

Расчет объемов земляных работ нужен для определения стоимости строительства.

Определение глубины заложения траншеи, м

$$h = h_{\text{пром.гр}} + (0,2 \div 0,4) + d_{\text{тр}} + 0,2, \quad (36)$$

где  $h_{\text{пром.гр}}$  – глубина промерзания грунта;

$0,2 \div 0,4$  – изоляционный слой, м;

$d$  – наружный диаметр тру, м.

$$h = 1,9 + 0,2 + 0,4 + 0,2 = 2,7 \text{ м.}$$

Определение ширины траншеи по дну, м

$$b = 2 \cdot (0,3 \div 1) + d, \quad (37)$$

где  $0,3 \div 1$  – зазор для прохода рабочих, м.

$$b = 2 \cdot 0,6 + 0,4 = 1,6 \text{ м.}$$

Определение ширины траншеи по верху, м.

$$B = b + 2 \cdot m \cdot h, \quad (38)$$

где  $m$  – коэффициент крутизны откоса. Для грунта – супесь равен 1:0,67.

$$B = 1,6 + 2 \cdot 0,67 \cdot 2,7 = 5,2 \text{ м.}$$

Определение площади, м, поперечного сечения траншеи

$$F = \frac{B+b}{2} \cdot h, \quad (39)$$

$$F = \frac{5,2+1,6}{2} \cdot 2,7 = 9,2 \text{ м.}$$

Определение объема траншеи, м<sup>3</sup>

$$V = F \cdot l, \quad (40)$$

где  $l$  – длина участка трубы, м.

$$V = 9,2 \cdot 12500 = 115000 \text{ м}^3.$$

Определение объема трубы, м<sup>3</sup>

$$V_{\text{тр}} = \pi \cdot d \cdot l, \quad (41)$$

$$V_{\text{тр}} = 3,14 \cdot 0,4 \cdot 12500 = 15700 \text{ м}^3.$$

Определение объема, м<sup>3</sup>, излишнего грунта

$$V_{\text{изл.гр}} = V - \frac{V_{\text{тр}}}{K_{o,p} + 1}, \quad (42)$$

$$K_{o,p} = 3 \div 5$$

$$V_{\text{изл.гр}} = 11500 - \frac{15700}{3+1} = 111075 \text{ м}^3.$$

Определение объема обратной засыпки, м<sup>3</sup>

$$V_{\text{обр.з.}} = V - V_{\text{изл.гр}}, \quad (43)$$

$$V_{\text{обр.з.}} = 11500 - 111075 = 3925 \text{ м}^3.$$

Определение объема недобора грунта, м<sup>3</sup>

$$V_{\text{нед.гр.}} = V_{\text{нед.гр.}} \cdot b \cdot l, \quad (44)$$

$$V_{\text{нед.гр.}} = 0,1 \cdot 1,6 \cdot 12500 = 2000 \text{ м}^3.$$

Определение площади, м<sup>2</sup>, поверхности среза грунта

$$S = b \cdot l \cdot 1,05, \quad (47)$$

$$S = 1,6 \cdot 12500 \cdot 1,05 = 21000 \text{ м}^2.$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Водоисточники имеют повышенную загрязненность органическими веществами, характеризующихся цветностью, химическими загрязнениями, таких как фенолы, нефтепродукты, пестициды, аммиак, поэтому традиционные методы очистки в этих случаях не работают.

Для обеспечения качественной воды необходимо технология глубокой очистки, который включает в себя окислительно-сорбционные методы, широко используемый за рубежом, которые себя зарекомендовали хорошо для удаления

В дипломном проекте предлагается использование методов доочистки с применением озона и угольного фильтра. В схеме применяется озон и активный уголь на станциях с двухступенчатой схемой очистки воды: 1 – подача речной воды; 2 - первичное озонирование; 3 - первичное хлорирование; 4 - ввод коагулянта; 5 - смеситель; 6 – отстойник; 7 - вторичное озонирование; 8 - песчаный фильтр; 9 - угольный фильтр; 10 - третичное озонирование; 11 - вторичное хлорирование; 12 - резервуар чистой воды; 13 - подача питьевой воды потребителю.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Конференция СУ АРНАСЫ-2015 «Водопользование: действительность, проблемы и перспективы» г. Астана Рябцев А.Д. д.т.н; ПК «Институт Казгипроводхоз»
- 2 СанПиН РК 3.01.067-97 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
- 3 СН РК 4.01.02 – 2009. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
- 4 Декларация ГКП «Астаны Су Арнасы» о качественной питьевой воде, подаваемой системой хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Астаны.2015г.
- 5 Аналитические отчеты о качестве питьевой воды г. Астана 2015г.
- 6 Драчинский В.Л., Алексеева Л.П., Гетманцев С.В. Коагуляция в технологии очистки природных вод. – М.: Химия, 2005. – 571 С.
- 7 Журба М.Г., Нечаев А.П., Ивлева Г.А. и др. Классификатор технологий очистки природных вод. – М.: НИИ ВОДГЕО, 2015. – 192 С.
- 8 Кожин В.Ф., Кожин И.В. Озонирование воды – М. Стройиздат, 1974.
- 9 Барак К., Бабен Ж., Бернар Ж. и др. Технические записки по проблемам воды. Дегремон. /Пер. с англ. в 2-х т./Под.ред. Т.А. Карюхиной, И.И.Чурбановой. – М.: Стройиздат, 1983. – 424 С.
- 10 Технико-экономическое обоснование по проекту водоснабжения и водоотведения в г. Астане РК//Проект заключительного отчета.
- 11 Орлов В.А. "Озонирование воды". М., Стройиздат, 1984.
- 12 Ткаченко Е.А. «Методика определения основных технологических параметров сооружений систем водоснабжения и водоотведения, очистки сточных вод и обработки осадка». Москва 2014 г.
- 13 Методы очистки воды//Интернет-ресурс [http://ru.m.wikipedia.org/wiki/Методы\\_очистки\\_воды](http://ru.m.wikipedia.org/wiki/Методы_очистки_воды)
- 14 Основные загрязнители и их удаление // Интернет-ресурс <http://www.rusfilter.ru/support/info/ochistka-vody-osnovnye-tipy-zagrjaznenii-i-metody-ih-udalenija/>

