

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(наименование кафедры)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки)

Водоснабжение городов и промышленных предприятий

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему «Повышение экологической безопасности систем водоснабжения»

Студент

А.В. Малышева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

И.А. Лушкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Руководитель программы

к.т.н., доцент В.М. Филенков

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« » 20 г.

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент В.М. Филенков

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« » 20 г.

Тольятти 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ.....	8
1.1 Экологические проблемы источников хозяйственно-питьевого водоснабжения	8
1.1.1 Загрязнение поверхностных источников централизованного водоснабжения	8
1.1.2 Анализ методик оценки качества воды	13
1.2 Эколого-технологические проблемы на водозаборных сооружениях ...	20
1.3 Проблемы экологической безопасности водопроводных очистных сооружений.....	25
1.4 Анализ негативных экологических факторов систем хранения, подачи и распределения воды	32
ГЛАВА 2 СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ.....	43
2.1 Обеспечение экологической безопасности на существующих водозаборах.....	43
2.1.1 Рыбозащита на водозаборах	43
2.1.2 Защита от шуголедовых помех.....	46
2.1.3 Защита от биообрастаний	47
2.2 Обеспечение экологической безопасности на существующих водопроводных очистных сооружениях.....	49
2.2.1 Технологические особенности работы реагентного хозяйства	49
2.2.2 Применяемые технологические решения обработки промывных вод и осадка	52
2.3 Обеспечение экологической безопасности систем подачи и распределения воды.....	58

2.3.1 Направления по повышению экологической безопасности водопроводных сетей.....	58
2.3.2 Обеспечение экологической безопасности резервуаров	62
ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЛЕКСА ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ЗАБОРА, ОЧИСТКИ И ПОДАЧИ ВОДЫ	67
3.1 Мероприятия по обеспечению экологической безопасности на водозаборах.....	67
3.1.1 Обеспечение рыбозащиты и минимизации шуголедовых помех на водозаборах.....	67
3.1.2 Предотвращение биобрастаний на водозаборах.....	73
3.2 Мероприятия по обеспечению экологической безопасности на водопроводных очистных сооружениях.....	75
3.2.1 Повышение надежности реагентного хозяйства	75
3.2.2 Повышение экологической и технологической безопасности по обработке ВОС	79
3.3 Мероприятия по обеспечению экологической безопасности систем подачи и распределения воды.....	85
3.3.1 Бестраншейные технологии для обеспечения экологической безопасности.....	85
3.3.2 Применение материалов труб повышающих надежность и экологическую безопасность водопровода	90
3.4 Рекомендации по повышению экологической безопасности систем водоснабжения	95
Список используемых источников.....	104

ВВЕДЕНИЕ

Тема работы: «Повышение экологической безопасности систем водоснабжения».

Актуальность работы: Экологическая безопасность систем водоснабжения – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий на комплексе инженерных сооружений для забора, очистки и подачи воды потребителям. Бесперебойная подача воды на нужды промышленности, населения и сельского хозяйства для требуемого качества нуждается в усовершенствовании эксплуатационных и технологических характеристик систем водоснабжения. Водозабор -это самый значимый элемент системы водоснабжения. От его эксплуатационных характеристик и конструктивного решения зависят технико-экономические показатели и надежность системы водообеспечения.

При этом наиболее преимущественное значение приобретают вопросы по улучшению параметров работы водозаборных сооружений, экономичности и повышения их надежности без нанесения ущерба экологии регионов.

Водоснабжение городов как особо важная структура жизнеобеспечения стратегического назначения является определяющей составляющей охраны здоровья человека, национальной безопасности и социально-экономического развития государства. В то же время во многих регионах России не соблюдается нормативная качество питьевой воды из-за отсутствия экономически приемлемых очистных технологий.

Неудовлетворительное техническое состояние водопроводных сетей приводит ее бактериальное и химическое загрязнение, а также значительные потери, что приводит к поднятию уровня грунтовых вод, подтопления городских территорий и разрушения подземных застроек.

Гидротехнические сооружения и объекты хлорного хозяйства водопроводных комплексов имеют высокий техногенный риск возникновения аварийных ситуаций с развитием экологически опасных процессов.

Существует существенное противоречие между повышенными требованиями коммунальных водохозяйственных систем к качеству исходной воды и их негативным воздействием на окружающую среду при отведении сточной воды от очистных сооружений. Решения этого противоречия обуславливает необходимость всестороннего анализа экобезопасности водоснабжающих предприятий, что имеет комплексный междисциплинарный характер.

Одним из важнейших и малоизученных вопросов остается поддержание постоянной доставки питьевой воды потребителям с одновременным обеспечением экологической безопасности и необходимого уровня гражданской защиты городских территорий и населения.

Анализ предыдущих базовых исследований показывает, что работы в этой области проводятся, как правило, на отдельных примерах без их должной системной проработки. Поэтому экологической безопасности систем водоснабжения свойственна недостаточная изученность и отсутствие единой согласованной основы с учетом различных факторов опасности.

Это насущная проблема не только РФ, но и многих стран зарубежья.

Для успешного ее решения надо находить новые теоретические и методологические подходы, опираясь на фундамент, заложенный учеными смежных научных отраслей.

В связи с этим в диссертации решается актуальная научно-прикладная задача по обоснованию теоретических основ уменьшения техногенного риска в сфере экологической безопасности систем водоснабжения, разработке и поиска мероприятий по повышению экологической безопасности систем водоснабжения. Это позволит улучшить условия жизнедеятельности населения и состояние окружающей среды. Поэтому разработка мероприятий

по повышению экологической безопасности систем водоснабжения актуальной задачей.

Объект исследования: системы водоснабжения.

Предмет исследования: экологическая безопасность систем водоснабжения.

Целью работы является обеспечение экологической безопасности систем водоснабжения.

Для реализации цели поставлены следующие научно-технические задачи:

1. Теоретический обзор возможных проблем экологической безопасности в системах водоснабжения;
2. Анализ работы направлений повышения экологической безопасности систем водоснабжения;
3. Разработка мероприятий по повышению эффективности и надежности экологической безопасности комплекса инженерных сооружений для забора, очистки и подачи воды потребителям.

Научная новизна заключается в:

1. Разработке мероприятий по повышению экологической безопасности систем водоснабжения при различных факторах: технического и природного характера (биообрастания, режима работы систем водоснабжения);
2. Теоретическом обосновании экологической безопасности систем водоснабжения.

Практическая значимость работы заключается в том, что предлагаемые мероприятия повысят надежность и эффективность экологической безопасности систем водоснабжения.

Личный вклад автора состоит в обосновании темы, цели, задач и разработке мероприятий по повышению экологической безопасности систем водоснабжения.

На защиту выносятся: рекомендации по повышению экологической безопасности систем водоснабжения.

Апробация работы. Результаты работы представлены на:

1. XIII Международная научно-практическая конференция «Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России» (г. Пенза, январь 2015)

2. Научно-практическая конференция с международным участием «Общество, наука, производство: актуальные проблемы и перспективы развития» (г. Тольятти, 13-15 мая 2015 г.)

3. Третья молодежная международная научно-практическая летняя школа «География в современном мире: проблемы и перспективы», Всероссийская общественная организация «Русское географическое общество» (Калужская область, 22-29 августа 2015)

4. «Студенческие дни науки» в ТГУ. ТГУ, апрель 2015 г.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 3 глав, выводов по главам, общих выводов, библиографии из 52 наименований. Общий объем работы 109 страниц, включая 28 иллюстраций, 4 таблицы.

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

1.1 Экологические проблемы источников хозяйственно-питьевого водоснабжения

1.1.1 Загрязнение поверхностных источников централизованного водоснабжения

Источники водоснабжения – природные (поверхностные и подземные) воды, используемые для культурно-бытового и хозяйственно-питьевого, сельскохозяйственного и промышленного водоснабжения.

Загрязнение поверхностных источников водоснабжения может являться следствием спуска бытовых и сточных промышленных вод, массового купания, судоходства, лесосплава и др.

Характер загрязнения и его степень определяются качественным составом и количеством сбросовых вод ирригационных систем, неочищенных или недостаточно очищенных хозяйственно-фекальных и производственных сточных вод, сливных ливневых вод с поверхности сельскохозяйственных полей, населенных пунктов и др.

Источники водоснабжения могут загрязняться органическими и неорганическими веществами, в них могут попадать яйца гельминтов, простейшие и возбудители кишечных инфекций. Самыми распространенными химическими загрязнениями являются нефтепродукты, фенолы, синтетические поверхностно-активные вещества, ядохимикаты, алифатические и ароматические амины, соли тяжелых металлов.

В хозяйственно-питьевом водоснабжении наиболее используемые- это пресные воды из подземных и поверхностных источников воды, и лишь в отдельных случаях, по согласованию с органами санитарно-эпидемической службы, — подземные воды с минерализацией до 1,5 г/л. Вместе с тем все достаточно широко применяют солоноватые подземные воды и соленую

(морскую) воду, опресняемые и кондиционируемые до соответствия требований и норм СанПиН.

Санитарная охрана водоемов контролируется рядом взаимосвязанных нормативных документов: ГОСТ 2874—82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством»; ГОСТ 2761—84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора»; «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» (1974); «Правилами санитарной охраны прибрежных вод морей» (1975) и др.

Вода может быть использована для хозяйственно-питьевого водоснабжения без предварительной обработки при соответствующем её качестве в источнике согласно требованиям и нормативам ГОСТ. В случае несоответствия воды гигиеническим требованиям специальная обработка воды необходима для доведения ее до требований стандартов.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения пригодность источников водоснабжения утверждается на основе санитарной оценки мест размещения водозаборных сооружений, оценки количества и качества воды, санитарной оценки поверхностных источников водоснабжения с прилегающей к ним территорией выше и ниже водозабора по течению и условий залегания и формирования подземных вод, прогноза санитарного состояния водоисточников и пр. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения организуются для обеспечения соответствующего уровня качества питьевой воды, основная цель которых – охрана от загрязнения источников водоснабжения, водопроводных сооружений и окружающей территории. В них входят зона ограничений и зона строгого режима [1].

Санитарно-эпидемические службы организуют для динамических наблюдений и учета за источниками водоснабжения их санитарную паспортизацию. Санитарные паспорта содержат основную информацию об источниках водоснабжения с полными характеристиками их санитарных состояний и указанием возможных причин загрязнения, разработанные планы

мероприятий по оздоровлению и охране водоисточников, а также результаты микробиологических и химических анализов воды.

Самоочищение водоемов. Самоочищение обусловлено деятельностью организмов: различных беспозвоночных животных, водорослей, бактерий и высших водных растений. Факторы, характерные для самоочищения различных водоемов, многообразны и многочисленны. Их можно условно поделить на три основные группы: химические, биологические, физические. Физический фактор самоочищения водоемов – это УФ-излучение (ультрафиолетовое) солнца. Обеззараживание воды производится под влиянием солнечной энергии. Данный эффект процесса обеззараживания основывается на прямом губительном воздействии солнечных УФ-лучей на ферменты протоплазмы микробных клеток и коллоиды белков. УФ-излучение солнца оказывает воздействие не только на обычные виды бактерий, но и на вирусы и споровые организмы.

Наиболее значимые среди химических факторов самоочищения водоемов- это окисление неорганических и органических веществ. Чаще всего даются оценки самоочищения водоемов по общему содержанию органических веществ (определяемому по ХПК - химическому потреблению кислорода) или по отношению к легко окисляемому органическому веществу (определяемому по ВПК- биохимической потребности кислорода).

Дрожжевые грибки, плесневые и водоросли принимают участие в процессе самоочищения водоема. Постоянные обитатели водоемов- двустворчатые моллюски- являются санитарами рек. Они производят фильтрацию взвешенных частиц, пропуская через себя воду. Растения, мельчайшие животные, органические остатки поступают в пищеварительную систему, на слоях слизи, покрывающих поверхности мантий двустворчатых, оседают несъедобные вещества. По мере развития уровня загрязнений осуществляется перемещение слизи к концам раковин, и она выбрасывается в воду. Её комочки выглядят как комплексный концентрат для питания

различных микроорганизмов, которые этим и завершаются цепи биологической очистки воды.

Источники загрязнения. Основной вид причин загрязнений источников воды – это сбросы в водоемы недостаточно очищенных и неочищенных сточных вод предприятий, относящихся к коммунальному и сельскому хозяйствам, промышленности. Иррациональное управление заведением хозяйства в селах и деревнях также приводит к процессам загрязнения водоисточников: вымываемые в дальнейшем из почвы остатки от ядохимикатов и удобрений подвергаются попаданию в водоем и, следовательно, загрязняют его. В многочисленных производственных процессах потери воды (по причине утечек и испарения) небольшие, в промышленности расходуется суммарно значительные объемы воды, при этом часть которой не подвергают никаким видам очистки или осуществляются безвозвратные её потери.

В сельской местности к источнику загрязнений водоема принадлежат комплексы, занимающиеся животноводством. К источнику загрязнений какого-либо водоема опасными и вредными веществами относится сброс сточных вод с судов. [2].

ЗСО (зоны санитарной охраны) источников воды. Несмотря на то, что существуют различные системы по водоочистке, необходимо утвердить ряд действий и мер, взаимоисключающих крупные по масштабам загрязнения водоемов. Для этих целей устанавливаются специально предназначенные ЗСО (зоны санитарной охраны). Под понятием ЗСО понимаются специализированно выделенные в окружении водоисточников территории, на которых обязательно соблюдаются строго разработанные режимы, с целями по охране водопроводных сооружений, водоемов и прилегающим к ним территориям от загрязнений.

Данную зону делят на три вида поясов по законодательству [3]:

- 1) территория зоны строгого режима;
- 2) территория зоны ограничений;

3) территория зоны наблюдения.

Зоны санитарной охраны поверхностных водоемов. Первый пояс (территория зоны строгого режима) – участок, в котором имеются местонахождения забора воды, в том числе и головные сооружения водопроводов. К этому участку относят акваторию, имеющую примыкание к водозаборам на протяжении не менее 100 метров ниже водозаборов и не менее 200 метров вверх по течению. Там же выставляют военизированную охрану. Запрещают временное пребывание лиц со стороны и их проживание, осуществление строительства. Внутри границ первого пояса некрупных поверхностных водоисточников как правило включают противоположный берег, полоса которого составляет 150—200 метров. В данный вид пояса включается весь участок акватории и берег по ту сторону водоисточника– 50 метров в случае ширины водоема менее 100 метров. В первый пояс в случае ширины более 100 метров включается полоса акватории до территории с фарватером - до 100 метров. При водозаборах из озер, водохранилищ в первый пояс входят береговые полосы не менее чем на 100 метров от водозаборов по всем направлениям. Бакенами должны быть отмечены акватории первого пояса.

Второй пояс (территория зоны ограничений) –участок, использование которого для промышленных предприятий, хозяйства на селе и ведения строительных работ вовсе недопустимо или разрешено на общеизвестно принятых условиях. Тут ограничивают массовое купание и спуски всех видов сточных вод.

На открытых источниках воды протяженности поясов вверх по течению определяют по расстоянию, выше которого поступления загрязняющих веществ не отразится в местах заборов на качестве воды. Здесь верхние точки этих границ определяются по истечению времени, в продолжение которого поступавшие сюда загрязнители при подходах к водозаборам подлежат ликвидации по итогам процессов самоочищения. Этот временной промежуток устанавливается в количестве с 3 до 5 суток. По причине того,

что данные виды процессов по самоочищению зимой сильно подвергаются замедлению, то территории зоны ограничений должны быть удалены от водозаборов таким образом, чтобы от верхней границы участка зоны до водозабора пробеги воды обеспечивали время бактериального самоочищения в количестве не менее 5 суток. Приблизительно принято устанавливать данное расстояние вверх по течению от 20 до 30 км для значимо больших рек, для средних по размеру – от 30 до 60 км.

Нижние границы второго пояса с учетом ветрового обратного течения воды составляют расстояние не менее 250 метров от водозаборов.

Территория зоны наблюдения - третий пояс, который включает в себя все в округе населенные пункты, связанные с данным водисточником.

1.1.2 Анализ методик оценки качества воды

1. Физико-химические методы оценки качества воды.

Оценка качества воды на основе ПДК. Под качеством воды в целом понимается – характеристика ее состава и свойств, определяющая ее пригодность для конкретных видов водопользования; при этом показатели качества представляют собой признаки, по которым производится оценка качества воды.

«ПДК – максимальная концентрация вещества в воде, которая при поступлении в организм в течение всей жизни не должна оказывать прямого или опосредованного влияния на здоровье населения в настоящем и последующих поколениях, в том числе в отдаленные сроки жизни, а также не ухудшать гигиенические условия водопользования.» [4].

Оценка качества воды на основе гидрохимического индекса загрязнения воды (ИЗВ). Большое количество гидрохимических показателей предопределяет необходимость использования обобщающего показателя, по которому можно было бы судить о категории качества воды.

В настоящее время для оценки гидрохимического состояния водных объектов продолжает применяться интегральный показатель, называемый индексом загрязненности вод (ИЗВ) и вычисляемый следующим образом:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{K_i}{\text{ПДК}_i}, \quad (1.1)$$

где K_i – фактическая концентрация i -го приоритетного загрязняющего вещества в поверхностных водах; ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества в водном объекте рыбохозяйственного назначения.

Оценка качества воды на основе удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ). Для оценки качества воды в реках и водоёмах их разделяют по загрязнённости на несколько классов.

Классы основаны на интервалах **удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ)** в зависимости от количества **критических показателей загрязнённости (КПЗ)**.

Значение УКИЗВ определяется по частоте и кратности превышения ПДК по нескольким показателям и может варьировать в водах различной степени загрязненности от 1 до 16 (для чистой воды 0).

2. Биологические методы оценки качества воды.

«Биологические методы оценки – это характеристика состояния водной экосистемы по растительному и животному населению водоема. Рассматриваются различные типы населения водоемов – перифитон, бентос, планктон, нектон, макрофиты и др.» [4].

Гидробиологические показатели, в отличие от гидрохимических, в основном характеризуют не текущее экологическое состояние водного объекта, а то состояние, которое сформировалось к настоящему моменту на протяжении прошедшего, относительно длинного периода времени (нескольких лет или десятилетий). Они определяются по количеству и массе растительных и живых организмов как в водной среде (фитопланктон и зоопланктон), так и в донных отложениях (зообентос).

На основе этих показателей вычисляются значения:

1. сапробности воды по показателям перифитона
2. на применении отдельных крупных таксонов зообентоса
3. биотического индекса Вудивисса;
4. индекса Гуднайта-Уитли;
5. индекса Шеннона

По значениям вышеупомянутых индексов производится классификация качества поверхностных вод (табл. 1.1).

«Специалисты многих стран при мониторинге рек используют бентосных макробеспозвоночных для оценки влияния на качество воды ряда антропогенных загрязнений.» [5].

Таблица 1.1 – Классификация качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям

Класс качества воды	Степень загрязнения воды	По фитопланктону, зоопланктону, фитоперифитону	По зообентосу	
		Индекс сапробности по Пантле и Букку (в модификации Сладечека)	Отношение общей численности олигохет к общей численности донных организмов, % (индекс Гуднайта-Уитли)	Биотический индекс по Вудивиссу, баллы
I	Очень чистые	менее 1,00	1 – 20	10
II	Чистые	1,00 – 1,50	21 – 35	7 – 9
III	Умеренно загрязненные	1,51 – 2,50	36 – 50	5 – 6
IV	Загрязненные	2,51 – 3,50	51 – 65	4
V	Грязные	3,51 – 4,00	66 – 85	2 – 3
VI	Очень грязные	более 4,00	86 – 100 или макрозообентос отсутствует	0 – 1

«Классификация с использованием бентосных макробеспозвоночных не дает полную экологическую картину всех искусственных и естественных загрязнений, которые встречаются в проточных водах. Не имеется также

никакой единой классификации рек, которая пригодна для всех географических областей. Однако для рек, которые пересекают национальные границы, потребность в классификации имеется» [48].

«Оценка сапробности воды по показателям перифитона. В гидробиологии под сапробностью понимают способность организмов жить при большом содержании органических веществ в среде. Сапробность является функцией потребностей организма в органическом питании и устойчивости возникающих при разложении органических соединений ядовитых веществ: H_2S , CO_2 , NH_3 , H^+ , органических кислот.» [48].

Оценки качества воды, «основанные на применении отдельных крупных таксонов зообентоса. Метод крупных таксонов широко применяется в практике гидробиологического мониторинга благодаря простоте вычислений, отсутствию трудоемких таксономических определений. Теоретическим обоснованием и условием универсальности метода является повсеместное распространение используемых таксонов в водоемах разных типов с разным уровнем загрязнения. Такими группами являются олигохеты и личинки хирономид.» [48].

Оценка качества воды на основе биотического индекса Вудивисса: «Этот метод оценки пригоден только для исследования рек умеренного пояса и не подходит для озер и прудов. Оценка состояния рек проводится по 15-балльной шкале. В этом методе используется показатель, который называется биотический индекс Вудивисса.» [5].

Оценка качества воды на основе индекса Гуднайт-Уотлея: «Эта простая, но надёжная методика биоиндикации используется только для определения загрязнения водоёма органическими веществами. Для определения значений олигохетного индекса годятся только материалы дночерпательных проб.» [5].

Оценка качества воды на основе индекса Шеннона: «Представляет собой формализацию, которая используется при оценке сложности и содержания информации любых типов систем, он лучше всего подходит для

целей сравнения в тех случаях, когда не интересуют компоненты разнообразия по отдельности. К тому же он не зависит от величины пробы, а также важно то, что численность видов всегда характеризуется нормальным распределением. Немаловажно, что индекс Шеннона придает больший вес редким видам.» [5].

Оценка качества воды по микробиологическим показателям сложна и требует применения специальных технологий. «Фекальные загрязнения обычно содержат массу микроорганизмов, среди них – цисты паразитических простейших, яйца гельминтов и др. Индикаторным видом микроорганизмов, указывающим на фекальные загрязнения, принято считать бактерии группы кишечной палочки (БГКП), типичным представителем которых являются *E.coli* (сами БГКП неопасны для теплокровных и являются представителями нормальной кишечной бактериофлоры). Соответствующий микробиологический показатель качества воды предусматривает определенное количество БГКП в единице объема воды (не более 3 в 1 л) – так называемый «Коли индекс».» [50].

3. Комплексные методы оценки качества воды.

В последние годы разработаны и частично используются методы определения **комплексного показателя качества** воды. Они основываются или на вычислении “средневзвешенного” из перечисленных выше гидрохимических, гидробиологических показателей, например, на вычислении интегрального экологического индекса, или на результатах специального биотестирования.

Оценка качества воды на основе комплексной экологической классификации по О.П. Оксиюк и В.Н. Жукинскому. Эта оценка является одной из первых попыток создания глобальных классификаций, построенных по экосистемному принципу. Данный метод включает в себя несколько частных классификаций: по солевому составу (минерализации и ионному составу), по эколого-санитарным, эколого-токсикологическим (содержанию токсичных веществ и токсичности), а также радиоэкологическим

показателям (содержанию радионуклидов). Эта классификация “позволяет всесторонне охарактеризовать качество поверхностных вод суши, поскольку включает необходимый набор как общих, так и специфических показателей” [8,9]. Суть метода сводится к тому, что для каждого показателя разработана своя шкала цифровых значений, соответствующих количественному их содержанию в воде или важности и значимости данного фактора, по величине которого воды относят к тому или иному классу и разряду качества.

Достоинства и недостатки физико-химических методов оценки загрязнения вод. Применение показателя ИЗВ ограничивается следующими недостатками:

- показатель ИЗВ в явном виде не учитывает гидрологическую составляющую, например, объемы стока;
- сложность использования для целей прогноза качества вод в водохозяйственной практике.

Оценка качества вод по ПДК не учитывает разный трофический статус экосистем, сезонные особенности природных факторов, на фоне которых проявляется токсичность загрязняющих веществ. Оценка степени загрязнения водного объекта по отдельным веществам проводится с использованием критерия ПДК для рыбохозяйственных, а также фоновых региональных концентраций веществ – ксенобиотиков.

Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды также используется для оценки уровня загрязненности и является весьма удобной и показательной характеристикой. Его использование обязательно, если расчеты проводили по разному числу ингредиентов.

Достоинства и недостатки комплексных методов оценки загрязнения вод. Эти методы в большей степени пригодны для оценки экологического состояния водных объектов, а не для решения практических водоохраных задач, поскольку требуют чрезвычайно большого объема исходных данных, погрешность которых достаточно высока. Поэтому

планирование водоохранных мероприятий часто производится или из условия соблюдения установленных нормативов по гидрохимическим показателям, или из условия достижения более общих, так называемых **целевых показателей**: обеспечение выживания лягушки (Великие озёра США и Канады), лосося и форели (бассейн Рейна) и других организмов-индикаторов.

При анализе официальных источников по вопросу комплексной оценки качества источников питьевого водоснабжения отсутствует единый подход к этой проблеме. Для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения ГОСТ 2761–84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» делит поверхностные воды по качеству на три класса [10], показатели которых приведены в табл. 1.2. Данный документ не учитывает современного состояния источников питьевого водоснабжения.

Таблица 1.2 – Нормативы показателей классов качества вод

№ п/п	Показатели	Классы		
		1	2	3
Поверхностные воды				
1	Мутность, мг/л (не более)	20	1 500	10 000
2	Цветность, градусы (не более)	35	120	200
3	Запах, (балл)	2	3	4
4	pH, ед. pH	6,5–8,5	6,5–8,5	6,5–8,5
5	Fe _{общ} , мг/л	1	3	5
6	Mn ²⁺ , мг/л	0,1	1	2
7	Фитопланктон, мг/л	1	5	50
8	Фитопланктон, кл/см ³	1 000	10 000	50 000
9	Перманганатная окисляемость, мг O ₂ /л	7	15	20
10	БПК, мг O ₂ /л	3	5	7
11	Число лактоположительных кишечных палочек в литре (ЛПКП)	1 000	10 000	50 000

Для каждого класса вод ГОСТ 2761–84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» рекомендует нижеследующие методы обработки вод.

Поверхностные источники водоснабжения:

1-й класс – для получения воды, соответствующей ГОСТ 2874-82, требуется обеззараживание, фильтрование с коагулированием или без него;

2-й класс – для получения воды, соответствующей ГОСТ 2874-82, требуется коагулирование, отстаивание, фильтрование, обеззараживание; при наличии фитопланктона – микрофильтрование.

Все вышеперечисленные методы основаны на определении некоторых показателей качества воды и состояния экосистемы. Используемые в настоящее время методы оценки качества воды можно разделить на три группы: химико-физические; биологические; комплексные (учитывающие гидрохимические и гидробиологические параметры).

Таким образом, анализ литературных материалов показал, что имеется достаточно много методических подходов к оценке загрязнения водной среды. В то же время отсутствует их сопоставление и сравнение для отдельных водных объектов. Приведенный обзор систем классификации водоемов позволяет сделать вывод об отсутствии к настоящему времени единой, достаточно полной и сбалансированной комплексной методики оценки качества воды, удовлетворяющей требованиям экологов и токсикологов, принятой на достаточно авторитетном законодательном уровне.

1.2 Эколого-технологические проблемы на водозаборных сооружениях

В процессе эксплуатации водозаборов возникают различные эколого-технологические проблемы: шуголедовые помехи, водоросли («цветение» воды; биообрастания (дрейссена, водоросли), а также рыбозащита.

Водоросли. Биогенные вещества поступающие в водоисточники в результате хозяйственной деятельности человека вызывают чрезмерное развитие фитопланктона – эвтрофирование. Развитие водорослей до определенного момента сопровождается положительным эффектом и способствует процессу самоочищения в водоемах. Но при интенсивном

поступлении в водоисточник биогенных и органических веществ концентрация водорослей достигает критических величин с наступлением «цветения» воды (рис. 1.1), при котором водоросли начинают самозагрязнять водоисточник. Массовое «цветение» воды ухудшает органолептические показатели воды, повышает мутность, изменяет химический состав воды, оказывает негативное влияние на системы водоподготовки (в частности на скорые фильтры), поэтому гидробиологический анализ воды является одним из важнейших элементов санитарно-гигиенического обследования водоисточников и систем водоснабжения в целом.



Рисунок 1.1 – «Цветение» воды водохранилищ

Водоросли засоряют поверхность песчаных скорых фильтров, образуя биопленку, которая сокращает фильтроцикл, и увеличивает частоту обратных промывок, увеличивая расход промывной воды, превышающий объем очищенной воды. Время фильтроцикла может сократиться до 5 часов в период «цветения» водоема, число промывок возрастает до 30 раз в сутки.

Следует также отметить, что при отмирании водоросли способны стать субстратом для роста бактерий, грибов и других организмов, проникших сквозь фильтр.

Шуголедовые помехи и наносы (рис. 1.2). «Шуголедовые явления на реках по-прежнему создают наиболее серьезные затруднения в работе водозаборов, сопровождающиеся иногда полным прекращением подачи

воды потребителям. Отрицательному влиянию подвержены водозаборы как в северных, так и в южных районах нашей страны. В последние годы по этой причине были крупные осложнения на водозаборах ряда городов, сопровождавшиеся перебоями в водоснабжении.

Это подтверждает, что шуголедовые осложнения обуславливаются в меньшей мере географическим положением водозаборов и в большей — природно-климатическими особенностями местности.



Рисунок 1.2 – Шуголедовое явление на р. Волга

Вопросы шугообразования и воздействия шуги на работу водозаборов изучены достаточно глубоко, поэтому здесь не рассматриваются теоретические аспекты проблемы, а главное внимание уделено натурным факторам и методам защиты водозаборов от шугольда. Степень влияния шуги не остается постоянной, а изменяется из года в год и иногда проявляется совершенно неожиданно.» [1].

«Нередко отрицательное влияние шуги является следствием нарушения естественного теплового режима рек. Отрицательное воздействие шуголедовых факторов на работу водозаборов способствует развитию централизованного водоснабжения на всем его протяжении.

С точки зрения эксплуатации важно прогнозировать ситуацию, которая может сложиться на водозаборе в предлежавший период, и

своевременно предпринять меры при той или иной шуголедовой обстановке.

Практика эксплуатации подтверждает, что справедливо это только для малых водоемов, на крупных же водохранилищах и на озерах создаются шуголедовые ситуации не менее сложные, чем на реках, могущие приводить к полной остановке водозаборов.» [1].

Биообрастания на водозаборах: «Водоприемные окна с удерживающими сор решетками, напорный и самотечный, а также всасывающий, тип трубопроводов на водоприемниках (здесь следует выделить на зарегулированном водоисточнике) подвергаются внутренними обрастаниям жителями водоемов, посреди которых чаще отмечается особый вид моллюска дрейссены. Такие Обрастания бывают весьма значимыми, что соответственно создает критический уровень потерь напора воды во всасывающих системах водоприемников и к угрозам полных остановок водоподающих сооружений. В системах подачи воды личинки моллюска дрейссены временами передвигаются автономно, особенно под воздействием потоков жидкости.

По этой причине противоборство с моллюсками дрейссены на эксплуатируемых водоприемниках нужно иметь в виду не только как инструмент бесперебойной подачи воды, но в том числе и как средство по электросбережению» [11].

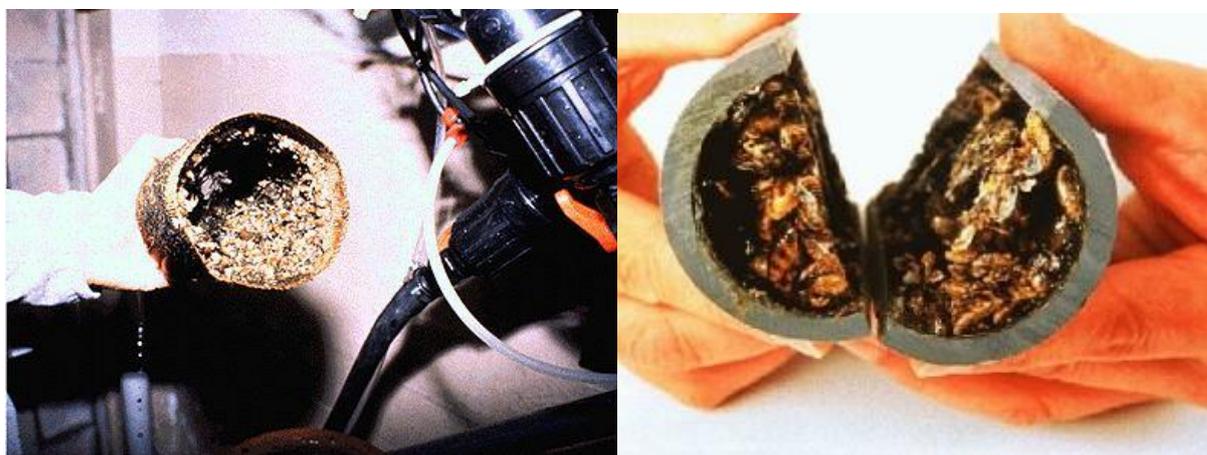


Рисунок 1.3 – Слой дрейссены на внутренних стенках трубопроводов

Общедоступное и эффективное средство подавления биообрастания предварительное хлорирование воды с вводом хлора перед водоприемными отверстиями. Расчет дозировки хлора утверждают исходя от определенного вида гидробионта, наиболее распространённого в своем ореоле биологического обитания. Биообрастание на водозаборных сооружениях (рис. 1.4), как установлено эмпирически, устраняется при остаточных концентрациях хлора в воде до 0,3 мг/л.



Рисунок 1.4 – Обрастание водозаборных сооружений дрейссеной

Проблемы рыбозащиты на водозаборах. Постоянное увеличение количества водозаборных сооружений и увеличение водопотребления из поверхностных источников изменяют не только гидрологический режим, но и оказывают существенное влияние на экологическое равновесие. Особо это ощущается на реках и водоемах рыбохозяйственного значения. На водозаборах, в большинстве типовых решений, не предусматривались эффективные устройства рыбозащиты. Во-первых, водоотбор из крупных рек был относительно мал и не оказывал значительного негативного воздействия на рыбу. Во-вторых, традиционные типы водозаборов и технологические решения по месту их размещения и способа отбора воды, решали задачу защиты от наносов и шуги, и по сути исключали массовое

вовлечение молодежи рыб в водоприемники и не вступали в конфликт с экологическим аспектом. При возрастании водоотборозникли новые задачи, в решении которых потребовалось участие не только технических специалистов, но и специалистов-ихтиологов. Многие задачи уже успешно решены, однако это не позволяет обеспечивать в полной мере защиту обитателей водоисточников от вовлечения в системы водоснабжения. В связи с этим строительство и последующая эксплуатация водозаборов без рыбозащитных мер не допускаются [12].

1.3 Проблемы экологической безопасности водопроводных очистных сооружений

В практике водопроводного строительства в нашей стране наибольшее распространение получили водоочистные сооружения, запроектированные, но технологической схеме, предусматривающей в качестве основных очистных сооружений горизонтальные отстойники и скорые фильтры.

В процессе водоподготовки на водопроводных станциях образуются различные виды осадков после отстойников, промывки барабанных сеток (микрофильтров), скорых фильтров, регенерации мембранных аппаратов (ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос). Проблема обработки осадков и промывных вод в настоящее время полностью не решена.

Промывные воды. На промывку фильтров, контактных осветлителей, а также сброс первого фильтрата после их регенерациииспользуется до 10% чистой фильтрованной воды. Использование различных реагентов в процессе водоподготовки, качество исходной воды оказывают значительное влияние на состав этих вод.

Промывные воды в прошлом веке после очистных сооружений в большинстве случаев сбрасывалисьв близлежащий водоисточник без какой либо обработки. Этот вариант часто используется и в настоящее время, что противоречитсовременным гигиеническим нормам.

Рекомендации действующих нормативных документов [14] требуют предусматривать повторное использование промывных вод в процессе очистки воды.

Экологические проблемы при реагентной обработке воды. Процессы обработки воды в отстойниках и фильтрах позволяют наряду с очисткой воды удалить из нее значительную часть бактерий и вирусов. Оставшуюся часть нейтрализуют в процессе *обеззараживания* воды.

Различают пять основных способов обеззараживания [15]:

- термический;
- воздействием на воду сильных окислителей;
- ультразвуковым воздействием;
- обработкой ультрафиолетовыми лучами;
- олигодинамией (контактом воды с ионами благородных металлов, например, серебра).

Хлорирование применяется для окисления и обеззараживания, с прологолирующим эффектом. Наличие в воде болезнетворных бактерий, паразитов и вирусов делает ее непригодной для хозяйственно-питьевых нужд, а присутствие в воде некоторых видов микроорганизмов (нитчатых, зооглейных, сульфатовосстанавливающих бактерий, железобактерий) вызывает биологическое обрастание, а иногда и разрушение трубопроводов и оборудования.

Хлорирование воды является надежным средством, предотвращающим распространение эпидемий. Хотя спорообразующих бактерий хлор и не уничтожает, это является одним из немногих недостатков обеззараживания активным хлором. При правильном использовании активный хлор не вызывает возникновения сколько-нибудь заметного запаха или привкуса.

Хлор расходуется на окисление микроорганизмов, органических и неорганических примесей. Расход хлора, равно как и эффективность дезинфекции – величины переменные, зависящие от дозы введенного хлора, времени его контакта с водой, величины рН и температуры воды.

При растворении газообразного хлора в воде образуются соляная и хлорноватистая кислоты: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$. Но именно гипохлорит-ион ClO^- является активным агентом.

Хлор, присутствующий в воде в виде хлорноватистой кислоты (HClO) или гипохлорит-аниона (ClO^-), принято называть свободным хлором. Хлор, существующий в виде хлораминов (моноклорамин - NH_2Cl и дихлорамин - NHCl_2 , а также в виде треххлористого азота NCl_3) называют связанным хлором. В питьевой воде содержание активного хлора установлено в пересчете на хлор на уровне 0,3..0,5 мг/л в свободном виде, и на уровне 0,8..1,2 мг/л в связанном виде.

Озонирование необходимо для разрушения вредных веществ и обеззараживания, для разрушения коллоидов. Озон (O_3), активная форма кислорода (O_2), является сильнейшим средством дезинфекции и окисления в технологии водоподготовки. Все вещества, способные к окислению, преимущественно выпадают в осадок либо агрегируются.

В отличие от активного хлора, озон не имеет эффекта последействия, но по способности к окислению, – озон гораздо сильнее. Чтобы озон прореагировал с большинством загрязнений, достаточно 4-х минут, при полном смешении озона и воды.

Коагуляция (рис. 1.5) необходима для укрупнения и агрегации коллоидов и взвесей. Процессы коагуляции и флокуляции (рис. 1.6) применяются для выделения взвешенных частиц из воды, если скорость их естественного осаждения слишком мала, чтобы обеспечить эффективное осветление воды. В состав коллоидных частиц, встречающихся в сырой воде, входят: глина, двуокись кремния, железо, тяжелые металлы, пигменты и органические твердые вещества.

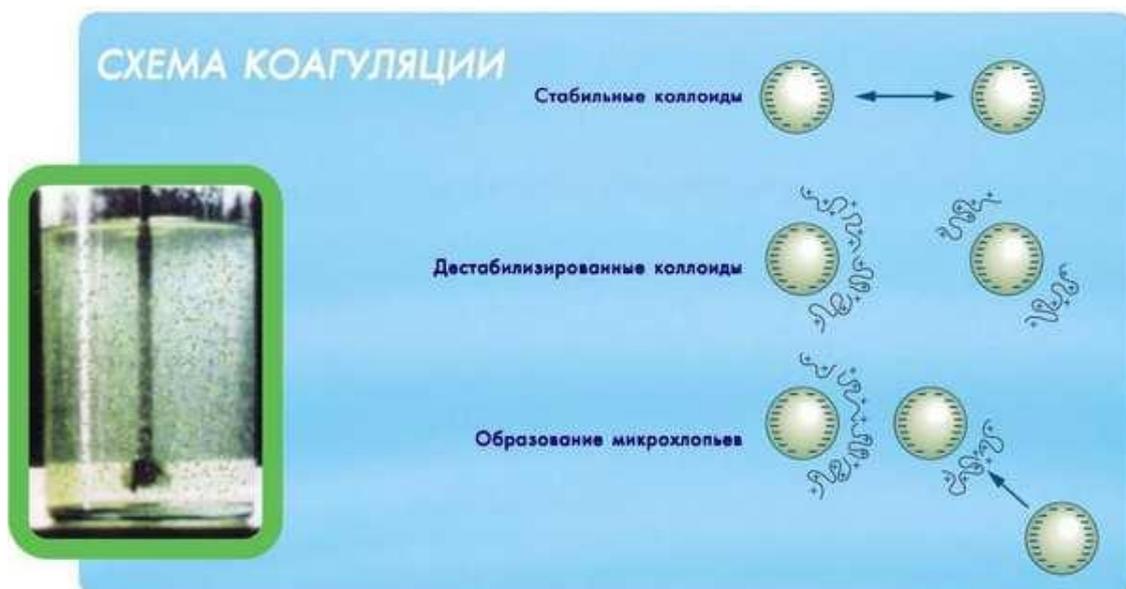


Рисунок 1.5 – Схема коагуляции

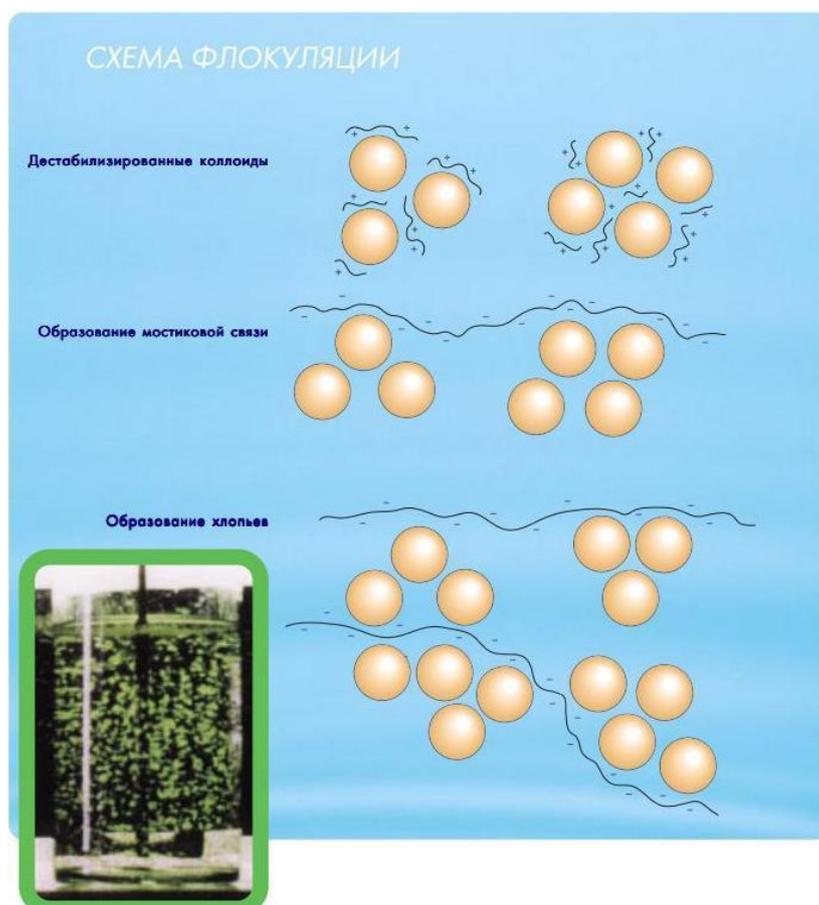


Рисунок 1.6 – Схема флокуляции

Сырая мутная вода часто содержит взвешенные вещества, частицы которых почти не осаждаются. Такие частицы находятся в коллоидном состоянии, и их размер - менее 10 мкм.

В качестве коагулянтов, как правило, используют соли алюминия, железа или полиэлектролиты. Например, "полиоксихлорид алюминия".

Основным отличием коагулянтов от флокулянтов является размер осаждаемых хлопьев, а также механизм действия. Первая группа веществ осаждает загрязнения путем электролитического воздействия. В результате заряд взвешенных частиц нейтрализуется, и они соединяются в более крупные объединения.

Вторая группа реагентов работает по-другому, происходит образование полимерных мостиков между осаждаемыми частицами. При этом процессе изменение электролитического свойства системы не происходит.

Коагулянты способны образовать устойчивый осадок, который отфильтровывается при прохождении воды через очистные сооружения. Однако многие фильтры не способны удерживать мелкие частицы.

Для более качественной очистки воды применяются флокулянты. Эти реагенты объединяют полученные в ходе коагуляции частицы в более крупные хлопья, что значительно облегчает их механическое удаление.

Одним из наиболее распространенных коагулянтов, широко используемым в России, - сульфат алюминия. При обычных условиях имеет вид кристаллов – бесцветных или белых, с легким серым, голубым или розоватым оттенком (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Вид кристаллов сульфата алюминия

Удобен тем, что, во-первых, легко добывается (при обработке бокситов или глины серной кислотой), во-вторых, легко растворяется в воде при температуре от 30 до 40 градусов, в-третьих, для первичной очистки достаточно эффективен. О достоинствах сульфата алюминия уже частично говорилось выше: не образует токсичных соединений, не ядовит, не требует специальной оснастки для приготовления (вполне достаточно обычных мероприятий по защите кожи от прямого попадания химикатов). Может быть использован как в традиционных системах водоочистки, так и при мембранной технологии очистки воды. Более современные системы ориентируются именно на сульфат алюминия как наиболее надежный и относительно нейтральный коагулянт. Недостаток старого метода производства гранул сульфата алюминия – разнородность гранул как по размеру, так и по содержанию активного элемента. Современные технологии требуют, чтобы и коагулянт, и флокулянт, которыми пользуются, были максимально стандартизованными [16].

Корректировка водородного показателя (рН) применяется для смещения химического равновесия в реакциях гидратообразования. Согласно действующим нормам, водородный показатель чистой воды должен находиться в пределах 6-9 ед. (безразмерная ед.). Но оптимальным для хозяйственно-бытовых и питьевых целей признан диапазон, близкий к нейтральному 7,0 ед. С другой стороны, при некоторых технологиях водоочистки, может потребоваться откорректировать уровень рН, например, для улучшения обезжелезивания или повышения эффективности деманганации. В случае незначительного отклонения рН, можно обойтись и без реагентов - с помощью специальных фильтрующих материалов. Но если рН воды значительно отличается от нужного, может потребоваться ее корректировка реагентами.

В качестве реагентов обычно применяют: для повышения рН - гидроксид натрия (реагент "рН+") или соду пищевую (натрий двууглекислый); для понижения - раствор соляной кислоты (реагент "рН-").

Ингибирование применяют для повышения устойчивости системы к коррозии, а также для замедления явлений кристаллизации и осадкообразования. Ингибиторы - вещества, замедляющие, угнетающие какие-либо нежелательные процессы. В технологии водоподготовки частной сферы, такие реагенты чаще всего применяются как антискаланты - ингибиторы осадкообразования, и биоциды - ингибиторы биообрастания.

Все ингибиторы, как правило, токсичны. Поэтому ни антискаланты, ни биоциды, не используются напрямую для подготовки питьевой воды - только для технической воды и промывки оборудования. Лишь перекись водорода используется напрямую в линиях циркуляции бассейнов.

Антискаланты в основном применяются для оборудования обратного осмоса, где явления кристаллизации на поверхности мембран крайне нежелательны. Антискаланты - это вещества на основе полифосфатов (вспомните Calgon, "Антинакипин", картриджи для стиральных машин и т.п.).

Биоциды применяются для предотвращения биообрастания: 1) в плавательных бассейнах, в процессах дезинфекции воды против образования водорослей; 2) трубопроводов, бойлеров, промывки мембран оборудования обратного осмоса. Биоциды, в своем составе, основаны на изоциануратах, броне, надуксусной кислоте, перекиси водорода, диоксиде хлора, аминах, и др.

На рисунке (рис. 1.8) приведены возможные последствия при использовании вышеперечисленных реагентов на организм человека и их воздействия остаточных концентраций в воде на здоровье человека при нарушении допущенных нормативов.



Рисунок 1.8 – Возможные последствия на организм человека остаточных концентраций реагентов в воде на здоровье человека при данном способе обработки воды

1.4 Анализ негативных экологических факторов систем хранения, подачи и распределения воды

Трубопроводные системы. Характер и интенсивность экологического воздействия водопроводов во многом обусловлены географическими особенностями местности, в которой проложен водопровод: геологическими особенностями грунтов (их химическими особенностями, термическим и гидрологическим режимом, подвижностью), особенностями почв (механическим составом, термическим и гидрологическим режимом, химическими свойствами, биологическим режимом), характером растительности, свойствами ландшафта в целом. В ряде ландшафтов (например, умеренных гумидных ландшафтах равнин с песчаными почвами, содержащими ионы железа) экологическое воздействие водопроводов, даже находящихся в плохом техническом состоянии будет минимальным, в то время, как в других ландшафтах (пустынных, мерзлотных и т. д.), даже находящийся в хорошем техническом состоянии водопровод (водоотвод) оказывает значительное воздействие на окружающую среду.

Экологическое воздействие, оказываемое системами водоснабжения и водоотведения, функционирующими в аварийном режиме. При авариях на водопроводах и системах водоотведения (разрывах трубопроводов в результате гидроудара, внешнего механического воздействия, разрушения в под воздействием коррозии и т. д.) в окружающую среду в большом количестве выбрасывается вода (зачастую под давлением) и вещества, находящиеся в ней. При этом резко увеличивается увлажненность грунтов на участке аварии, возможен размыв грунтов и активизация негативных геоморфологических процессов. В результате аварии площади выбросов вод из трубопроводов охватывает, как правило, от нескольких сотен до нескольких тыс. м

2. Выбросы вод из систем водоотведения несут большой экологический вред по сравнению с выбросами вод из водопроводов, поскольку в них содержатся в большом количестве вещества, потенциально вредные для окружающей среды и здоровья людей (5).