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Приложение А

Таблица А.1 – Водохозяйственный баланс (среднегодового) речного стока бассейна р. Иртыш

Составляющие баланса	Показатели, км <sup>3</sup>		
	естествен. условия	современ. уровень	2050 г.
Сток р. Иртыш в РК за вычетом возможных отъемов КНР (5,4 км <sup>3</sup> )	33.7	30.4	28.0
Сток в створе Шульбинского водохранилища	28.3	25.0	22.6
Сток подлежащий делению на границе между РК и РФ	26.6	23.3	20.9
Доля РК при паритетном вододелении стока	13.30	11.65	10.45
Потребление на территории бассейна	0.72	2.6	4.0
Переброска по КИКСу в Караганда - Темиртауский промрайон	0	0.45	0.85
Экологический и транспортный попуски	-	1.10	1.10
Итого возможный к использованию сток	12.58	7.5	4.5

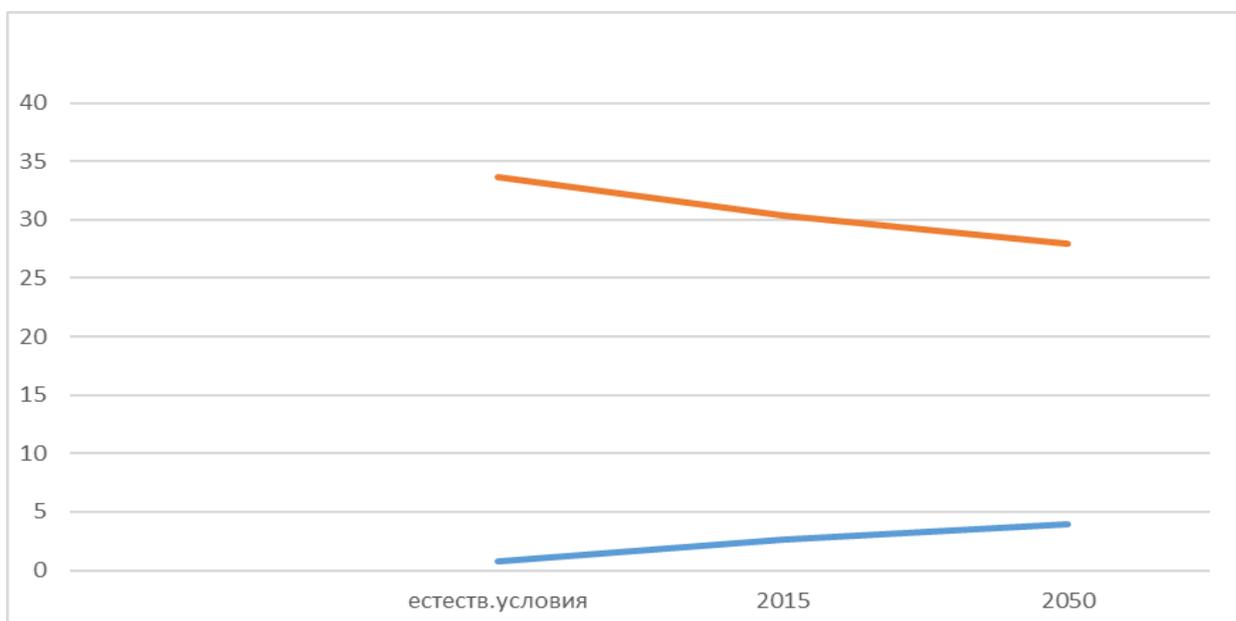


Рисунок А.1 – Водохозяйственный баланс реки Иртыш.