При авариях на хозяйственно-питьевых водопроводах возникает риск попадания в участки водопроводной системы, расположенные ниже места аварии вредоносных агентов из окружающей среды.

Места аварий на водопроводах и системах водоотведения, как правило, сразу трудно локализовать, поскольку большая часть этих коммуникаций имеет подземное проложение. При авариях на этих коммуникациях одним из негативных экологических факторов является просадка грунтов в месте аварии, дополнительным негативным экологическим фактором является образование большого количества строительного мусора, возникающего в ходе ликвидации аварии. Иногда аварии на водопроводах и системах водоотведения приводят к повреждению и разрушению зданий и сооружений, размыву почв, повреждению растительного покрова населенных пунктов.

Аварии, происходящие на водопроводах и системах водоотведения приводят не только к экологическим нарушениям в месте аварии,

но и формируют негативную экологическую ситуацию на территориях, которые обслуживал аварийный участок водопровода или системы водоотведения. В связи с этим, аварии на трубопроводах необходимо ликвидировать в короткий срок – от нескольких часов до нескольких суток.

Сталь. Хромосодержащая нержавеющая сталь имеет высокую стойкость к коррозионным процессам благодаря тому, что на поверхности хромосодержащего сплава образуется оксидная пленка.

«Оцинкованные стальные трубы работают лучше. В них ржавчины образуется значительно меньше, но цинковое покрытие труб, взаимодействуя с водой и образуя соединения цинка, не способствующие улучшению здоровья, так как постепенно съедается, «оцинковывая» наши внутренности. Еще один недостаток – в местах соединений цинковое покрытие нарушается и создается гальванопара, ускоряя ржавление труб.» [49].

«Самую низкую коррозионную стойкость имеют черные стальные трубы. Ранее они использовались, в том числе, в системах питьевого водоснабжения.» [49].

Чугун. «Магистральные водоводы и подвод воды к жилым домам уже много десятилетий исполняются при помощи чугунных труб. Чугун – это уникальный материал. Трубы из чугуна имеют срок службы не менее 100 лет! Потом пользователи и укладчики просто забывают, где проложен водопровод. Поэтому трубы не то, что вам менять не придется, вашим детям не придется, да и не каждый дом столько простоит.» [49].

«Чугун не взаимодействует с водой: не окисляется, не ржавеет, не растворяется, поэтому он не ухудшает вкус воды, а даже немного улучшает качество.» [49].

Медь. Самой высокой коррозионной стойкостью обладают медь и нержавеющая сталь. Бактерицидные свойства меди могут неблагоприятно влиять не только на микроорганизмы, находящиеся в воде, но и на человека. Растворенная в воде медь токсична.

Пластик.

Любая пластиковая водопроводная труба имеет ряд положительных и отрицательных качеств.

Плюсы данного изделия в следующем:

- срок эксплуатации пластикового трубопровода по заявлению большинства производителей достигает полувека при соблюдении оптимальных условий;
- инертность к коррозионному воздействию, поскольку полимеры не взаимодействуют с водой так, как это происходит в случае с металлом;
- низкая теплопроводность пластика водопроводной трубы позволяет использовать подобные изделия, как в отопительных системах, так и для организации подачи горячей воды;
- пластиковые изделия легко транспортировать, монтировать, да и ухаживать за ними не сложно;
- монтаж может выполняться, как открытым, так и скрытым способом.
- обилие способов монтажа может запутать некоторых владельцев и привести к выбору не самой эффективной технологии;
- у пластика имеются определенные ограничения по температуре теплоносителя, циркулирующего по трубам, а потому его не всегда можно использовать для отопления и горячего водоснабжения. Если быть точнее, то необходимо осуществлять дополнительное оборудование систем компонентами, которые будут снижать температуру до оптимального значения;
- никакие пластмассовые водопроводные трубы не могут быть использованы для монтажа систем пожаротушения.

Кроме того, пластиковые трубы, также как и металлические, не влияют, а со временем даже ухудшают другую составляющую экологии питьевой воды – ее биологическую характеристику (диаграмма роста бактерий за 4 месяца в трубах). Согласно действующим стандартам общее микробное число питьевой воды не должно превышать 100 на 1 л. Но микроорганизмы имеют способность к кумуляции в порах водопроводных труб (рис. 1.9).

Рост бактерий в трубах за 120 дней

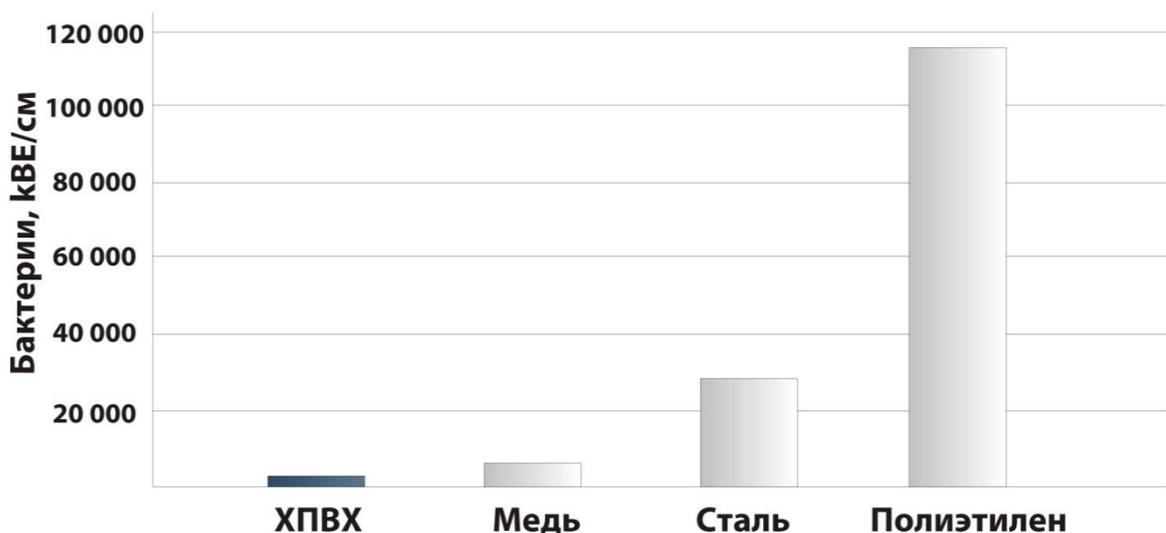


Рисунок 1.9 – График роста бактерий в трубах за 120 дней

Для нейтрализации биологически активных организмов в системах водоснабжения применяется хлор, который, в свою очередь, оказывает неблагоприятное воздействие на трубы. Что, безусловно, влияет на качество воды. Альтернативы применению хлора в настоящее время не существует.

Асбест. Широко изучается возможность воздействия на здоровье асбестовых волокон в питьевой воде, но мало доказательств для беспокойства по этой проблеме. Всемирная организация здравоохранения считает, что асбест в питьевой воде, вытекающих из асбестоцементных труб в их издании 1993 года руководящих принципов по обеспечению качества питьевой воды. В руководящих принципах говорится, что «хотя хорошо изучены, там было мало убедительных свидетельств канцерогенности асбеста в эпидемиологических исследованиях групп населения с питьевой водой, содержащие высокие концентрации асбеста».

Преимущества и недостатки труб из различных материалов представлены в табл 1.3 [18].

Таблица 1.3 – Преимущества и недостатки труб из различных материалов

Материал трубы	Преимущества	Недостатки
1	2	3
Сталь	<ul style="list-style-type: none"> - высокая прочность - возможность широкого применения в системах водоснабжения и отопления - отработанный метод монтажа - хорошая ремонтпригодность - высокая температура эксплуатации 	<ul style="list-style-type: none"> - высокая стоимость труб с двойной изоляцией - значительный вес - низкая коррозионная стойкость, необходимость защиты от электрохимической коррозии - трудоемкость сварочных работ при монтаже - повышенные эксплуатационные затраты - сравнительно малый срок службы

Продолжение таблицы 1.3

ВЧШГ	<ul style="list-style-type: none"> - высокая прочность и жесткость - долговечность - отработанный метод монтажа - минимальные требования к грунту - высокая температура эксплуатации 	<ul style="list-style-type: none"> - высокая стоимость - необходимость внутренней и наружной изоляции - значительный вес - ограниченность типоразмеров (диаметр до 1000 мм) - хрупкость
Полипропилен	<ul style="list-style-type: none"> - стойкость к повышенным температурам и агрессивным жидкостям - простота монтажа раструбных соединений - малый вес - стойкость к коррозии - высокие гидравлические характеристики - долговечность - низкая теплопроводность 	<ul style="list-style-type: none"> - низкий модуль упругости (возможность деформации поперечного сечения) - большие температурные деформации - повышенные требования к условиям подземной прокладки
ПВХ (НПВХ)	<ul style="list-style-type: none"> - высокая прочность и жесткость - минимальный вес - простота сборки (раструб) - стойкость к агрессивным жидкостям - высокие гидравлические характеристики - долговечность - низкая теплопроводность 	<ul style="list-style-type: none"> - ограниченность типоразмеров (диаметр до 630 мм) - повышенные требования к условиям подземной прокладки - хрупкость, особенно при отрицательных температурах - снижение механических характеристик за время эксплуатации

Продолжение таблицы 1.3

<p>Различные виды полиэтилена</p>	<ul style="list-style-type: none"> - высокая прочность - малый вес - большая скорость монтажа из бухт для малых диаметров (высокая гибкость трубы) - стойкость к агрессивным жидкостям - высокие гидравлические характеристики - простота монтажа раструбных и резьбовых соединений - долговечность - низкая теплопроводность 	<ul style="list-style-type: none"> - повышенные требования к условиям подземной прокладки - невысокая упругость - энергозависимость (сварка) при монтаже, необходимость дополнительного монтажного оборудования - высокий коэффициент линейного теплового расширения - зависимость прочности трубы от давления и от температуры транспортируемой жидкости - самая большая (из сравниваемых) подверженность температурным деформациям - неустойчивость к поверхностно-активным веществам (ПАВ)
<p>Стеклопластик (ненасыщенные полиэфир)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - высокая прочность - достаточная жесткость - долговечность - малый вес - высокий модуль упругости - стойкость ко всем видам коррозии - высокие гидравлические характеристики - простота монтажа, возможность санации безнапорных коллекторов в потоке - угловая подвижность муфтовых соединений (допускается кривизна трассы с большими радиусами) - низкая теплопроводность 	<ul style="list-style-type: none"> - ограничения по максимальной температуре эксплуатации - низкая устойчивость к ударным нагрузкам - повышенные требования к условиям подземной прокладки - уменьшенная по сравнению с термопластами износостойкость

Анализ трубопроводных сетей, обеспечивающих население и производство водой питьевого качества.

«Принятие закона «О трубопроводном транспорте» позволит определить его роль и значение в развитии экономики страны, установить объективные взаимоотношения между важнейшими системами жизнеобеспечения общества и природой на основе экологических и экономических связей. Чтобы не совершить очередной стратегической ошибки и через 50 лет снова не столкнуться с кризисом ЖКХ, выбирая трубы для трубопроводных систем, необходимо учитывать негативный опыт прошлого и рассматривать их комплексно как элемент единой системы, с учетом всего жизненного цикла трубопроводной системы и устойчивого, безопасного развития общества.» [19].

Степень изношенности водоснабжения ЖКХ РФ представлена на графике рис. 1.10.

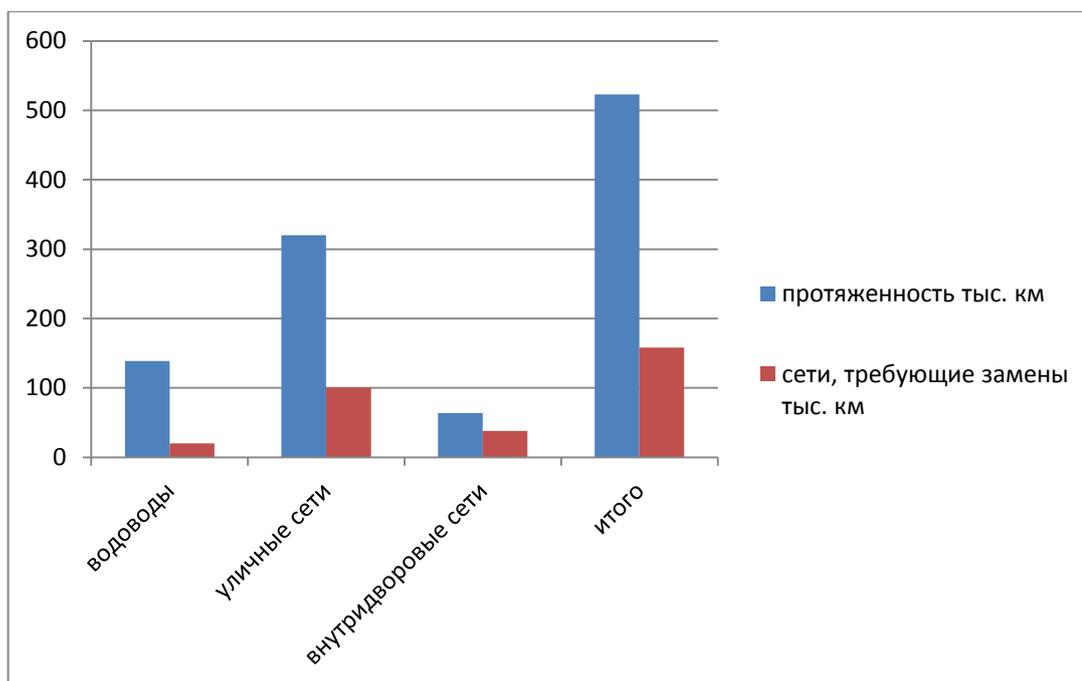


Рисунок 1.10 – Степень изношенности водоснабжения ЖКХ РФ

Проблемы при хранении воды. Основными проблемами при хранении регулирующих объемов воды в резервуарах чистой воды являются:

1. Биообрастание, обусловленное наличием органического детрита, а также жизнеспособными представителями зоо- и фитопланктона, различными бактериями и пр.

2. Разрушительные коррозионные процессы, обусловленные микроорганизмами, образующими обрастания внутренних поверхностей резервуаров, водоводов в системах подачи и распределения питьевой воды.

Выводы по главе 1

1. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения пригодность источников водоснабжения утверждается на основе санитарной оценки мест размещения водозаборных сооружений, оценки количества и качества воды, санитарной оценки поверхностных источников водоснабжения с прилегающей к ним территорией выше и ниже водозабора по течению и условий залегания и формирования подземных вод, прогноза санитарного состояния водоисточников и пр. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения организуются для обеспечения соответствующего уровня качества питьевой воды, основная цель которых – охрана от загрязнения источников водоснабжения, водопроводных сооружений и окружающей территории. В них входят зона ограничений и зона строгого режима.

2. В процессе эксплуатации водозаборов возникают различные эколого-технологические проблемы: шуголедовые помехи, водоросли («цветение» воды; биообрастания (дрейссена, водоросли), а также рыбозащита.

3. Изучение технологических схем очистки питьевой воды показывает, что основными методами осветления и обесцвечивания воды на водопроводных очистных сооружениях являются отстаивание и фильтрование с предварительной обработкой воды реагентами (коагулянтами).

4. В процессе водоподготовки на водопроводных станциях образуются различные виды осадков после отстойников, промывки барабанных сеток (микрофильтров), скорых фильтров, регенерации мембранных аппаратов (ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос). Проблема обработки осадков и промывных вод в настоящее время полностью не решена.

5. Одним из негативных факторов состояния трубопроводных сетей заключается в огромных материальных потерях, которые из года в год несет Россия вследствие аварийного состояния подземных инженерных коммуникаций.

ГЛАВА 2 СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

2.1 Обеспечение экологической безопасности на существующих водозаборах

2.1.1 Рыбозащита на водозаборах

Мероприятия по повышению безопасности, надежности и эффективности работы рыбозащитных сооружений. Для выработки рекомендуемых мероприятий по повышению надежности и эффективности работы, существующих рыбозащитных сооружений необходимо провести их комплексное обследование, которое включает в себя: водозабор и компоновку РЗУ на нем; работу узлов, механизмов и отдельных устройств; исследование гидравлики водного потока в месте влияния водозабора и РЗУ; исследование выживаемости рыбы, т.е. рыбозащитный эффект, для различного видового и размерного состава. Полученные необходимые данные и их анализ позволят принять объективное решение по обеспечению эффективной и надежной работы РЗУ. Индивидуальный подход позволяет учесть большинство значительных факторов влияния на конкретное РЗУ, тогда как типовой подход не всегда обеспечивает решение проблемы рыбозащиты на водозаборах. Основным условием для повышения эффективности сетчатых РЗУ с рыбоотводом является решение вопроса о сохранении жизнеспособности молоди рыб при принудительном отборе ее из рыбонакопителя. Для сохранения высокого эффекта защиты рыб, например, сетчатых РЗУ, при повышенной скорости подходного потока, необходимо оптимизировать скорости фильтрации по всей длине сетки с учетом особенностей поведения рыб в потоке и исключить влияние на жизнеспособность ранней молоди рыб ее возможного прижатия к сетчатой преграде (не более 20 секунд). Так же для повышения надежности и эффективности РЗУ необходимо:

- следить за механическим состоянием задвижек и фильтров на напорных трубопроводах, подающих воду к приводу вращения конуса, флейтам и гидрорезлеватору;

- следить за очисткой и состоянием фильтрующего полотна конуса; - не допускать перепада воды на входе РЗУ более 0,3 м;

- в случае прорывов сетчатого полотна конуса поднять кассету и провести замену порванного фрагмента;

- в РЗУ обязательно должно присутствовать отведение молоди рыб (пассивной и активной) в безопасное место с сохранением ее жизнеспособности;

- если скорость транзитного потока в водоеме не превышает снующую критическую скорость для активной молоди рыбы, то необходимо предусматривать отвод рыбы от водозабора с помощью искусственного потокообразователя или принудительного рыбоотвода, а если скорость равна или превышает критическую – то отвод осуществляется транзитным потоком;

- в рыбоходах стенки должны быть гладкими, без задигов, выступов арматуры и острых углов. Повороты и сопряжения в рыбоотводящих сооружениях необходимо выполнять плавными, без областей застоя и большого течения;

- скорости в рыбоотводах принимают равные или превышающие критическую скорость плавания для рыб и меньше опасной скорости течения для молоди рыбы;

- перепады давления в рыбоотводах крайне негативно отражаются на рыбе и должны быть не более 0,1 МПа;

- при расчете площади фильтрующего полотна (ФП) необходимо учитывать: расчетный расход водозабора, проходящий через ФП с допустимой скоростью в ячейке 0,10–0,15 м/с, также коэффициенты – скважность ФП и засорения ФП (в зависимости от мутности забираемой воды), а также прибавить площадь, исключаемую при промывке ФП;

- промывка от мусора ФП производится эффективней с помощью водовоздушных струй, чем гидравлических, к тому же пузырьки воздуха отпугивают рыбу;

- безопасную скорость истечения струй из насадков промывных устройств и эжекторов для молоди рыб размером 12 мм следует назначать не более 10 м/с;

- автоматическая промывка фильтрующих РЗУ должна проходить только при наличии обратного тока воды из системы водозабора;

- при подходе потока к РЗУ необходимо предусматривать мероприятия по отведению плавучего мусора и верхоплавной рыбы с глубины до 0,8–1,0 м и предусмотреть наносозащитные мероприятия;

- РОПы необходимо устанавливать строго по направлению потока или следуя инструкции по эксплуатации;

- если в потоке устанавливается несколько всасывающих оголовков, оборудованных РЗУ, то расстановка должна исключать взаимное пересечение областей всасывания каждого устройства;

- при проектировании РЗУ необходимо обязательно учитывать требование к ремонтпригодности сооружения, быстрому и удобному подходу, монтажу и замене устройств, узлов и механизмов. Оборудовать РЗУ для этой цели необходимыми дополнительными устройствами, например подъемно-транспортными машинами.

Примеры РЗУ на водозаборах представлены на рис. 2.1...2.2. Для водозаборных сооружений с далеко *выдвинутыми оголовками* обычно применяются плоские сетки (рис. 2.1), иногда со специальными каналами – рыбоотводами, и сетчатые барабаны.

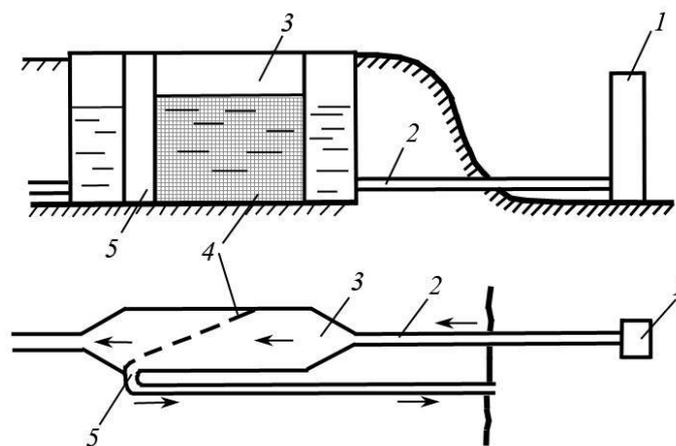


Рисунок 2.1 – Плоская сетка с рыбоотводом: 1 – оголовок; 2 – линия всасывания или самотечная линия; 3 – сеточная камера; 4 – сетка; 5 – рыбоотвод

Плоские сетки с рыбоотводами устанавливаются на водоподводящих линиях после водоприемников.

Сетчатые барабаны устанавливаются непосредственно на входе в водозаборные отверстия оголовков (рис. 2.2).

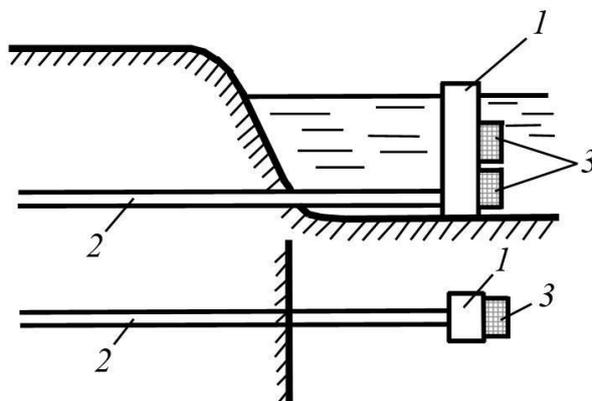


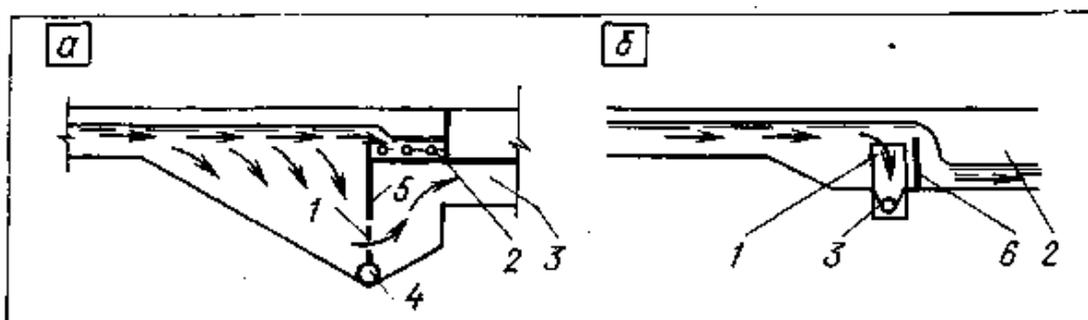
Рисунок 2.2 – Установка сетчатых барабанов на водозаборе: 1 – оголовок; 2 – линия всасывания; 3 – сетчатые барабаны

2.1.2 Защита от шуголедовых помех

В качестве примера рассмотрим своеобразную шуголедовую обстановку на реках горного и предгорного типов.

«Располагаясь вне основного русла, водозаборы эти имеют шугосбросные устройства (рис. 2.3), которые вполне оправдали себя, например, на водозаборе из р. Таласе в Казахстане. Они представляют собой

небольшие камеры на отводящем канале, в которых благодаря увеличению площади поперечного сечения потока происходит всплывание шуги с последующим отводом ее в реку ниже водозабора. Скорость поверхностного потока в шугосбросном устройстве составляет около 1 м/с (из условия транспортирования шугового ковра), а скорость нисходящего потока — не более 2,5 см/с, что предотвращает вовлечение шуги в водоприемник. Такие устройства надежно работают при насыщении шугой поступающего в них расхода воды до 25%.» [51].



а — с заглубленной перегородкой; б — с шандорной стенкой; 1 — водоприемник; 2 — шугоотводящий лоток; 3 — водоотводящий лоток или труба; 4 — грязевая труба; 5 — заглубленная перегородка; 6 — шандорная стенка

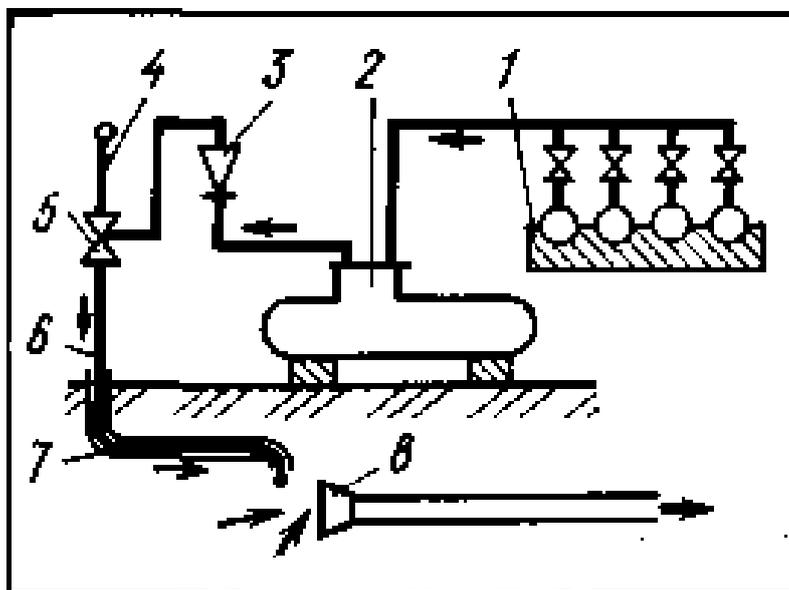
Рисунок 2.3 – Шугосбросное устройство на малых водозаборах из горных рек

«Определяющее значение в обеспечении устойчивой работы водозаборов имеют не столько технические средства эксплуатации, сколько правильный, всесторонний учет природных факторов и благоприятное размещение водоприемных сооружений. Это подтверждается тем, что водозаборы аналогичного типа на одном и том же источнике, расположенные всего в нескольких сотнях метров один от другого, работают по-разному. Одни из них останавливаются, а другие работают без каких-либо помех и перебоев. Это относится к воздействию не только шуги, но также и наносов. Следовательно, в обеспечении устойчивой работы водозабора выбор места расположения имеет определяющее значение.» [1].

2.1.3 Защита от биообрастаний

Опыт Московского водопровода доказывает целесообразность непрерывного хлорирования воды в теплое время года (вторая половина мая,

начало октября) дозами хлора 3...5 мг / л. если это невозможно, рекомендуется использовать периодическое хлорирование. На рис. 2.4 показана технологическая схема хлорирования воды на водозаборе.



1 — бочки с хлором; 2 — танк-испаритель; 3 — ротаметр; 4 — напорный трубопровод от водопровода; 5 — эжектор; 6 — шланг для подачи хлорной воды; 7 — футляр из трубы; 8 — водоприемный оголовок

Рисунок 2.4— Схема хлорирования воды на водозаборе

Из других способов борьбы с биообрастаниями водозаборов применяют купоросование воды, нанесение на поверхность конструкций специальных красок и иных покрытий и др. Однако далеко не все из них применимы в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения. На ряде водозаборов, особенно на Волге, при угрожающем зарастании сороудерживающих решеток ракушкой водолазы очищают их скребками или заменяют [20].

Для удаления дрейссены из трубопроводов применимы также общеизвестные методы и средства, используемые в эксплуатации водопроводных сетей. Опыт эксплуатации подтверждает, что воздействие дрейссены на водозаборы нельзя устранить каким-либо одним методом, в тех или иных условиях требуется проверка практикой комплексных мер:

хлорирование, микрофильтрование, покраска конструкций, механическая прочистка и др.

2.2 Обеспечение экологической безопасности на существующих водопроводных очистных сооружениях

2.2.1 Технологические особенности работы реагентного хозяйства

Одним из наиболее распространённых и широко применяемых на практике приёмов снижения содержания взвеси является осаждение под действием сил тяжести. Однако примеси, обуславливающие мутность и цветность природных вод, отличаются малыми размерами, вследствие чего их осаждение происходит крайне медленно, т.к. силы диффузии превалируют над силами тяжести. Кроме этого коллоидные частицы, обуславливающие мутность и цветность, в неочищенной воде несут отрицательный поверхностный заряд, который вызывает их отталкивание и препятствует агломерации. Использование коагулянта нейтрализует этот заряд и вызывает образование небольших хлопьев. Коагуляцией примесей воды называют процесс укрупнения коллоидных и взвешенных частичек дисперсной системы, происходящей в результате их межмолекулярного взаимодействия и объединения в агрегаты. Этот процесс завершается отделением агрегатов слипшихся частичек от жидкой фазы. На скорость коагуляции влияют условия перемешивания, рН, температура, щелочность, состав воды, доза коагулянта и др.

В качестве коагулянтов могут применяться следующие соединения:

– сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$;

– оксихлорид алюминия $Al_2(OH)5Cl \cdot 6H_2O$;

– алюминат натрия $NaAlO_3$;

– хлорное железо $FeCl_3 \cdot 6H_2O$;

– железный купорос $FeSO_4 \cdot 7H_2O$;

– сульфат железа $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 2H_2O$;

– смешанные алюможелезистые коагулянты и др. Наиболее распространены сульфат алюминия и хлорид железа.

Доза коагулянта (г/м³) рассчитывается по формуле: $D_k = 4, (3) \cdot Ц$ где Ц – цветность обрабатываемой воды, град.

Определение дозы щелочного реагента. Коагуляция протекает хорошо при определенной щелочности воды. Если щелочности исходной воды недостаточно, то для улучшения процесса хлопьеобразования исходную воду искусственно подщелачивают. В качестве подщелачивающих реагентов применяют известь CaO, соду Na₂CO₃ или щелочь натрия NaOH. Подщелачивающий реагент вводится до или после добавления коагулянта. Если для коагуляции щелочности исходной воды недостаточно, то подщелачивающий реагент вводится до введения коагулянта. В высокоцветные воды подщелачивающий реагент следует добавлять после ввода коагулянта.

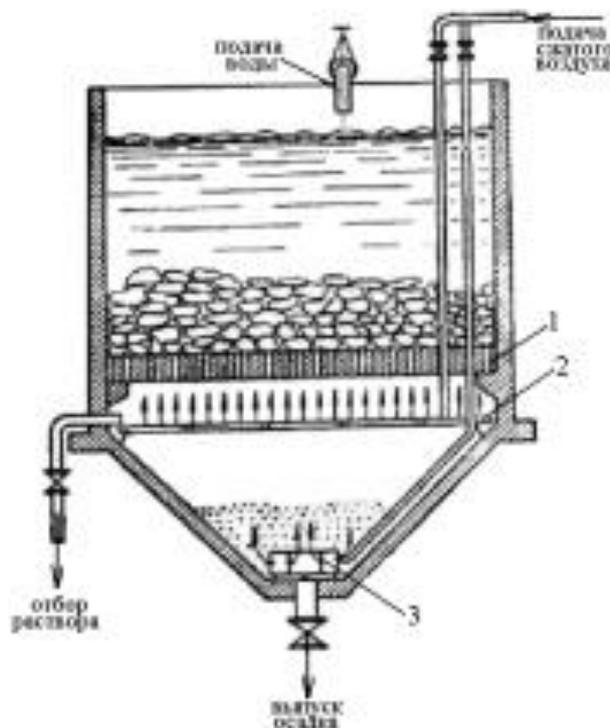
Определение дозы флокулянта. С целью увеличения размера хлопьев, и тем самым, интенсификации отделения загрязнений путем осветления и фильтрации в воду добавляют флокулянты. Наиболее часто применяемыми являются: полиакриламид (ПАА) и активная кремнекислота (АК).

Определение дозы хлора. Для предварительного обеззараживания и улучшения хода коагуляции и обесцвечивания, а также для улучшения санитарного состояния сооружений дозу хлора (активному) принимают в соответствии. Реагент для первичного хлорирования рекомендуется вводить за 1 – 3 минуты до ввода коагулянта.

Определение концентрации взвешенных веществ в воде.

Реагентное хозяйство. Для очистки воды применяют реагенты в виде порошка (сухое дозирование) и в виде растворов определённой концентрации (мокрое дозирование). Более распространено дозирование растворов реагентов. При мокром дозировании реагентного хозяйства включает: склады реагентов, оборудование для хранения, приготовления и дозирования растворов. Для приготовления, хранения и разбавления растворов реагентов используют баки различных конструкций. Перемешивание в баках

осуществляется либо механическими мешалками, либо путём барботажа. Схема бака для растворения коагулянта приведена на рисунке 2.5.



1 – колосниковая решётка; 2 – верхняя распределительная система для воздуха; 3 – нижняя распределительная система для воздуха

Рисунок 2.5 – Схема бака для растворения коагулянта:

Днища растворных баков должны иметь пирамидальную форму с углом наклона $45 - 50^\circ$ к горизонтали. Для опорожнения бака предусматривают трубопровод диаметром не менее 150 мм. При применении кускового коагулянта в баках устанавливают колосниковые решётки с прозорами 10 – 15 мм. Если используется порошкообразный реагент, то на решётку укладывается сетка с отверстиями 1 – 2 мм. Вверху по периметру баков предусматривают площадку для обслуживающего персонала. Днища расходных баков должны иметь уклон не менее 0,050 к сбросному трубопроводу, диаметр которого должен быть не менее 100 мм. Трубопровод, отводящий готовый раствор коагулянта из расходных баков должен располагаться выше дна бака на 100 – 200 мм. Если применяется неочищенный коагулянт, то забор раствора производится из верхних слоёв

по шлангу с помощью поплавка. Внутренние поверхности баков должны быть защищены кислотостойкими материалами и покрытиями [21].

2.2.2 Применяемые технологические решения обработки промывных вод и осадка

Осадок на водопроводных очистных сооружениях. Вещества, которые выделяются из природных вод в ходе их очистки, и взвешенные примеси, которые поступают в источники водоснабжения со сточными и дождевыми водами, при размывии русел рек, развитии планктона в воде водоисточников.

Количество, концентрация, состав осадков природных вод зависят от качества исходной воды, характеризующегося цветностью, мутностью, качеством химреагентов, применяемых при очистке воды, составом сооружений по очистке. Преобладание в исходной воде крупных частиц вызывает образование осадка с высокой концентрацией взвешенных веществ, меньшим содержанием связующей воды, гидроксида алюминия либо железа.

При увеличении цветности, снижении мутности воды возрастает влажность осадка, доля гидроксидов в нем.

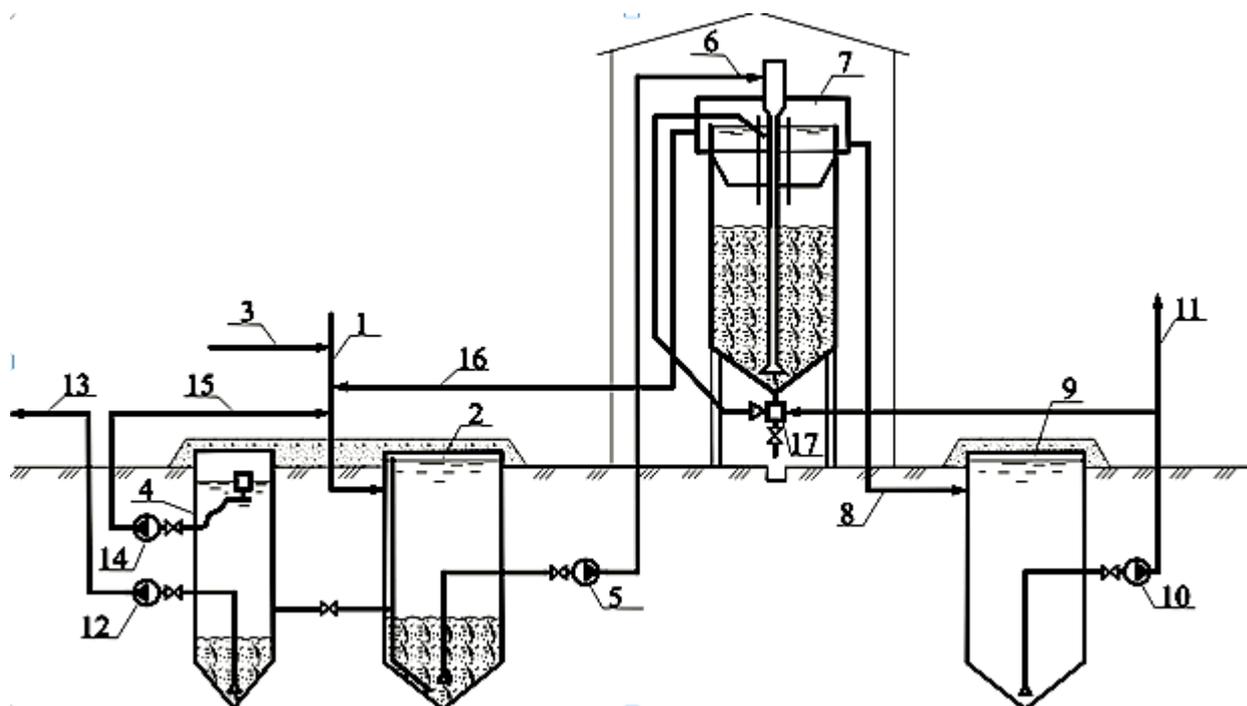
При добавлении для стабилизации воды извести содержание солей кальция в осадке будет до тридцати процентов от массы сухого вещества.

Влажность – один из ключевых показателей, которые определяют качество, количество осадка и, соответственно, стоимость, объем сооружений по его обработке. Как правило, влажность осадков находится в диапазоне 92-98.8 %, зависит от качества исходной воды, технологической схемы по ее очистке.

В осадках находятся такие же бактериальные загрязнения, как и в поверхностных водах, однако в более концентрированном состоянии. Бактериальная загрязненность осадка, который получен при использовании обычной технологии по очистке природных вод, обычно не выше аналогичных показателей загрязненности почвы.

В целом можно констатировать, что кардинального решения проблемы утилизации осадков сооружений станций водоподготовки в настоящее время

нет. Пример технологической схемы очистки и утилизации промывных вод представлена на рисунке 2.6.



1 – сброс отработанной промывной воды; 2 - накопительный отстойник; 3 – ввод коагулянта; 4 - уплотнитель; 5 – насос; 6 – подача отстоянной воды; 7- реактор-осветлитель; 8 – отвод очищенной промывной воды; 9 - резервуар промывной воды; 10 - промывной насос; 11- подача на промывку фильтров; 12 – насос перекачки осадка; 13 – подача осадка на обезвоживание; 14 – насос перекачки надильовой воды; 15 –подача надильовой воды в накопительный отстойник

Рисунок 2.6 – Технологическая схема очистки и утилизации промывных вод

«Главные преимущества технологической схемы:

- обеспечение высокого качества промывной воды, позволяющего использовать ее для промывки фильтровальных сооружений;
- повышение производительности водоочистных сооружений при многократном повторном использовании промывной воды;
- утилизация водопроводного осадка промывной воды в качестве реагента для обезвоживания осадка городских и промышленных сточных вод;
- обеспечение экологической безопасности станций водоподготовки.» [23].

Принципиальные решения по обработке технологических вод и осадков станций водоподготовки. Подготовка воды из открытых

водоисточников для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения, связана с использованием химических реагентов и образованием значительного количества технологических осадков. Наиболее распространенными приемами в отечественной практике обработке таких осадков являлась естественная сушка на специальных площадках, сброс в искусственные накопители или водные источники. Материальный и социальный ущерб наносимый народному хозяйству и окружающей среде за счет отчуждения значительных площадей земельных угодий, создания антисанитарных условий вблизи населенных пунктов, ухудшения качества исходной воды являются весьма значительными и вряд ли поддаются точной оценке.

Переход на интенсивные методы обработки технологических вод и осадков, уменьшить объем последних, предотвратит загрязнение окружающей среды, появится возможность получения вторичных продуктов, позволяющих утилизировать последних. Обработка же осадков очистки природных вод, как и самих технологических вод, связана с определенными техническими трудностями и материальными затратами, что обусловлено весьма низкой водоотдачей осадков, а также значительным диапазоном колебаний исходных свойств вод и осадков, что в свою очередь связано с качеством природных вод и технологиями их очистки.

Осадки, образующиеся в процессе водоподготовки разнятся по составу, свойствам и зависят от качества воды в водоисточнике. Основными же загрязняющими компонентами технологических вод и их осадков являются продукты гидролиза коагулянтов и загрязнения минерального и органического происхождения, а также различные нерастворимые примеси, вносимые в воду вместе с коагулянтом [24].

Использование промывных (технологических) вод. Промывные (технологические) воды после фильтровальных и других сооружений, обычно предусматривается направлять на специальные сооружения для осветления этих вод и частичного возврата отстоянной воды в голову очистных сооружений (рис. 2.6). Данные операции могут привести к нарушению

процессов коагуляции и технологических режимов очистки вод в основном технологическом цикле водоподготовки и поэтому в каждом конкретном случае необходимо обоснованно принимать решения об использовании этого типа вод.

Бессточные (или условно бессточные) схемы обработки технологических вод минимизируют объем стоков или «хвостов», которые сбрасываются с основной технологической схемы водоподготовки, обеспечивают сведение их количества до нуля или до таких величин, учет которых не проводится, из-за их незначительного количества. Для рационального использования вод и охраны окружающей среды, на водоочистных комплексах возможно повторное использование технологических вод после промывки фильтровальных сооружений и сооружений осветления [25].

В общем виде, практическая реализация бессточной схемы с доочисткой дать возможность:

- Исключить сбросы технологических загрязнений в водные объекты;
- Предотвратить загрязнение загрузающей среды и заиливание источников водоснабжения;
- Максимально полностью использовать воду для питьевых целей путем обработки и возврата осветленных технологических вод на сооружения водоподготовки основного цикла;
- Предотвратить заиливание смесителей и сооружений отстаивания;
- Увеличить эффективность работы очистных сооружений;
- Утилизировать отходы очистки.

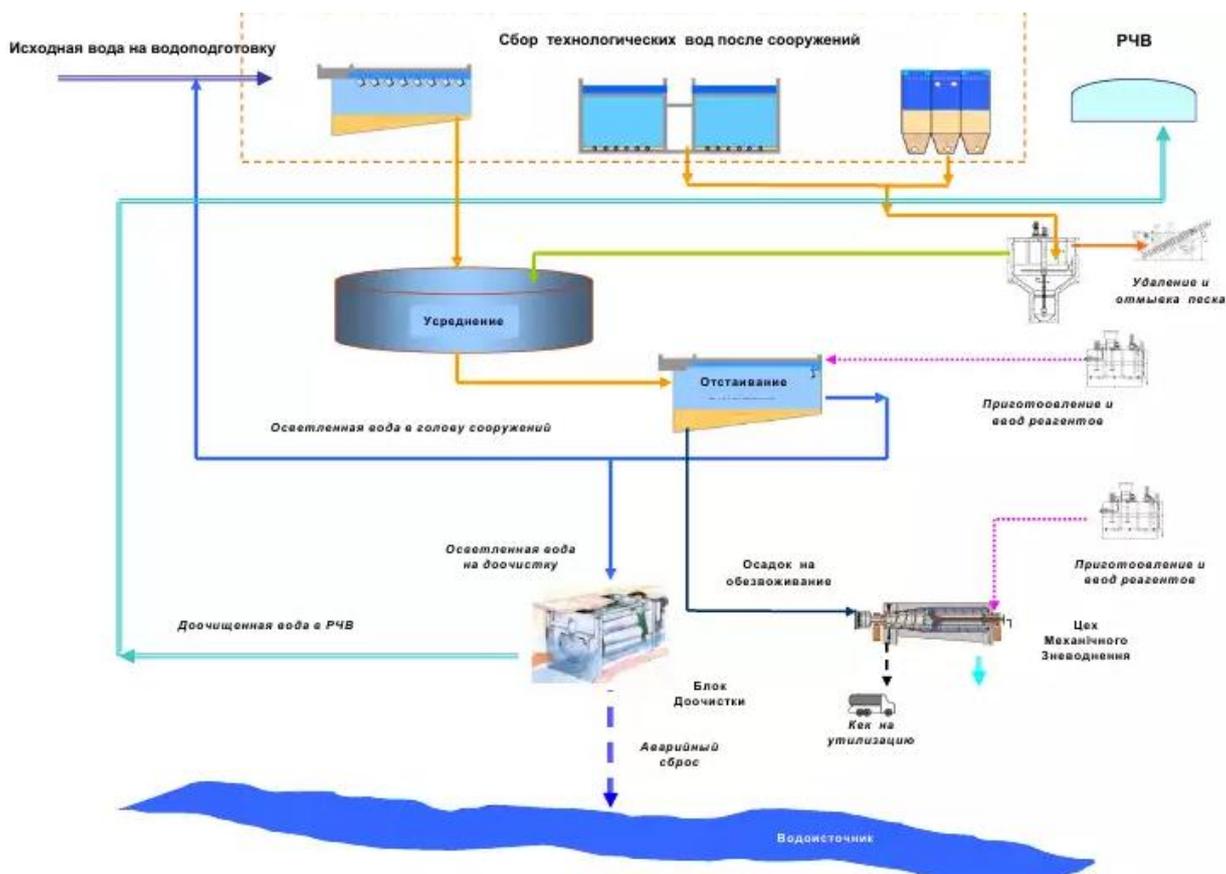


Рисунок 2.7 – Схема обработки промывных (технологических) вод

Предотвращение сбросов особо опасных веществ. Среди загрязнений, которые в составе технологических вод водопроводных станций сбрасываются в водоисточники, особую опасность представляют соединения алюминия. Присутствие алюминия в питьевой воде свидетельствует о недостаточной эффективности работы сооружений водоподготовки по выполнению ими барьерных функций. Алюминий, как и другие токсичные вещества, имеет свойство накапливаться в организме человека, вызывая ряд тяжелых заболеваний.

Особой категорией опасности являются соединения алюминия, которые вместе с технологическими водами сбрасываются в водоемы. В этих водах алюминий находится в различных формах (оксиды, гидроксиды, соли, переходные и промежуточные соединения) и которые в свою очередь приводит с одной стороны к деструктивным явлениям в природной среде, а с другого, попадая в водозаборы питьевого водоснабжения, которые

располагаются ниже по течению, по причине своей инертности не могут быть удалены из воды и попадают в организм человека.

Учитывая это, удаление остаточного количества алюминия из питьевой воды и недопущение его попадания в природную среду, рассматриваются в качестве основных мероприятий по сохранению генофонда населения и в первую очередь, как мероприятия по охране здоровья в целом.

Технические решения делаются с разработкой проектно-конструкторской документации по созданию технологических комплексов по обработке технологических вод водопроводных станций и обработке полученных осадков, на уровне требований экологизации. Технические решения должны являться экологическим усовершенствованием, т.е. на снижение потребности в мероприятиях по охране природной среды. Они направлены на охрану природных компонентов от влияния экодеструктивных факторов и полностью снимают или сводят до минимума осуществление мероприятий природоохранного характера.

Особенностями разрабатываемых проектных решений должны быть:

- Комплексный подход к решению проблемы с возможностью поэтапной её реализации;
- Отдельные этапы технологической схемы решаются как самостоятельные пусковые комплексы;
- Увязка проектных решений с общей схемой водоподготовки, с решением проблемных вопросов по этой схеме;
- Учет сезонных и технических особенностей функционирования станций водоподготовки с обеспечением максимальной надежности всех этапов функционирования основного технологического цикла и разрабатываемых схем.

2.3 Обеспечение экологической безопасности систем подачи и распределения воды

2.3.1 Направления по повышению экологической безопасности водопроводных сетей

Понятие экологической безопасности трубопроводов эксплуатируемых сетей водоснабжения и водоотведения города (объектов инженерной инфраструктуры города) рассматривается как «состояние объекта», при котором отсутствует угроза окружающей среде со стороны этого объекта.

До настоящего времени экологическая безопасность систем транспортирования воды рассматривалась в основном с точки зрения сохранности качества продукта (питьевой воды) и доставки ее потребителю в требуемом количестве [26].

Переход к рыночной экономике, реформирование жилищно-коммунального комплекса в условиях значительного износа и старения инженерных систем жизнеобеспечения городов и населенных пунктов России, отсутствие достаточных материальных и финансовых ресурсов на их реновацию значительно обострили в последние годы проблему обеспечения требуемой надежности и устойчивости систем водоснабжения и канализации городов России.

Трубопроводные системы - неотъемлемая часть инфраструктуры современных городов, а городские водопроводные сети являются не только наиболее функционально значимым элементом системы водоснабжения, но и, как показывает практика эксплуатации, наиболее уязвимым.

Причины низкой надежности трубопроводов городов России:

- износ трубопроводов;
- неправильный выбор материала труб и класса их прочности, отвечающего фактическим внешним и внутренним нагрузкам, воздействующим на трубопровод;

- несоблюдение технологии производства работ по укладке и монтажу трубопроводов;

- отсутствие необходимых мер по защите трубопроводов от агрессивного воздействия внешней и внутренней среды;

- разрушающие давления при эксплуатации, воздействие гидравлических ударов, падение долговременной прочности; несоответствие качества труб требованиям нормативных документов и т.п.