## Приложение Б

Таблица Б.1 – Содержание загрязняющих веществ в воде р. Иртыш, кратность ПДК

Показатели	Значение	ПДК
рН		6,5 – 8,5
Взвешенные вещества		24 – 37
Цветность		20 – 35
Жесткость		7
Нитраты		0,88 – 1,45 мг/л
Нитриты		0,0015 – 0,08 мг/л
Железо		1,5 – 2,8
Меди		3,6 – 4,1
Цинка		1,1 – 2,9
Марганца		16,5 – 20,3
Фенолы		2 – 3
Нефтепродукты		1,2 – 2
СПАВ		0,5

Таблица Б.2 – Качество воды исследуемого водоисточника Ишим

Наименование	Показатели	ПДК
рН	7,7	6,5 – 8,5
Запах, баллы	1	2
Цветность, градусы	15°	200°
Мутность г/м <sup>3</sup>	150-600	
Жесткость, мг.экв/л	20	5,1
Хлориды, мг/л	2307,5	300
Железа, мг/л	0,22	0,1
Кальций, мг/л	400,04	180
Магний, мг/л	165	40
Кислотность, ммоль/л	0,8	7,5
Щелочность, ммоль/л	3	0,5-6,5
ХПК, мг/л	2,8	15

## Приложение В

Таблица В.1 – Физико-химические результаты анализов Вячеславского водохранилища за 2005-2012 гг.

Показатели	Январь-март	Апрель-июнь	Июль-сентябрь	Октябрь-декабрь
рН	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5
ХКП	4,05-12,9	4,05-12,9	4,05-12,9	4,05-12,9
БПК5	0,5-3,1	0,5-3,1	0,5-3,1	0,5-3,1
Взвешенные вещества, мг/л	1,5-1,5	2,0-40,0	3,0-10,5	1,5-20,0
Цветность, град.	8-25	10-30	10-50	10-30
Общая минерализация, мг/л	120-750	150-650	250-910	360-1100
Жесткость, мг-экв/л	6,3-8,6	4,9-6,3	6,9-8,8	8,7-9,7
Растворенный кислород, мг/л	4,5-7,6	4,6-6,0	3,9-4,1	3,5-4,2
Нитриты, мг/л	0,01-0,025	0,017-0,02	0,011-0,02	0,011-0,02
Нитраты, мг/л	2,5-3,5	0,5-1,5	1,5-2,5	1,5-2,5
Сульфаты, мг/л	110-250	150-300	140-280	150-250
Хлориды, мг/л	120-210	150-250	140-200	150-220
Железо общее, мг/л	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,5	0,1-0,5
Гидрокарбонаты, мг/л	25-300	25-300	25-300	25-300
Кальций, мг/л	35-120	35-120	40-190	40-190
Магний, мг/л	10-60	10-60	25-75	25-75
Нефтепродукты, мг/л	0,001-0,005	0,003-0,01	0,01-0,02	0,01-0,005
Фтор, мг/л	0,35-0,7	0,2-0,6	0,3-0,65	0,4-0,6
СПАВ, мг/л	0,01-0,02	0,01-0,02	0,01-0,02	0,01-0,02

## Продолжение приложения В

Таблица В.2 – Сравнительная характеристика метода обеззараживания

Название метода	Преимущества	Недостатки
Озонирование	<ul style="list-style-type: none"> <li>- озон уничтожает бактерии, вирусы, микроорганизмы и т.п.</li> <li>- уничтожает запахи и привкусы</li> <li>- не придаёт дополнительных вкусов и запахов</li> <li>- озонирование не изменяет кислотность воды не удаляет из неё необходимые человеку вещества.</li> <li>- уничтожает известные микроорганизмы в 300—3000 раз быстрее, чем любые другие дезинфекторы</li> <li>- озон вырабатывается на месте, не требуя хранения и перевозки.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- метод является дорогостоящим;</li> <li>- недостаточная способность озона к разрушению фенольных соединений.</li> <li>- неспособность озона в достаточной мере уничтожать сухой остаток</li> <li>- озон является очень сильным окислителем и потому ядовит. Он относится к высокому классу опасности вредных веществ, поэтому его использование должно контролироваться специальными датчиками.</li> </ul>
Хлорирование	<ul style="list-style-type: none"> <li>- уничтожение патогенных бактерий и вируса</li> <li>- метод недорогой, доступный;</li> <li>- очищенная вода долгое время сохраняет свойства;</li> <li>- удаляет посторонние запахи, цветность;</li> <li>- достигается высокая степень обеззараживания.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- риск появления привкуса</li> <li>- не уничтожает спорообразующие бактерии</li> <li>- трудности с транспортировкой на большие расстояния</li> </ul>
Ультрафиолетовое излучение	<ul style="list-style-type: none"> <li>- единственное средство, которое не образует вредные побочные эффекты;</li> <li>- действенность против всех микроорганизмов;</li> <li>- относительно низкая цена;</li> <li>- невысокие эксплуатационные расходы;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- необходимость постоянного контроля испускаемого лампами излучения;</li> <li>- при отсутствии остаточного действия, УФИ-излучение должно сочетаться с введением другого дезинфицирующего реагента с остоточным действием (Cl<sub>2</sub>, ClO<sub>2</sub>, хлорамин)</li> </ul>