И поэтому так важно определить, и реализовать на практике основные критерии и пути обеспечения надежности и экологической безопасности трубопроводов.

Очевидно, что от оптимального выбора материала трубопроводов при новой прокладке или перекладке трубопроводов городской водопроводной сети во многом зависит уровень ее надежности и экологической безопасности.

Трубопроводы из стальных труб с различного рода антикоррозионными покрытиями (оцинкованные, с алюмокерамическими, эмалированными и другими покрытиями) имеют повышенную по сравнению с незащищенными стальными трубами коррозионную стойкость (до 30 лет). Однако хранение, транспортировка, а также монтажные работы требуют особого обращения с подобными трубами. Сварные соединения труб с покрытиями требуют также специальных мер защиты от коррозии. Кроме того, различные покрытия, увеличивая коррозионную стойкость стали, одновременно увеличивают стоимость труб.

Трубы из стеклопластика имеют ряд недостатков, наиболее существенными среди которых являются гигроскопичность и влагопоглощение, что существенно снижает их работоспособность, а также недостаточная стойкость стеклопластика к истиранию, что обуславливает износ внутреннего слоя смолы, появление оголенного стекла. В этой связи в процессе эксплуатации возможно попадание в поток воды (под давлением) остатков веществ, вредных для здоровья.

Что касается асбестоцементных труб, то действующий стандарт на эти трубы (так же, как и на стандарты и технические условия на чугунные трубы) не содержит требований, выполнение которых необходимо для обеспечения долговременной прочности труб при их использовании для строительства трубопроводов подземной прокладки. До сих пор идут дискуссии о вреде для здоровья асбестоцементных труб при их использовании в питьевом водоснабжении.

К числу наиболее надежных труб, используемых для целей водоснабжения городов в последние годы как за рубежом, так и в России относятся трубы из полимерных материалов и трубы из ВЧШГ. Но и эти трубы имеют свои слабые стороны.

Полимерные трубы также с успехом используются для внутреннего водопровода зданий.

Для качественной прокладки полиэтиленовых труб в условиях загруженного подземного пространства крупных городов требуется высокая культура их монтажа, необходим квалифицированный контроль со стороны заказчика за технологией сварки. Известно, что большинство отказов полиэтиленовых труб приходится на сварные соединения, выполненные с нарушением технологии и кустарные соединительные детали. На рынке полимерных труб в России присутствуют не только качественные трубы, при этом наличие сертификата соответствия в условиях слабого правового поля в России не всегда является гарантией качества.

Более чем 40-летний опыт использования полимерных труб в высокоразвитых зарубежных странах с весьма строгими нормативными требованиями к качеству питьевой воды показывает их безопасность с точки зрения санитарной надежности. В России для целей питьевого водоснабжения использование полимерных труб предусматривает обязательное наличие гигиенического сертификата, выданного органами Роспотребнадзора РФ. Одним из наиболее перспективных направлений применения пластмассовых труб, реализуемых является их использование

для санации трубопроводов городской водопроводной сети методами бестраншейных технологий, а именно при помощи протаскивания пластмассового трубопровода в старый (с его разрушением и без разрушения).

Наряду с использованием надежных и долговечных типов труб и арматуры, обеспечивающих эффективное сопротивление внешней и внутренней коррозии, к основным практическим мерам повышения надежности городской водопроводной сети должны быть отнесены:

- оптимизация стратегии восстановления и обновления сети, увеличение объемов перекладки и санации участков трубопроводов с приоритетным использованием бестраншейных способов восстановления;

- использование комплексной технической диагностики для оценки технического состояния трубопроводов, прогноза полезных сроков службы, поиска «слабых мест» сети -участков трубопроводов с наибольшим риском отказов;

- эффективная электрозащита эксплуатируемых металлических трубопроводов;

- стабилизация давлений в сети;

- использование современных геоинформационных технологий для контроля и управления функционированием и эксплуатацией сети;

- использование новых нормативов и регламентов эксплуатации сети, учитывающих современные требования надежности и устойчивости систем водоснабжения.

Очевидно, что обеспечение требуемой надежности городских водопроводных сетей во многом зависит от научно-обоснованной стратегии их модернизации и реконструкции. Изучая историю и состояние нашей отрасли, можно сделать вывод, что XX век можно считать веком развития и роста инфраструктур городов России. В начале XXI века главной задачей, после более чем 100-летнего развития современного «типового

водоснабжения», является восстановление и обновление водопроводных и канализационных сетей.

Для обеспечения прогнозирования состояния водопроводных сетей используется следующая методика:

- оценка и прогноз показателей надежности трубопроводов на основе автоматизированной системы регистрации, хранения и обработки данных по аварийности трубопроводов и анализа условий их прокладки и эксплуатации;
- планирование и проведение комплексной технической диагностики трубопроводов;
- анализ дефектов трубопроводов, ранжирование и оценка факторов, дестабилизирующих надежность и долговечность трубопроводов - выявление «слабых» звеньев системы - участков трубопроводов;
- прочностные расчеты, оценка остаточного ресурса трубопроводов;
- прогноз технического состояния трубопроводов.

Значимость проблемы надежности и экологической безопасности городских водопроводных сетей, с одной стороны, и их фактическое состояние в городах и регионах России, с другой, не поставляют альтернативы широкому внедрению новых материалов и технологий на базе научного подхода к диагностике состояния сетей [27].

2.3.2 Обеспечение экологической безопасности резервуаров

«При ухудшении бактериологических и физико-химических показателей воды в резервуаре или в водонапорных башнях производят их промывку фильтрованной водой с обычной при эксплуатации дозой хлора. Промывка заключается в пропуске через резервуар повышенных расходов воды при поддержании постоянного уровня воды в нем. Продолжительность промывки определяют по эффекту улучшения бактериологических и физико-химических показателей воды.» [52].

«Если промывка не дает положительного результата, необходимо провести очистку резервуаров. При чистке резервуара удаляют осадок со дна, затем очищают стены и колонны металлическими щетками до полного

удаления слизи и обмывают стены, удаляя обнаруженные дефекты. После этого отмывают днище резервуара, и все поверхности резервуара еще раз обмывают из брандспойта. Перед входом в резервуар должен стоять бачок с раствором хлорной извести для обмывания резиновой обуви. Периодичность очистки определяется результатами производственного контроля качества воды, но не реже одного раза в год. Производство очистки, окраски или ремонта резервуаров оформляют приказом по производственному предприятию. Перед очисткой, окраской или ремонтом задвижки на подводящих и отводящих трубопроводах должны быть закрыты и опломбированы.» [52].

«По окончании очистки, окраски или ремонта в резервуарах и баках водонапорных башен составляют специальный акт, в котором указывают:

- а) время снятия пломб;
- б) перечень произведенных работ;
- в) ответственного производителя работ;
- г) характеристику санитарно-технического состояния резервуара;

д) время окончания работ и способ проведения дезинфекции. После окончания ремонта или чистки обязательно выполняют дезинфекцию хлорной водой или раствором гипохлорида натрия методом орошения или объемным способом:

а) для резервуаров большой вместимости - методом орошения с концентрацией активного хлора 200-250 мг/л (из расчета 0,3-0,5 л на 1 м внутренней поверхности резервуара);

б) для резервуаров малой вместимости - объемным способом с концентрацией активного хлора 75-100 мг/л при контакте 5-6 ч. Через 1-2 ч после дезинфекции резервуар промывают фильтрованной водой. Резервуар может быть пущен в работу после трех удовлетворительных результатов бактериологических анализов, производимых с интервалом времени из расчета полного обмена воды между взятием проб.» [52].

Металлические баки водонапорных башен окрашивают изнутри не реже одного раза в 3 года антикоррозионными красителями, разрешенными к применению в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Фильтры поглотители. Фильтры поглотители, предназначенные для резервуаров чистой воды, подготовлены специально для того, чтобы очищать воздух, поступающий в емкость. Чаще всего их используют для комплектации резервуаров, в которых храниться чистая питьевая вода. Ведь с их помощью можно очистить воздух от бактерий, окиси углерода, вредных веществ, а также определенных органических соединений.

Устанавливаются такие фильтры-поглотители могут не только на резервуарах, но и в непосредственной близости от них. Но для того чтобы они принесли реальную пользу, необходимо предварительно произвести расчеты, грамотно все расположить. Корпус для поглотителей подготовлен из предварительно обработанной нержавеющей стали, поскольку на устройство воздействует достаточно высокое давление. Дополнительно корпус обрабатывается защитными составами, поэтому он не разрушается при постоянном контакте с влагой, излучением.

Назначение и технические характеристики очистителя воздуха для резервуаров чистой воды - фильтра поглотитель "ФП". Очистка воздуха от вредных газообразных веществ, пыли и микроорганизмов для дыхания водонакопительных резервуаров воды (питьевой или технической). Устанавливаются на вентиляционных трубах. Технические характеристики представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Основные технические характеристики установки

Основные технические характеристики установки				
Модель ТУ 3646-004-83782690-2009 ("СТОПКР")	ФП-100	ФП-200	ФП-250	ФП-300
Производительность по очищаемому воздуху, м ³ /час	до 180	до 360	до 450	до 540
Объём сорбента, м ³	0.1	0.2	0.25	0.3
Кол-во ступеней очистки	3	3	3	3

Энергопотребление, (в летний/зимний период)	Вт	30/200	60/400	90/500	120/750
--	----	--------	--------	--------	---------

Очиститель воздуха фильтр-поглотитель "ФП" ("СТОПКР") выполнен в уличном исполнении из коррозионно-устойчивых материалов в теплоизоляционном корпусе. Для обеспечения в зимний период отсутствия промерзания и, как следствие, закупоривания пор сорбента, предусмотрена система автоматического обогрева [28].

Основными элементами очистителя воздуха являются (рис. 2.8):

1. Сорбент – поглощает вредные газообразные вещества.
2. Пылевой фильтр.
3. Озонатор – генерирует озон для подавления микрофлоры не только внутри очистителя воздуха, но и внутри резервуара воды. Применение озона позволяет также производить каталитические реакции на поверхности сорбента, регенерируя его и тем самым увеличивать сорбционную ёмкость сорбента для поглощаемых вредных газообразных веществ.

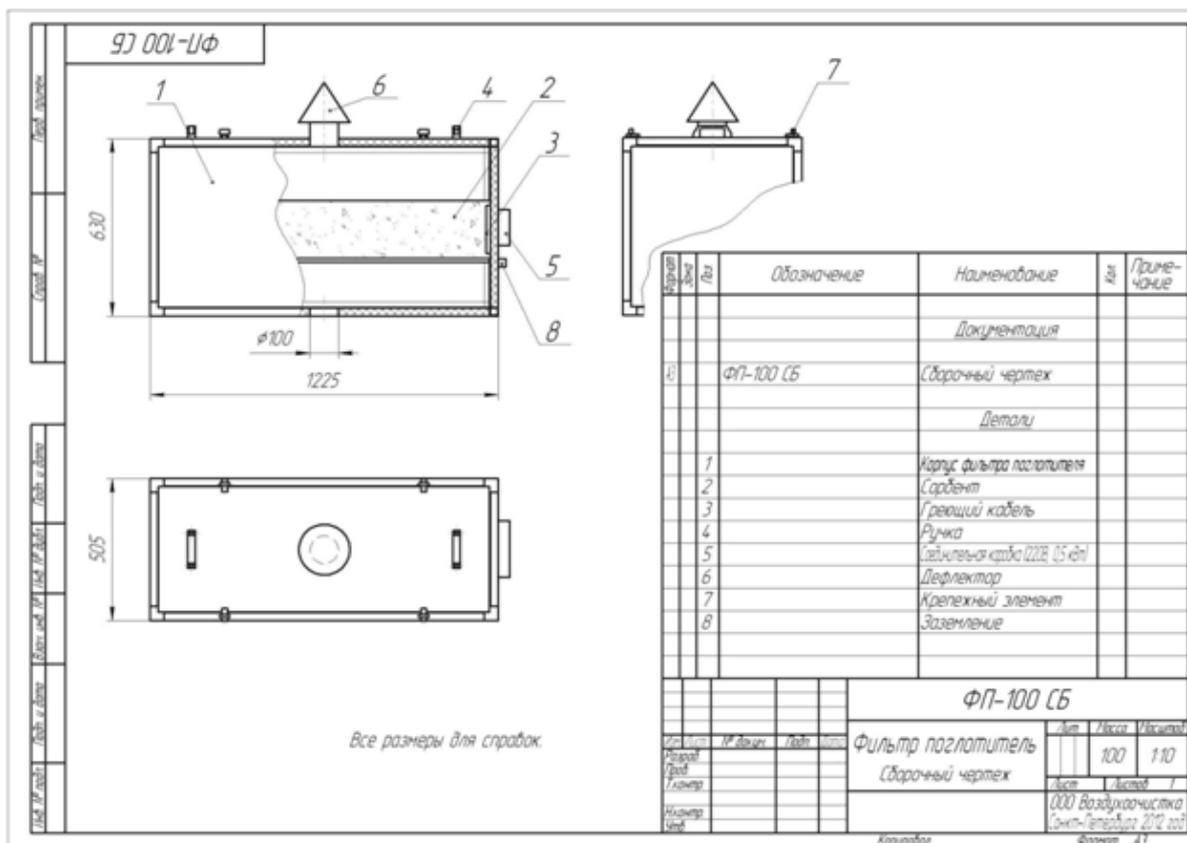


Рисунок 2.8 – Сборочный чертёж фильтра поглотителя ФП-100 СБ

Выводы по главе 2

1. Из существующих водозаборных сооружений наиболее полно обеспечивают защиту рыб фильтрующие, а также речные русловые водозаборы с затопленными оголовками, если скорость обтекания их речным потоком более чем в 3 раза превышает скорость входа в водоприемные отверстия.

2. Технические решения делаются с разработкой проектно-конструкторской документации по созданию технологических комплексов по обработке технологических вод водопроводных станций и обработке полученных осадков, на уровне требований экологизации. Технические решения должны являться экологическим усовершенствованием, т.е. на снижение потребности в мероприятиях по охране природной среды. Они направлены на охрану природных компонентов от влияния экодеструктивных факторов и полностью снимают или сводят до минимума осуществление мероприятий природоохранного характера.

3. Весьма актуальной в настоящее время является задача разработки и реализации теоретических и практических основ оценки и обеспечения экологической безопасности и надежности сетей водоснабжения и водоотведения и ее реализация. Понятие экологической безопасности трубопроводов эксплуатируемых сетей водоснабжения и водоотведения города (объектов инженерной инфраструктуры города) рассматривается как «состояние объекта», при котором отсутствует угроза окружающей среде со стороны этого объекта.

ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЛЕКСА ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ЗАБОРА, ОЧИСТКИ И ПОДАЧИ ВОДЫ

3.1 Мероприятия по обеспечению экологической безопасности на водозаборах

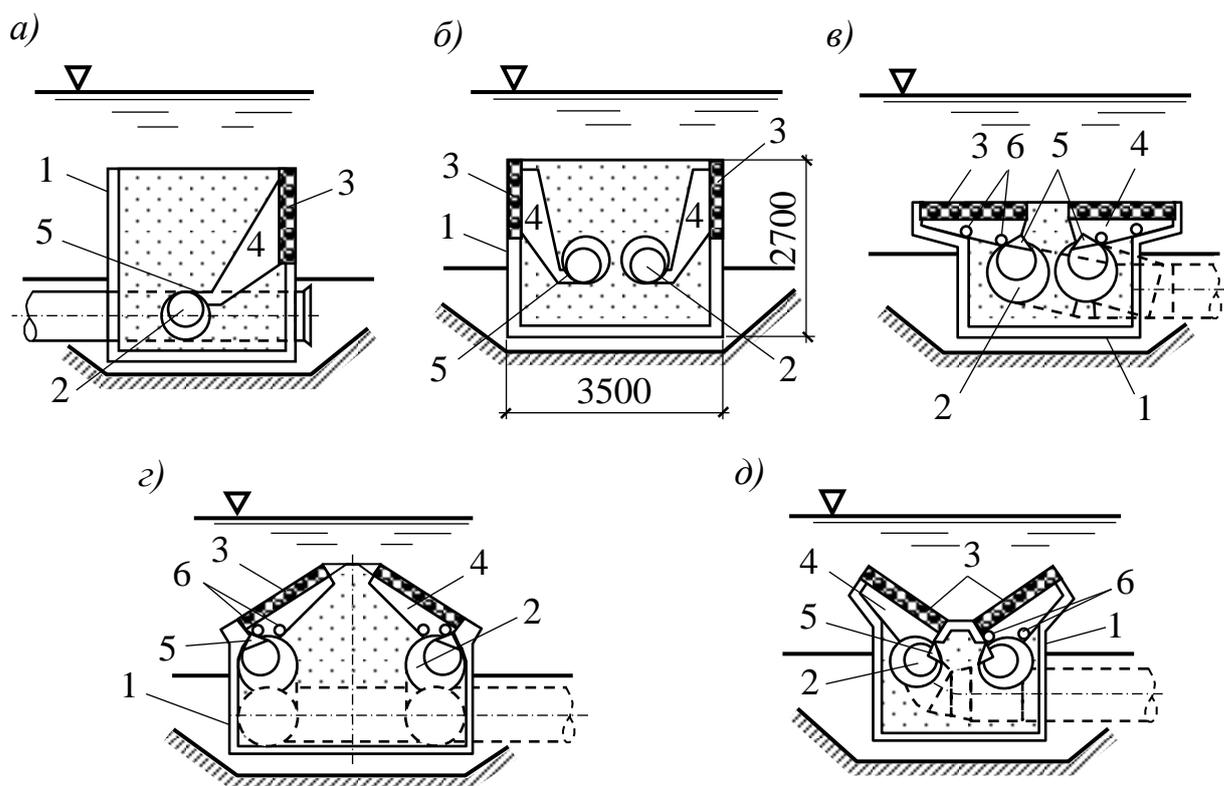
3.1.1 Обеспечение рыбозащиты и минимизации шуголедовых помех на водозаборах

Практика применения и, эксплуатации рыбозащитных устройств (РЗУ) водозаборов в разных природно-гидрологических и ихтиологических условиях показывает, что в большинстве случаев РЗУ состоят из механических решеток или сеток (плоских, барабанов, конусов и др.), через которые беспрепятственно засасывается икра, личинки рыб, их молодь, крупные особи. Отрицательное влияние водозаборов на рыбные запасы и их воспроизводство связано с прямой гибелью рыб и с отбором воды, что ухудшает условия жизни и воспроизводства рыб, приводит к гибели гидробионтов, зообентоса и др., нарушению трофических связей в источнике. В большинстве случаев проектирование, строительство и эксплуатация водозаборов и РЗУ не имело должных инженерно-биологических обоснований.

К настоящему времени известно множество, часто остроумных и сложных конструкций РЗУ, но большинство из них не учитывают биологических особенностей развития и поведения рыб, ориентации их в потоке, ската молоди, особенностей нагульных и нерестовых миграций, пространственно-временного распределения, реакции на различные раздражители.

В последние 15-20 лет все более широкое применение в практике рыбозащиты и конструирования РЗУ находят фильтрующие элементы водоприемников, эффективность рыбозащитного действия которых позволяет использовать фильтрующий водоприем в широком диапазоне природно-гидрологических и ихтиологических условий на вновь строящихся водозаборах и при переоборудовании действующих водоприемников с

открытым водоотбором на фильтрующий с соответствующей заменой водоприемных решеток, сеток и пр. на фильтрующие элементы (рис. 3.1).



а, б – с вертикальной; *в* – горизонтальной; *г, д* – наклонной; 1 – корпус водоприемника; 2 – вихревые камеры; 3 – фильтрующие кассеты; 4 – растробный бункер; 5 – входная щель со струенаправляющими диафрагмами; 6 – трубы для выпуска сжатого воздуха

Рисунок 3.1– Возможные компоновки водоприемников с рыбозащитными фильтрующими кассетами (А.С.Образовский)

Иными словами, введение в конструкцию водоприемников фильтрующих элементов различных модификаций обеспечивает эффективную защиту рыб, их молоди, личинок и икры наиболее доступным, простым, дешевым и экологически целесообразным способом.

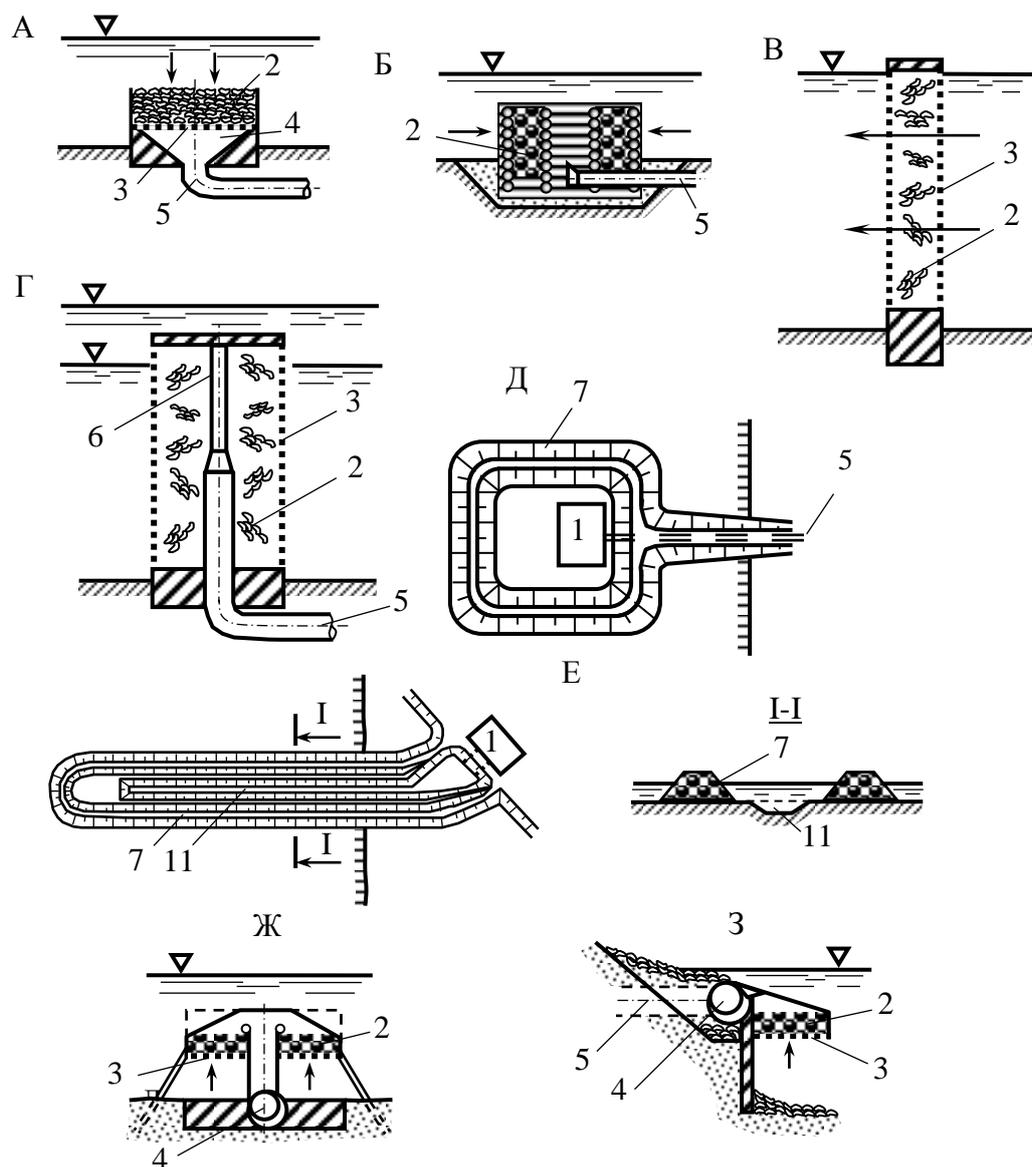
В этой связи применение фильтрующего водоприема в качестве средства рыбозащиты на водозаборах коммунального и промышленного водоснабжения со снижением строительных и эксплуатационных затрат при одновременном улучшении качества (повышении эффективности) рыбозащиты приобретает особую актуальность.

Анализ мероприятий по рыбозащите и шугозащите водоприемных сооружений показал, что наиболее целесообразным технологическим решением является фильтрующий водоприем.

Фильтрующие элементы водоприемников обеспечивают высокий уровень рыбозащиты и являются одним из наиболее перспективных направлений совершенствования РЗУ на водозаборных сооружениях при различных природно-гидрологических и ихтиологических условиях. Фильтрующие рыбозащитные элементы водоприемников могут реализованы в виде фильтрующих, комбинированных модификациях в разнообразных конструктивных вариациях – оголовки, дамбы, откосы, ковши и др. из всевозможных природных (щебень, гравий и др.) и искусственных (керамзит, пенополистирол и др.) материалов. Примеры фильтрующих водоприемников представлены на рис. 3.2, 3.3.

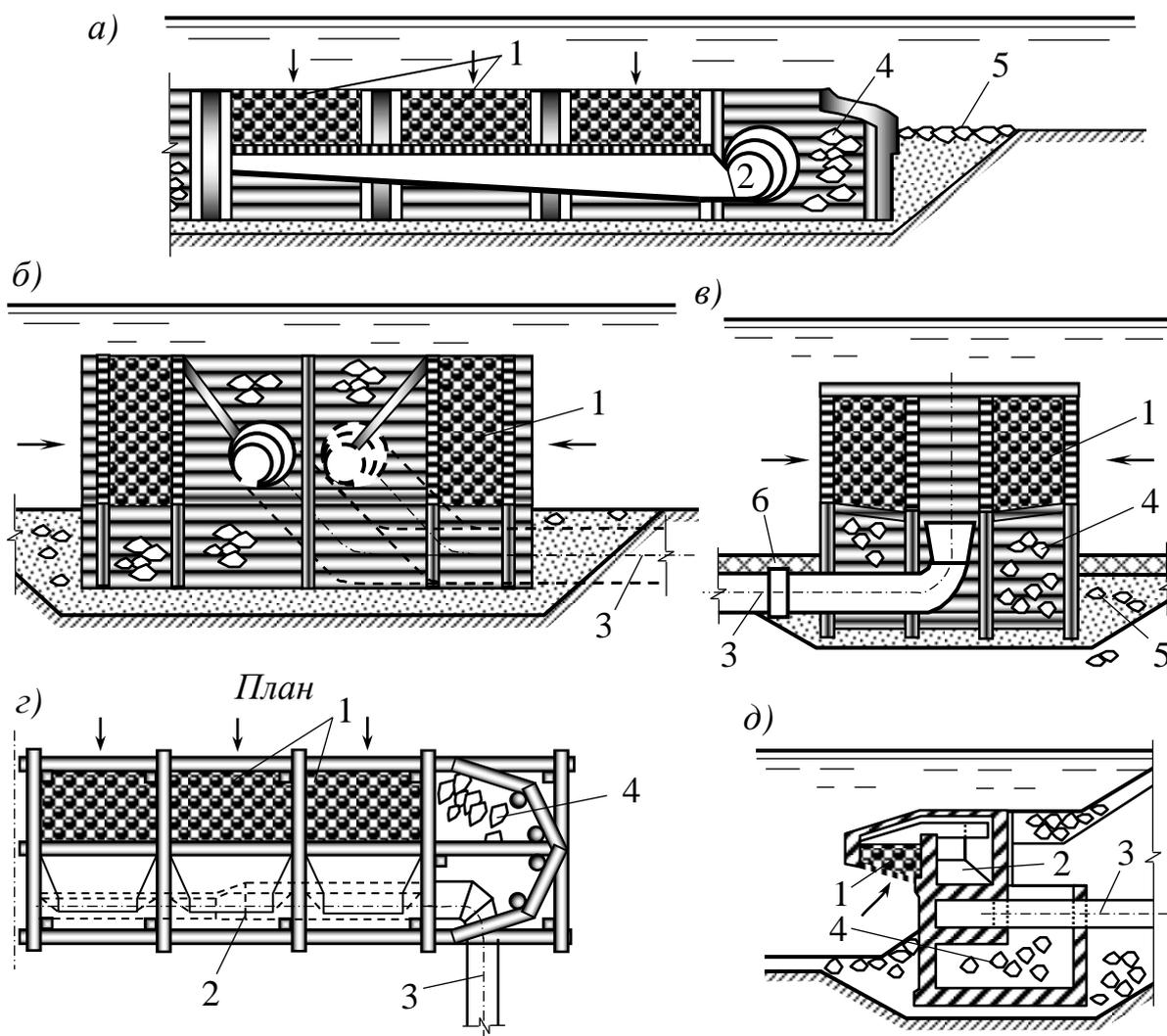
Применение фильтрующих элементов не только обеспечивает рыбозащитные функции, но также позволяет защитить водоприемники от шуги. Исследования в этом направлении, проводились А.С. Образовским, Ю.И. Вдовиным и др. учеными в разное время позволяют сделать вывод о целесообразности применения фильтрующего водоприема при шуголедовых помехах.

Отбор воды при шуголедовых помехах успешно обеспечивают водоприемники в виде дамб, плотин, откосов и др. с фильтрами из каменно-песчаных смесей или в таковые превращающиеся при эксплуатации, переходя в инфильтрационно-фильтрующие сооружения.



А – оголовок; Б – ряжевый оголовок; В – стенка; Г – колонна;
 Д – колодец; Е – ковш; Ж – грибовидный; З – консольный
 1 – береговой колодец; 2 – фильтр; 3 – решетка;
 4 – аванкамера; 5 – водоотвод; 6 – дрена; 7 – фильтрующая дамба;
 8 – насос; 9 – набережная; 10 – галерея; 11 – канал

Рисунок 3.2 – Фильтрующие водоприемные сооружения с повышенной рыбозащитой применяемые на водоисточниках с шуголедами помехами

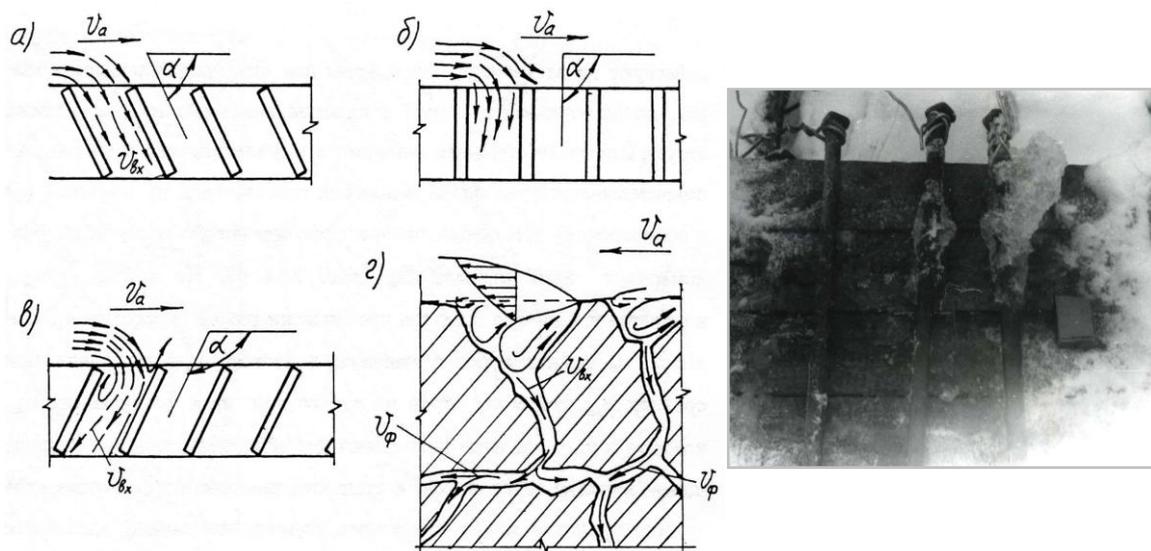


а, б, в, г – ряжевые водоприемники с фильтрами I и III типа; д – консольный водоприемник с фильтром II типа; 1 – фильтр; 2 – вихревые камеры; 3 – самотечные трубы; 4 – загрузка ряжа; 5 – каменная наброска

Рисунок 3.3 – Примеры водозаборно-очистных сооружений

За выступами частиц на входе в фильтр возникают водовороты по всей его площади, создавая режим втекания, близкий к водообмену. Возникающие вихри-водовороты за гранями частиц перемешивают водные массы потока у водоприемника с водой за плоскостью поверхности; на разделе «фильтр – речной поток» температура воды несколько выше температуры воды в русле. Обледенения фильтра не происходит, т.к. втекает не переохлажденная вода реки, а смесь ее с водой возникающих на поверхности фильтра водоворотов. Интенсивные обратные токи из фильтра в русло отталкивают от его

поверхности влекомые рекой шугу и взвесь. Поэтому фильтрующие поверхности не закупориваются шугой и взвесью (рис. 3.4, з) [29].



а – с решеткой при $d < 90^\circ$; б – то же, при $\alpha = 90^\circ$; в – то же, при $\alpha \approx 135^\circ$;
 г – с фильтром из щебня $d = 50...80$ мм; д – обледенение металлических стержней (справа налево): на поверхности фильтра, в фильтре на 25...50 мм, то же, на 50...80 мм

Рисунок 3.4 – Схемы втекания воды в водоприемник

Втекание в приемные окна водоприемников происходит у их нижней грани (борта) одновременно с вытеканием из них у верхнего ребра, ибо при втекании вся величина проекции скорости v_a и количества движения на нормаль к оси отвода теряются для последующего движения. Стержни нормально течению v_a или фильтр действуют на втекающие массы воды как струенаправляющий аппарат, дробя втекающую струю и входной водоворот на ряд мелких струек (по числу стержней решетки; а в фильтрах еще и на ряд дополнительных струек вдоль и поперек относительно направления v_a) и водоворотов, тем самым, распределяя втекающую массу воды равномерно по всей площади Ω_{ex} (рис. 3.4, б). На практике более надежен водоотбор при шуге при средних v_{ex} , что объясняется не только влиянием фактических v_{ex} , которые v_a , но малыми значениями коэффициента сжатия. Решающее – влияние водоворотов, в сущности заполняющих сечение входа (пространства между стержнями решеток или между частицами фильтра) и создающих по всей $\Omega_{вх}$ режим, близкий к водообмену.

Все описанные выше решения применимы не только для строительства новых водозаборов, но (и даже в «большой степени») для реконструкции действующих. В этой связи важное значение приобретают эксплуатационные испытания водозаборов, оценка натуральных условий их работы, обобщение опыта и модернизация. Применение фильтрующего водоприема позволит минимизировать экологический ущерб рыбе и технологические проблемы с шугольдом [30].

3.1.2 Предотвращение биобрастаний на водозаборах

Водоприемные окна с сорорудерживающими решетками, самотечные, всасывающие и напорные трубопроводы на водозаборах подвержены внутреннему обрастанию гидробионтами, среди которых наиболее часто встречающимися являются моллюски дрейссены.

Для борьбы с биообрастанием используют, например, теплую воду. Установлено, что при подаче теплой (45°C и выше) воды в течение 10 мин все водные организмы погибают.

Для промывки элементов водозаборных сооружений можно также использовать воду, обработанную хлором и купоросом, а также электрохимический метод в сочетании с катодной защитой металлических и железобетонных конструкций водозабора. На коммунальных водозаборах предпочтение следует отдавать хлорированию воды.

Наиболее эффективным методом борьбы с биообрастанием является окраска элементов водозаборных сооружений специальными красками на основе перхлорвинила и этанола или обычной цинковой краской.

При применении электрообогрева решеток в качестве нагревательного элемента используются сами решетки. Для этого к их стержням подводят требуемое по расчету напряжение. Проходящий по стержням ток подогревает решетку, и закупорка шугой исключается [31]. Скопление обрастателей на стенах водоприемников, береговых колодцев, камер на сорорудерживающих решетках и сетках, на позывах устройствах и внутренней

поверхности трубопроводов сокращают пропускную способность водозаборов, а также затрудняют маневрирование оборудованием. Отмирая и разлагаясь, осевшие в сооружениях обрастатели ухудшают качество воды, которая приобретает неприятный запах. Таким образом, скопление обрастателей на стенах водоприемников при необходимости борьбы с биологическими обрастателями (моллюсками дрейсена, водорослями, планктонами, водным грибом, бактериями) могут применяться следующие основные способы:

- покраска внутренних поверхностей труб;
- промывка горячей водой;
- хлорирование воды;
- электрохимический метод [32].

Особый интерес представляет применение технологии активного окисления для борьбы с цветением открытых водоёмов, в том числе декоративных, плавательных или тех, которые предназначены для промышленного выращивания рыб. То есть для таких водоёмов, в которых для борьбы с цветением воды (биообрастанием) невозможно применять токсичные химические реагенты. Можно выделить несколько основных преимуществ технологии активного окисления, которые определяют перспективность применения технологии активного окисления для борьбы с биообрастанием:

1. высокую экологическую безопасность (для очистки воды не применяются токсичные химические реагенты);
2. отсутствие в воде вредных химических и органических веществ, вызывающих коррозию насосов, запорной арматуры и трубопроводов системы обратного водоснабжения;
3. высокую эффективность очистки (вода в системе становится чистой через несколько дней работы установки, при этом полностью исчезают болотные запахи и происходит дезинфекция воды, исчезает слизь на погружённых в воду трубах и металлоконструкциях);

4. низкие эксплуатационные расходы [33].

3.2 Мероприятия по обеспечению экологической безопасности на водопроводных очистных сооружениях

3.2.1 Повышение надежности реагентного хозяйства

Оптимизация дозы реагентов. Для технологии очистки воды и обезвреживания осадков большое значение имеет рациональное использование реагентов, так как годовой расход только флокулянтов составляет сотни тонн. Определение оптимальной дозы реагентов представляет собой весьма сложную задачу, так как в практике очистки воды возможно одновременное изменение ряда факторов, например, состава и количества примесей.

Следует отметить, что при коагуляции примесей в объеме воды и при контакте с зернистой загрузкой оптимальная доза будет различной, так как кинетические условия коагуляции на поверхности фильтрующего материала значительно лучше, чем в объеме воды.

Эффективность процессов очистки воды в аппаратуре всех типов обусловлена прочностью и плотностью коагуляционной структуры.

Для тонкодисперсной суспензии с частицами заданного размера одним из основных критериев выбора а дозы коагулянта является прочность структуры.

Одновременного увеличения прочности и плотности коагуляционной структуры можно достичь комбинированным воздействием на структуру гидродинамических условий перемешивания и дозы коагулянта. Выбор оптимального режима очистки воды с использованием реагентов возможен на основе цепочечно-ячеистой модели коагуляционной структуры.

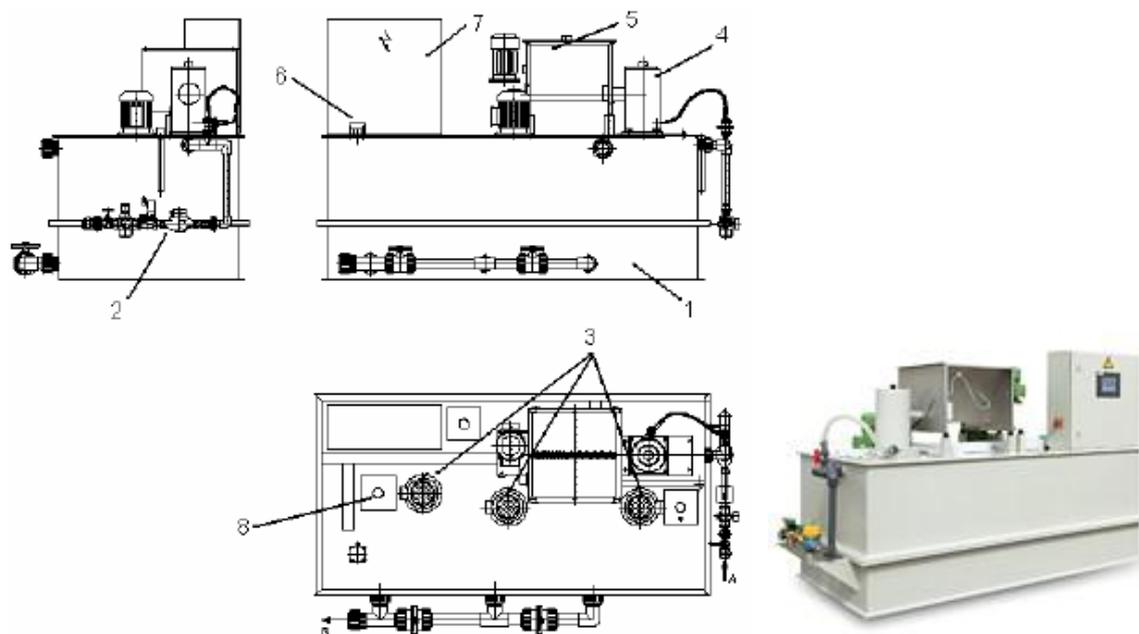
Представляет интерес определение оптимальной дозы реагента при добавлении его в воду электрохимическим способом. В этом случае наиболее легко оптимизировать процесс изменением плотности тока и

продолжительности обработки в зависимости от количественного состава сточных вод.

Применяя известные методы математического моделирования можно определить оптимальный режим электрохимической обработки. Существующие устройства для автоматического дозирования реагентов дают возможность, как правило, поддерживать только их расход, установленный на основе предварительных исследований. Поддержание оптимальной дозы реагентов для соблюдения основных качественных параметров процесса коагуляции пока еще затруднено.

Установки приготовления и дозирования реагентов (флокулянтов, коагулянтов, и т.д.). Оборудование “Grundfos” (Германия). Установки приготовления флокулянтов производства “GRUNDFOS”. Отвечают современным требованиям с точки зрения компактности, экологичности и экономичности. Одно-, двух- и трехкамерные установки используются для приготовления сухих или жидких флокулянтов, а также растворов сухих материалов.

Установки Polydos 412. Полностью автоматические трехкамерные установки с программируемым логическим контроллером и графическим дисплеем для удобства приготовления и дозирования сухих или жидких органических флокулянтов в большом диапазоне значений производительности (рис. 3.5).



1 – 3х камерная ёмкость; 2 – водная аппаратура; 3 – мешалки; 4 – смеситель; 5 – дозатор сух.вещества; 6 – уровнемер; 7 – шкаф управления; 8 – инспекционные отверстия

Рисунок 3.5 –Установки Polydos 412

Основные особенности:

- Трехкамерный полипропиленовый приемный технологический резервуар с камерами для приготовления, созревания и дозирования;
- Система подачи сухого материала;
- Ультразвуковой датчик непрерывного контроля уровня;
- Арматура с отсекающим клапаном, соленоидным клапаном (24 В, постоянный ток), редукционным клапаном давления и контактным расходомером;
- Панель управления с программируемым логическим контроллером и графическим дисплеем с многоязычным представлением рабочих данных;
- Диапазон значений производительности: 1 000, 2 000, 4 000, 6 000, 10 000 л/ч [34].

Принципиальная схема блока подготовки и дозирования флокулянтов (коагулянтов) представлена на рис. 3.6.

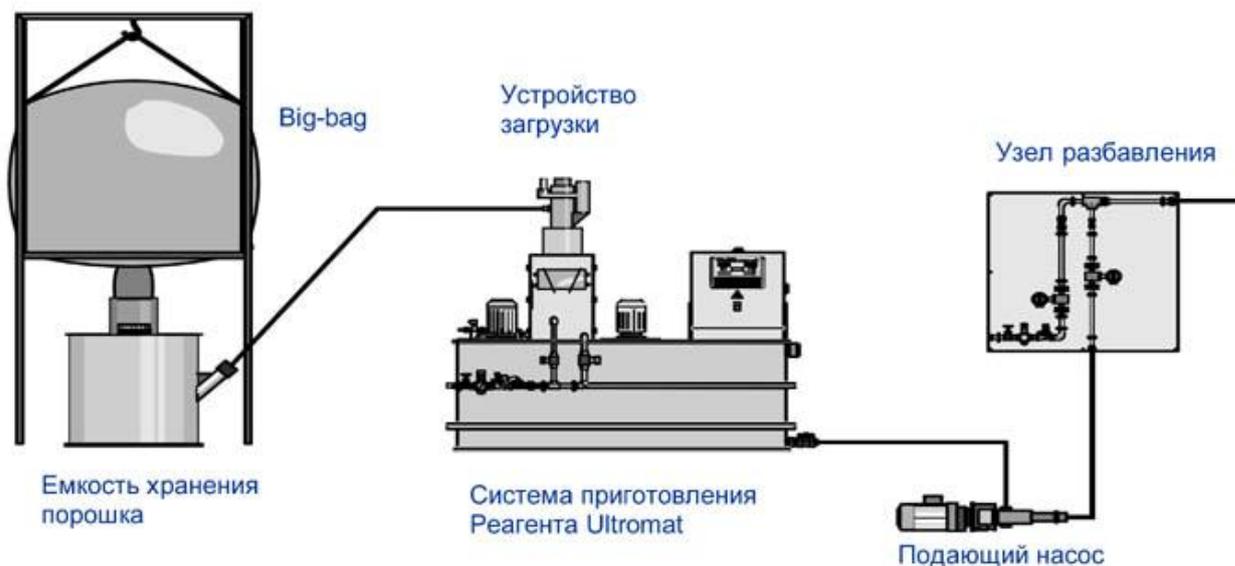
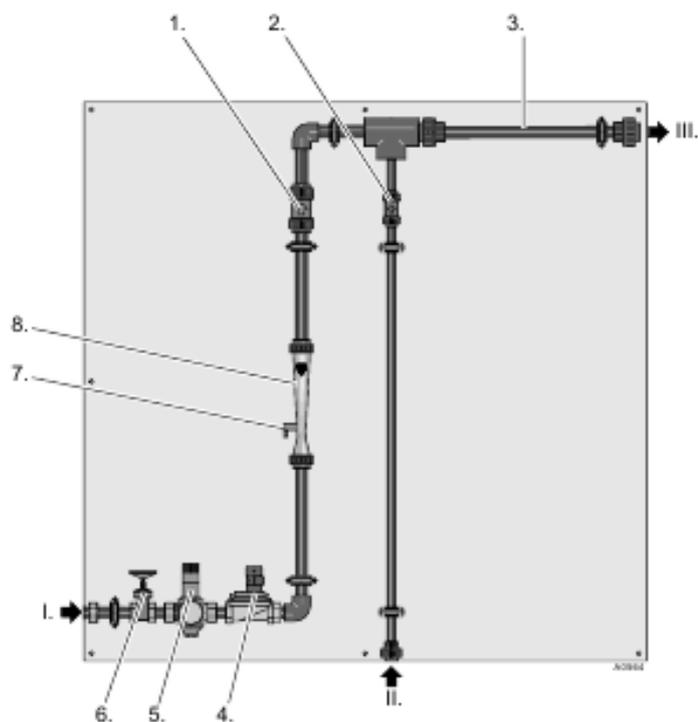


Рисунок 3.6 – Принципиальная схема блока подготовки и дозирования флокулянтов

Станция доразбавления флокулянтов представлена на рис. 3.7.



1 – Обратный клапан; 2 – Обратный клапан; 3 – Статичный смеситель; 4 – Электромагнитный клапан; 5 – Редукционный клапан; 6 – Запорный кран; 7 – Датчик предельного значения (контакт минимума); 8 – Ротаметр-расходомер; I – Вода для разбавления; II – Базовый раствор; III – Готовый к применению раствор

Рисунок 3.7 – Станция доразбавления

3.2.2 Повышение экологической и технологической безопасности по обработке ВОС

Оборудование механического обезвоживания осадка. При очистке воды образуется большое количество водосодержащих осадков. Роль обработки осадков на станциях очистки природных вод не менее существенна, чем сама технология очистки воды.

После предварительного сгущения или уплотнения остаются все еще большие объемы осадков с содержанием влаги 95-97%. Влага в осадке препятствует дальнейшей его обработке и использованию, так как является по существу ненужным балластом.

Для обезвоживания осадков применяются различные методы:

- вакуум-фильтрование;
- обезвоживание осадков под давлением (ленточные фильтр-прессы, камерные фильтр-прессы, шнековые фильтр-прессы);
- центрифугирование;
- депонирование осадков и снижение его влажности за счет воздействия природных факторов (иловые площадки, иловые пруды, геотубы, мешочные фильтры).

Основной сферой применения оборудования для механического обезвоживания осадков является сокращение объемов реагенто-содержащих осадков при подготовке питьевой воды.

Преимущества установок механического обезвоживания осадков:

- низкое потребление реагентов;
- возможность сочетания со сгустителями;
- компактность установок, малые требуемые площади;
- высокая степень дегидратации (низкая влажность кека);
- большая производительность единицы оборудования;
- высокая коррозионностойкость;
- низкое потребление промывной воды;
- прочность конструкции;

- автоматизированная система управления.

Утилизация осадков. Утилизация осадков зависит от химического состава, который определяется качеством исходной воды и видами используемых реагентов в процессе водоподготовки и обработки осадков.

Осадки могут являться исходным сырьем при производстве различных строительных материалов; бетонной смеси, цементов, кирпича, керамзита и др., а также могут быть использованы для улучшения структуры плодородия почв.

Использование промывной воды. Промывную воду после фильтровальных сооружений на практике и в проектных решениях предусматривается сбрасывать на сооружения для осветления промывных вод и частичного возврата отстоянной воды в "голову" очистных сооружений (в смесители или входные камеры). Поскольку это может привести к нарушению процессов коагуляции и технологических режимов очистки, в каждом случае следует обоснованно принимать решение о таком использовании промывных вод.

Одним из способов повышения эффективности обработки промывных вод фильтров являются следующие конструкции: оборудование шламоуплотнителей тонкослойными блоками или устройство рециркуляторов [35].

Очистка и повторное использование промывной воды систем водоподготовки. Важнейшая задача нашего времени - сохранение природных ресурсов и защита окружающей среды от техногенных загрязнений, количество которых растет пропорционально степени развития цивилизации.

Обеспечение населения чистой водой, несмотря на плачевное состояние водных ресурсов, повсеместно решается с помощью водоподготовки, в процессе которой образуются отходы в виде промывных вод фильтров и осадка, которые сами по себе представляют проблему, требующую решения.

В процессе эксплуатации систем водоподготовки загрузка фильтров загрязняется и нуждается в промывке, причем количество затрачиваемой на это воды достигает до 10-15% от производительности системы. Воздушная промывка фильтров позволяет уменьшить расход воды на эту процедуру в несколько раз, но и ведёт к усложнению технологической схемы, дополнительным эксплуатационным расходам.

Состав и свойства промывных вод станций водоподготовки, обрабатывающих воды поверхностных источников, определяются качеством исходной воды, имеющим сезонную вариативность, и технологией очистки (типа фильтрующей загрузки, используемых реагентов и др.). Промывная вода фильтров содержит такие характерные загрязнения, как среднедисперсную взвесь частиц фильтрующей загрузки и продукты гидролиза коагулянта в виде мелкодисперсной взвеси. В периоды осенне-весеннего паводка в промывных водах повышается содержание взвешенных веществ; расход и состав промывных вод испытывают значительные колебания в течение суток и цикла промывки.

Существует несколько вариантов того, как обойтись дальше с загрязненной водой, полученной после промывки фильтров:

- очистить и сбросить в поверхностные водоемы;
- сбросить в коллектор городских очистных сооружений;
- повторно использовать в системах водоочистки.

Первый вариант утилизации промывных вод (сброс в прилегающие водоемы) - самый распространенный, но он имеет существенные недостатки и нежелателен по ряду причин. Неочищенные промывные воды запрещено сбрасывать в водоемы (карается штрафами). Промывная вода, даже прошедшая песколовку и осветленная в обычном отстойнике, чаще всего не соответствует нормативам СанПиНа [36]. Сброс такой воды также влечет за собой солидные штрафные санкции со стороны природоохранных ведомств. Промывная вода, содержащая несвойственные водоему загрязнения, ухудшает качество исходной воды в источнике сброса таких

вод. В случае его использования в качестве питьевого, может возникнуть затруднения при обработке воды, обрабатываемой на городских водоочистных станциях, расположенных ниже мест сброса по течению реки. Как результат - ухудшение качества водопроводной воды и удорожание процесса водоочистки. Сбросы больших количеств промывных вод и осадка интенсифицируют прирост донных отложений и, соответственно, уменьшение толщи воды; страдают процессы естественного самоочищения водоемов.

Сброс промывных вод фильтров на городские очистные сооружения канализации возможен, но также проблематичен - в связи со значительным увеличением нагрузки на сооружения, поступлением в составе сбросных вод несвойственного для сооружений загрязнителя (соединений алюминия, используемых в качестве коагулянтов в процессе очистки промывной воды) и высокими затратами на транспортировку стоков.

Наиболее экономически и экологически выгодный вариант утилизации промывных вод фильтров - их повторное использование в системах водоочистки. Плюсы использования промывных вод в обороте: исключение сбросов загрязненной оборотной воды в водоисточники предотвращает загрязнение окружающей среды (поверхностных и подземных вод, прилегающих территорий); экономит водные ресурсы, уменьшая расход воды на станциях водоочистки и, соответственно, снижая забор воды из водоисточников; удешевляет стоимость очищенной питьевой воды; позволяет утилизировать отходы очистки в виде шлама (осадка), не загрязняя ими прилегающие территории.

Такое решение актуализирует задачу очистки промывных вод в водоподготовке до качества, делающего возможным ее эффективное использование в оборотной системе водоочистки поверхностных и подземных вод.

Основные сооружения для обработки повторных вод и осадка на станциях водоочистки:

- 1) резервуары, служащие для аккумуляции стоков вод от промывки фильтров;
- 2) отстойники промывных вод, выполняющие задачу их осветления;
- 3) песколовки, очищающие промывную воду от песка;
- 4) сооружения или приспособления для обезвоживания осадка, накопившегося в отстойниках (специальные площадки для подсушивания, сгустители или фильтр-прессы).

Технологическая схема очистки промывных вод скорых фильтров разрабатывается с учетом качества исходной воды и состава очистных сооружений. Пример технологической схемы обработки промывных вод фильтров или контактных осветлителей представлена на рис. 3.9.

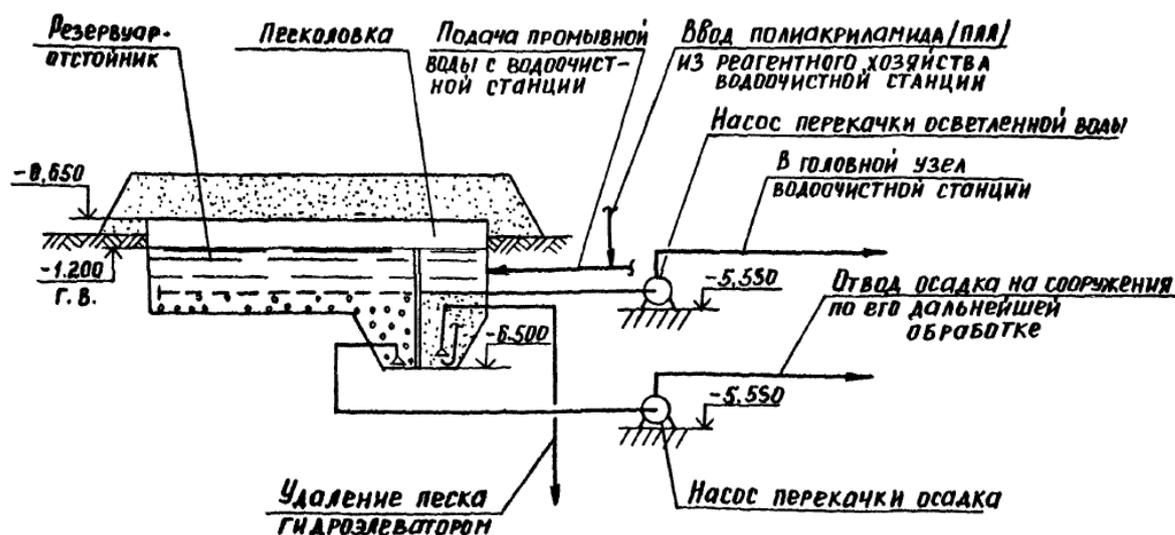


Рисунок 3.9 – Типовая технологическая схема обработки промывных вод

В зависимости от метода обработки промывных вод возможны два основных варианта их повторного использования:

- 1) Промывные воды проходят песколовку и отстаиваются (осветляются) в отстойниках, после чего направляются в голову очистных сооружений. Такую схему нормативные документы предлагают очистки промывных вод станций обезжелезивания и осветления воды. Однако опыт показывает, что эта схема плохо влияет на режим очистки воды в основном цикле водоподготовки. Трудно обеспечить равномерную подачу промывных

вод в течение суток; осветленная промывная вода имеет качественные характеристики, отличные от исходной воды, в результате растет нагрузка на технологическое оборудование основного цикла и снижается его производительность.

Возможность использования такого варианта утилизации промывных вод оценивается с учетом конкретной ситуации "на месте".

2) Очищенную до нормативов воды питьевого качества промывную воду можно отправить в резервуар чистой воды или использовать для промывки скорых фильтров.

Для этого осветленная в отстойнике вода проходит доочистку на фильтрах и обеззараживается.

Выше было указаны два основных варианта, но возможны и промежуточные. Все зависит от того, в какой степени промывная вода очищается при осветлении. Например, осветленной водой можно промывать контактные осветлители. В любом случае, вариант повторного применения очищенных промывных вод разрабатывается с учетом ряда конкретных обстоятельств.

Промывная вода перед сбросом в отстойник может обрабатываться реагентом, что значительно сокращает время осветления и обеспечивает более стабильное качество очищенной воды. Для интенсификации процесса осветления возможно использовать в качестве присадки осадок из отстойника.

В качестве отстойника может использоваться осветлитель промывных вод (в нем одновременно с отстаиванием вода фильтруется через слой взвешенного осадка).

Эффективно использование тонкослойных (трубчатых или пластинчатых) отстойников. Их плюсы: значительное сокращение времени отстаивания; малые габаритные размеры отстойников; эффект осветления (по сравнению с обычными отстойниками) выше на 25-30 %. Теми же достоинствами обладает наклонный отстойник - ламельный сепаратор.

Для утилизации образовавшегося в отстойниках осадка его необходимо подвергнуть обезвоживанию - это особенно актуально для крупных станций водоочистки. Оптимальным вариантом представляется использование в этих целях механических способов, таких как фильтрпрессование, центрифугирование и вакуум-фильтрация.

Отечественная промышленность выпускает автоматизированные фильтр-прессы, позволяющие получить осадок влажностью 70-75 % [37].

3.3 Мероприятия по обеспечению экологической безопасности систем подачи и распределения воды

3.3.1 Бестраншейные технологии для обеспечения экологической безопасности

Экологическая составляющая является одним из главных преимуществ бестраншейных технологий. Горизонтально-направленное бурение или наклонно-направленное бурение наиболее ярко иллюстрирует их природоохранную составляющую, особенно в части строительства переходов через водные преграды.

С точки зрения экологии и охраны природы рек и озёр, их прибрежная часть является наиболее ценным объектом природной среды, поэтому проведение траншейных работ в этой зоне является катастрофичным для природного баланса. Строительство переходов открытым способом может не только серьезно нарушить экологическое равновесие, но и в сложных геоморфологических условиях (крутые берега рек, большие перепады высот и др.) может спровоцировать нежелательные геологические явления — оползни, обрушения берегов и образование оврагов. Это, как правило, приводит к оголению или разрыву проложенного трубопровода с соответствующими экологическими и экономическими последствиями.

Применение метода ГНБ, при котором протаскивание трубы в грунте под дном водной преграды проходит ниже уровня прогнозируемых деформаций, а само бурение осуществляется на безопасном расстоянии от

берегов рек, сводит к минимуму неблагоприятное воздействие строительства перехода на береговые и русловые биоценозы.

ГНБ исключает необходимость взрывных работ и рыхления плотных грунтов для последующего рытья подводной траншеи, также нет необходимости в дноуглубительных, подводно-технических, водолазных и берегоукрепительных работах.

После пуска трубопровода в эксплуатацию осуществляется только контроль изоляции, так как глубина залегания гарантирует отсутствие внешних воздействий на трубопроводы и выводит их из зоны русловых изменений.

Это особенно важно при строительстве переходов через реки с большой скоростью течения, с большой деформацией дна, при пересечении водных преград с интенсивным судоходством и нерестовых рек и искусственными сооружениями на берегу (набережные, дороги, предприятия и др.).

Прогноз деформации русла и берегов при горизонтально-направленном бурении составляется на расчетный 3-х кратный период эксплуатации перехода (100 лет).

Таким образом, строительство методом ГНБ, с природоохранных позиций является экологически безопасным, с геоморфологических позиций щадящим, а с эксплуатационных позиций высоконадежным.

Для России, страны с огромным количеством водных преград, искусственных сооружений (дамб, каналов), развитой сетью железных и автомобильных дорог, огромным числом природоохранных территорий важность применения метода ГНБ трудно переоценить.

Горизонтальное бурение и Горизонтальное направленное бурение (ГНБ) — распространенный бестраншейный метод прокладки подземных коммуникаций, основанный на использовании специальных буровых комплексов (установок). Длина прокладки путей может быть от нескольких метров до нескольких километров, а диаметр более 1200 мм. Для

защиты коммуникаций применяются трубы из полиэтилена (ПНД), стали и других материалов.

Производственно-технический аспект:

- Возможность бестраншейного строительства, ремонта и санации подземных коммуникаций;
- Под реками, оврагами, лесными массивами; в специфических грунтах (скальные породы, плавунуны);
- В охранных зонах высоковольтных воздушных линий электропередач, магистральных газо-, нефте-, продуктопроводов;
- В условиях плотной жилищной застройки городов при прохождении трассы под автомагистралями, трамвайными путями, автомобильными дорогами, скверами и парками;
- Сокращение сроков и объёма организационно-технических согласований перед началом работ в связи с отсутствием необходимости остановки движения всех видов наземного транспорта, перекрытия автомобильных и железных дорог;
- Значительное сокращение сроков производства работ за счёт использования высокотехнологичных буровых комплексов;
- Значительное сокращение количества привлекаемой для прокладки трубопроводов тяжёлой техники и рабочей силы;
- Уменьшение риска аварийных ситуаций и, как следствие, гарантия длительной сохранности трубопроводов в рабочем состоянии;
- Отсутствие необходимости во внешних источниках энергии при производстве работ в связи с полной автономностью установок;
- Отсутствие необходимости производства работ по водопонижению в условиях высоких грунтовых вод.

Финансово-экономический аспект:

- Уменьшение сметной стоимости строительства трубопроводов за счёт сокращения сроков производства работ, затрат на привлечение дополнительной рабочей силы и тяжёлой землеройной техники;

- Минимизация затрат на энергообеспечение буровых комплексов вследствие экономичности используемых агрегатов;
- Отсутствие затрат на восстановление повреждённых участков автомобильных и железных дорог, зелёных насаждений и предметов городской инфраструктуры;
- Сокращение эксплуатационных расходов на контроль и ремонт трубопроводов в процессе эксплуатации.

Социально-экологический аспект:

- Сохранение природного ландшафта и экологического баланса в местах проведения работ, исключение техногенного воздействия на флору и фауну, размыва берегов и донных отложений водоёмов;
- Минимизация негативного влияния на условия проживания людей в зоне проведения работ.

Наиболее перспективным направлением ГНБ в стесненных условиях городской застройки является применение технологии без использования бентонитовых смесей, которые требуют использования дополнительных площадей для размещения емкостей и оборудования для них. В качестве примера рассмотрим машину направленного бурения МНБ-125.

Машина направленного бурения МНБ-125. Мощная установка с тяговым усилием 125 тонн для работы с трубопроводами больших диаметров в городской застройке (рис. 3.10)



Рисунок 3.10 – МНБ-125: а) машина направленного бурения МНБ-125;
б) гидростанция МНБ-125

Назначение:

Выполнение работ по устройству трубопроводов больших диаметров бестраншейным способом:

- Управляемые в плане и профиле проколы по сухому методу протяжённостью до 150 метров.
- Замена изношенных трубопроводов до 200 метров.

Варианты монтажа и работы установки МНБ-125:

- из котлована в разборной опалубке

Не требует использования бентонитовых смесей.

Строительные задачи, решаемые машиной МНБ-125:

Замена изношенных коллекторов на новые с увеличением пропускной способности с использованием МНБ-125 (РБ)

Вывод Коллекторные переходы (футляры) под дорогами МНБ-125 (РБ)

Замена изношенных трубопроводов на новые с сохранением или увеличением их диаметра и пропускной способности:

- Максимальный диаметр нового трубопровода - 600 мм
- Средняя длина перекладываемого участка - 200 метров
- Количество людей, необходимое для производства ремонтных работ, -

4 человека

- Минимальный диаметр заменяемого трубопровода – 110 мм

Замена изношенных трубопроводов с уменьшением их диаметра без производства раскопок:

- Максимальный диаметр заменяемого трубопровода - 1000 мм
- Диаметр нового трубопровода определяется техническими условиями.
- Средняя длина перекладываемого участка - 200 – 300 метров
- Количество людей, необходимое для производства ремонтных работ, -

4 человека

Устройство переходов под автодорогами и другими препятствиями:

- Осуществление контроля проходки в плане и в профиле с корректировкой направления в процессе бурения.

- Максимальный диаметр перехода - 500 мм
- Средняя длина прокола - 200 - 300 метров
- Количество людей, необходимое для производства ремонтных работ, - 4 человека [38].

3.3.2 Применение материалов труб повышающих надежность и экологическую безопасность водопровода

На сегодняшний день полиэтиленовые трубы все активнее входят в нашу повседневную жизнь, заменяя старые стальные трубы. Они пользуются такой популярностью благодаря техническим характеристикам, долговечности и надежности. Постоянно растет количество предприятий, которые изготавливают полиэтиленовые трубы, удовлетворяя потребности сегодняшнего рынка. Эти трубы используются также при строительстве питьевых трубопроводов, газопроводов, и т. д.

Благодаря своей гладкости полиэтиленовая труба не создает лишних препятствий для потока воды в середине трубы. Их надежность и экологическая безопасность является дополнительными плюсами для выбора именно такого рода труб.

Следует отметить, что спектр использования полиэтиленовых труб на сегодняшний день является очень широким: система канализации в помещениях и под землей, дренажные системы стока, система отвода промышленных сточных вод, при газификации и т. п. Это далеко не полный перечень тех сфер, где используются полиэтиленовые трубы.

Однако большинство разновидностей полиэтиленовых труб сводятся к следующим разновидностям: напорные для холодного водоснабжения, газовые, канализационные, изоляционные.

Важно также, что монтаж или скорее сварка полиэтиленовых труб происходит двумя способами: стыковка (труба к трубе без муфты) и сварка с электронагревателями (труба+муфта+труба). Первый способ считается

экономнее, поскольку не нуждается в дополнительном оборудовании. Для сварки же необходимы фитинги и применение электронагревателей.

Полиэтиленовые трубы должны отвечать стандартным требованиям: гладкая внутренняя и внешняя поверхность, незначительная волнистость и продольные полосы, что не выводит толщину стенки трубы за пределы предельных отклонений. На внутренней и внешней поверхности полиэтиленовых труб не допускаются трещины, посторонние включения, раковины, пузыри и т.д.

Очевидными плюсами полиэтиленовых труб в сравнении с другими материалами являются химическая стойкость к агрессивным веществам. Вес полиэтиленовых труб приблизительно в 7 раз меньше от металлических аналогичного диаметра. Также данные трубы характеризует:

- простота и легкость монтажа (ведь не нужно использовать тяжелую землеройную технику),
- высокая герметичность соединения за счет диффузии,
- сравнительно низкая стоимость строительства трубопроводов,
- высокая морозоустойчивость, ведь замерзшая в трубе вода не разрушит ее, длительный срок эксплуатации,
- невозможность проникновения в воду тяжелых металлов из инсталляции,
- идеально гладкая внутренняя поверхность уменьшает сопротивление потока и предотвращает наросты, что свойственно металлическим трубам,
- высокая эластичность, пластичность и прочность на разрыв [36].

Способы утилизации отходов из полиэтилена. Для нужд строительства из полиэтилена производят трубы канализационные, дренажные, газовые и водопроводные. Помимо этого, полиэтилен служит исходным материалом для производства различной фурнитуры и электроизоляционного материала. Вполне естественно, что по прошествии некоторого времени любые виды изделий приходят в негодность, кроме

элементов, изготовленных из полиэтилена. Следовательно, полиэтилен не распадается в естественных условиях, что делает более чем актуальным вопрос утилизации полиэтилена, избавляющий среду обитания человека от ненужного мусора.

Для решения этого вопроса, многие компании занимаются специально сбором, вывозом и утилизацией, как твердых бытовых продуктов, так и отходов, изготовленных из полиэтилена. Утилизация полиэтилена составляет сложную процедуру, которая, прежде всего, предусматривает сортировку мусора в специальные отдельные контейнеры. Особого внимания заслуживают специальные прессконтейнеры–компакторы, предназначенные для бытовых отходов большого объема, но малой плотности. Данные контейнеры обеспечивают значительное удешевление процедуры утилизации, так как позволяют уплотнять полиэтиленовые изделия и, в частности, широко используемые пластиковые бутылки различного объема.

Экологическая безопасность. Полиэтилен прочно вошел в жизнь человека, тем самым делая немислимым повседневный быт без своего участия. Хотя об этом мало кто задумывается из обывателей (кроме экологов, уже сейчас предвидящих грядущую не за горами экологическую катастрофу). Объясняется это тем, что в скором времени на долю всех отходов ТБО будет приходиться не менее 10% полиэтиленовых изделий, обладающих способностью не разлагаться длительное время. Именно поэтому вопрос утилизации отходов полиэтилена требует постоянного совершенствования технологий его переработки и последующего использования в качестве материала для производства новой продукции, основным предназначением которой является обеспечение человеку максимального жизненного комфорта.

Экструзия полиэтилена. Метод экструзии подразумевает технологический процесс, при котором исходное сырье в жидкообразном состоянии формуется при помощи продавливания через специальную формующую головку – фильеру. Основным предназначением метода

экструзии является производство таких погонажных изделий как: листы, пленки, профили, трубы и прочее.

Для обеспечения данной процедуры применяются как одношнековые, так и двухшнековые экструдеры. Однако для производства полиэтилена используются только одношнековые экструдеры.

Бестраншейная установка и полиэтиленовые трубы. Традиционные системы трубопроводов устанавливаются путём рытья котлована, в результате чего нарушается экология. Полиэтиленовые трубы можно проложить путём использования бестраншейной прокладки, при помощи бурения отверстия в земле, через которое протягивается труба. Гибкость полиэтилена высокой плотности в сочетании с прочностью и износостойкостью, делает этот материал более предпочтительным для технологии бестраншейной прокладки.

В дополнение к своим выдающимся физическим характеристикам, полиэтиленовые трубы славятся минимальным воздействием на окружающую среду:

- Производство труб занимает меньше энергии
- Благодаря своему лёгкому весу являются более экономически выгодными для транспортировки в отличие от металлических труб
- Не выделяют опасные уровни токсинов в атмосферу в процессе производства, в ходе синтеза, а также, во время использования, не повреждают землю или воду [40].

Экологические угрозы труб из полимерных материалов. Однако, наряду с несомненными достоинствами, у полимерных труб существует ряд недостатков, в первую очередь связанный с тем, что более дешёвая продукция, интересная потребителю по своему ценовому диапазону, зачастую является контрафактной, или низкого качества. Произведённой с нарушениями технологического процесса, на устаревшем оборудовании по устаревшей технологии, с добавлением в сырьё вторичного материала, незавершённым процессом полимеризации [41].

Возможные экологические угрозы полимерных материалов можно разделить на следующие группы, включающие эксплуатацию и дальнейшую переработку:

- Миграция из материала труб токсичных продуктов (мономеров, олигомеров, сополимеров и т.д.), в том числе под воздействием высокой температуры. В первую очередь это касается труб из поливинилхлорида низкого качества, произведенных с нарушениями технологии, в связи с высокой токсичностью хлорвинила.

Особую опасность при использовании подобной продукции неудовлетворительного качества представляют кумулятивные свойства и специфическое действие на организм человека (канцерогенное, мутагенное, аллергенное и др.) токсических продуктов загрязнений, приводящее к незаметному и постепенному воздействию на здоровье человека.

- Проницаемость полимерных труб при воздействии на них органических химикатов, включая промышленные растворители, содержащиеся в почве. Согласно исследованиям Американской ассоциации водоснабжения [42,43,44,45,46], однослойные трубы из полимерных материалов (полиэтилена, полибутелена и поливинилхлорида) проницаемы для углеводородов, и не должны прокладываться в местах с возможностью загрязнения нефтепродуктами.

- Образование токсичных и высокотоксичных продуктов термоокислительной деструкции поливинилхлорида и ряда других полимеров, при переработке и утилизации, и последующее загрязнение атмосферы.

В связи с этим, еще большее значение имеет проводимая в России работа по обновлению и разработке национальных стандартов, и совершенствованию нормативной базы в области экологической безопасности [41].

3.4 Рекомендации по повышению экологической безопасности систем водоснабжения

I. Рекомендации к ГОСТу 2761 — 57 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.» В результате современной деятельности человека состояние водных объектов ухудшается год от года, поэтому требования к оценке качества в водоемах, являющихся источником питьевого водоснабжения, необходимо постоянно совершенствовать. При анализе официальных источников по вопросу комплексной оценки качества источников питьевого водоснабжения отсутствует единый подход к этой проблеме. Например, в нормативном документе «ГОСТ 2761-84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» предъявляются различные требования к источникам питьевого водоснабжения, которые подразделяются на 3 класса, четко описаны требования к классам и предложены системы водоподготовки согласно этим классам. Необходимо пересмотреть требования к оценке. Данный документ не учитывает современного состояния источников питьевого водоснабжения [10]. Нами были разработаны рекомендации по комплексной оценке качества воды поверхностных водоемов в условиях возрастания антропогенной нагрузки.

1) Систематизировать классификацию оценку качества поверхностных вод, учитывая физико-химические и гидробиологические показатели, исключить разночтение критериев оценки качества воды особенно по гидробиологическим классам [10, п. 2.2].

2) Рассмотреть возможности применения для расчетов дополнительных методик для определения уровня загрязнения воды поверхностных источников питьевого водоснабжения по классам [10, п. 2.1].

В России в 2005 г. произошла смена методики оценки качества вод по комплексу гидрохимических показателей – существующий с 1988 г. индекс загрязненности ИЗВ был заменён на удельный комбинаторный индекс качества вод УКИЗВ. Таким образом, большинство доступных для анализа

данных по качеству вод в России опубликованы в форме ИЗВ, что делает практически невозможным анализ многолетней динамики качества воды рек. Кроме того, до настоящего времени не проводилось исследований о том, как повлияла смена методики на оценку качества вод, что во многом объясняется с одной стороны сложностью расчёта УКИЗВ и с другой стороны – несопоставимостью результатов, получаемых по двум методикам. Все эти изменения не учитывались в ГОСТе. Также нет методик, учитывающих гидробиологические показатели.

3) Необходимо учесть современные технологические возможности обработки воды (мембранные технологии, применение новых каталитических материалов, реагентов, методы обеззараживания) при согласовании выбранного источника с государственными органами надзора [10, п. 2.4].

Общепринятые используемые в водоснабжении нашей страны методики, связанные с осаждением и фильтрованием при помощи предварительной коагуляции с середины двадцатого столетия особо не изменились. При этом первый метод хорошо удаляет природные примеси, однако произошел значительный скачок в росте количества загрязняющих воду веществ техногенного характера, для удаления которых обычные методы могут давать положительный результат.

По новым санитарным нормативам наблюдается более тысячи контролируемых химических веществ. Возможно образование более 100 органических соединений хлора при первичном хлорировании воды, что отрицательно сказывается на качестве воды.

О содержании органических веществ судят по перманганатной окисляемости воды. Из-за сложностей окисления органических соединений техногенного характера марганцовкой фактическое качество воды по содержанию «органики» не отражается этим показателем.

Сложности в обеспечении жителей РФ качественной питьевой водой привели к тому, что это стало проблемой государственного масштаба.

Обычно используемые способы получения чистой питьевой воды с использованием флотации, хлорирования, отстаивания, коагулирования и фильтрования, обладают следующими существенными недостатками: большие затраты ресурсов и габаритность оборудования; нестабильность качества воды после очистки; расход дорогих химических.

Ультрафильтрация лишена вышеупомянутых недочетов. С ее помощью вода очищается от микробиологических загрязнителей и высокомолекулярных органических соединений. При предварительной коагуляции заметно повышается эффект осветления и степень извлечения органических соединений. Эффективность данного метода почти не зависит от изменений дозы коагулянта, потому что отцеживание образующихся хлопьев происходит, несмотря на их размер. Не требуются больших временных затрат для образования хлопьев больших размеров и отсутствует нужда в использовании камеры хлопьеобразования. Очищенная с помощью ультрафильтрационного способа вода безопасна по микробиологии и обладает отменным качеством, не зависящего от первоначального состава воды.

Использование мембранных технологий даёт возможность пополнить список водоисточников для хозяйственно-питьевого использования в технологических схемах очистки воды. К данным технологиям относятся ультрафильтрация, обратный осмос, нанофильтрация)

На данный момент в ведущих странах мира внедрены новые нанофильтрационные устройства, которые очищают воду, отсеивают органику материал и тяжелые металлы, микробиологическую контаминацию.

За рубежом производятся несколько видов оборудования для очистки воды: слои листов стеклянноволокнистых; оборудование малых габаритов для очистки воды от микробиологических загрязнителей; опреснители; трубчатые мембраны.

5) Необходимо учитывать более детально защиту водоисточников от антропогенной нагрузки с помощью различных технологических и организационных мероприятий.

Для улучшения общего экологического состояния водоисточников необходимо применять мероприятия по защите их от поверхностного стока, и несанкционированного сброса сточных вод. Особенно эти проблемы ярко выражены по берегам водотоков, рек, озер, водохранилищ в местах расположения малых населенных пунктов и городских поселений. При этом в водоисточники поступает большое количество загрязнений (нефтепродукты, биогенные элементы, растворенные органические и минеральные и др.). Для предотвращения или уменьшения попадания этих загрязнений в водоисточники необходимо предусматривать мероприятия по берегоукреплению (габионы) и локальной очистке (ЛОС ливневых и талых вод). ГОСТ очень короткий, и в нем не рассматриваются рекомендации по проведению подобных мероприятий. Его необходимо расширить с учетом обновленной законодательной базой и стремительным ростом развития технического прогресса.

б) На данный момент наблюдается тенденция упрощения нормативных документов в области водоснабжения и водоотведения, что приводит к возникновению спорных вопросов. В связи с этим для рассматриваемого нормативного документа необходимо расширить перечень актуальных вопросов

Также в нормативных документах часто наблюдаются ошибки, например, в СанПиН 2.1.4.559-96 (СанПиН 2.1.4.1074-01) [47] на питьевую воду мало того, что допускает присутствие сероводорода в воде до 0,03 мг/л, а сульфидов - до 3 мг/л, так эти цифры ещё никак не согласуются с элементарными знаниями химии: по данным диссоциации сероводорода и сульфидов в воде, при pH=9,0 (верхняя граница норматива на питьевую воду) доля сульфидов составляет примерно 98,5-99%, то есть в сто раз выше, чем

сероводорода, и ПДК сульфидов соответственно должен быть не выше 0,3 мг/л

7) Привести в соответствие терминологию с другими нормативными документами и актами, например, на практике отсутствует единое понятие «санитарная надежность системы централизованного водоснабжения».

Непроработанная терминология влечет большое количество непонимания и множество трактовок, что приводит к потере четкости и порядка в системе законодательства в сфере контроля качества воды

8) Данный ГОСТ нуждается в более детальной проработке регламента контроля качества воды в эксплуатируемых источниках водоснабжения для анализа динамики изменения показателей во времени

Например, в случае одновременного использования водного объекта или его участка для различных нужд для состава и свойств его вод принимаются наиболее жесткие нормы качества воды из числа установленных. Величины нормативов допустимых сбросов (НДС) разрабатываются и утверждаются на период 5 лет для действующих и проектируемых организаций водопользователей. Запрещается сброс сточных вод в границах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, рыбоохранных зон, рыбохозяйственных заповедных зон. При эксплуатации водохозяйственных систем запрещается осуществлять сброс неочищенных сточных вод в водные объекты. Разработка величин НДС осуществляется как организацией-водопользователем, так и по поручению проектной или научно-исследовательской организации.

II. Применение фильтрующего водоприема на водозаборных сооружениях из поверхностных источников позволит решить комплекс проблем по обеспечению рыбозащиты, а также шугозащиты водоприемников.

Необходима разработка комплекса мероприятий по предотвращению биообрастания элементов водозаборных сооружений. При этом возможно комбинирование различных методов борьбы с биообрастанием (реагентный, электрохимический, термический и пр.).

III. Для повышения экологической безопасности водопроводных очистных сооружений требуется:

1. Оптимизация доз реагентов для предотвращения появления их остаточных концентраций в очищенной воде;
2. Замена существующего оборудования приготовления и дозирования реагентов на типовых очистных сооружениях;
3. Применение сооружений механического обезвоживания осадков и повторного использования промывных вод на водопроводных очистных сооружениях.

IV. Для повышения экологической безопасности систем подачи и распределения воды необходимо:

1. Замена труб существующих водопроводов.
2. Наиболее целесообразно применять в настоящее время трубопроводы из ПНД.
3. Замену трубопроводов осуществлять с применением бестраншейных технологий, что позволит сократить ущерб, наносимый окружающей природной среде и существующим коммуникациям.

Выводы по главе 3

1. В нормативном документе «ГОСТ 2761-84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» предъявляются различные требования к источникам питьевого водоснабжения, которые подразделяются на 3 класса, четко описаны требования к классам и предложены системы водоподготовки согласно этим классам. Необходимо пересмотреть требования к оценке. Данный документ не учитывает современного состояния источников питьевого водоснабжения [10]. Нами

были разработаны рекомендации по комплексной оценке качества воды поверхностных водоемов в условиях возрастания антропогенной нагрузки.

2. Применение фильтрующего водоприема на водозаборных сооружениях из поверхностных источников позволит решить комплекс проблем по обеспечению рыбозащиты, а также шугозащиты водоприемников

3. В ходе анализа были предложены мероприятия для повышения экологической безопасности водопроводных очистных сооружений и систем подачи и распределения воды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате анализа были рассмотрены эколого-технологические проблемы систем водоснабжения, выявлены основные негативные факторы систем хранения, подачи и распределения воды.

2. В процессе эксплуатации водозаборов возникают различные эколого-технологические проблемы: шуголедовые помехи, водоросли («цветение» воды; биообрастания (дрейссена, водоросли), а также рыбозащита. Были рассмотрены в ходе анализа существующие технологические и эксплуатационные мероприятия экологической безопасности систем водоснабжения.

3. В ходе работы была осуществлена разработка рекомендаций по повышению экологической безопасности комплекса инженерных сооружений для забора, очистки и подачи воды:

-Применение фильтрующего водоприема на водозаборных сооружениях из поверхностных источников позволит решить комплекс проблем по обеспечению рыбозащиты, а также шугозащиты водоприемников. Необходима разработка комплекса мероприятий по предотвращению биообрастания элементов водозаборных сооружений. При этом возможно комбинирование различных методов борьбы с биообрастанием (реагентный, электрохимический, термический и пр.).

-Для повышения экологической безопасности водопроводных очистных сооружений требуется: оптимизация доз реагентов для предотвращения появления их остаточных концентраций в очищенной воде; замена существующего оборудования приготовления и дозирования реагентов на типовых очистных сооружениях; применение сооружений механического обезвоживания осадков и повторного использования промывных вод на водопроводных очистных сооружениях.

-Для повышения экологической безопасности систем подачи и распределения воды необходимо: замена труб существующих водопроводов; наиболее целесообразно применять в настоящее время трубопроводы из

ПНД; замену трубопроводов осуществлять с применением бестраншейных технологий, что позволит сократить ущерб, наносимый окружающей природной среде и существующим коммуникациям.

Основные положения диссертации опубликованы в 2 статьях автора:

1. Малышева А.В. Об оценке загрязнения водных объектов на примере Куйбышевского водохранилища / А.В. Малышева // Об оценке загрязнения водных объектов на примере Куйбышевского водохранилища: сборник статей XIII Международной научно-практической конференции «Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России» – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – С.60 -69.

2. Малышева А.В. Подходы к оценке загрязнения водных объектов / А.В. Малышева // Подходы к оценке загрязнения водных объектов: сборник студенческих работ в научно-практической конференции «Студенческие дни науки в ТГУ» – Тольятти: Издательство ТГУ, 2015. – С.70-72.

Список используемых источников

1. Порядин А. Ф.П 60 Устройство и эксплуатация водозаборов. — М.: Стройиздат, 1984. — 183с. Режим доступа: [http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec116/poryadin a.f. ustrojstvo i e'kspluataciya vodozaborov. \(1984\).pdf#4](http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec116/poryadin a.f. ustrojstvo i e'kspluataciya vodozaborov. (1984).pdf#4).
2. Автореферат диссертации по теме "Водоросли в системе водоснабжения г. Уфы и альгологическая оценка качества воды", автор Насырова М.Р. [Электронный ресурс]: «Диссертации о Земле». URL:<http://earthpapers.net/vodorosli-v-sisteme-vodosnabzheniya-g-ufy-i-algologicheskaya-otsenka-kachestva-vody>(дата обращения: 01.10.2017)
3. Определение границ поясов ЗСО. Основные мероприятия на территории ЗСО [Электронный ресурс]: «СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения». URL:<http://www.gosthelp.ru/text/sanpin214111002zonysanita.html> (дата обращения: 07.11.2017)
4. Ерофеев, Б. В. Экологическое право России : учебник для академического бакалавриата / Б. В. Ерофеев; под науч. ред. Л. Б. Братковской. — 24-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 455 с. [Электронный ресурс]: <http://avidreaders.ru/book/ekologicheskoe-pravo-rossii-24-e-izd.html>
5. Определение качества воды в реке Яузе по макрозообентосу. Реферат.[Электронный ресурс]: <http://samzan.ru/109799>
6. Назначение и расположение пунктов контроля. Программы и периодичность проведения контроля. Приложение 3 [Электронный ресурс]: «ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков». URL:<http://gostexpert.ru/gost/gost-17.1.3.07-82> (дата обращения: 23.10.2017)
7. Былинкина А.А., С.М. Драчев, А.И. Ицкова. О приемах графического изображения аналитических данных о состоянии водоема // Матер. XVI гидрохим. совещ. Новочеркасск: Гидрохим. инст. АН СССР, 1962. С. 8-15.

8. РД 52.24.268-88. Система контроля точности результатов измерений показателей загрязненности контролируемой среды : метод. указания. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 30 с.

9. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. – Взамен ГОСТ 2874-73 ; введ. 1984-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 7 с. – (Гос. стандарт Союза ССР).

10. ГОСТ 2761-84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора.- Введ. 86.01.01.- М.: Изд-во стандартов, 1986. – 11 с.

11. Устройство и эксплуатация водозаборов. — М.: Стройиздат, 1984. — 183с. [Электронный ресурс]: <http://lib.knigi-x.ru/23raznoe/888-2-ustroystvo-ekspluatatsiya-vodozaborov-udk-6281131-pechataetsya-resheniyu-sekcii-literaturi-zhilischno-kommunalnomu-hozyaystvu-re.php>.

12. Рыбозащитные мероприятия на водозаборах. Водоснабжение. Раздел "Водозаборные сооружения" [Электронный ресурс]: «Конспект лекций для студентов 3-5 курсов дневной и заочной форм обучения, экстернов и иностранных студентов специальности 7.092600 «Водоснабжение и водоотведение». Сост.: Благодарная Г.И. – Харьков: ХНАГХ, 2006. - 115 с.». URL: <https://studfiles.net/preview/2900431/page:17/> (дата обращения: 08.12.2017)

13. Типы и назначения очистных сооружений" [Электронный ресурс]: «Компания «Экогидропроект» – комплексное проектирование систем водоснабжения, канализации и гидротехнических сооружений любого масштаба и сложности». URL: <http://ecohydroproject.ru/proektirovanie-ochistnyx-sooruzhenij-vodoprovoda/69-tipy-i-naznacheniya-oc>(дата обращения: 30.11.2017)

14. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84 [Электронный ресурс]: «СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84. С изменениями 1,2». URL: http://nopriz.ru/upload/iblock/b74/sp_31_izm2.pdf (дата обращения: 22.10.2017)

15. Очистка воды от бактерий и вирусов [Электронный ресурс]: «Сайт компании ООО «Фильтр-НН»». URL: <https://filter-nn.ru/blog/ochistka-vody-ot-bakteriy-i-virusov/> (дата обращения: 29.12.2017)

16. Сульфат алюминия как средство для очистки воды [Электронный ресурс]: «Интернет-каталог компаний и их продукции следующих тематик: лабораторное оборудование, аналитическое оборудование, медицинское оборудование, лабораторное оборудование и приборы». URL: http://www.laboratorika.ru/catalog/news/Reagenti_dlya_vodopodgotovki/95-Sulfat-alyuminiya-kak-sredstvo-dlya-ochistki-vodi.html (дата обращения: 05.12.2017)

17. Экология питьевой воды и водопроводные трубы [Электронный ресурс]: «Сайт компании ООО «Аква-клуб»». URL: <http://aqua-club.ru/articles/ekologija-pitevoj-vody-i-vodoprovodnye-truby/> (дата обращения: 17.12.2017)

18. Трубопроводы из различных материалов, плюсы и минусы [Электронный ресурс]: «Сайт ООО инженерный Центр «Инстал»». URL: <http://pskovclimate.ru/articles/uchebnye-materialy/truboprovody-iz-razlichnyh-materialov-pljusy> (дата обращения: 30.12.2017)

19. Исаев В.Н., Хургин Р. Ю. Трубопроводные коммунальные системы. – Сантехника №3, 2006. [Электронный ресурс]: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3298

20. Водоснабжение. Раздел "Водозаборные сооружения". (Конспект лекций для студентов 3-5 курсов дневной и заочной форм обучения, экстернов и иностранных студентов специальности 7.092600 "Водоснабжение и водоотведение"). Сост.: Благодарная Г.И. – Харьков: ХНАГХ, 2006. - 115 с. Печатается по решению Ученого совета академии, протокол №12 от 30.08.2006 г. Рецензент: д.т.н., проф. С.С. Душкин

[Электронный ресурс]: «Публикации для учащихся» URL: <http://uchebilka.ru/geografiya/19898/index.html?page=11>

21. Бахтина И.А. Проектирование и расчёт очистных сооружений водопровода: учебное пособие / И.А.Бахтина: Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2007. - 257 с.

22. Долина Л.Ф. Современная технология и сооружения для очистки нефтесодержащих сточных вод: Монография. – Днепропетровск: Континент, 2005. - 296 с.

23. Кузнецова Д.С. Исследование очистки и утилизации промывных вод фильтровальных сооружений станций водоподготовки. – электронный журнал «sci-article». №38 (октябрь) 2016. Режим доступа: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1477201362>.

24. Янин Е.П. Осадок водопроводных станций (состав, обработка, утилизация) // Экологическая экспертиза, 2010, № 5, с. 3–45. [Электронный ресурс]: «Некоммерческое партнерство «АРСО». Ассоциация предприятий по обращению с ртутьсодержащими и другими отходами» URL: <http://www.nparso.ru/images/docs/OS17.pdf> (дата обращения: 17.10.2017)

25. Технологии. Очистка промывных вод. Принципиальные решения по обработке технологических вод и осадков станций водоподготовки [Электронный ресурс]: «Сайт частного предприятия «Сервис О.К.»» URL: <http://serviceok.com.ua/menyu/tech/ochistka-promyvnyx-vod/> (дата обращения: 12.12.2017)

26. Биологические науки. Экология. Разработка и применение информационных технологий для оценки и обеспечения экологической безопасности и надежности сетей водоснабжения и водоотведения города [Электронный ресурс]: «Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat» URL: <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-i-primeneniye-informatsionnykh-tekhnologii-dlya-otsenki-i-obespecheniya-ekologiches> (дата обращения: 06.12.2017)

27. Промышленная безопасность. Каковы критерии и пути обеспечения экологической безопасности водопроводных сетей? [Электронный ресурс]: «Интернет-портал NewChemistry. Аналитический портал химической промышленности» URL:http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=628 (дата обращения: 08.11.2017)

28. Очистители воздуха для резервуаров чистой воды - фильтр поглотитель "ФП" [Электронный ресурс]: «Сайт компании "Воздухоочистка"» http://www.air-cleaning.ru/clear_water.php (дата обращения: 23.09.2017)

29. Вдовин Ю.И. Водозаборно-очистные сооружения систем водоснабжения в криолитозоне России : [монография] / Ю. И. Вдовин, Н. С. Вишневская ; М-во образования и науки РФ; ТГУ

30. Фильтрующий водоприем как способ рыбозащиты на водозаборных сооружениях коммунального и промышленного водоснабжения [Электронный ресурс]: Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCatURL: <http://www.dissercat.com/content/filtruyushchii-vodopriem-kak-sposob-rybozashchity-na-vodozabornyx-sooruzheniyakh-kommunalno#ixzz5BRMbfNH0>(дата обращения: 05.02.2018)

31. Предотвращение биологического обрастания металлических конструкций оголовка водозаборных сооружений [Электронный ресурс]:Бесплатная библиотека авторефератов кандидатских и докторских диссертаций URL: <http://netess.ru/3stroitelstvo/28458-1-predotvraschenie-biologicheskogo-obrastaniya-metallicheskih-konstrukciy-ogolovka-vodozabornih-sooruzheniy.php>(дата обращения: 08.03.2018)

32. Способы борьбы с биообрастаниями [Электронный ресурс]:Сайт Выкидалка – электронный портал для студентов и школьников. URL: <http://vikidalka.ru/1-15263.html> (дата обращения: 01.04.2018)

33. Борьба с биологическими обрастаниями всистемахоборотноговодоснабженияоткрытыхводоёмов. Производственно- практический журнал «Водоснабжение и водоотведение»- 6/13, 2013 - С.49-

53 С.Н. Шаляпин, Директор Харьковской электротехнической компании, Т.С. Шаляпина, аспирант Киевского национального университета строительства и архитектуры

34. Профессиональное водоснабжение и водоотведение [Электронный ресурс]: Сайт компании «Grundfos» — производство насосного оборудования URL: <https://ru.grundfos.com/market-areas/water/water-utility/drinking-water-treatment.html> (дата обращения: 14.04.2018)

35. Методические рекомендации по обеспечению выполнения требований санитарных правил и норм СанПиН 2.1.4.559—96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества на водопроводных станциях при очистке природных вод МДС 40-3.2000» [Электронный ресурс]: Электронная Библиотека онлайн URL: http://zinref.ru/000_uchebniki/03700_ochistka_vodi/005_MDS_40_3_2000_daginski/001.htm (дата обращения: 03.04.2018)

36. СанПиН 2.1.5.980-00. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов Гигиенические требования к охране поверхностных вод.-Введ. 01.01.01.- М.: Изд-во стандартов, 2001. –21 с.

37. Очистка и повторное использование промывной воды систем водоподготовки [Электронный ресурс]: Сайт Компании Waterman – разработка, поставка, монтаж, пуско-наладочные работы, гарантийное и постгарантийное обслуживание оборудования для водоочистки и водоподготовки. URL: <http://water2you.ru/articles/napravleniya-vodopodgotovki/ochistka-promyvnoy-vody-sistem-vodopodgotovki/> (дата обращения: 13.03.2018)

38. Машина направленного бурения МНБ-125 [Электронный ресурс]: Сайт ООО "МЕМПЭКС"- внедрение бестраншейных технологий прокладки и ремонта подземных коммуникаций в Республике Беларусь URL: <http://memrex.by/equipment/3595/> (дата обращения: 14.02.2018)

39. Экологические аспекты использования труб из полимерных материалов для горячего водоснабжения О.В. Нестругина Донецкий Национальный Технический Университет [Электронный ресурс]: Портал магистров Донецкого национального технического университета URL: <http://masters.donntu.org/2011/fmf/nestrugina/library/tez3.htm> (дата обращения: 14.02.2018)

40. Основные преимущества полиэтиленовых труб [Электронный ресурс]: Строительный портал «Совет» URL: <http://sovet-nso.ru/stati/materialy/2069-osnovnye-preimuschestva-polietilenovyh-trub.html> (дата обращения: 18.03.2018)

41. Экологическая безопасность сантехнических труб на полимерной основе. М.В. Мамонтов, старший преподаватель, к.т.н., Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж [Электронный ресурс]: КиберЛенинка — научная электронная библиотека URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-bezopasnost-santehnicheskikh-trub-na-polimernoy-osnove> (дата обращения: 21.03.2018)

42. Selleck, Robert E. and Marinas, Benito J., July 1991, "Analyzing the Permeation of Organic Chemicals Through Plastic Pipes," Journal AWWA, Vol. 83 No. 7, pp. 92-97

43. Park, Jae K., Bontoux, Laurent, Holsen Thomas M., Jenkins David, and Selleck, Robert E., October 1991, "Permeation of Polybutylene Pipe and Gasket Material by Organic Chemicals," Journal AWWA, Vol. 83 No. 10, pp. 71-78

44. Holsen, Thomas M., Park, Jae K., Bontoux, Laurent, Jenkins, David, and Selleck, Robert E., November 1991, "The Effect of Soils on the Permeation of Plastic Pipes by Organic Chemicals," Journal AWWA, Vol. 83 No. 11, pp. 85-91

45. Goodfellow, F., Ouki, D., and Murray, V. 2002. 'Permeation of organic chemicals through plastic water supply pipes'. Journal of the Chartered Institute of Environmental Management, 16, pp. 85 – 89

46. Holsen, Thomas M., Park, Jae K., Jenkins, David, and Selleck, Robert E., August 1991, "Contamination of Potable Water by Permeation of Plastic Pipe," Journal AWWA, Vol. 83 No. 8, pp. 53-56

47. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. - Введ. 26.09.01.- М.: Изд-во стандартов, 2001. –18 с.

48. Сибагатуллина А. М., Мазуркин П. М. Измерение загрязнённости речной воды (на примере малой ре-ки Малая Кокшага). – Изд.: Академия Естествознания. 2009. Режим доступа: <https://monographies.ru/en/book/section?id=2251>

49. Тюняев А. А. Качество питьевой воды зависит от материала труб. – май 2002 года, газета «Стройка», №21. Режим доступа: <http://dazzle.ru/eco/material.shtml>

50. А. Н. Петин, М. Г. Лебедева, О. В. Крымская ; Белгородский гос. ун-т Анализ и оценка качества поверхностных вод : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 020804 - геоэкология Белгород 2006. Режим доступа: <https://dlib.rsl.ru/01004127807>

51. [http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec116/poryadin a.f.ustrojstvo i e'kspluataciya vodozaborov. \(1984\).pdf#4.](http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec116/poryadin_a.f.ustrojstvo_i_e'kspluataciya_vodozaborov_(1984).pdf#4)

52. Требования к содержанию резервуаров питьевой воды. Режим доступа: <http://ww.lektsii.com/2-122053.html>.